



## INDICE

1	SCHEMA DI SMALTIMENTO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE DEL CANTIERI	2
1.1	Reti per lo smaltimento delle acque meteoriche	2
1.1.1	Impianto di trattamento acque di prima pioggia	4
1.2	Laminazione	5
2	DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI DRENAGGIO TRATTAMENTO E LAMINAZIONE DI CANTIERE	6
2.1	CB01 – Campo Base	6
2.2	CO01 – Cantiere Operativo n.1	9
2.3	CO02 – Cantiere Operativo n. 2	11
2.4	Impianti di trattamento prima pioggia	12
2.4.1	Acque provenienti dal lavaggio ruote dei mezzi di cantiere	13
2.5	Sistema di laminazione	14
3	SISTEMI IDRAULICI IN CAPO ALL'APPALTATORE	15

## 1 SCHEMA DI SMALTIMENTO E TRATTAMENTO DELLE ACQUE DEI CANTIERI

Nei paragrafi seguenti si procede alla descrizione e al dimensionamento delle reti idrauliche dei cantieri relativi all'ampliamento alla terza corsia del tratto di Autostrada A13 tra Bologna Arcoveggio e Ferrara Sud.

Nel tempo della durata dei lavori si ha nei cantieri logistici la generazione diretta o indiretta di acque che, prima di essere immesse nel loro recapito finale, devono essere adeguatamente trattate.

Le origini delle acque sono relative a:

1. Acque meteoriche di dilavamento dei piazzali dei cantieri;
2. Acque provenienti dal lavaggio ruote dei mezzi di cantiere;
3. Scarichi civili.

Per le acque meteoriche di dilavamento e gli scarichi civili sono state previste reti di raccolta e convogliamento separate con immissione in impianti di trattamento provvisori. Le acque, una volta trattate, vengono scaricate nel ricettore idraulico più vicino costituito dai fossi limitrofi le aree di cantiere oppure i fossi di recapito delle acque di piattaforma.

Le acque provenienti dall'impianto per il lavaggio ruote dei mezzi vengono direttamente trattate e riutilizzate in continuo dall'impianto stesso e pertanto non necessitano né di rete di adduzione né di rete di scarico.

Nei paragrafi seguenti vengono descritte le fasi del cantiere che producono gli scarichi con riferimento alle quantità delle acque prodotte, necessarie per il dimensionamento degli impianti di trattamento.

### 1.1 Reti per lo smaltimento delle acque meteoriche

Il dimensionamento dei collettori richiede la determinazione delle massime portate pluviometriche al colmo o portate critiche che si verificano nelle diverse sezioni della rete, in funzione di un assegnato tempo di ritorno. La verifica dei collettori viene eseguita tramite il metodo cinematico lineare o metodo della corrivazione, assumendo come ipotesi di calcolo quanto segue:

- gocce di pioggia cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impiegano tempi diversi per arrivare alla sezione di chiusura dello stesso;
- il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena è direttamente proporzionale alla intensità della pioggia caduta nel punto in un istante precedente quello del passaggio della piena del tempo necessario perché detto contributo raggiunga la sezione di chiusura; questo tempo è caratteristico di ogni singolo punto ed invariante nel tempo.

Dalle ipotesi del modello sopra descritte ne consegue che esiste un tempo di concentrazione,  $t_c$  caratteristico del bacino, che rappresenta il tempo necessario perché la goccia caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino raggiunga la sezione di chiusura.

Aumentando la durata della precipitazione aumenterà di conseguenza l'area del bacino contribuente, fino al tempo di corrivazione, quando tutta la superficie del bacino sarà contribuente ovvero ogni goccia caduta nel bacino avrà raggiunto la sezione di chiusura.

Dato che usualmente l'intensità media di pioggia va diminuendo con l'aumentare della durata della stessa, come ampiamente dimostrato in letteratura idraulica, la portata critica per il bacino è quella risultante da una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione.

La curva di probabilità pluviometrica, per il tempo di ritorno adottato, è data dalla formula:

$$h(t) = at^n$$

dove:

$h(t)$ : massima precipitazione in mm al tempo  $t$

$a$  ed  $n$ : coefficiente ed esponente della curva di possibilità pluviometrica;

$t$ : tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione

Le reti di smaltimento delle acque meteoriche saranno realizzate mediante posa di collettori, previsti sempre a gravità, e saranno realizzati mediante tubazioni in PEAD SN8.

