

Committente:



# AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.P.A.

Via Camboara 26/A - Frazione Ponte Taro - 43015 NOCETO (PR)

Impresa Esecutrice:



**AUTOSTRADA DELLA CISA A15  
RACCORDO AUTOSTRADALE A15/A22  
CORRIDOIO PLURIMODALE TIRRENO-BRENNERO  
RACCORDO AUTOSTRADALE FRA L' AUTOSTRADA DELLA CISA-FONTEVIVO (PR)  
E L' AUTOSTRADA DEL BRENNERO-NOGAROLE ROCCA (VR). I LOTTO.**

C.U.P. G61B04000060008

C.I.G. 307068161E

## PROGETTO ESECUTIVO

AUTOCAMIONALE DELLA CISA S.p.A.

Il Direttore TIBRE:

Il Responsabile del Procedimento:

Il Presidente:

IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.  
Il Direttore Tecnico:

**IMPRESA PIZZAROTTI & C. S.p.A.**  
**Il Responsabile di Progetto**  
**Dott. Ing. Luca Bondanelli**

Il Geologo:

PROGETTAZIONE DI:



A.T.I.:

**idrosse**  
engineering  
MANDATARIA

**ROKSOJL** S.p.A.  
MANDANTE

**ViA**  
INGEGNERIA S.r.l.  
MANDANTE

I Progettista:

Ing. Fabio Nigrelli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Palermo n.3581



Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione:

Ing. Giovanni Maria Cepparotti

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Viterbo n. 392

Consulenza specialistica a cura di:

Progettista Responsabile Integrazione Prestazioni Specialistiche:

Impresa Pizzarotti & C. S.p.A.

Ing. Pietro Mazzoli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Parma n. 821



Titolo Elaborato:

**Cantierizzazione  
Cantiere  
Ambito operativo 2 – Area di cantierizzazione 2A  
Relazione rete acque bianche**

Data Emissione Progetto:

18/03/2014

Scala:

Identif. Elaborato:

N.RO IDENTIFICATIVO	CODICE COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	AMBITO	CAT OPERA	N OPERA	PARTE OP	TIPO DOC	N Progr. Doc.	REV.
	RAAA	1	E	I	CN	CN	02	C	RE	042	D

Rev.	Data	DESCRIZIONE REVISIONE	Redatto	Controllato	Approvato
D	20/04/2015	AGGIORNAMENTO RETI ACQUE	MORDACCI	F.NIGRELLI	P.MAZZOLI
C	30/01/2015	REVISIONE LAYOUT CANTIERE	MORDACCI	F.NIGRELLI	P.MAZZOLI
B	10/10/2014	RIEMMISSIONE PER REV. AREA, EDIFICI ED IMPIANTI	Y.ZORZI	F.NIGRELLI	P.MAZZOLI
A	16/06/2014	RIEMMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO	Y.ZORZI	F.NIGRELLI	P.MAZZOLI

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	3
2	STRUTTURA DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE .....	5
3	CARATTERISTICHE DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE .....	8
3.1	Elementi di idrologia .....	8
3.1.1	Piogge intense .....	8
3.2	Dimensionamento e verifica idraulica della rete di drenaggio delle acque meteoriche .....	9
3.2.1	Progettazione preliminare .....	9
3.2.2	Progettazione definitiva: verifica della rete tramite modello .....	11
3.3	Modalità di posa in opera e particolari costruttivi .....	12
3.4	Volume di invaso e laminazione delle portate di origine meteorica .....	14
3.4.1	Premessa .....	14
3.4.2	Dimensionamento del volume di invaso .....	14
3.4.3	Caratteristiche della vasca .....	15
3.5	Impianti di trattamento acque di pioggia .....	16
3.5.1	Premessa .....	16
3.5.2	Sistema di trattamento in continuo delle acque di pioggia .....	16
4	REPORT DELLE SIMULAZIONI NUMERICHE .....	21
4.1	TR = 20 anni .....	21

## 1 PREMESSA

La presente Relazione Tecnico-Illustrativa ha per oggetto la soluzione progettuale individuata dagli scriventi per il sistema di drenaggio delle acque meteoriche a servizio dell'area di cantiere denominata 2A per la realizzazione del raccordo autostradale tra la A15 "Autostrada della Cisa" e la A22 "Autostrada del Brennero" - Fontevivo (PR) - Nogarole Rocca (VR) – 1° Lotto da Fontevivo (PR) all'Autostazione "Trecasali-Terre Verdiane".

Le opere in esame vengono ubicate nei Comuni di Fontanellato e Fontevivo (PR).

Tale soluzione progettuale è stata definita tenendo in debita considerazione le problematiche legate all'idraulica del territorio e relativa sostenibilità.

Per idraulica del territorio si intende quella disciplina che si occupa del governo delle acque superficiali in relazione alle peculiarità antropiche e alle condizioni fisiche del territorio in cui si trovano a fluire.

Le soluzioni tecniche previste per le reti di drenaggio urbano del comparto in oggetto, hanno necessariamente implicato la diversificazione della raccolta delle acque reflue di origine antropica dalle acque di origine meteorica e la raccolta acque dell'area operativa (dove sarà ubicato l'impianto di produzione del calcestruzzo e del misto cementato) risulta essere completamente separata rispetto a quella dell'area logistica (dove saranno ubicati gli uffici di cantiere) e del piazzale adibito a deposito.

Per l'area operativa le acque di origine meteorica saranno temporaneamente invase in un bacino di laminazione per l'accumulo dei volumi necessari al rispetto dei principi di gestione del rischio idraulico del territorio all'interno del quale si avrà un primo smaltimento per dispersione. Successivamente saranno recapitate, a mezzo sollevamento meccanico, in un canale in terra opportunamente realizzato tra l'argine del fiume taro e i laghi di golena. Il recapito delle acque dell'area logistica (sia di origine meteorica che antropica, previo opportuno trattamento in filtro percolatore anaerobico) è invece previsto nel torrente Recchio, in prossimità del ponte su Via Taro. Per le acque di entrambe le aree sono previsti trattamenti di sedimentazione e disoleatura, meglio descritti al capitolo 3.5.

La soluzione progettuale individuata recepisce le indicazioni e prescrizioni emesse dagli Enti territorialmente competenti.

Nel quadro della progettazione dell'area si è provveduto a definire e dimensionare le opere e a verificare il funzionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche e reflue applicando una metodologia di lavoro largamente consolidata in materia.

La metodologia di lavoro applicata può essere sintetizzata nei seguenti steps operativi:

- **definizione delle piogge critiche** mediate sul territorio oggetto dell'intervento, ottenute elaborando le serie storiche reperite negli annali idrografici delle precipitazioni intense (cioè di forte intensità e breve durata). Con questa procedura di tipo statistico si ricava una legge rappresentativa degli eventi meteorici in funzione di un "tempo di ritorno" in genere assegnato. Il tempo di ritorno esprime la probabilità statisticamente determinata che un certo evento si presenti mediamente almeno una volta nel periodo considerato;
- **perimetrazione e caratterizzazione idrologica dei bacini** in cui è possibile suddividere l'area in esame, che si traduce nello studio delle condizioni dei suoli e loro comportamento nei confronti delle acque che ivi defluiscono. In linguaggio tecnico si parla di calcolo delle perdite idrologiche, interpretando la reale capacità del bacino imbrifero di trattenere (in diversi modi) una quota parte delle precipitazioni che lo investono;
- **trasformazione afflussi-deflussi** utilizzando modelli matematico-idraulici tradizionali, in grado di simulare il comportamento reale del bacino oggetto di verifica; tali strumenti consentono per ogni pioggia considerata di riprodurre le portate che si producono su un bacino di date caratteristiche.
- **progettazione di massima della rete** utilizzando una metodologia "sintetica" basata sull'equazione di Chezy, supponendo, cioè, il funzionamento in moto uniforme della rete di drenaggio urbano;
- **verifica dell'efficienza idraulica dei collettori** che drenano le portate prodottesi e calcolate per ogni sottobacino oggetto di studio. A questo proposito si adotta il motore di calcolo utilizzato dal modello matematico-idraulico M.A.R.TE. DEFLUX ovvero lo Storm Water Management Model SWMM, sviluppato dall'EPA statunitense. Tale motore di calcolo rappresenta lo stato dell'arte della modellazione di reti di deflusso urbano.

La presente Relazione contiene tutti gli elementi di calcolo per la verifica delle sezioni di interesse in corrispondenza di altrettanti sottobacini in cui è stata suddivisa l'area oggetto di intervento.

La tendenza attuale degli Enti competenti alla gestione idraulica territoriale più complessiva è quella di limitare il contributo in termini di portate di origine meteorica provenienti dai comparti di nuova urbanizzazione ad un valore prossimo a quello che il terreno agricolo produce sullo stesso bacino in assenza di impermeabilizzazioni.

