

AUTOSTRADA (A14): BOLOGNA-BARI-TARANTO
TRATTO: NUOVO SVINCOLO DI PONTE RIZZOLI – DIRAMAZIONE RAVENNA
AMPLIAMENTO ALLA QUARTA CORSIA

PROGETTO ESECUTIVO

CANTIERIZZAZIONE E FASI DEI LAVORI
AREE DI CANTIERE, VIABILITA', CAVE E DEPOSITI
CO02 - Cantiere Operativo e Area di Deposito Temporaneo Terre
Relazione idraulica

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia N. 1739 Responsabile Idrologia e Idraulica	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. A21082	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia N. 1496 Progettazione Nuove Opere Stradali
--	--	---

CODICE IDENTIFICATIVO											Ordinatore 05
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog, Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS	PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	
111447	LL00	PE	CN	ACN	CO002	00000	R	IDR	0701	1	SCALA -

 gruppo Atlantia	PROJECT MANAGER: Ing. Federica Ferrari Ord. Ingg. Milano N. A21082	SUPPORTO SPECIALISTICO:  Viale A. Baccarini, 29/2 – 48018 FAENZA (RA) – www.enser.it	REVISIONE						
			<table border="1" style="width: 100%; font-size: x-small;"> <tr> <th>n.</th> <th>data</th> </tr> <tr> <td>0</td> <td>NOVEMBRE 2017</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>GENNAIO 2018</td> </tr> </table>	n.	data	0	NOVEMBRE 2017	1	GENNAIO 2018
	n.	data							
	0	NOVEMBRE 2017							
1	GENNAIO 2018								
REDATTO:		VERIFICATO:							

VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Antonio Procopio	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI
--	--

Sommario

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO E DOCUMENTAZIONE TECNICA DI RIFERIMENTO	4
3. INDIVIDUAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI TRATTAMENTO DEI REFLUI DI DILAVAMENTO E DEI SISTEMI DI CAPTAZIONE DEI REFLUI	5
3.1. INDIVIDUAZIONE DEL SISTEMA DI TRATTAMENTO REFLUI.....	5
3.2. DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO.....	5
3.3. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO REFLUI.....	6
3.4. CALCOLO DELLE PORTATE IN INGRESSO ALL'IMPIANTO DI PRIMA PIOGGIA E DERIVANTI DAL DILAVAMENTO DEI COPERTI	7
3.5. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO REFLUI	7
3.6. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO REFLUI	8
3.6.1 <i>Acque di piazzale</i>	8
4. CALCOLO DEL BACINO DI LAMINAZIONE	10
4.1. MODALITÀ COSTRUTTIVE.....	10
4.2. CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE	10

1. PREMESSA

Il presente documento è stato elaborato al fine di produrre il dimensionamento della rete fognaria e dei manufatti di depurazione nonché il dimensionamento del sistema di laminazione delle acque di dilavamento dell'area per le aree di pertinenza del Cantiere Operativo denominato di seguito CO002.

Sono escluse dalla presente relazione tecnica le aree operative del CO002 destinate al deposito temporaneo terre e rocce di scavo che saranno oggetto di specifica progettazione a carico delle società vincitrici dell'appalto per la realizzazione delle opere autostradali.

Sono altresì escluse le aree di deposito delle terre di "scotico" che saranno stoccate al fine di agevolare, al termine delle opere, la messa in pristino delle aree di pertinenza del CO002.

Tali aree saranno dotate di permeabilità profonda e poiché ad oggi utilizzate a fini agricoli non concorreranno al dimensionamento sia della rete di scarico e depurazione dei reflui sia degli invasi di laminazione richiesti. La modellazione dell'estradosso di tali aree consentirà di garantire l'allontanamento dei reflui dalle aree di cantiere.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO E DOCUMENTAZIONE TECNICA DI RIFERIMENTO

La normativa utilizzata per il dimensionamento dei sistemi di depurazione e del bacino di laminazione fa riferimento a quanto specificamente richiesto in materia dalle leggi nazionali, dalla Regione Emilia-Romagna ed ai sistemi di calcolo ampiamente condivisi e ritenuti attendibili per le simulazioni richieste.

