

Struttura Territoriale Emilia Romagna  
Viale A. Masini, 8 – 40126 Bologna T [+30] 051 6301111 – F [+39] 051 244970  
Pec anas.emiliaromagna@postacert.stradeanas.it – www.stradeanas.it

**S.S. 67 "Tosco–Romagnola"  
Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna**

**STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA**

PROGETTISTI: <i>Zollet Ingegneria Srl</i>		GRUPPO DI PROGETTAZIONE			
IL GEOLOGO					
COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE					
VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO					
PROTOCOLLO	DATA				

**PARTE GENERALE  
Relazioni  
Relazione idrologica e idraulica**

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00EG00IDRRE01A.doc		
B O U P 5 6	F	1 9 - -	CODICE ELAB. T 0 0 E G 0 0 I D R R E 0 1		A
A	EMISSIONE	Maggio 2020	G. Bogo	M. Zanchettin	L. Zollet
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Comune di RAVENNA (RA)

Adeguamento da Classe al Porto di Ravenna  
Prestazione di servizi tecnici per la redazione dello studio di fattibilità tecnica ed economica, progetto definitivo ed esecutivo.

**STUDIO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA**

Lavori di adeguamento da Classe al Porto di Ravenna

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>VINCOLI PRESENTI</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO</b>	<b>8</b>
4.1	SISTEMA DI DRENAGGIO SEPARATO	8
4.2	MEMBRANA TIPO S.A.M.I.	8
4.3	TRATTI IN RILEVATO – RETTIFILO	9
4.3.1	Ipotesi 1 – Collettori circolari	9
4.3.2	Ipotesi 2 – Canaletta prefabbricata	10
4.4	TRATTI IN RILEVATO – CURVE	10
4.5	EMBRICI	10
4.6	FOSSI DI GUARDIA	11
4.7	TRATTI IN VIADOTTO	11
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>DIMENSIONAMENTO RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO</b>	<b>14</b>
6.1	DEFINIZIONE DEL TEMPO DI RITORNO DI PROGETTO	14
6.2	DEFINIZIONE DELL'EVENTO DI RIFERIMENTO	14
6.3	CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO – METODO RAZIONALE	18
6.4	COEFFICIENTI DI DEFLUSSO	19
6.5	TEMPI DI CORRIVAZIONE	19
6.6	METODO DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLA RETE IDRAULICA	19
<b>7</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEL TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLA RETE DI DRENAGGIO</b>	<b>24</b>
8.1	ACQUE DI PIATTAFORMA IN RETTIFILO – INTERASSE MINIMO TRA LE CADITOIE	24
8.2	ACQUE DI PIATTAFORMA IN RETTIFILO – COLLETTORE PRINCIPALE CON TUBAZIONE CIRCOLARE	24
8.3	ACQUE DI PIATTAFORMA IN RETTIFILO – COLLETTORE PRINCIPALE CANALE RETTANGOLARE IN C.A.	25
8.4	QUANTITÀ ACQUE DI PRIMA PIOGGIA E DIMENSIONI VASCHE DI TRATTAMENTO	27
8.5	PUNTI DI RECAPITO DELLA PORTATA DRENATA	28
<b>9</b>	<b>INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDRAULICO REGIONALE</b>	<b>29</b>

## 1 INTRODUZIONE

Nell'ambito della progettazione stradale è essenziale definire le modalità di raccolta, controllo e smaltimento delle acque derivanti dalla piattaforma stradale, sia da un punto di vista quantitativo sia qualitativo.

Dal punto di vista qualitativo le acque drenate dalla pavimentazione stradale, specie nei primi minuti di precipitazione (prima pioggia), rimuovono, in quantità variabili con la combinazione di diversi fattori, le sostanze ivi depositate a causa di:

- esercizio della strada (carburanti incombusti, detriti di pneumatici, gocciolamento di sostanze detergenti e anticongelanti, abrasione di conglomerato bituminoso, ecc.) e alla sua manutenzione (vernici per demarcazione segnaletica orizzontale, sostanze chimiche utilizzate per la pulizia dei segnali verticali);
- eventi accidentali (dispersione sostanze solubili e insolubili in acqua, liquidi infiammabili, ecc.);
- altri fattori inquinanti: resti di materiali da costruzione (inerti, cementi, ...), depositi di componenti di vegetazione (fogliame, residui dello sfalcio dell'erba, pollini), resti di animali morti, ecc.

Il manto stradale trasferisce alle acque di dilavamento, dunque, sia materiale organico – in buona parte biodegradabile (oli e grassi, alcani, alcheni,...) ma contenente una piccola frazione a lenta degradabilità (Idrocarburi policiclici aromatici, furani,...) -, sia solidi inerti (sali inorganici di varia natura), nutrienti (azoto e fosforo) e metalli pesanti.