Si vuole evidenziare in questa sede come la soluzione progettuale in oggetto si inserisca un quadro più ampio che prevede l'applicazione del "Principio di Invarianza Idraulica" all'intero ambito dello svincolo autostradale, accertate le condizioni di potenziale carico idraulico in cui versa il sistema idrografico superficiale di recapito.

Detto principio determina, nella sostanza, l'invarianza dei coefficienti udometrici di un comparto nell'ambito delle necessarie operazioni di impermeabilizzazione conseguenti alla realizzazione delle urbanizzazioni e, per le acque dell'area operativa, ci si riferisce sostanzialmente alla possibilità di realizzare volumi di invaso e laminazione di capacità adeguata per ridurre il colmo di piena da immettere nel recapito finale. Per le acque dell'area logistica visto il ridotto apporto al recapito finale, ossia il torrente Reccio (in grado di far defluire in condizioni di piena una portata pari a 80 mc/sec) non si è ritenuto necessario realizzare volumi di invaso.

Il valore di portata ridotto diviene il riferimento oltre il quale non sarà possibile scaricare dal nuovo insediamento e rappresenta un vincolo progettuale tale da imporre l'adozione di volumi di invaso variamente localizzati. Le portate meteoriche in esubero dovranno essere contenute all'interno di tali volumi.

Essi possono in generale essere ricavati in vari modi; ad esempio:

- incremento del sistema "maggiore", ovvero l'insieme di quegli elementi che costituiscono il sistema di drenaggio superficiale (depressioni superficiali, capacità di laminazione ed invaso delle superfici impermeabilizzate quali tetti, piazzali regolati da caditoie nonché rugosità del suolo) che possono essere strutturati affinché l'acqua sia trattenuta il più a lungo possibile prima che raggiunga il sistema cosiddetto "minore";
- incremento del sistema "minore", ovvero il complesso della rete di collettori e canalizzazioni realizzate per il trasporto delle acque; si tratta di intervenire con idonei e calibrati sovradimensionamenti delle geometrie costituenti le tubazioni così da creare un volume di invaso;
- realizzazione di vasche di laminazione di volume adeguato.

Nel caso in esame, per le acque dell'area operativa, si ritiene che sia opportuno intervenire mediante l'adozione di una vasca di laminazione a cielo aperto, che data l'estensione pari a circa 3465 mq potrà avere un volume utile di almeno 3465 mc, più che sufficiente a contenere eventi sino ad almeno 20 anni di tempo di ritorno.

In questa sede si vuole altresì sottolineare che per il dimensionamento dei collettori preposti al convogliamento delle acque meteoriche sono state adottate piogge di progetto con tempo di ritorno 20-ennale.

La verifica idraulica, condotta tramite simulazione numerica e di cui si portano in calce i risultati ottenuti in termini di volumi e portate di scarico, del comportamento della rete ed opere accessorie ha messo in evidenza che la rete nel suo complesso conserva una buona capacità di deflusso delle acque meteoriche, non verificandosi fenomeni di esondazione con allagamento superficiale né nei tratti apicali della rete in corrispondenza delle superfici drenate, né nei tratti terminali in corrispondenza del punto di immissione al recapito.

## 2 STRUTTURA DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

Relativamente al drenaggio delle acque meteoriche, i circa 22.052 mq (di cui 14.468 mq relativi all'area operativa e 7.585 mq relativi all'area logistica) di estensione dell'area destinata ad ospitare il cantiere in progetto sono stati suddivisi in sottobacini idrologici afferenti ai singoli tronchi di fognatura, il cui tracciato si sviluppa lungo la viabilità interna al comparto e seguendo la dislocazione delle caditoie previste per il drenaggio delle acque.

Per l'area operativa è prevista la raccolta acque tramite un sistema di canalette in cls e fossi in terra disposti sul perimetro dell'area, mentre per l'area logistica è prevista la posa in opera di condotte in PEAD, conformi a norma UNI EN 1401-1 tipo SN4, con diametri commerciali variabili dal DN 160 nei tratti apicali della rete fino al DN 500, in prossimità delle zone di recapito finale.

La rete di drenaggio delle acque meteoriche è prevista con funzionamento a gravità e pendenze medie pari all'1 per mille.

Ai sensi dei criteri contenuti nella Deliberazione G.R. dell'Emilia Romagna N. 286 del 14/02/2005 "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)" e nella Delibera G.R. dell'Emilia Romagna N. 1860 del 18/12/2006 "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", è stato previsto un trattamento di sedimentazione e disoleatura delle acque di dilavamento di strade e piazzali situato a monte del recapito.

La posa di tutte le condotte è prevista con sufficiente ricoprimento, utile ad eseguire con modalità corretta gli allacciamenti provenienti dai singoli fabbricati.

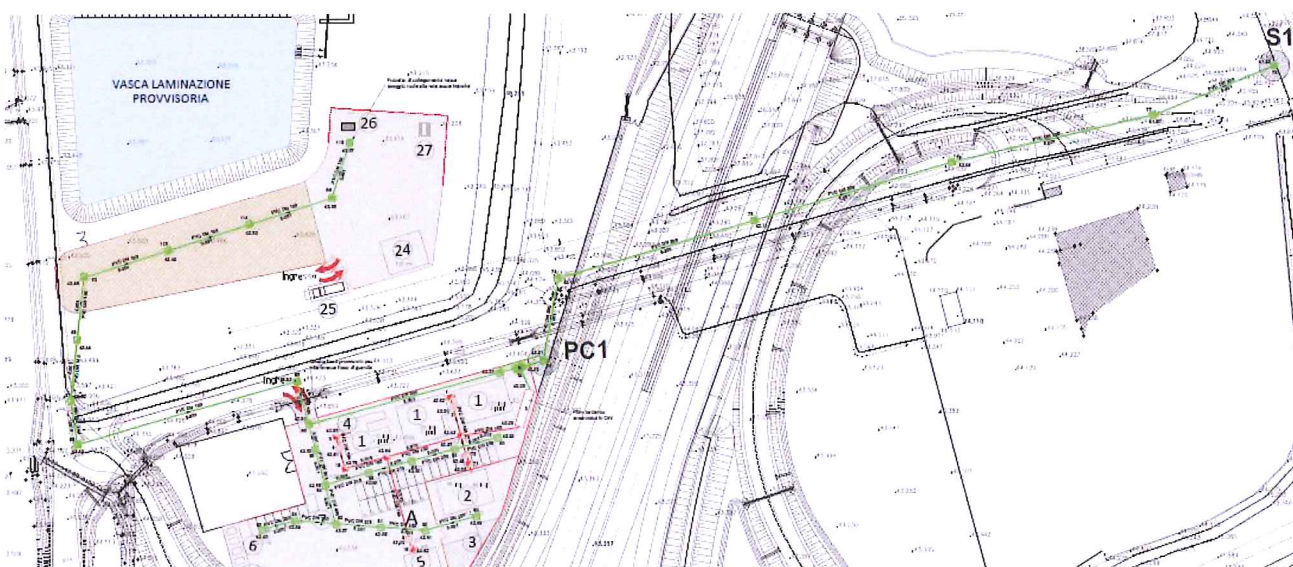


Figura 1a – Lay-out delle reti fognarie a servizio dell'area logistica di cantiere – lato Sud.