Per il calcolo delle portate delle aree di cantiere è possibile utilizzare la formula razionale:

$$Q = f A i$$

dove:

$f$  coefficiente di afflusso pari a 1,

$i = a/t^{(1-n)}$  [mm/h] intensità di pioggia calcolata per valori di  $n < 1$

$A$  [mq] area da drenare,

I valori di  $a$  ed  $n$  sono assunti, con  $t_r = 10$  anni:

TR	$a$	$n > 1$	$n < 1$
anni	[mm/h]		
10	47.439	0.32	0.57

Si è ipotizzato un tempo di corrivazione fisso pari a 10' per il calcolo della portata con cui dimensionare i singoli collettori, mentre per il calcolo della portata allo scarico finale (considerando quindi l'area totale della zona di cantiere) si è invece utilizzato  $t_c$  pari a 20'.

In termini di calcolo globale si ha:

$$i(0.3h) = 47.439 / (20/60)^{0.43} = 76.08 \text{ mm/h,}$$

in termini di calcolo relativo alle condotte invece si ha:  $t = 0.6$  h, da cui

$$i(0.6h) = 47.439 / (0.166)^{0.43} = 102.5 \text{ mm/h,}$$

Le acque meteoriche che ricadono sull'area pavimentata di cantiere verranno raccolte mediante canalette in calcestruzzo lungo i margini dei cantieri, canalette in calcestruzzo con griglia carrabile e caditoie puntuali nelle aree soggette a traffico.

Le acque verranno poi convogliate tramite una rete di collettori sino ad un pozzetto separatore, dal quale le acque relative alle prime piogge verranno inviate all'impianto di trattamento mentre le acque meteoriche successive verranno recapitate direttamente nel punto di scarico.

### 1.1.1 Impianto di trattamento acque di prima pioggia

Le acque di prima pioggia sono costituite dalle acque di scorrimento superficiale defluite nei primi istanti di un evento di precipitazione e caratterizzate da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti. A seguito degli eventi di precipitazione, infatti, le acque meteoriche operano il dilavamento delle superfici causando il trasporto ed il rilascio nei recapiti di sostanze potenzialmente inquinanti.

Il sistema di trattamento delle acque di prima pioggia, in ottemperanza a quanto richiesto dalla Delibera della Giunta Regionale 1860/2006, sarà composto da un sistema di accumulo e da un sistema di trattamento. Il sistema di accumulo sarà costituito da una vasca in calcestruzzo del volume idoneo, dotata di un gruppo di pompaggio per pompare il volume stoccato all'impianto di trattamento. L'ingresso alla vasca sarà dotato di un bypass in modo che le acque di seconda pioggia vengano direttamente convogliate al ricettore finale non mischiandosi con le prime piogge.

Per il trattamento delle acque meteoriche si utilizzano dei sedimentatori - disoleatori prefabbricati.

Di seguito si riporta il funzionamento di tali presidi.