Alla luce di questi aspetti, la scelta progettuale adottata è quella di sottoporre a trattamento il ruscellamento dell'acqua di prima pioggia, visto le maggiori concentrazioni di inquinanti trasportate, e di recapitare direttamente nei corsi d'acqua esistenti la seconda pioggia.

Viene anche proposta la segregazione in appositi volumi di stoccaggio, l'eventuale onda nera, proveniente da sversamenti accidentali di liquidi oleosi sulla sede stradale.

Dal punto di vista quantitativo la progettazione è legata alla definizione dell'intensità e della durata dell'evento piovoso di progetto e del sistema di raccolta e convogliamento ed alla capacità idraulica dei recettori finali.

Riassumendo, il sistema di raccolta delle acque di piattaforma a servizio dell'infrastruttura oggetto di adeguamento è stato definito in modo tale da raggiungere i seguenti obiettivi:

- realizzare un più efficace sistema di smaltimento delle acque di piattaforma vista anche la maggior superficie impermeabile che si realizzerà al seguito dell'allargamento della piattaforma stradale;
- garantire il trattamento delle acque di prima pioggia;
- garantire la protezione dei corpi idrici dal rischio di sversamento di sostanze inquinanti a seguito di eventuali incidenti stradali;
- utilizzare, quali recapiti finali, corsi d'acqua capaci di smaltire le portate conferite senza alterare in modo significativo le proprie caratteristiche idrauliche e le condizioni di sicurezza idraulica del territorio a valle dell'infrastruttura.

Per quanto riguarda la progettazione della rete di drenaggio, essa si è svolta al fine di garantire:

- lo smaltimento a gravità delle acque drenate dalla piattaforma;
- l'accessibilità alle opere idrauliche per la loro manutenzione e gestione d'esercizio minimizzando

- l'interferenza di tali operazioni con il traffico;
- la durabilità delle opere.

Nei successivi paragrafi verrà quindi inquadrato il problema dello smaltimento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale dal punto di vista normativo, verrà descritta la situazione idrologica del sito in esame individuando le interferenze tra la rete stradale, la rete dei corsi d'acqua naturali ed artificiali e la rete di drenaggio artificiale esistente e verranno quantificati i volumi di pioggia e di deflusso che si utilizzeranno per i dimensionamenti delle opere idrauliche necessarie al raggiungimento degli obiettivi e delle garanzie di progettazione riportate sopra.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Legislativo 3 Aprile 2006 n.152
- Regione Emilia Romagna – Deliberazione della Giunta Regionale 14 Febbraio 2005, n.286 "Direttiva concernente indirizzi per la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio da aree esterne (art.39, D.lgs. 11 Maggio 1999, n.152)"
- Regione Emilia Romagna – Deliberazione della Giunta Regionale 18 Dicembre 2006, n.1860 "Linee guida per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della (Deliberazione G.R. N.286 del 14/02/2005)"

La Normativa italiana in materia di tutela delle acque non definisce in modo univoco le modalità di gestione delle acque di dilavamento dalla superficie stradale e, in generale, l'inquinamento diffuso; secondo il Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152 "Codice dell'Ambiente" (Parte terza – "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche"), le acque meteoriche restituite al reticolo idrografico devono rispettare determinati limiti qualitativi e comunque non devono determinare situazioni tali da peggiorare la qualità dei corpi idrici recettori; per talune applicazioni, come nel caso di piazzali di attività produttive, è espressamente richiesto dalla Normativa il rispetto della Tabella 3 – All. 5 Parte III DL 152/06 relativamente allo scarico in acque superficiali e della Tabella 4 se lo scarico è sul suolo.

L'Art.113 "Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia" del D.L. 152/06 stabilisce che:

- i. Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni disciplinano:
  1. le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;
  2. i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'autorizzazione.
- ii. Le acque meteoriche non disciplinate ai sensi del comma precedente non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dal presente decreto.
- iii. Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari ipotesi nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento dalle superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.
- iv. E' comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee.

Alle Regioni spetta, quindi, il compito di disciplinare i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne siano canalizzate ed opportunamente trattate e la definizione stessa dei parametri tecnici per la valutazione e quantificazione delle acque di prima pioggia.