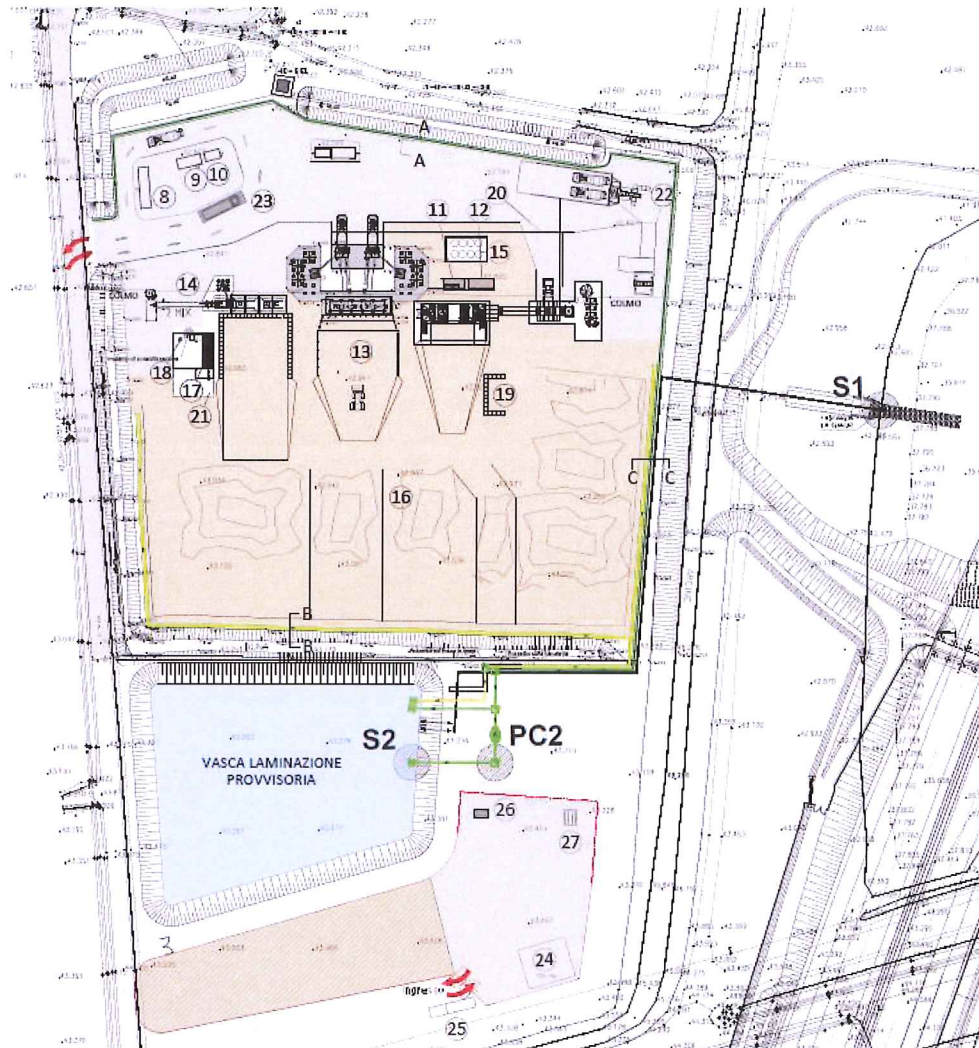


Figura 1b – Lay-out delle reti fognarie a servizio dell'area operativa di cantiere – lato Nord.

La portate in uscita dal nuovo insediamento operativo, è stata calcolata dal modello matematico-idraulico relativamente ad un istogramma sintetico di tipo rettangolare della durata di 30 minuti, corrispondente a tempo di ritorno 20-ennale.

Portate in arrivo vasca 2A

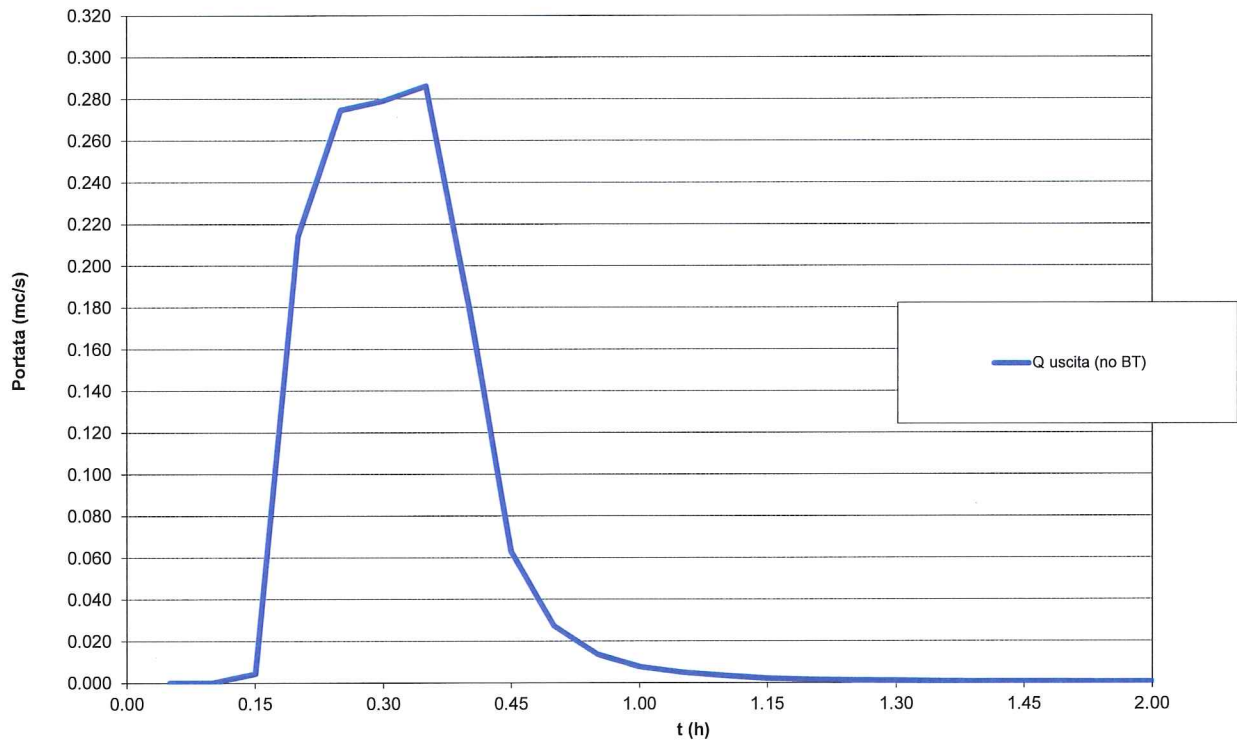


Grafico 1 – Idrogramma di piena caratteristico dell'area in esame calcolato in corrispondenza del recapito in vasca di laminazione, relativo a idrogramma rettangolare TR=20 anni.

Risulta evidente come le portate verso il recapito raggiungano al colmo di piena valori dell'ordine dei 300 l/s nel caso di TR = 20 anni e durata dell'evento 30 minuti.

Nella presente fase di cantierizzazione tale scarico potrà determinare una lama d'acqua dell'ordine di alcuni cm sul fondo dell'invaso che verrà smaltita per dispersione.

Nelle successive fasi di realizzazione dello svincolo le portate di corrivazione via via generate e convogliate all'invaso saranno recapitate al sistema idrografico superficiale esistente in fregio all'area oggetto di intervento mediante impianto di sollevamento che verrà dimensionato e tarato su portate massime in uscita pari all'invarianza idraulica dell'intero insediamento.

### 3 CARATTERISTICHE DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

#### 3.1 ELEMENTI DI IDROLOGIA

##### 3.1.1 PIOGGE INTENSE

Il bacino oggetto di impermeabilizzazione, per dimensioni e caratteristiche altimetriche è destinato ad essere messo in crisi da piogge di forte intensità e breve durata; il tempo di corrivazione di detto bacino non si spinge sicuramente oltre i 30 minuti.

Esso è stato infatti determinato attraverso la relazione:

$$t_c = t_a + t_r$$

ove  $t_a$  è il *tempo di accesso alla rete* relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo e  $t_r$  è il *tempo di rete*.

Il tempo di accesso  $t_a$  è sempre stato di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa ed il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché dell'altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto; tuttavia il valore normalmente assunto nella progettazione è sempre stato compreso entro l'intervallo di 5 – 20 minuti (valori suggeriti da Centro Studi Deflussi Urbani nel Manuale di Progettazione – Sistemi di Fognatura); i valori più bassi essendo validi per le aree di minore estensione, più attrezzate e di maggior pendenza e i valori più alti nei casi opposti.

Analogamente Di Fidio nel testo "Fognature" suggerisce di adottare in zone fittamente edificate un valore del tempo di accesso alla rete pari a 5 minuti mentre in zone rade e piatte con pozzetti di introduzione in fognatura molto distanti valori variabili fra i 20 e i 30 minuti. Nel caso in esame, per il calcolo della portata da scaricare a urbanizzazione realizzata, essendo il comparto caratterizzato dalla buona presenza di aree impermeabilizzate, si è adottato un tempo di accesso alla rete pari a compreso tra 5 e 10 minuti.

Per quanto riguarda invece il *tempo di rete*  $t_r$ , esso è calcolabile come somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria in progetto. Per la velocità di percorrenza si è adottato un valore medio pari a 1 m/s; al fine dell'individuazione della lunghezza massima che l'acqua deve percorrere lungo la rete di progetto si è fatto riferimento alla geometria effettiva della rete.

Nel caso specifico, adottando la formula del metodo cinematico, si ottiene:

$$T_c = \frac{L}{v} = \frac{300}{1} = 300 \text{ secondi} = 5 \text{ minuti}$$

Per semplificare lo sviluppo dei calcoli si è scelto di considerare per ogni sottobacino costituente il comparto un tempo di corrivazione complessivo di 30 minuti.

Come accennato in premessa il campione delle precipitazioni significative su cui basare l'indagine statistica per l'individuazione delle curve di possibilità climatica che caratterizzano il sito e il bacino oggetto di indagine è reperibile dalle serie storiche riportate negli annali idrografici stilati dall'osservatorio idrografico nazionale.

Nell'analisi svolta sono state prese in considerazione le maggiori piogge di durata minore di 24 ore ovvero quelle specifiche precipitazioni che, per dimensioni e caratteristiche dell'area destinata ad ospitare le condotte per lo scolo delle acque meteoriche del sedime in oggetto sono destinate a mandare in crisi il sistema di drenaggio progettato.