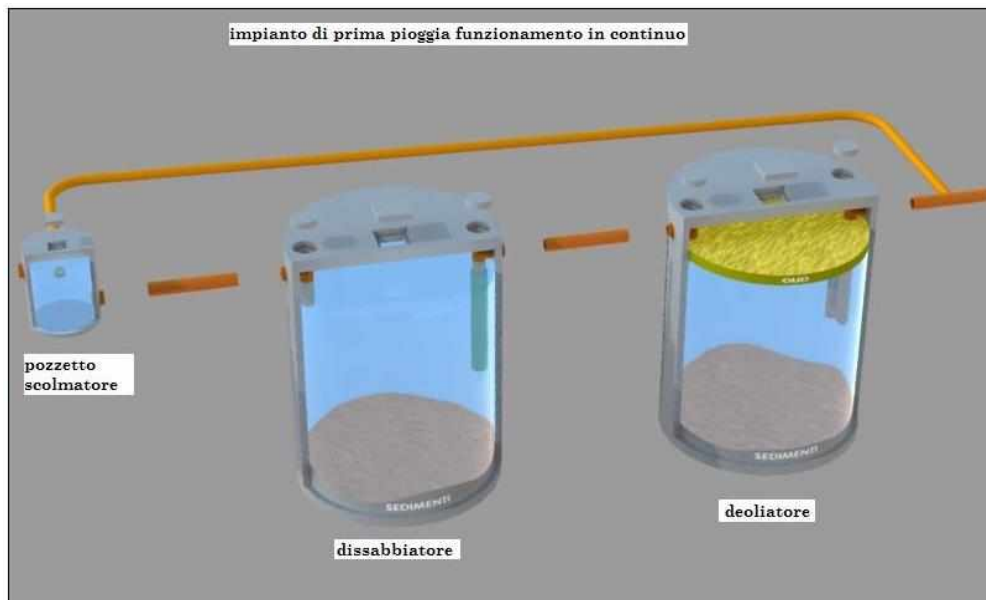


Figura 1 - Schema funzionamento impianto di prima pioggia

L'acqua da trattare confluisce dapprima nel pozzetto deviatore. Da esso una parte è convogliata verso l'impianto di separazione, mentre la restante defluisce dal troppopieno.

Nel separatore fanghi avviene la rimozione del materiale sedimentabile che si deposita sul fondo della vasca. Un deflettore posto in prossimità dell'ingresso, rallentando il flusso in arrivo, facilita il processo di sedimentazione.

Successivamente si ha il passaggio nel separatore oli, in cui la particolare conformazione del tubo in ingresso consente l'uniforme distribuzione del flusso ed il suo ulteriore rallentamento. Le gocce di liquido leggero di dimensioni maggiori, sottoposte alla spinta di gravità, risalgono in superficie e creano uno strato galleggiante di spessore crescente.

Le micro particelle oleose, invece, a causa delle loro piccole dimensioni, sono adsorbite dal filtro a coalescenza, si ingrossano aggregandosi e, raggiunto un dato spessore, salgono in superficie.

L'impianto è dotato di un dispositivo di sicurezza galleggiante (posto in apposito cilindro in PEAD), che, essendo tarato sulla densità dell'acqua, scende all'aumentare dello strato d'olio separato in superficie. Al raggiungimento della quantità massima possibile di olio separata, il galleggiante chiude lo scarico posto sul fondo del separatore, impedendo lo scarico di liquido leggero con l'effluente.

Per superfici di ridotta estensione, inferiore a 3500 m<sup>2</sup>, gli impianti sono costituiti dal pozzetto deviatore e da un'unica unità di trattamento in cui avviene sia la sedimentazione dei fanghi sia la separazione degli oli; il funzionamento di tale impianto è analogo a quello sopra esposto.

Il dimensionamento del separatore oli avviene in conformità con quanto previsto da norme DIN 1999 ed EN 858. In base a tali norme si ottiene una piovosità pari a 0.0055 l/s/m<sup>2</sup>. Si considera, infatti, come prima pioggia i 5mm iniziali che ricadono nei primi 15 minuti.

La grandezza nominale dell'impianto (l/s) si determina moltiplicando il coefficiente di piovosità per la superficie dell'area scolante (assunto un fattore di densità unitario), come da formula seguente:

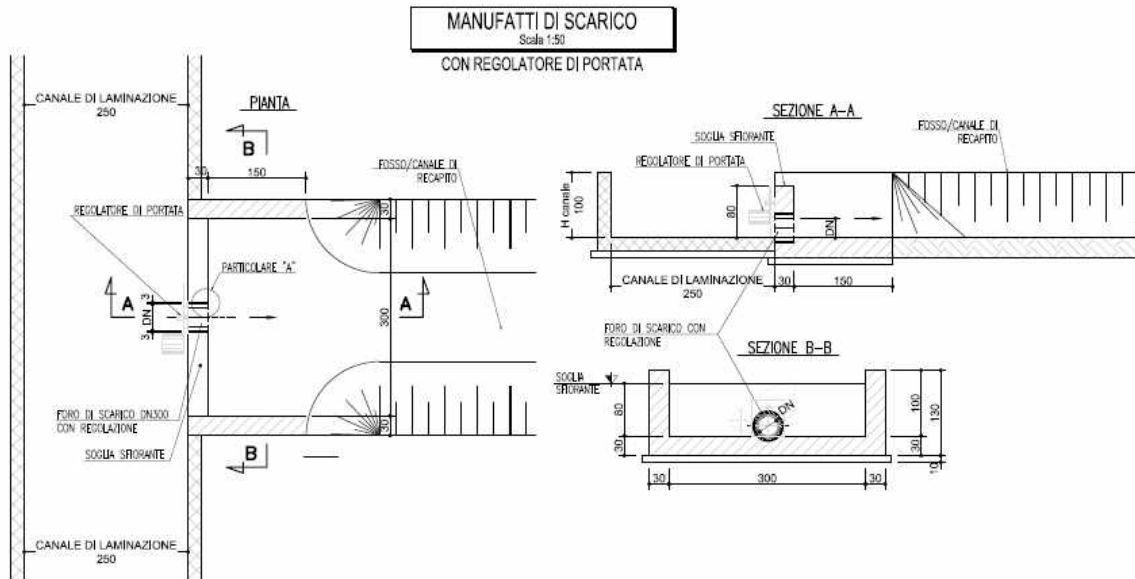
$$GN \text{ separatore olii} = S \text{ (m}^2\text{)} \times 0.0055 \text{ l/(s m}^2\text{)}.$$