In particolare, l'Emilia Romagna definisce, nelle Deliberazioni elencate precedentemente, "acque meteoriche di prima pioggia le acque corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio; ai fini del calcolo delle portate si stabilisce che

*tale valore si verifichi in 15 minuti; i coefficienti di deflusso si assumono pari ad 1 per le superficie coperte, lastricate od impermeabilizzate ed a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate".*

Il sistema di trattamento delle acque di piattaforma prevede l'utilizzo di disoleatori, i quali sono dimensionati secondo quanto previsto dalle norme UNI EN 858-1:2005 "Impianti di separazione per liquidi leggeri. Parte 1: principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità" e UNI EN 858-2:2004 "Impianti di separazione per liquidi leggeri. Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione".

### 3 VINCOLI PRESENTI

Con riferimento al Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia Romagna, ed in particolare alla Tavola 1 "Zone di protezione delle acque sotterranee – AREA DI RICARICA" si è osservato che il tratto di S.S. 67 "Tosco-Romagnola" oggetto dell'intervento di adeguamento non si colloca nelle vicinanze di aree di protezione indicate nelle precedente tavola.

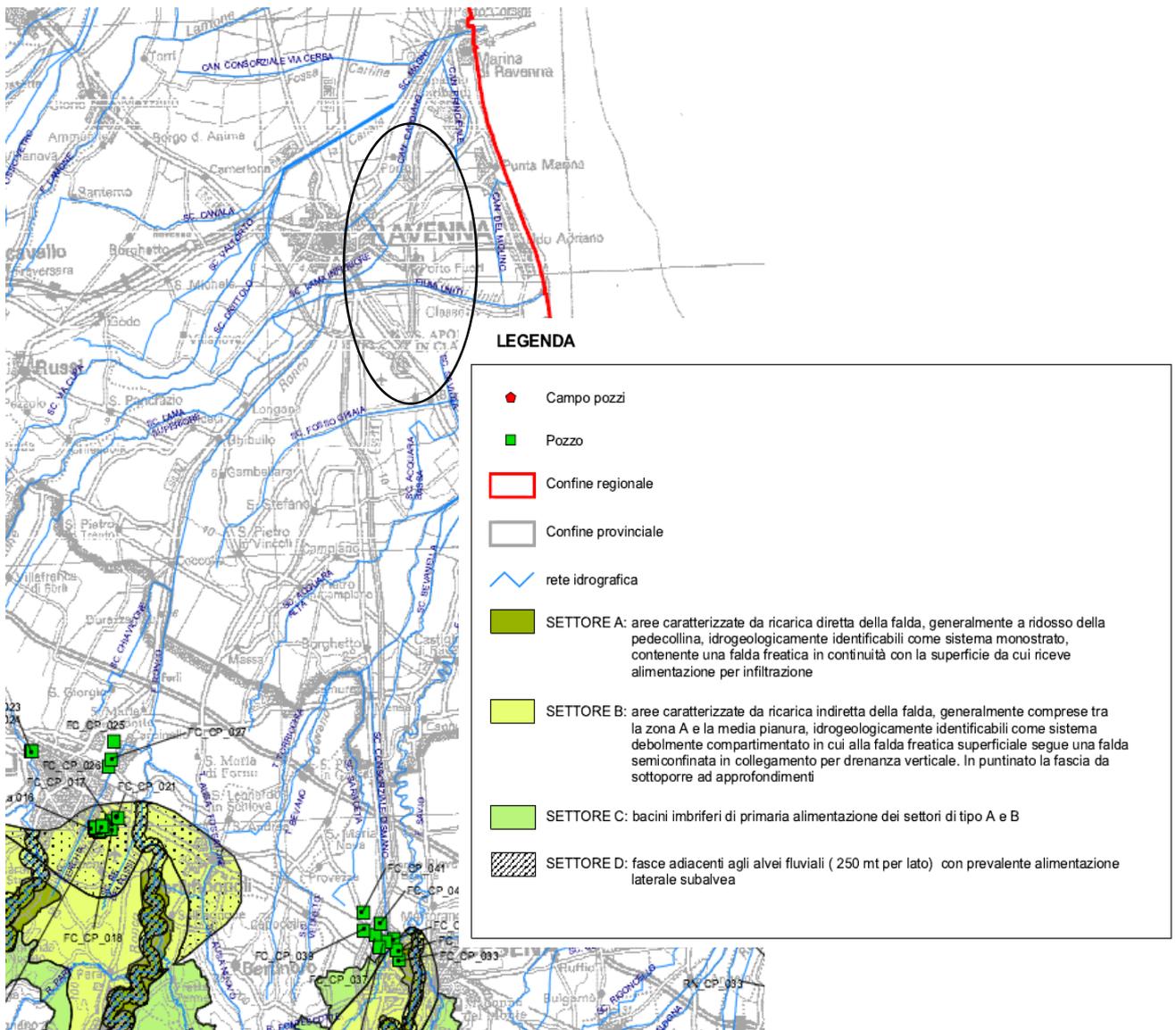


Figura 1 – Estratto Tavola 1 – AREA DI RICARICA - in cui è cerchiata in nero l'area oggetto di intervento

## 4 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Al fine di impedire lo sversamento diretto nei corsi d'acqua naturali di sostanze inquinanti immesse per dilavamento o accidentalmente nella rete di drenaggio, viene proposto un sistema di canalizzazioni di tipo chiuso che intercetta tutta l'acqua di pioggia ricadente sulla sede viaria e la convoglia in punti di trattamento, a valle dei quali avviene lo scarico nella rete idrografica naturale.