L'analisi statistica delle precipitazioni di forte intensità e breve durata condotta sul territorio della pianura emiliana ha portato all'individuazione della curva di possibilità climatica valida per il territorio oggetto di interesse:

La curva di possibilità pluviometrica che si ottiene con tempo di ritorno 20 anni è la seguente:

per durate fino all'ora:

$$h = 45.6 \cdot d^{0.34} \quad (h \text{ in mm; } t \text{ in ore})$$

per durate superiori all'ora:

$$h = 42.5 \cdot d^{0.235} \quad (h \text{ in mm; } t \text{ in ore})$$

Supponendo un tempo di pioggia di 30 minuti ovvero prossimo al tempo di corrivazione del bacino destinato ad ospitare la rete di drenaggio dell'insediamento in progetto, applicando la relazione che lega altezza di pioggia a durata della medesima si ottiene:

<b>d (h)</b>	0,50	0,50
<b>T (anni)</b>	<b>h (mm)</b>	<b>i (mm/h)</b>
20	36.0	72.0

Tabella 1

A titolo di maggior cautela nelle simulazioni numeriche di dimensionamento delle opere idrauliche tali valori sono stati arrotondati per eccesso:

$$h (d=0,5 \text{ ore}) = 40 \text{ mm}$$

$$i (d=0,5 \text{ ore}) = 80 \text{ mm/ora}$$

## 3.2 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IDRAULICA DELLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

L'approccio metodologico seguito ha portato a dimensionare la rete di drenaggio in via preliminare e a verificarne successivamente l'ufficiosità, in moto vario, mediante la simulazione numerica.

In seguito ai risultati della simulazione si è andati a rettificare i parametri idraulici caratteristici delle condotte supposte in esercizio verificandone la perfetta ufficiosità (grado di riempimento massimo < 80%) a fronte di un evento pluviometrico sintetico di frequenza decennale e che nessuna parte di rete funzionasse in pressione per lunghe fasi scongiurando esondazioni sul piano stradale in progetto a fronte di un evento pluviometrico sintetico di frequenza ventennale.

### 3.2.1 PROGETTAZIONE PRELIMINARE

Al fine di procedere ad un dimensionamento delle condotte di drenaggio delle acque meteoriche si è ipotizzato di voler assicurare condizioni di esercizio in moto uniforme e funzionamento non rigurgitato delle condotte stesse.

La scelta dei diametri delle tubazioni in funzione della scabrezza del materiale impiegato, della pendenza imposta, delle portate massime da smaltire determinate in precedenza e quindi del grado di riempimento, è stata effettuata sfruttando la formula inversa dell'equazione di Chezy:

$$Q = XA\sqrt{Ri}$$

con:

- A = area della sezione occupata dall'acqua;
- R = A/B Raggio idraulico;
- B = Contorno bagnato;
- i = pendenza di fondo;
- X =  $K_s (R^{1/6})$  coefficiente di scabrezza;
- $K_s$  = coefficiente di Gaukler-Strickler.

L'individuazione delle portate defluenti da ciascun sottobacino è stata stimata, in questa prima fase, con il metodo cinematico, partendo dai dati pluviometrici e supponendo ciascun sottobacino come un "serbatoio" a sstante con una propria superficie, un proprio coefficiente di afflusso e un tempo di corrivazione caratteristico.

Della stima del tempo di corrivazione si è detto in precedenza; per quel che riguarda il coefficiente di afflusso dell'area operativa lo si è determinato partendo dalle stime del rapporto tra il totale della superficie drenata ( $0.96+0.47=1.43$  ha) e quanto di questa verrà impermeabilizzato (32% circa, pari a 0.47 ha), giungendo così ad un valore medio  $\phi = 0,32$  supponendo così che il 32% del piovuto sarà smaltito dal reticolo di drenaggio, mentre il restante 68% continuerà a percolare in falda freatica.

	Area operativa di cantiere
Sup. (ha)	1.43
Sup. impermeabile (ha)	0.47
Imp (%)	32%
Per (%)	68%
$\phi_{med}$	0.32
Tc (min)	30

*Tabella 2 – Parametri idrologici significativi relativi all'area operativa di cantiere*

Per quel che riguarda il coefficiente di afflusso dell'area logistica, il totale della superficie drenata sarà pari a  $0.59 + 0.16 = 0.75$  ha e di questa ne verrà impermeabilizzato il 78 % circa, pari a 0.59 ha. Si giunge così ad un valore medio  $\phi = 0,78$  supponendo così che il 78% del piovuto sarà smaltito dal reticolo di drenaggio, mentre il restante 22% continuerà a percolare in falda freatica.

	Area logistica di cantiere
Sup. (ha)	0.75
Sup. impermeabile (ha)	0.59
Imp (%)	78%
Per (%)	22%
$\varphi_{med}$	0.78
Tc (min)	30

Tabella 3 – Parametri idrologici significativi relativi all'area logistica di cantiere

Stabiliti i fattori di cui sopra, si è applicato il metodo cinematico, e si è determinata la quota parte di portata chiara critica che ciascun i-esimo sottobacino dell'area analizzata convoglierà in rete:

$$Q_i = \varphi_i i_i A_i$$

dove:

$\varphi_i$  = coefficiente di afflusso;

$i_i$  =  $dh/dt = a n T^{(-1)}$  intensità di pioggia critica per l'i-esimo sottobacino [mm/h];

a,n = parametri della curva di possibilità climatica

$A_i$  = superficie scolante dell'i-esimo sottobacino [mq].

### 3.2.2 PROGETTAZIONE DEFINITIVA: VERIFICA DELLA RETE TRAMITE MODELLO

Il sistema di drenaggio a servizio dell'urbanizzazione in analisi dimensionato preliminarmente è stato verificato mediante l'utilizzo del modulo DEFLUX del pacchetto applicativo M.A.R.TE..

Il motore di calcolo utilizzato da M.A.R.TE. DEFLUX, ovvero lo Storm Water Management Model (SWMM) sviluppato dall'EPA statunitense, rappresenta lo stato dell'arte della modellazione di reti di deflusso urbano.

E' possibile lanciare simulazioni di diverso tipo: a "evento singolo" o "in continuo", andando cioè a simulare per poche ore o per molti giorni eventi critici di pioggia che vanno a sollecitare il bacino imbrifero in cui è presente una rete di drenaggio.

Il modello può essere quindi utilizzato tanto per la progettazione quanto per la verifica e gestione delle reti di fognatura (bianche, nere e miste).

SWMM è sostanzialmente basato su una struttura modulare in grado di rispondere alle diverse esigenze progettuali; in particolare, nella versione implementata in M.A.R.TE. DEFLUX sono stati interfacciati i moduli Runoff ed Extran di tale progetto, poichè rappresentano quelli di maggiore interesse per le applicazioni ingegneristiche.

In linea generale SWMM è stato concepito per modellare in termini qualitativi e quantitativi tutti i processi che si innescano nel ciclo idrologico urbano, fornendo una puntuale fotografia del comportamento della rete elemento per elemento nonché nel suo complesso ad ogni istante della modellazione simulata.

Le diverse categorie di dati di input in M.A.R.TE. DEFLUX possono essere così riassunte in maniera generale:

- 1) Dati meteorologici: precipitazione (intensità in mm/h o valore della precipitazione in mm);
- 2) Dati dei sottobacini: area, percentuale di impermeabilità, pendenza del terreno, volumi specifici di

accumulo e coefficienti di Manning per area permeabile ed impermeabile; parametri riferiti alla legge di infiltrazione prescelta (Horton o Green Ampt);

3) Dati dei condotti: tipo di sezione, quote di monte e valle, lunghezza, scabrezza;

4) Dati dei nodi: quote terreno e fondo, eventuale portata entrante (nera), caratterizzazione del nodo. Ogni nodo può essere generico, di recapito o di accumulo. I nodi generici rappresentano i semplici pozzetti, i nodi di accumulo richiedono la quota del cielo e la superficie di accumulo mentre i nodi di recapito richiedono la condizione di sbocco (libero o non libero ad una certa quota);

5) Dati delle pompe: curva caratteristica a tre punti, livello iniziale nel nodo di partenza, livelli di attacco e stacco;

6) Dati degli scaricatori di piena: tipo (sfioro laterale o salto di fondo), sezione, coefficiente di efflusso.

Tali impostazioni sono state implementate per la simulazione delle reti del nuovo insediamento in progetto.