Nello specifico sono stati presi a riferimento:

Dimensionamento e valutazione dei sistemi di depurazione:

- DLGS 152/2006 - Norme in materia ambientale
- 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 gestione acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della DGR n. 286 del 14/02/2005

Dimensionamento e valutazione del bacino di Laminazione

- art 20 comma 1 - Norme Tecniche di Attuazione dello PSAI

Per quanto riguarda il dimensionamento del bacino di laminazione necessario per regolare gli apporti d'acqua al sistema idrografico principale, si segnala che in virtù della provvisorietà del cantiere operativo – 3 anni e mezzo di vita utile ca. - il Consorzio della Bonifica Renana, responsabile della rete idrografica limitrofa all'area di intervento, ha valutato positivamente la possibilità di:

- aumentare le portate per ettaro di superficie pavimentata recapitabili al sistema idrografico superficiale, da 10 l/sec a 15 l/sec
- valutare eventi meteorologici con tempo di ritorno di 5 anni

Dimensionamento e valutazione del bacino dei sistemi di captazione dei reflui

Per quanto riguarda la valutazione dell'efficienza di smaltimento dei reflui degli spechi della rete fognaria proposta per l'intercettazione delle acque di piazzale, è stata utilizzata la formula di Chezy per le condotte a pelo libero con coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler. Tale formula, seppure prevista per condotte circolari, si ritiene possa ben approssimare, le sezioni rettangolari delle canalette grigliate in calcestruzzo utilizzate per le sistemazioni.

Le portate prodotte dal dilavamento dei reflui sulle aree pavimentate sono state calcolate utilizzando il metodo cinematico lineare o metodo della corrvazione che, prendendo in considerazione eventi pluviometrici con tempi di ritorno di cinque anni, mette in relazione il coefficiente di afflusso, l'intensità di pioggia e l'estensione delle aree da drenare.

3. INDIVIDUAZIONE E DIMENSIONAMENTO DEI SISTEMI DI TRATTAMENTO DEI REFLUI DI DILAVAMENTO E DEI SISTEMI DI CAPTAZIONE DEI REFLUI

3.1. INDIVIDUAZIONE DEL SISTEMA DI TRATTAMENTO REFLUI

Come riportato in premessa sono escluse dalla presente relazione aree operative del CO002 destinate ad ospitare:

- il deposito temporaneo terre e rocce di scavo
- le terre di scotico

In particolare le prime saranno oggetto di specifica progettazione a carico delle società vincitrici dell'appalto per la realizzazione delle opere autostradali. Le seconde saranno conformate in modo da allontanare eventuali reflui prodotti dalle aree di cantiere.

Per il piazzale operativo, interamente impermeabilizzato e sul quale è prevista la realizzazione:

- di prefabbricati utilizzati come uffici di cantiere, i servizi igienici e spogliatoi, le officine e i box magazzini ed attrezzature
- di aree di stoccaggio materiali ed attrezzature
- di parte della viabilità interna e delle aree di sosta dei mezzi e delle vetture delle maestranze

è stato valutato, in virtù della presenza unicamente di potenziali inquinanti quali solidi sospesi e idrocarburi che i reflui possano essere trattati con sistemi di trattamento di prima pioggia.

3.2. DESCRIZIONE E FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO

L'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia potenzialmente contaminate da idrocarburi, oli minerali e sedimenti pesanti, è specificamente previsto per parcheggi, strade, magazzini e depositi scoperti, con funzione anche di vasca volano per lo scarico graduale nel tempo delle acque di pioggia raccolte da superfici impermeabili.

L'impianto nel suo complesso è costituito da:

- Pozzetto scolmatore in monoblocco liscio di polietilene (PE) con tronchetti di entrata, by-pass per scolmare le acque di seconda pioggia e di uscita in PVC con guarnizione a tenuta e ispezione con chiusino in PP;
- Sistema di accumulo delle acque di prima pioggia costituito da serbatoi corrugati in monoblocco di PE dotati di ispezioni a passo d'uomo con chiusini in PE;
- Tronchetto in PVC con guarnizione a tenuta, con valvola antiriflusso a galleggiante per scolmare le acque di seconda pioggia in ingresso;
- Elettropompa sommersa con quadro elettrico temporizzato per il rilancio delle acque accumulate al dissabbiatore/disoleatore con una portata di 1,5 l/s;
- Sistema di dissabbiatura-disoleatura per la depurazione delle acque accumulate
- Pozzetto per i prelievi fiscali, serie UNICHIM, in monoblocco di polietilene (PE) o in conglomerato cementizio, con tronchetto di entrata e di uscita in PVC con guarnizioni a tenuta e con ispezione con chiusino in PP.