### 4.1 SISTEMA DI DRENAGGIO SEPARATO

In ragione a quanto descritto nei capitoli precedenti si è comunque operata una separazione fisica tra le acque meteoriche di versante e le acque meteoriche di piattaforma, quest'ultime contenenti alte concentrazioni di inquinanti, prevedendo un doppio sistema di drenaggio.

- Il primo, costituito da semplici fossi di guarda posti al piede del rilevato stradale, è finalizzato alla raccolta ed allo smaltimento delle acque meteoriche interessanti i versanti limitrofi alla carreggiata non impermeabilizzati che vengono incanalate direttamente verso i recapiti naturali esistenti.
- Il secondo, costituito da elementi marginali e canalizzazioni di tipo convenzionale (tubazioni o canali prefabbricati in c.a.), incanala le acque meteoriche di carreggiata verso precisi punti opportunamente controllati al fine di effettuarne il corretto trattamento. In tali punti terminali della rete di piattaforma è infatti prevista la realizzazione di vasche per la trattenuta degli sversamenti accidentali (oli e/o carburanti) e di disoleazione e sedimentazione delle acque di prima pioggia. Tali manufatti, per esigenze legate alla morfologia del terreno ove si sviluppa il tracciato stradale, sono ubicate in maniera tale da poter consentire sempre lo scolo delle acque per gravità, senza l'impiego di sistemi di pompaggio e di essere di facile accesso e, quindi, di agevole manutenzione.

L'ubicazione esatta di questi punti di trattamento delle acque di prima pioggia ha tenuto conto dei seguenti criteri:

- posizionamento delle vasche in prossimità di corpi idrici capaci di smaltire le portate conferite senza alterare in modo significativo le proprie caratteristiche idrauliche e le condizioni idrauliche del territorio a valle dell'infrastruttura;
- contenimento delle portate di scarico mediante la disposizione di pozzetti separatori intermedi, i quali permettono lo scarico delle portate di seconda pioggia ed il convogliamento di quelle di prima pioggia verso i sistemi di trattamento, mediante tubazioni dedicate (tubazioni secondarie); in tale modo sono ridotte le estensioni dei bacini a monte dei punti di scarico e di conseguenza le portate effluenti;
- posizionamento delle vasche subito a monte di tratti in cui non è possibile la disposizione dei collettori di raccolta delle acque di piattaforma in quanto potenzialmente interferenti con manufatti esistenti (tombini idraulici);
- posizionamento delle vasche in prossimità del viadotto sul corso d'acqua "Fiumi Uniti" al fine di contenere le dimensioni dei collettori di raccolta delle acque di piattaforma del viadotto stesso.

### 4.2 MEMBRANA TIPO S.A.M.I.

Per quanto riguarda il trattamento delle acque di prima pioggia è stata prevista, sotto il manto d'usura, la realiz-

zazione di una membrana tipo S.A.M.I. (Stress Absorbing Membrane Interlayer), costituita mediante la spruzzatura a caldo di uno strato di bitume elastomerizzato, dello stesso tipo del bitume utilizzato nel confezionamento del conglomerato del sovrastante strato di usura, e stesa di graniglia prebitumata e depolverizzata. La membrana S.A.M.I. crea una superficie che favorisce il ruscellamento dell'acqua ed è particolarmente resistente, poiché forma uno strato impermeabile e funge da ammortizzatore elastico, dissipando le tensioni all'interfaccia binder-drenante ed evitando così l'eventuale risalita di fessure.

La membrana SAMI viene estesa a ricoprire interamente la superficie pavimentata, e viene applicata prima della stesa dell'usura. Si segnala che tale modalità di impermeabilizzazione garantisce un efficiente contenimento delle percolazioni nel terreno poiché, nel caso di piattaforma in rilevato come in questo caso, ricopre anche il cordolo laterale di conglomerato bituminoso.

#### 4.3 TRATTI IN RILEVATO – RETTIFILO

Per tali tratti, in rilevato e in rettifilo, si propongono due ipotesi per il sistema di drenaggio aventi le caratteristiche di seguito descritte.