Dai risultati numerici ottenuti dalle simulazioni effettuate con le precipitazioni di progetto, di cui si riportano in calce i valori in termini di volumi e portate scaricate per le reti di raccolta acque dell'area operativa e per quella dell'area logistica, si evince come il sistema di drenaggio in progetto, sottoposto sia ad una precipitazione di frequenza decennale, che ad una precipitazione di frequenza ventennale, mantiene una buona officiosità; i tratti apicali della rete non presentano significativi fenomeni di rigurgito, così come i tratti finali; in entrambi i casi l'usura delle condotte non desta preoccupazione contenendo le velocità di deflusso mediamente al di sotto dei 2 m/s.

Relativamente ai nodi delle reti delle acque meteoriche, le simulazioni in moto vario con TR = 20 anni non hanno evidenziato la possibilità che si verifichino localizzati fenomeni di sovraccarico né tanto meno di esondazioni in concomitanza del transito dell'onda di piena.

Non si segnalano esondazioni con allagamento superficiale né nei tratti apicali della rete in corrispondenza delle superfici drenate, né nei tratti terminali in corrispondenza del punto di immissione alla fognatura esistente.

### **3.3 MODALITÀ DI POSA IN OPERA E PARTICOLARI COSTRUTTIVI**

I tubi in PEAD della rete relativa all'area logistica, saranno conformi a norma UNI EN 1401-1 tipo SN4, diametro esterno compreso tra 160 e 500 mm. Le condotte in PEAD verranno posate come riportato nei particolari costruttivi di seguito riportati: è previsto letto di 20 cm di spessore, rinfianco e ricoprimento con pietrischetto di frantoio 3/9, ben costipato fino a 20 cm al di sopra dell'estradosso superiore della tubazione; la restante parte del ricoprimento è prevista in terreno di riporto dello scavo se in area verde o con inerte naturale misto granulometricamente stabilizzato o misto cementato su sede stradale; nel caso lo spessore complessivo dello strato di ricoprimento sottostante i percorsi carrabili sia inferiore ad 85 cm, dovrà essere interposta sotto la pavimentazione stradale soletta di cls armata di ripartizione dei carichi; in alternativa le tubazioni potranno essere rinfiancate con CLS RCK 150.

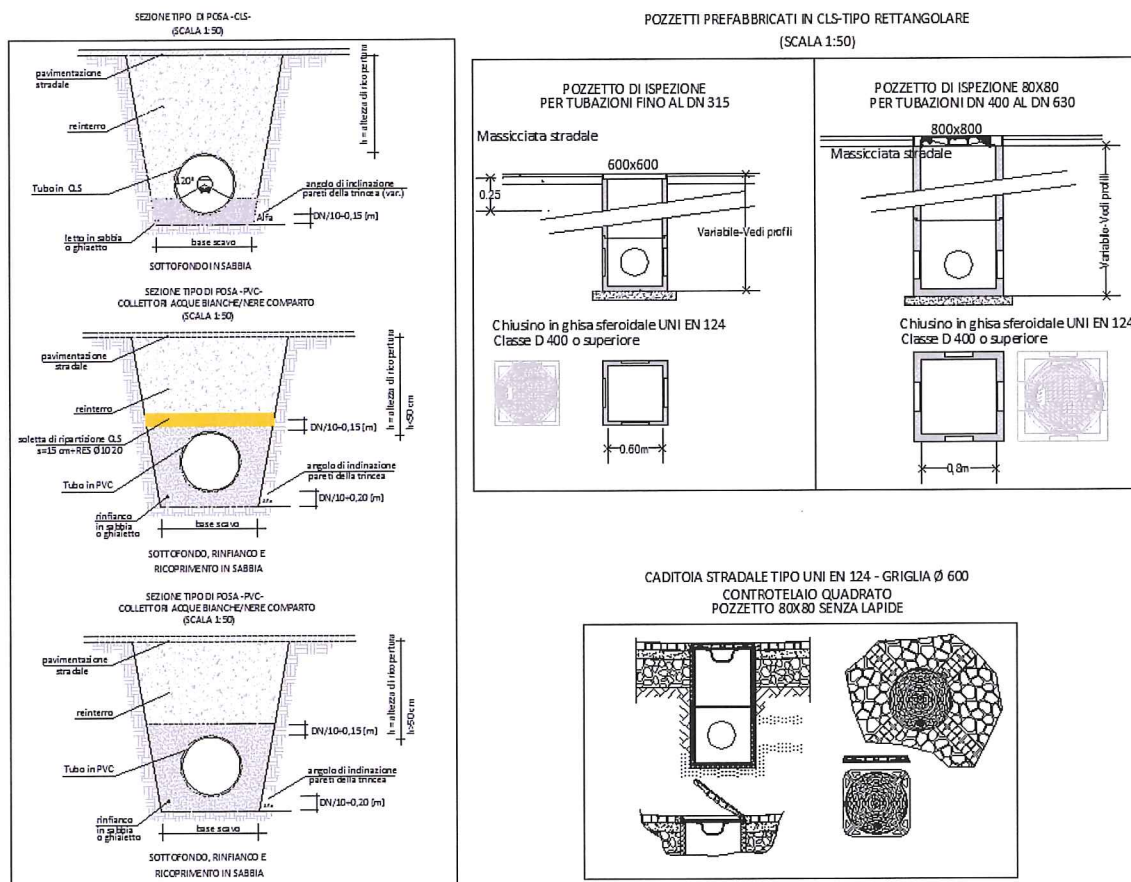


Figura 2 – Sezioni tipiche di posa delle tubazioni adottate in progetto.

I pozzetti di raccordo e ispezione sono stati predisposti con distanze coerenti alle attività di lavaggio e ispezione, nonché in funzione delle dimensioni trasversali delle aree impermeabilizzate da drenare.

Tali pozzetti devono essere posati a regola d'arte, previo consolidamento del terreno di supporto e previa gettata di congruo spessore di cemento magro di sottofondazione; le operazioni di consolidamento si rendono necessarie per evitare eventuali sfondamenti dovuti al traffico veicolare.

Detti pozzetti si intendono tutti di forma quadrata, del tipo prefabbricato in calcestruzzo vibrato, realizzato con l'impiego di cemento ad alta resistenza ai solfati, ispezionabile, e quindi delle dimensioni interne:

- 60x60 cm in corrispondenza di tutte le condotte di diametro minore a 315 mm;
- 80x80 cm in corrispondenza di tutte le condotte di diametro maggiore a 315 mm minore a 500 mm;
- 100x100 cm in corrispondenza dei collettori DN 500 e 630 mm;

La predisposizione di eventuali organi idraulici di tipo meccanico (limitatori di portata, valvole di tipo clapet ecc.) potrebbe rendere necessaria la predisposizione di uno o più pozzetti di dimensioni diverse rispetto a quelle sopra citate.

I chiusini dei pozzetti di allaccio e di ispezione è previsto siano di regola in ghisa sferoidale di classe D400 (UNI EN124) ad esclusione di zone o punti dove tali classi sono inadeguate od eccessive in rapporto all'entità e alle caratteristiche dei carichi a cui sono, o possono essere, sottoposti.

La raccolta delle acque meteoriche sarà effettuata con griglie asolate rialzabili in ghisa sferoidale, classe di appartenenza non inferiore a D400, secondo la Norma EN 124, forza di controllo > 400 kN e telaio di dimensioni interne almeno 400 x 400 mm con sifone incorporato.

### 3.4 VOLUME DI INVASO E LAMINAZIONE DELLE PORTATE DI ORIGINE METEORICA

#### 3.4.1 PREMESSA

Per le acque relative all'area operativa, la vasca di laminazione a cielo aperto costituisce il primo recapito della rete acque meteoriche in progetto e verrà definita nel dettaglio nelle successive fasi di progettazione esecutiva.

Nella fase transitoria in esame l'estensione pari a circa 3465 mq potrà avere un volume utile di almeno 3465 mc, sufficiente a contenere eventi sino ad almeno 20 anni di tempo di ritorno con riferimento ad un bacino afferente di circa 8-10 ettari impermeabilizzati.

Il valore massimo della portata scaricabile al recapito finale in acque superficiali mediante sollevamento meccanico sarà limitato all'invarianza idraulica dell'insediamento complessivo, in relazione alla criticità idraulica del sistema idrografico recettore.

#### 3.4.2 DIMENSIONAMENTO DEL VOLUME DI INVASO

- **Descrizione del fenomeno della laminazione**

Il progetto di una vasca volano è in generale legato alla determinazione della capacità di invaso  $W_m$  in funzione della portata massima accettabile all'uscita  $Q_{max}$  atta a contenere l'evento meteorico critico di assegnato tempo di ritorno.

Le equazioni che permettono di descrivere il fenomeno della laminazione e quindi il funzionamento idraulico di una vasca volano sono tre:

- l'equazione differenziale di continuità della vasca:

$$Q_e(t) - Q_u(t) = \frac{dW(t)}{dt}$$

in cui

$Q_e(t)$  è la portata in ingresso alla vasca al generico istante  $t$ ; essa dipende sia dall'evento meteorico considerato che dalle caratteristiche del bacino e della rete di drenaggio a monte della vasca stessa;

$Q_u(t)$  è la portata in uscita dalla vasca; essa dipende dal tipo di scarico che regola l'uscita dalla vasca;

$W(t)$  è il volume invasato nella vasca all'istante  $t$ .