In sintesi l'acqua potenzialmente inquinata e stoccata viene rilanciata da una pompa sommersa che si attiva mediante quadro elettrico che regola lo svuotamento dell'accumulo in modo che dopo 48/72 ore dall'evento di pioggia il sistema sia pronto per un nuovo ciclo di funzionamento.

L'efficacia dell'impianto è per i seguenti parametri:

- Solidi sedimentabili.
- Idrocarburi totali ed altri liquidi leggeri non emulsionati aventi peso specifico sino a 0.95 g/cm^3 .

Una volta riempita la vasca di accumulo le successive piogge, definite secondarie e teoricamente non inquinate, confluiranno direttamente nel bacino di laminazione e in seguito nel corpo recettore, grazie al pozzetto scolmatore posizionato a monte della vasca stessa.

Il posizionamento dell'impianto di trattamento dovrà prevedere:

- uno scavo per ogni manufatto previsto che non dovranno essere posizionati all'interno di uno scavo unico anche al fine di garantire le quote richieste per il loro corretto funzionamento. Gli scavi dovranno prevedere un franco finalizzato al corretto ed agevole posizionamento del manufatto ed alla realizzazione dei collegamenti previsti.
- la costipazione del fondo degli scavi e la successiva realizzazione di uno strato uniforme di sabbia dello spessore non inferiore a 10 cm
- il riempimento del serbatoio con acqua
- il reinterro dei manufatti e la costipazione del materiale di reinterro per starti successivi di circa 30 cm, con idoneo materiale, preferibilmente sabbia o ghiaino o comunque di caratteristiche tali da garantire l'assenza di lesioni al manufatto nella fase di costipazione. qualora ritenuto necessario in funzione degli usi dell'area di pertinenza il rinfiacco potrà essere eseguito anche con calcestruzzo magro
- la realizzazione di un ricoprimento del manufatto che a seconda dell'utilizzo delle aree di partenza potrà prevedere semplice terra o solette carrabili

Il posizionamento di pozzetti in calcestruzzo al di sopra del manufatto dovrà avvenire secondo quanto riportato nelle schede tecniche e di montaggio del prodotto e comunque dovrà evitare di gravare direttamente sul manufatto stesso.

Le tubazioni di PCV in ingresso ed in uscita all'impianto di trattamento di prima pioggia e con particolare riferimento alle aree di transito mezzi, dovranno essere adeguatamente protette prevedendo sottofondo, rinfiacco e copertura (bauletto) in calcestruzzo per uno spessore minimo di 15-20 cm. Particolari accorgimenti dovranno essere adottati, in fase di realizzazione delle opere, qualora venga valutato che la protezione superiore precedentemente indicata non sia sufficiente per evitare rotture.

3.3. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO REFLUI

Il sistema di trattamento precedentemente descritto è stato dimensionato per avere a disposizione una capacità di accumulo, al netto dei volumi di franco e di accumulo dei materiali decantati, pari a 5 mm di pioggia uniformemente distribuiti sull'area servita.

$$V \text{ Sedimentazione} = \text{area di captazione reflui} \times 0.005$$

L'estensione dell'area servita dall'impianto di trattamento di prima pioggia ammonta nello specifico a 10.500 mq. Tale estensione ricomprende, in quanto trascurabili per estensione, le impronte a terra delle coperture dei fabbricati.

$$V \text{ Sedimentazione} = 10.500 \times 0.005 = 52,50 \text{ mc}$$

La rappresentazione grafica dell'impianto ed il suo posizionamento all'interno dell'area di cantiere è stato riportato negli elaborati grafici di riferimento del CO002

3.4. CALCOLO DELLE PORTATE IN INGRESSO ALL'IMPIANTO DI PRIMA PIOGGIA E DERIVANTI DAL DILAVAMENTO DEI COPERTI

Data la natura temporanea degli apprestamenti di cantiere, il tempo di ritorno con cui sono state calcolate le portate di dilavamento prodotte è pari a 5 anni.

La curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno indicato è la seguente

$$i(t) = a \cdot t^{n-1}$$

dove:

t < 20.8 min			t > 20.8 min		
TR	a	n	TR	a	n
5	39.136	0.5745	5	29.966	0.3226

la portata afferente calcolabile tramite la formula razionale

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

Dove

A = area afferente

$\varphi = 1$ per superfici pavimentate

i = calcolato utilizzando la curva di possibilità pluviometrica precedente.

Per l'aera in esame la portata massima derivante dal dilavamento dell'intero piazzale individuato sarà pari per t < 20.8 min:

$$Q = 207 \text{ l/sec}$$

Tale portata, come per il punto precedente, varia a seconda del tratto di rete analizzato in funzione dall'estensione della superficie che la produce.

3.5. DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO REFLUI

Al fine di prevedere un sistema di smaltimento reflui in grado di garantire un efficiente drenaggio dei piazzali è stata prevista la installazione di canalette in calcestruzzo armato dotate di griglia carrabile metallica per la captazione dei reflui.

Tali canalette di sezione di smaltimento differenziata a seconda delle aree di riferimento e variabile fra: 20x25 cm, 40x50cm e saranno posizionate sui piazzali e seguiranno l'inclinazione degli stessi ricompresa fra lo 0,03% e lo 0,05%. L'inclinazione dei piazzali sarà ottenuta sfruttando la naturale orografia del terreno opportunamente rimodulata in modo da consentire il deflusso dei reflui all'impianto di trattamento per gravità.

Il sistema, grazie alla presenza delle griglie carrabili, garantirà una efficiente manutenzione delle stesse e di conseguenza dell'intero sistema di smaltimento reflui.

Le canalette prefabbricate saranno utilizzate anche per il convogliamento, al bacino di laminazione, delle acque di seconda pioggia, in uscita dal sistema di bypass dell'impianto di prima pioggia.

I manufatti saranno alloggiati su un sottofondo in calcestruzzo magro di spessore non inferiore a 10 cm.

Le intersezioni fra i canali grigliati di differenti rami saranno realizzati con tubazioni di PVC Ø 200. Analogamente il collegamento fra la canaletta finale e il manufatto di trattamento dei reflui di prima pioggia dovrà essere realizzato con una tubazione in PVC Ø 400.

3.6. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO REFLUI

Il sistema di smaltimento reflui, come anticipato al paragrafo 2, è stato dimensionato utilizzando la formula di Chezy per le condotte a pelo libero con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler.

Chezy calcola la velocità del refluo utilizzando la seguente formula:

$$V = C \sqrt{RI}$$

V = velocità media [L T⁻¹]

C = coefficiente di Chézy [L^{1/2} T⁻¹]

R = raggio idraulico [L] rapporto tra la sezione bagnata (Ω) e il perimetro bagnato (C)

I = pendenza del fondo del canale [

C dipende da:

1. parametri geometrici della sezione (forme e dimensione)
2. natura delle pareti e del fondo del canale

e può essere calcolata con varie formule.

Gauckler-Strickler interviene sulla formula e, partendo dalla formula di Chezy, indica le seguenti formule per il calcolo della velocità e della portata:

$$V = K R^{2/3} i^{1/2}$$

$$Q = A K R^{2/3} i^{1/2}$$

In cui:

K = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler (tabellato in funzione del materiale - si veda tabella 1)

R = raggio idraulico

i = pendenza della tubazione

A = area bagnata

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler	
Tubi Pe, PVC, PRFV	$k = 120 \text{ mm}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	$k = 100 \text{ mm}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	$k = 80 \text{ mm}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$
Tubi in servizio corrente con incrostazioni e depositi	$k = 60 \text{ mm}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	$k = 40 \text{ mm}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$

3.6.1 Acque di piazzale

La formula utilizzata abitualmente per tubazioni circolari, proprio in virtù delle maggiori sezioni di smaltimento di profili rettangolari progettualmente previsti, garantisce un franco di sicurezza per le portate previste e calcolate al paragrafo 3.4 della presente relazione.