##### 4.3.1 Ipotesi 1 – Collettori circolari

Le acque meteoriche che cadono sulla piattaforma stradale vengono convogliate a bordo banchina in cunette longitudinali formate da cordoli in conglomerato bituminoso opportunamente sagomato con macchine speciali. Ad interesse tale da impedire l'allagamento delle banchine (compreso tra 15 m e 20 m), è prevista la disposizione di pozzetti prefabbricati in conglomerato cementizio vibrato, di dimensioni interne 40x40x45 cm, dotati di caditoie grigliate in ghisa sferoidale, posti sull'arginello alle spalle delle barriere di sicurezza.

Le acque raccolte dai pozzetti e dalle caditoie sono trasferite ai collettori principali, costituiti da tubazioni in polietilene, corrugate esternamente e con parete interna liscia, realizzate per coestrusione a doppia parete, di classe di rigidità SN=8 kN/m<sup>2</sup>, di diametro nominale compreso tra 300 mm e 1000 mm. La posa in opera dei collettori avviene mediante scavo a sezione obbligata e successiva realizzazione del letto di posa, del rinfiacco e del rinterro mediante materiale granulare arido ben costipato.

Il collettore principale in alcuni tratti verrà posato al di sotto dell'arginello e quindi all'interno del rilevato stradale mentre in altri, laddove la pendenza longitudinale della piattaforma stradale non consente l'allontanamento delle acque per gravità, la tubazione sarà interrata al piede del rilevato, immediatamente in prossimità dei fossi di guardia.

La connessione tra pozzetti di raccolta e collettori principali avviene tramite tubazioni in polietilene corrugate esternamente e con parete interna liscia, del diametro nominale 250 mm, le quali saranno innestate sui collettori principali mediante innesti con bicchiere, previo foro con fresa a tazza.

Ad interesse massimo pari a 50 m sono disposti pozzetti di ispezione in calcestruzzo dotati di chiusini in ghisa sferoidale.

In corrispondenza di interferenze trasversali (tombinature) all'asse principale che non permettono la posa di tubazioni interrate, è prevista la disposizione sull'arginello di canalette grigliate prefabbricate in grado di garantire la continuità longitudinale dei flussi.

In corrispondenza delle interferenze trasversali (accessi agricoli – privati) all'asse principale che interrompono la

continuità dei fossi di guardia, è prevista la posa di tubazioni prefabbricate in c.a. (circolari o squadrate) interrato e carrabili per mantenere, anche in questo caso la continuità longitudinale dei flussi.

Il recapito finale del sistema di raccolta è preceduto dal sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

#### 4.3.2 Ipotesi 2 – Canaletta prefabbricata

Anche per questa ipotesi si prevede di realizzare a bordo banchina delle cunette longitudinali formate da cordoli in conglomerato bituminoso opportunamente sagomato con macchine speciali.

Sempre ad interasse compreso tra 15 m e 20 m verrà interrotto il cordolo realizzando delle bocche di lupo di invito per lo scarico della portata d'acqua di piattaforma.

Tali bocche di lupo piane scaricano la portata all'interno di un canale rettangolare prefabbricato in cemento armato dotato di grigliato di copertura e avente larghezza pari ad 1 m e altezza variabile tra 0,60 m e 1,00 m, posizionato sempre lungo l'arginello.

Nei tratti dove la pendenza non consente il drenaggio per gravità, il convogliamento della portata di piattaforma verrà risolto tramite tubazione circolare di idoneo diametro posata al piede del rilevato stradale, come per l'ipotesi 1, che andrà ad intestarsi al termine del canale e porterà la portata al punto di trattamento e infine recapito.

Per entrambe le ipotesi, nel tratto in corrispondenza dell'area di servizio e rifornimento carburante, per il drenaggio dell'acque di piattaforma, verrà inserita una canaletta grigliata in corrispondenza della cunetta al posto del sistema a caditoie per consentire il mantenimento delle rampe di accesso e uscita dall'area.

Tale canaletta terminerà all'interno del collettore principale (tubazione o canale rettangolare in c.a.) posto all'interno dell'arginello.

#### 4.4 TRATTI IN RILEVATO – CURVE

Nell'unico tratto in curva, le acque di piattaforma drenano nella parte interna della carreggiata.

La raccolta delle acque di piattaforma avviene mediante canalette grigliate poste nella parte interna della curva in corrispondenza del cordoletto in conglomerato bituminoso.

Il recapito delle acque al collettore principale (tubazione o canale rettangolare) posto nell'arginello alle spalle delle barriere di sicurezza laterali, avviene tramite tubazione in polietilene corrugate esternamente e con parete interna liscia del diametro nominale di 250 mm.