- la relazione funzionale tra il volume invasato e il livello idrico  $h$  nell'invaso:

$$W(t) = W(h(t))$$

che dipende esclusivamente dalla geometria della vasca.

- la legge d'efflusso che governa l'uscita dalla vasca:

$$Q_u(t) = Q_u(t, h(t))$$

che dipende dal dispositivo idraulico che si utilizza per regolare la portata in uscita.

Nell'integrazione dell'equazione differenziale di continuità della vasca sono incognite le funzioni  $Q_u(t)$ ,  $W(t)$  o  $h(t)$  in quanto è nota, per precedenti calcoli, l'onda di piena in ingresso alla vasca  $Q_e(t)$ .

La progettazione delle vasche di laminazione si fonda sulla determinazione del volume d'invaso  $W^*$  che consente di ridurre, con la minima capacità di invaso, la portata al colmo dell'evento critico di progetto di assegnato tempo di ritorno TR.

Note la portata entrante  $Q_e(t)$  e la portata massima  $Q_u \max$  che la rete di fognatura a valle della vasca è in grado di convogliare e definite la geometria della vasca e le caratteristiche dei dispositivi di scarico, ipotizzando che nell'intervallo di tempo  $(t_1, t_2)$ , durante il quale la portata in ingresso  $Q_e(t)$  eccede la capacità della rete, la portata uscente  $Q_u(t)$  sia costante e uguale alla massima  $Q_u \max$ , si determina il minimo volume di invaso  $W^*$  che consente di ottenere la laminazione dell'onda di piena.

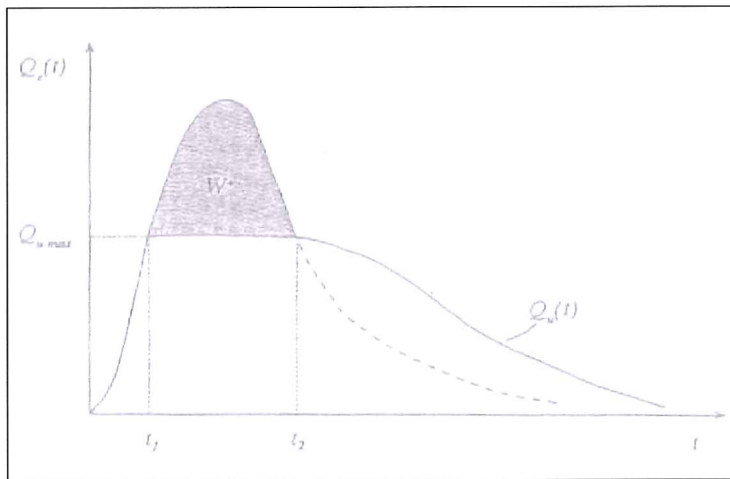


Figura 3 - Processo di laminazione dell'onda di piena utilizzando dispositivi di scarico a portata costante.

### 3.4.3 CARATTERISTICHE DELLA VASCA

La vasca di espansione a cielo aperto sarà costituita da una depressione del terreno di estensione pari a circa 3465 mq, forma pseudo-rettangolare 70 m x 50 m; pendenza sponde 2:3, avrà volumetria sufficiente a contenere eventi sino ad almeno 20 anni di tempo di ritorno con riferimento ad un bacino afferente di circa 8-10 ettari impermeabilizzati.

La pendenza imposta al fondo dell'invaso in direzione della bocca di svaso dovrà essere dell'ordine dello 0,5% minimo.

Non si prevede di impermeabilizzare il fondo della vasca a protezione di potenziale contaminazione delle acque sotterranee mediante interposizione di guaina in PEAD o di materiale tipo geocomposto bentonitico o similare che garantisca i medesimi risultati, in quanto tutte le acque di corrivazione afferenti all'invaso verranno preventivamente trattate in continuo con processo di sedimentazione e disoleatura.

### **3.5 IMPIANTI DI TRATTAMENTO ACQUE DI PIOGGIA**

#### ***3.5.1 PREMESSA***

La gestione delle acque di prima pioggia è uno degli obiettivi primari ai fini della tutela dei corpi idrici ricettori. Tali acque, infatti, costituiscono il veicolo attraverso cui un significativo carico inquinante costituito da un miscuglio eterogeneo di sostanze disciolte, colloidali e sospese, comprendente metalli, composti organici ed inorganici, viene scaricato nei corpi idrici ricettori nel corso di rapidi transitori.

Le acque di prima pioggia necessitano pertanto di opportuni trattamenti al fine di assicurare la salvaguardia degli ecosistemi acquatici conformemente agli obiettivi di qualità fissati dalle Direttive Europee 2000/60/CEE (direttiva quadro nel settore delle risorse idriche) e 91/271/CEE (Concernente il trattamento delle acque reflue urbane).

In ambito urbano le sorgenti che causano l'alterazione della qualità delle acque meteoriche di dilavamento possono essere distinte in sorgenti diffuse sul territorio (rete stradale, parcheggi, etc.) e sorgenti puntuali come nodi infrastrutturali e piazzali di siti produttivi, nelle quali la tipologia di carico inquinante è fortemente vincolata alla specifica attività svolta.

#### ***3.5.2 SISTEMA DI TRATTAMENTO IN CONTINUO DELLE ACQUE DI PIOGGIA***

Per quanto argomentato precedentemente e ai sensi di quanto sancito dalle normative vigenti (Normativa Emilia Romagna DR 1860/2006) sono stati definiti e dimensionati n.2 impianti di sedimentazione e disoleazione in continuo in coda alla rete di drenaggio delle portate meteoriche, immediatamente a monte dei recapiti nella vasca di laminazione a cielo aperto.

Le portate di riferimento da trattare, date la dimensione e la natura degli insediamenti, sono state fissate in 150 l/s per l'impianto a cui afferiscono le acque dell'area operativa, in cui sarà installato il sito di produzione del calcestruzzo e in 100 l/s per l'impianto a cui afferiscono le acque dell'area logistica.

Eventuali portate in esubero saranno scaricate al recapito mediante idonei by-pass degli impianti.

Si riportano nelle immagini seguenti gli schemi idraulici dei trattamenti previsti sulle acque reflue in arrivo.