La classe GN, pertanto, rappresenta la massima portata che è in grado di trattare l'impianto di prima pioggia.

## 1.2 Laminazione

In base a quanto riportato nel decreto VIA relativo all'opera, è richiesta la laminazione delle acque di pioggia provenienti dalle aree di cantiere e afferenti alla reticolo idrografico secondario e minore. La massima portata scaricabile è quantificata in 15 l/s\*ha di area pavimentata e pertanto sono stati previsti dei manufatti di accumulo dotati di regolatore di portata per non scaricare più del limite definito come riportato nella figura seguente. I manufatti sono costituiti da elementi prefabbricati ad U di dimensioni 2.5x1m disposti lungo il perimetro delle aree di cantiere. Le curve di possibilità pluviometrica utilizzate per il dimensionamento dei sistemi di laminazione hanno un tempo di ritorno pari a 5 anni. E' stato scelto tale tempo di ritorno considerando la natura temporanea dei cantieri e volendo limitare l'occupazione di suolo da parte delle opere di laminazione

TR anni	a [mm/h]	n>1h	n<1h
5	30.61	0.32	0.515



## 2 DIMENSIONAMENTO DELLE RETI DI DRENAGGIO TRATTAMENTO E LAMINAZIONE DI CANTIERE

Qui di seguito verranno descritte le reti dimensionate per le varie aree di cantiere inerenti alle opere in progetto per un evento meteorico con tempo di ritorno di 10 anni. Le aree da trattare sono quelle dotate di pavimentazione impermeabile e sono rappresentate dalle aree di cantiere:

CB01 – Campo Base, posto in prossimità dell'area di esazione di Altedo

CO01 – Cantiere Operativo n.1, posto in prossimità dell'area di esazione di Bologna Interporto

CO02 – Cantiere Operativo n. 2, posto in prossimità dell'Autostrada A13, ad est della stessa e compreso tra i CV030 e CV031

### 2.1 CB01 – Campo Base

Qui di seguito è riportato uno stralcio planimetrico dell'area in oggetto, sulla quale sono state evidenziate le aree di cantiere in giallo.



Figura 2 – Area di cantiere CB01

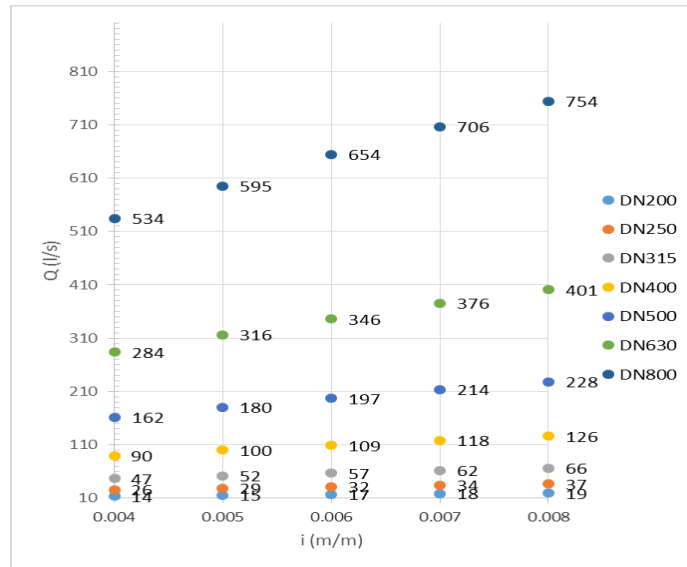
La superficie pavimentata totale dell'area in oggetto è pari a 56300 mq così suddivisi:

Area Nord		
CB	Campo Base	9700 mq
CO	Cantiere operativo	12500 mq
Area Sud		
CO	Cantiere operativo	25900 mq
ADT	Area deposito terre	8200 mq

La rete di drenaggio è costituita da varie tubazioni dorsali con diametro variabile da 200 a 800 mm, esse raccolgono sia caditoie puntuali, la cui superfici di pertinenza massima è stata assunta pari a 400 mq, sia le canalette in cav poste ai margini delle aree impermeabilizzate o nei compluvi.

Imponendo per la rete di drenaggio una pendenza variabile dallo 0,4% allo 0,8%, assumendo per i collettori un indice di scabrezza  $K_s$  pari a  $80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  si ottengono le seguenti portate massime, corrispondenti ad un grado di riempimento del collettore dell'80%.





Con i criteri esposti al paragrafo 1.1 le portate corrispondenti alle aree sottese risultano le seguenti:

A (mq)	400	600	800	1000	2000	4000	6000	8000	10000
Q (l/s)	11	17	23	28	57	114	171	228	285
A (mq)	12000	14000	16000	18000	20000	22000	24000	26000	28000
Q (l/s)	342	399	456	513	569	626	683	740	797

Sulla base delle portate in tabella si è provveduto a determinare il diametro dei collettori fino all'impianto di prima pioggia.

## 2.2 CO01 – Cantiere Operativo n.1

Qui di seguito è riportato uno stralcio planimetrico dell'area in oggetto, sulla quale sono state evidenziate le aree di cantiere in giallo.

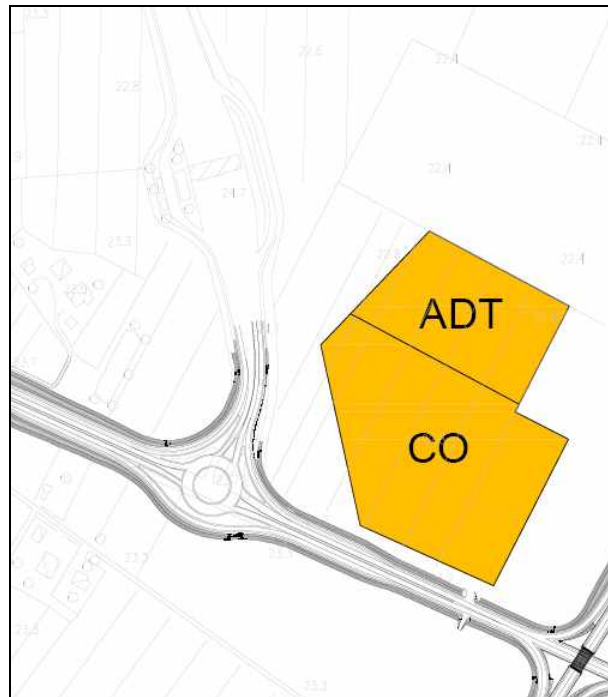


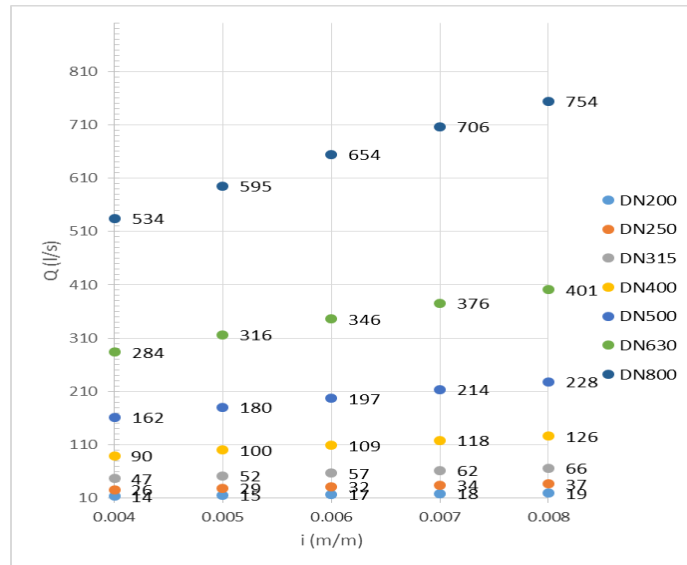
Figura 3 – Area di cantiere CO01

La superficie pavimentata totale dell'area in oggetto è pari a 34200 mq così suddivisi:

CO	Cantiere operativo	23200 mq
ADT	Area deposito terre	11000 mq

La rete di drenaggio è costituita da varie tubazioni dorsali con diametro variabile da 200 a 800 mm, esse raccolgono sia caditoie puntuali, la cui superfici di pertinenza massima è stata assunta pari a 400 mq, sia le canalette in cav poste ai margini delle aree impermeabilizzate o nei compluvi.

Imponendo per la rete di drenaggio una pendenza variabile dallo 0,4% allo 0,8%, assumendo per i collettori un indice di scabrezza  $K_s$  pari a  $80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  si ottengono le seguenti portate massime, corrispondenti ad un grado di riempimento del collettore dell'80%.



Con i criteri esposti al paragrafo 1.1 le portate corrispondenti alle aree sottese risultano le seguenti:

A (mq)	400	600	800	1000	2000	4000	6000	8000	10000
Q (l/s)	11	17	23	28	57	114	171	228	285
A (mq)	12000	14000	16000	18000	20000	22000	24000	26000	28000
Q (l/s)	342	399	456	513	569	626	683	740	797

Sulla base delle portate in tabella si è provveduto a determinare il diametro dei collettori fino all'impianto di prima pioggia.

### 2.3 CO02 – Cantiere Operativo n. 2

Qui di seguito è riportato uno stralcio planimetrico dell'area in oggetto, sulla quale sono state evidenziate le aree di cantiere in giallo.

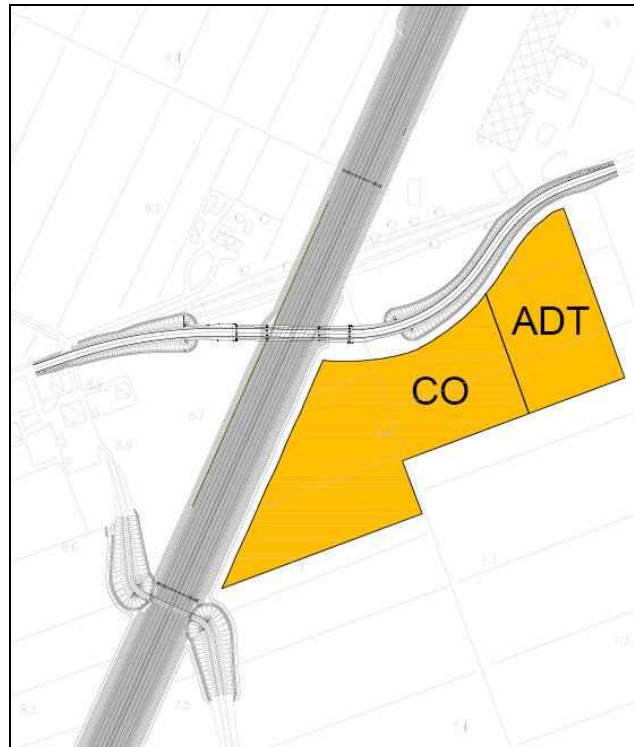


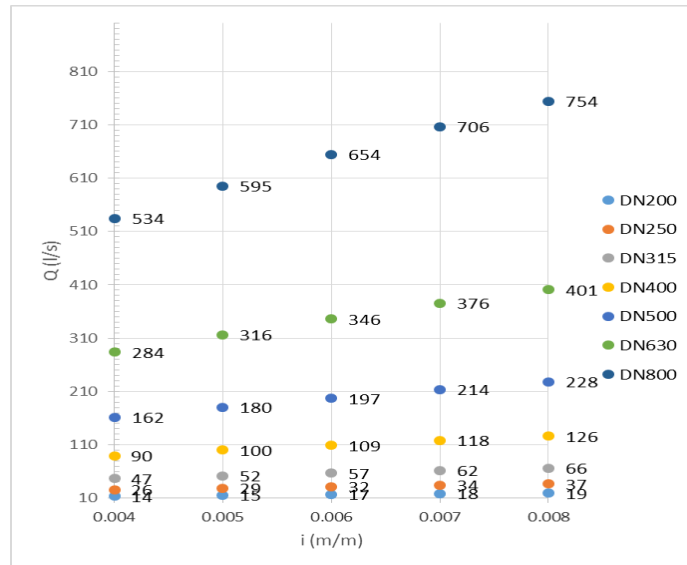
Figura 4 – Area di cantiere CO02

La superficie pavimentata totale dell'area in oggetto è pari a 35500 mq così suddivisi:

CO	Cantiere operativo	26600 mq
ADT	Area deposito terre	8900 mq

La rete di drenaggio è costituita da varie tubazioni dorsali con diametro variabile da 200 a 800 mm, esse raccolgono sia caditoie puntuali, la cui superfici di pertinenza massima è stata assunta pari a 400 mq, sia le canalette in cav poste ai margini delle aree impermeabilizzate o nei compluvi.

Imponendo per la rete di drenaggio una pendenza variabile dallo 0,4% allo 0,8%, assumendo per i collettori un indice di scabrezza Ks pari a 80 m<sup>1/3</sup>/s si ottengono le seguenti portate massime, corrispondenti ad un grado di riempimento del collettore dell'80%.



Con i criteri esposti al paragrafo 1.1 le portate corrispondenti alle aree sottese risultano le seguenti:

A (mq)	400	600	800	1000	2000	4000	6000	8000	10000
Q (l/s)	11	17	23	28	57	114	171	228	285
A (mq)	12000	14000	16000	18000	20000	22000	24000	26000	28000
Q (l/s)	342	399	456	513	569	626	683	740	797

Sulla base delle portate in tabella si è provveduto a determinare il diametro dei collettori fino all'impianto di prima pioggia.

#### 2.4 Impianti di trattamento prima pioggia

Come detto in precedenza, il sistema di trattamento è costituito da una vasca di accumulo dotata di sistema di pompaggio, ed un sedimentatore disoleatore. Le vasche di accumulo vengono dimensionate secondo la seguente relazione:

$$V = S \times h$$

V [m<sup>3</sup>] Volume utile della vasca

S [m<sup>2</sup>] Superficie scolante impermeabile servita dalla rete di drenaggio

h [mm] pari a 5mm come definito dalla Delibera Regionale 286/2005

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei risultati relativi alle differenti aree di cantiere

Cantiere	Area [m <sup>2</sup> ]	Volume vasche di prima pioggia [m <sup>3</sup> ]
CB01	10000	50
Cantiere operativo (a fianco del CB01)	15000	75
Aree di produzione caratterizzazione e deposito	38100	190.5
CO01	39800	199
CO02	41800	209

Il sistema di trattamento a valle delle vasche di accumulo sarà costituito da un sedimentatore disoleatore GN5. Tale scelta deriva dal fatto di contenere sia i sistemi di trattamento che i sistemi di pompaggio all'interno delle vasche. In questo modo infatti, le portate sollevate saranno pari a 5l/s.

#### 2.4.1 Acque provenienti dal lavaggio ruote dei mezzi di cantiere

Per i cantieri in oggetto è stato previsto un impianto per il lavaggio delle superfici esterne ed interne delle ruote dei mezzi di cantiere uscenti dalle aree di lavorazione.



*Figura 5 - Impianto lavaggio ruote*

Come rappresentato in figura, l'impianto è costituito da un'apposita rampa di stazionamento sulla quale vengono posizionati i mezzi per effettuare le necessarie operazioni di lavaggio. La pulizia dei mezzi avviene tramite getti in pressione inoltre, per favorire il distacco del materiale aderente alle ruote dei macchinari di cantiere, la piattaforma risulta tassellata. L'impianto è dotato di un serbatoio di accumulo di 5 mc e di una vasca interrata di almeno 10 mc in cui avviene la sedimentazione dell'acqua proveniente dal lavaggio.

La vasca di sedimentazione ha la funzione di rallentare la corrente e favorire il deposito dei materiali solidi in sospensione. L'acqua una volta chiarificata viene ricircolata all'interno della cisterna di raccolta in modo da poter essere riutilizzata in continuo.

L'impianto deve essere dotato di due pompe, una per effettuare il ricircolo delle acque trattate e una seconda per pressurizzare l'acqua uscente dai getti.