#### 4.5 EMBRICI

Al fine di evitare danni alle scarpate del rilevato in caso di eventuale mal funzionamento della rete di smaltimento delle acque di piattaforma si realizzano canalette in embrici, ad interasse di circa 100m, recapitanti nei fossi di guardia ubicati al piede della scarpata; la quota di sfioro nell'embrice è ad una altezza maggiore rispetto alla griglia della caditoia dove l'embrice ha l'incile. Con questo presidio si evita l'eventuale erosione della scarpata ed i conseguenti pericoli derivanti da infiltrazioni delle acque meteoriche all'interno del corpo del rilevato.

#### 4.6 FOSSI DI GUARDIA

La raccolta delle acque di versante è realizzata mediante fossi di guardia a sezione trapezia posti al piede del rilevato.

La continuità della rete dei fossi di guardia sino al recapito finale è garantita da tombini di attraversamento delle rampe di intersezione in corrispondenza degli accessi stradali laterali, a sezione circolare o rettangolare, in calcestruzzo, di idoneo diametro.

#### 4.7 TRATTI IN VIADOTTO

In corrispondenza del viadotto che attraversa il corso d'acqua naturale Fiumi Uniti l'acqua della piattaforma è raccolta internamente al cordolo; lo smaltimento è, quindi, garantito da un sistema di caditoie grigliate 25x25 cm poste ad interasse massimo di 5 m che convoglia la acque meteoriche, tramite tubazioni in acciaio zincato di diametro 200 mm, in tubazioni di acciaio zincato (di diametro 400 mm) che corrono al di sotto della soletta, ancorate mediante staffe di acciaio zincato.

Il collegamento alla rete avviene mediante un pozzetto di disconnessione che permette la dilatazione dei collettori in acciaio.

La rete di raccolta è strutturata in modo tale che l'acqua di piattaforma dei tratti a monte e a valle del viadotto non interessi la rete a servizio del viadotto stesso. Il recapito del sistema di raccolta è il sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

## 5 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

La rete di tubazioni della piattaforma stradale scarica in sistemi di trattamento continuo dell'acqua di piattaforma e di segregazione dell'onda nera degli sversamenti accidentali, tutta funzionante a gravità.

Il sistema proposto è costituito dai seguenti elementi, tutti di tipo prefabbricato:

- Un pozzetto separatore a cui afferisce il collettore terminale della rete di raccolta delle acque di piattaforma; in tale manufatto avviene la separazione tra le acque di prima pioggia, destinate al trattamento, e quelle di seconda pioggia, che vengono sfiorate e recapitate direttamente al ricettore finale. Le acque di prima pioggia sono trasferite dal pozzetto separatore al sistema di dissabbiatura/disoleazione mediante tubazioni in PEAD di diametro nominale 300 – 400 mm.
- Un comparto dove avviene la separazione a gravità degli olii liberi e delle sostanze sedimentabili contenuti nelle acque di prima pioggia. Le condotte in ingresso sono dotate di valvole a galleggiante che impediscono il reflusso degli olii verso il pozzetto iniziale nel caso di sversamento accidentale. Da tale manufatto ha origine la condotta di collegamento al disoleatore, la quale è protetta da deflettori la cui funzione è quella di "calmare" le acque in arrivo e di garantire alla tubazione collegata una migliore captazione dell'acqua, nonché di trattenere gli olii liberi all'interno del manufatto. Il comparto è inoltre collegato alla vasca di sicurezza mediante fori di diametro 150 mm.
- Il separatore olii con filtro a coalescenza, in cui la separazione della frazione oleosa avviene sfruttando sia le differenze di peso specifico tra acqua e olio che il fenomeno della coalescenza, per cui le goccioline d'olio disperse in acqua (liquidi non miscibili) tendono progressivamente ad aggregarsi tra loro. All'entrata del separatore un tubo devia l'acqua verso il basso, determinando un acquietamento delle acque ed un'uniforme distribuzione del flusso nella vasca. Per effetto del loro diverso peso specifico, le particelle più leggere (oli) salgono in superficie, mentre l'acqua defluisce dall'apertura d'uscita posta in basso, dalla parte opposta dell'ingresso. Le particelle leggere che si sono separate e raccolte in superficie formano uno strato galleggiante di spessore crescente che dovrà essere periodicamente rimosso. Poiché l'acqua in uscita contiene ancora particelle d'olio di dimensioni piccolissime non fisicamente separabili, prima di uscire dal separatore viene fatta passare attraverso il filtro a coalescenza, in maglia di polipropilene. Questo dispositivo fluidodinamico migliora e facilita la separazione delle sostanze oleose, in modo particolare di quelle microparti che per le loro ridottissime dimensioni tenderebbero a rimanere ingabbiate tra le molecole d'acqua, e quindi a fuoriuscire con essa, senza fermarsi nel disoleatore, come fanno invece, galleggiando, le parti più grandi. Il fenomeno, reso possibile sfruttando la diversa tensione superficiale degli olii rispetto all'acqua, viene amplificato dall'elevata superficie del pacco lamellare che costituisce il filtro e dal fatto che esso viene fatto lavorare in controcorrente. Le acque trattate fuoriescono dal dispositivo attraverso un sifone dotato di otturatore a galleggiante che si chiude in caso di raggiungimento del volume massimo di stoccaggio degli olii. Vengono così garantiti effluenti con concentrazione di idrocarburi inferiore a 5 mg/l.
- Quando, in caso di incidente stradale con sversamenti sulla piattaforma di combustibili (carburanti, lubrificanti), arrivano al separatore di olii liquidi leggeri non emulsionati con acqua (come invece avviene normalmente con le acque di prima pioggia), l'otturatore a galleggiante si chiude per il repentino riempimento del suo volume di stoccaggio degli olii, determinando l'innalzamento del livello nel comparto di separazione. Ta-