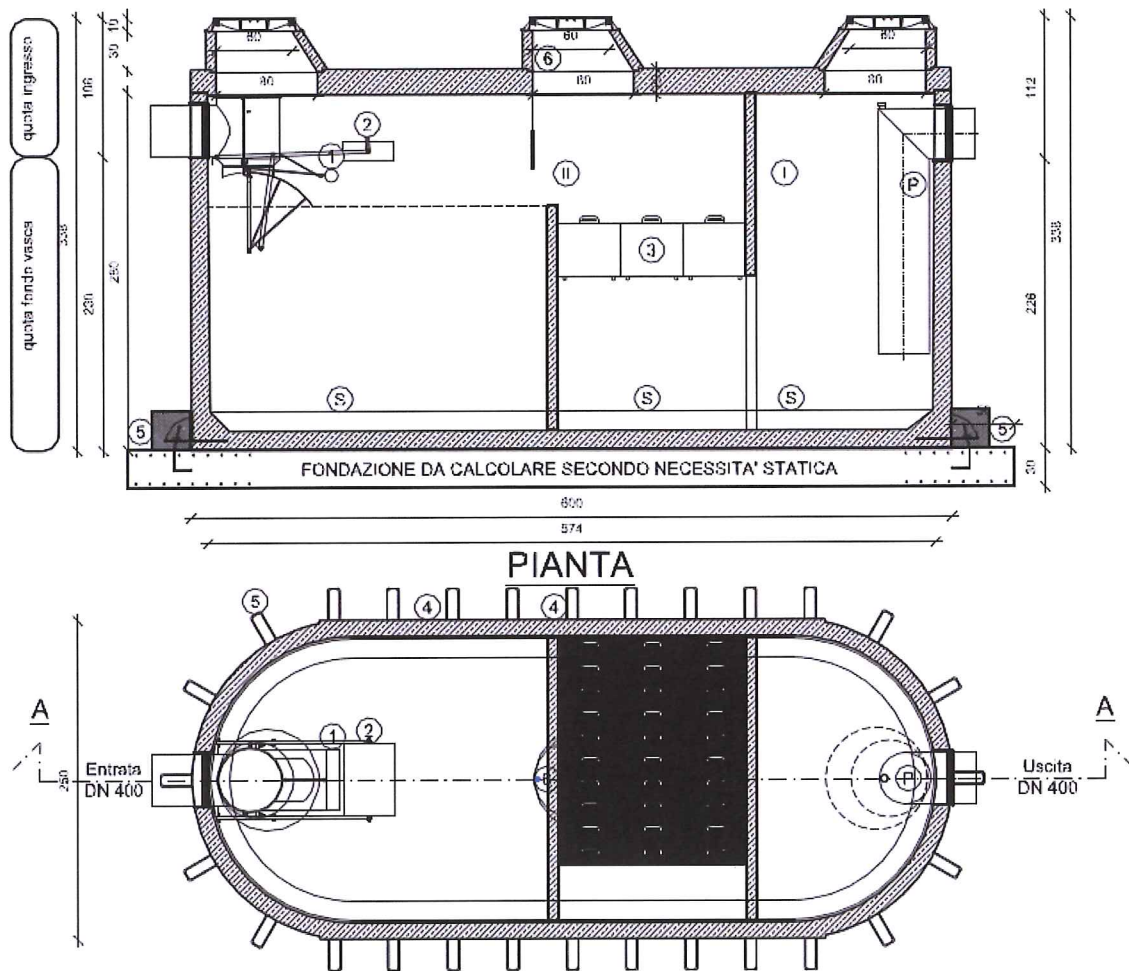


Figura 4 – Disoleatore da 150 l/s per area operativa

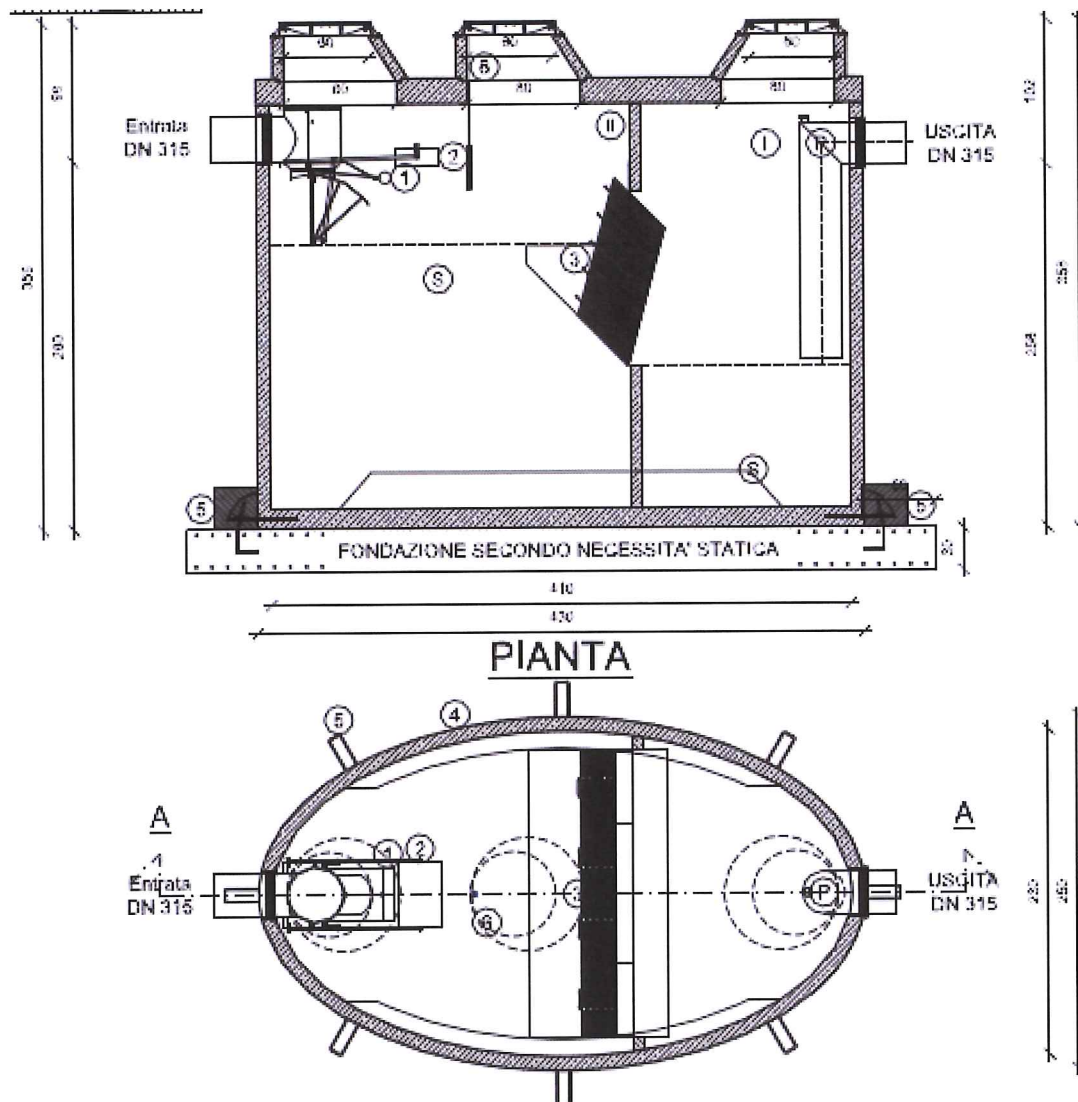


Figura 4 bis – Disoleatore da 100 l/ per area logistica

Il separatore di oli adottato è un impianto monolitico con dispositivo di chiusura automatica, sedimentatore “S”, separatore classe “II” e “I” e condotto di campionamento “P” integrati. Viene utilizzato per la separazione delle sostanze solide sedimentabili e delle sostanze solide sospese quali gli oli minerali presenti nell’acqua.

Grazie alle speciali lastre liofile e resistenti alla corrosione installate diagonalmente all’interno del separatore classe I, vengono raggiunti senza ulteriori trattamenti i valori in uscita secondo la vigente normativa.

Il liquame in ingresso attraversa prima di tutto il sistema di limitazione e chiusura automatica a galleggiante che evita la fuoriuscita di oli in caso di mal funzionamento. Questo, per mezzo di uno speciale frangiflutti che distribuisce il carico in superficie arriva nel sedimentatore che può essere integrato o separato a secondo del modello e della grandezza. Grazie al basso carico superficiale ed al lungo percorso, il liquame passa da un moto turbolento ad un moto laminare permettendo così una corretta separazione delle sostanze sedimentabili.

Successivamente il liquame grazie ad un percorso obbligato attraversa i pacchetti lamellari dove le gocce d’olio più grandi vengono rapidamente indirizzate verso la superficie mentre quelle più piccole vengono catturate grazie alla funzione coalescente e rilasciate solo una volta raggiunta la giusta dimensione . Gli oli ormai separati vengono trattenuti in superficie e l’ acqua viene incanalata nel condotto di scarico sifonato avviandosi al corpo ricettore.

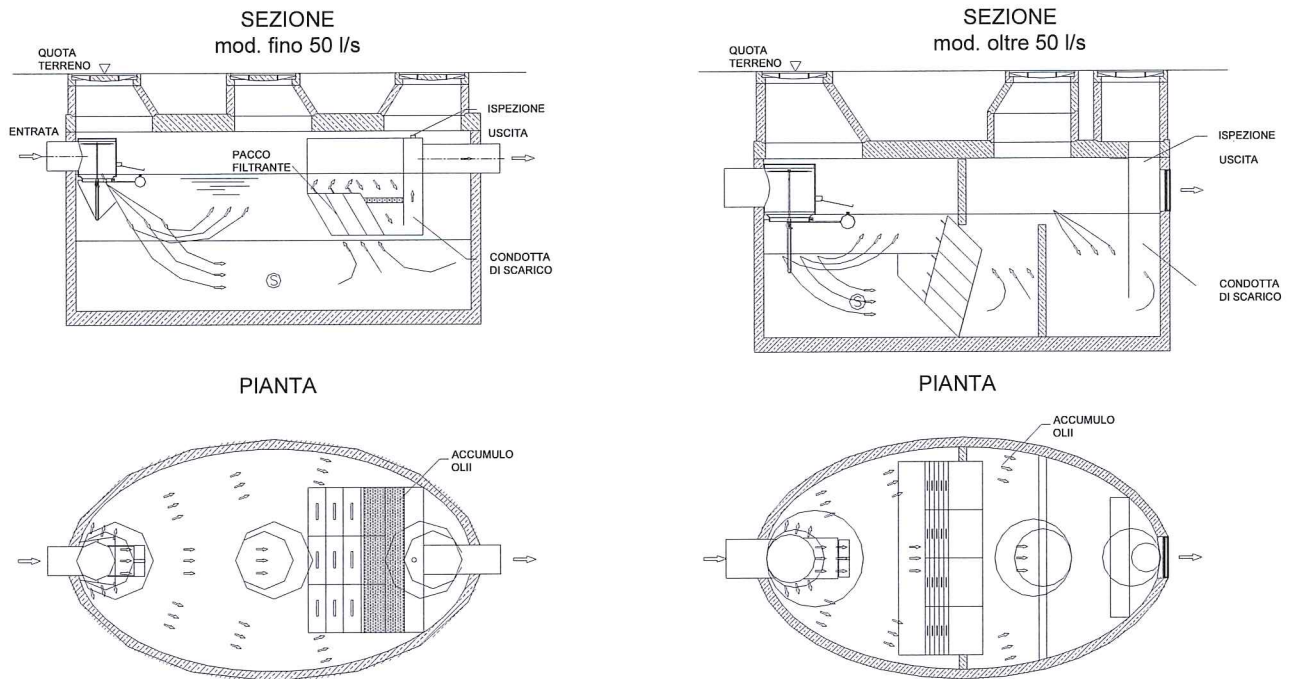


Figura 5 – Schema di flusso tipico

Le piastre del pacchetto filtrante vengono sovrapposte grazie a speciali supporti distanziatori montati a fusione con una distanza di 4 mm una dall'altra. Grazie a questo sistema, ogni singola goccia d'olio dovrà risalire soltanto 4 mm per raggiungere un'altra lastra ed essere così catturata. La lunghezza delle lastre è variabile. Grazie alla speciale configurazione delle lastre ed al flusso laminare del liquame si crea così una continua collisione delle particelle d'olio per mezzo della quali le gocce d'olio coalizzano e risalgono più velocemente.