Questa tipologia d'impianto consente il massimo riutilizzo e minimo reintegro d'acqua in quanto deve essere solo reintegrata la quantità persa dal mezzo in uscita e dai fanghi smaltiti. Pertanto l'impianto non necessita né di rete di adduzione, né di rete di scarico.

Periodicamente le acque di lavaggio dovranno essere smaltite tramite autocisterna mentre la vasca di sedimentazione dovrà essere soggetta ad operazioni di pulitura per rimuovere il materiale sedimentato.

Si segnala infine che lo stesso apprestamento può essere eseguito tramite impianti prefabbricati analoghi a quello sopra descritto. Tali impianti di lavaggio sono caratterizzati da:

- Capacità lavaggio: 20 lavaggi / ora;
- Vasca di accumulo e trattamento delle acque;
- Trattamento acque reflue con dissabbiatura, disoleazione ed estrazione fanghi.

## 2.5 Sistema di laminazione

In base al limite di 15 l/s\*ha, tramite il metodo delle sole piogge, è stato calcolato il tempo di pioggia dell'evento critico che massimizza il volume dell'invaso.

Considerando la portata afferente calcolabile tramite la formula razionale

$$Q_{in} = \varphi \cdot i \cdot A$$

Dove A è l'area afferente  $\varphi=1$  essendo le superfici pavimentate e  $i$  calcolato utilizzando la curva di possibilità pluviometrica precedente.

La variazione di volume nel manufatto di laminazione è dato da

$$Q_{in} - Q_{out} = \frac{dV}{dt}$$

Derivando quest'equazione e ponendola uguale a zero, si calcola il tempo di pioggia che massimizza il volume di laminazione.

$$t_* = \frac{1}{n-1} \sqrt{\frac{Q}{A \cdot a \cdot n}}$$

Il volume massimo risulta quindi uguale a

$$V_{max} = A \cdot a \cdot t_*^n - Q \cdot t_*$$

Relazione tecnica idraulica di cantiere	Pagina 14 di 15
IDR0330-2.doc	

Il volume di laminazione quindi, sarà stoccato in un manufatto in calcestruzzo prefabbricato ad U di larghezza 2.5m e altezza pari a 1m posto esternamente lungo i lati del cantiere. Il massimo riempimento previsto è pari all'80%.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva per i diversi cantieri

Cantiere	Area [m <sup>2</sup> ]	Portata scaricata per ettaro di superficie [l/s*ha]	Portata effettivamente scaricata [l/s]	Volume di laminazione richiesto [m <sup>3</sup> ]	Lunghezza fosso ad U[m] (riempimento 80% scatolare 2.5x1)
CB01	10000	15	15	275	<b>138</b>
Cantiere operativo (a fianco del CB01)	15000	15	22.5	413	<b>207</b>
Aree di produzione caratterizzazione e deposito	38100	15	57.15	1050	<b>525</b>
CO01	39800	15	59.7	1096	<b>548</b>
CO02	41800	15	62.7	1151	<b>576</b>

### 3 SISTEMI IDRAULICI IN CAPO ALL'APPALTATORE

All'interno dei cantieri sono presenti delle aree il cui progetto e la realizzazione degli apprestamenti idraulici sarà completamente in carico all'appaltatore. Queste aree sono le seguenti:

- Area per impianti di produzione conglomerati bituminosi e deposito relativi inerti
- Area per impianti di produzione calcestruzzi e deposito relativi inerti
- Area per la caratterizzazione delle terre

Per le suddette aree, è da prevedere un sistema di trattamento delle acque reflue industriali non riutilizzate e le acque di dilavamento dei piazzali dove queste sono collocate. I sistemi in progetto dovranno essere conformi a quanto previsto dalla delibera della Giunta Regionale n. 286/2005 e della delibera 1860/2006. Tali prescrizioni, contenute nel decreto VIA relativo all'opera in progetto, verranno poi formalizzate nel capitolato speciale d'appalto durante la fase di progettazione esecutiva.

Le relative ottemperanze alle prescrizioni VIA, saranno demandate alla fase esecutiva.

All'appaltatore vengono inoltre demandate la progettazione e la realizzazione dei sistemi di approvvigionamento e accumulo dell'acqua potabile nonché il convogliamento ed il trattamento delle acque reflue civili.