le circostanza produce lo sfioro delle acque nella vasca di emergenza idraulica da 50 m<sup>3</sup>, normalmente vuota, in grado quindi di accogliere l'onda nera proveniente dall'evento accidentale e le relative acque di lavaggio della piattaforma (dimensionamento di 50 m<sup>3</sup>. in quanto si considerano 36 m<sup>3</sup> di sversamento di una auto-botte e 14 m<sup>3</sup> di acque di lavaggio). Una volta conclusa la fase di emergenza, si dovranno svuotare la vasca ed il disoleatore, con recupero e smaltimento degli olii e liquidi leggeri.

Sulla base delle lunghezze e delle superfici delle aree scolanti, sono state individuate n.2 tipologie di vasche di trattamento delle acque di piattaforma stradale (NS compreso tra 65 e 85) a seconda delle portate in ingresso.

## 6 DIMENSIONAMENTO RETE DI RACCOLTA E SMALTIMENTO

### 6.1 DEFINIZIONE DEL TEMPO DI RITORNO DI PROGETTO

Il dimensionamento di qualsiasi rete di drenaggio dipende in prima analisi dalla definizione del cosiddetto rischio di insufficienza dell'opera durante la fase di esercizio.

Tale rischio stabilisce la frequenza probabile che si possano manifestare eventi estremi più gravosi di quello scelto come evento critico per l'opera in progetto e quindi determinare portate e/o volumi complessivi maggiori di quelli previsti, con conseguente malfunzionamento dell'intera rete di drenaggio.

Detto questo nei calcoli di verifica e/o dimensionamento delle opere idrauliche occorre innanzitutto stabilire quale rischio di insufficienza si voglia accettare; più concretamente occorre fissare il valore del tempo di ritorno T di progetto, definito come il numero di anni che mediamente intercorrono tra due eventi di entità uguale o superiore a quella di progetto.

La definizione del tempo di ritorno dell'evento pluviometrico di progetto è effettuata generalmente sulla base del compromesso fra due obiettivi:

- contenere la frequenza attesa delle insufficienze funzionali del sistema di drenaggio, rappresentata, nel caso in esame, dagli allagamenti della piattaforma stradale;
- contenere l'impronta delle opere entro i vincoli progettuali e territoriali ed i costi di costruzione/manutenzione.

Detto compromesso deriva in linea teorica da analisi tipo costi-benefici, nella prassi però l'assunzione del valore del tempo di ritorno viene fatta in base a considerazioni dovute sia all'esperienza del progettista, sia a riferimenti normativi, sia, infine, a riscontri dall'esercizio dell'infrastruttura.

Nell'ambito del presente documento, facente parte di uno studio di fattibilità, si è scelto di attribuire un tempo di ritorno equivalente per tutte le opere idrauliche in progetto, ovvero sia per il sistema di drenaggio della piattaforma (caditoie e pozzetti) sia per il sistema di convogliamento della portata, trattamento e restituzione (collettori, vasche di prima pioggia, fossi di guardia).

Questo tempo di ritorno è stato fissato in 20anni.