Quando una goccia d'olio arriva ad una delle piastre, questa aderisce e risulta quindi separata.

Grazie al peso specifico dell'olio inferiore a quello dell'acqua, questo risale lentamente attraverso gli appositi fori delle piastre fino alla superficie.

Il condotto di scarico, nella parte superiore a vista, è ispezionabile per consentire la campionatura dei liquami.

**DISOLEATORE DA 150 l/s**

DATI TECNICI		CERTIFICAZIONI
Classe di desolazione:	<b>S II I P</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Certificato ISO 9001-2000 del produttore rif. a progettazione e costruzione di impianti trattamento acque.</li> <li>- Certificato ISO 9001-2000 del produttore delle vasche se diverso dall' assemblatore.</li> <li>- Certificato CE UNI EN 858 rilasciata da ente terzo.</li> <li>- Certificato del produttore delle vasche sull' utilizzo di cementi serie XA2T secondo UNI EN 206.</li> <li>- Certificato di prova della resistenza chimica delle superfici interne effettuata secondo punto 8.1.4 UNI EN 858</li> <li>- Certificato rottura cementi con resistenza minima 60 N/mm2 effettuata dopo prova di 1000 ore in immersione negli inquinanti secondo punto 8.1.4 UNI EN 858</li> <li>- Certificato di collaudo idraulico effettuato secondo punto 8.3.3. UNI EN 858 comprovante la portata nominale dell' impianto.</li> <li>- Relazione di verifica idraulica e resa di funzionamento del sistema di filtraggio riferite alla portata nominale.</li> <li>- Certificato di collaudo sec. punto 8.3.2 UNI EN 858 del dispositivo di chiusura automatica.</li> <li>- Certificato di collaudo valvola regolatrice di portata.</li> <li>- Certificato di tenuta all'acqua dei componenti del sistema effettuato in conformità al punto 8.2 UNI EN 858 riferita all' impianto</li> <li>- Certificato UNI EN 681 tipo GB delle guarnizioni.</li> <li>- Calcolo statico effettuato secondo ÖNORM B 2503</li> </ul>
Grandezza nominale (NS):	<b>150</b>	
Contenuto sedimentatore:	<b>16,62 m3</b>	
Capacità accumulo oli:	<b>3,16 mc</b>	
Ingombro esterno (LxL):	<b>600/250 cm</b>	
Profondità d'installaz. (stand.)	<b>338 cm</b>	
Profondità d'entrata (standard):	<b>108 cm</b>	
Diametro entrata/uscita:	<b>400 mm</b>	
Peso max. a pezzo:	<b>20,28 t</b>	
Peso totale:	<b>27,35 t</b>	
Carico soletta di copertura:	<b>I classe</b>	
Ritombamento: (max. sopra soletta)	<b>2,0 m</b>	

**DISOLEATORE DA 100 l/s**

DATI TECNICI		CERTIFICAZIONI
Classe di desolazione:	<b>S II I P</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Certificato ISO 9001-2000 del produttore rif. a progettazione e costruzione di impianti trattamento acque.</li> <li>- Certificato ISO 9001-2000 del produttore delle vasche se diverso dall' assemblatore.</li> <li>- Certificato CE UNI EN 858 rilasciata da ente terzo.</li> <li>- Certificato del produttore delle vasche sull' utilizzo di cementi serie XA2T secondo UNI EN 206.</li> <li>- Certificato di prova della resistenza chimica delle superfici interne effettuata secondo punto 8.1.4 UNI EN 858</li> <li>- Certificato rottura cementi con resistenza minima 60 N/mm2 effettuata dopo prova di 1000 ore in immersione negli inquinanti secondo punto 8.1.4 UNI EN 858</li> <li>- Certificato di collaudo idraulico effettuato secondo punto 8.3.3. UNI EN 858 comprovante la portata nominale dell' impianto.</li> <li>- Relazione di verifica idraulica e resa di funzionamento del sistema di filtraggio riferite alla portata nominale.</li> <li>- Certificato di collaudo sec. punto 8.3.2 UNI EN 858 del dispositivo di chiusura automatica.</li> <li>- Certificato di collaudo valvola regolatrice di portata.</li> <li>- Certificato di tenuta all'acqua dei componenti del sistema effettuato in conformità al punto 8.2 UNI EN 858 riferita all' impianto</li> <li>- Certificato UNI EN 681 tipo GB delle guarnizioni.</li> <li>- Calcolo statico effettuato secondo ÖNORM B 2503</li> </ul>
Grandezza nominale (NS):	<b>100</b>	
Contenuto sedimentatore:	<b>11,39 m3</b>	
Capacità accumulo oli:	<b>1,70 mc</b>	
Ingombro esterno (LxL):	<b>430/250 cm</b>	
Profondità d'installaz. (stand.)	<b>358 cm</b>	
Profondità d'entrata (standard):	<b>98 cm</b>	
Diametro entrata/uscita:	<b>315 mm</b>	
Peso max. a pezzo:	<b>16,67 t</b>	
Peso totale:	<b>17,75 t</b>	
Carico soletta di copertura:	<b>I classe</b>	
Ritombamento: (max. sopra soletta)	<b>2,0 m</b>	

## 4 REPORT DELLE SIMULAZIONI NUMERICHE

### 4.1 TR = 20 ANNI

Marte DEFLUX 2009 Designer Edition	
Codice	Marte DEFLUX/SWMM 5.0 (5.00.013)
	Copyright (C) 2000-2011 DEK s.r.l.
Nome	Tibre 2A_TR20-rev d
Descrizione	<nessuna descrizione>
Data di creazione	15/04/2015 - 14.46.05
Sottorete	Intera rete
Database	Tibre 2A-rev d

DATI GENERALI AREA OPERATIVA	
Numero dei nodi	7
Numero dei rami (a valle del tratto con canaletta e fosso in terra)	6
Numero delle pompe	2
Numero dei regolatori di flusso	0
Numero degli inquinanti	0

DATI GENERALI AREA LOGISTICA	
Numero dei nodi	29
Numero dei rami	28
Numero delle pompe	0
Numero dei regolatori di flusso	0
Numero degli inquinanti	0

CONTINUITA' DEL DEFLUSSO SUPERFICIALE		
	Volume (m ha)	Livello (mm) sul bacino
Precipitazione totale	0.067163	39.978
Infiltrazione totale	0.008414	5.009
Evaporazione totale dai sottobacini	0.000371	0.221
Deflusso superficiale	0.041400	24.643
Accumulo finale in superficie	0.016968	10.100

Errore continuità	0.013 %
-------------------	---------

CONTINUITA' DEL FLUSSO NELLA RETE		
	Volume (m ha)	Volume (Mlitri)
Ingresso nel periodo secco	0.000000	0.0000
Ingresso nel periodo bagnato	0.041369	0.4137
Apporto ipodermico da falda	0.000000	0.0000
Apporto da idrogrammi	0.000000	0.0000
Uscita da esondazione	0.000000	0.0000
Evaporazione totale dalla rete	0.000000	0.0000
Accumulo iniziale	0.000000	0.0000
Accumulo finale	0.000086	0.0009

Errore continuità 0.466 %

SOMMARIO STATISTICHE NODI DI RECAPITO PER AREA OPERATIVA		
Nodo	Portata media (m3/s) – Regolata tramite sollevamento meccanico	Portata max (m3/s) – Regolata tramite sollevamento meccanico
S1	0.03	0.03

SOMMARIO STATISTICHE NODI DI RECAPITO PER AREA OPERATIVA		
Nodo	Portata media (m3/s)	Portata max (m3/s)
78	0.0003	0.145