Per il caso in esame:

- assimilando la canaletta a sezioni rettangolari 20x25 e 40x50 cm ad una tubazione in CLS con diametri pari a 250 e 500 mm
- assumendo una pendenza variabile fra lo 0,03% e lo 0,05%
- prevedendo un coefficiente di riempimento pari all'80%

- un coefficiente di scabrezza pari ad 80

le portate, smaltibili dalla tipologia di manufatto mantenuto in buono stato di manutenzione, sono variabili fra:

P 0,03% = 33 – 210 l/sec

P 0,05% = 43 – 271 l/sec

4. CALCOLO DEL BACINO DI LAMINAZIONE

Il bacino di laminazione, contrariamente agli impianti di trattamento reflui, è stato dimensionato per accogliere le acque di dilavamento dell'intero piazzale che a regime e al netto delle aree occupate dalle dune e dall'area utilizzata per ospitare le terre di scotico, risulterà completamente pavimentato e di superficie pari a 14.000 mq.

Il bacino di laminazione oltre a regolare le portate all'interno del reticolo idrografico esistente garantirà un ulteriore processo di sedimentazione dei reflui a favore di una maggior tutela ambientale del corpo recettore.

4.1. MODALITÀ COSTRUTTIVE

Il bacino di laminazione sarà realizzato predisponendo lungo il perimetro occidentale, meridionale ed orientale dell'area di cantiere, un canale composto da elementi prefabbricati in calcestruzzo di sezione rettangolare di dimensioni nette pari a 250x120 che potrà essere riempito per il 66 % del suo volume utile.

L'attività edilizia per la realizzazione del manufatto di laminazione prevede lo spostamento di una scolina esistente che verrà ricollocata in posizione adiacente al fine di continuare a garantire il deflusso di reflui legati all'attività agricola.

La scolina sarà realizzata prevedendo uno scavo a sezione trapezoidale con quota di scorrimento pari a quella esistente.

I manufatti del sistema di laminazione, posati in serie, avranno una quota di fondo costante pari a 28.50 m slm per tutto l'andamento del canale.

Gli elementi saranno posizionati all'interno di uno scavo a sezione obbligata e di dimensioni tali da consentire l'agevole posizionamento dei manufatti stessi ed il loro collegamento.

Sul fondo dello scavo, preventivamente costipato, sarà realizzato un getto di pulizia in calcestruzzo magro di spessore non inferiore a 10 cm debolmente armato.

Il bacino di laminazione sarà dotato, in corrispondenza della sezione terminale orientata a nord, di un manufatto di riduzione di portata che garantirà il deflusso dei reflui, verso il reticolo superficiale circostante secondo quanto richiesto dal Consorzio della Bonifica Renana ovvero pari a 21 l/sec (15 l/sec per ha di superficie impermeabilizzata).

L'elemento per la riduzione della portata sarà costituito da un pozzetto prefabbricato 100x100cm nel quale, un diaframma, di altezza pari a quella del massimo volume laminato, ed una tubazione in uscita, di diametro non inferiore a 400 mm, garantiranno il deflusso dei reflui in caso di riempimento improvviso dell'intero bacino. La posa del manufatto per la riduzione delle portate dovrà prevedere la realizzazione di un getto di sottofondo in calcestruzzo debolmente armato di spessore pari a circa 15 cm al fine di evitare assestamenti del pozzetto stesso.

La tubazione di collegamento del bacino di laminazione con il corpo idrico recettore sarà realizzata in CLS posta su letto di sabbia di spessore non inferiore a 10-15 cm e rinfiancata con materiale arido.

4.2. CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Il calcolo della portata delle acque recapitate all'impianto di laminazione è stato effettuato utilizzando la formula riportata al paragrafo 3.4 della presente relazione con $t > 20,8$ min. 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.

$$t_s = \frac{1}{n-1} \sqrt[n]{\frac{Q}{A \cdot a \cdot n}}$$

Il volume massimo risulta quindi uguale a

$$V_{max} = A \cdot a \cdot t_s^n = Q \cdot t_s$$

Nel caso specifico il volume di laminazione previsto è pari a 375 mc. Come evidente tale volume risulta inferiore rispetto a quanto richiesto dall'art. 20 delle Norme Tecniche di Attuazione dello PSAI, ma comunque ritenuto sufficiente in virtù della temporaneità della installazione che ha consentito di valutare eventi di pioggia con un tempo di ritorno di 5 anni e le relative curve di possibilità pluviometrica di seguito riportate.

t < 20.8 min			t > 20.8 min		
TR	a	n	TR	a	n
5	39.136	0.5745	5	29.966	0.3226