### 6.2 DEFINIZIONE DELL'EVENTO DI RIFERIMENTO

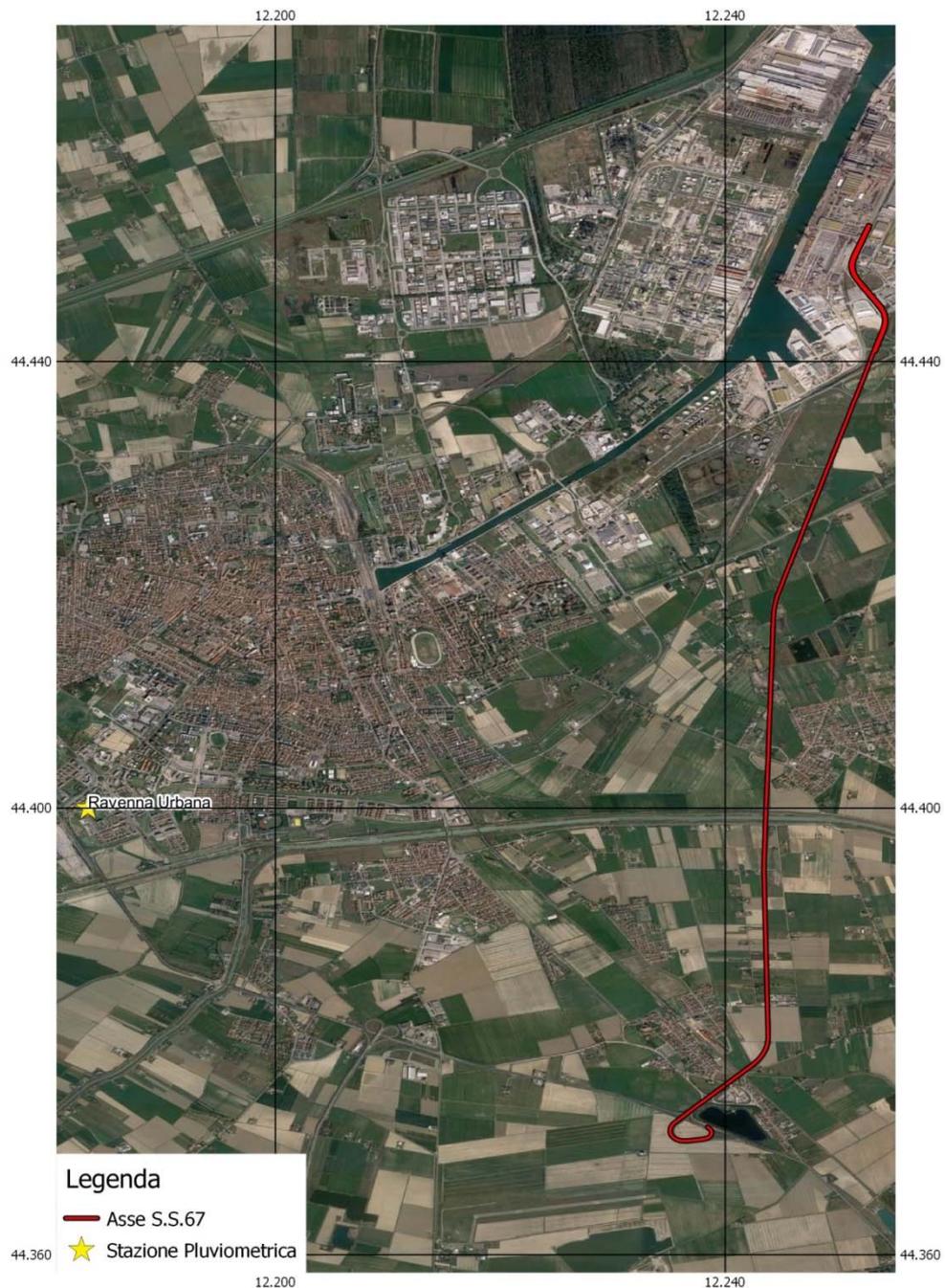
Per la valutazione della precipitazione è stata presa come riferimento in quanto ritenuta significativa per la descrizione del regime pluviografico della zona in cui si colloca la S.S.67 "Tosco-Romagnola", la stazione pluviometrica in gestione Arpae ubicata in Comune di Ravenna e dominata "Ravenna Urbana" avente le seguenti caratteristiche:

- Anni di registrazione: 2005 - 2018
- Latitudine: 44° 24'
- Longitudine: 12° 11'
- Altitudine: 16 m s.l.m.

Dagli annali storici e più precisamente dalle registrazioni delle precipitazioni di breve durata (15, 30 e 45 minuti)

relative alla stazione sopra citata è stato possibile ricostruire la curva di possibilità pluviometrica con la quale determinare gli afflussi insistenti sull'area oggetto dell'intervento in progetto.

Di seguito viene riportata una planimetria in cui viene localizzata la stazione pluviometrica presa come riferimento e l'asse della S.S.67 oggetto dell'intervento di allargamento.



**Figura 2** - Planimetria di inquadramento stazione pluviometrica e asse S.S.67 in ambiente GIS

Come detto si sono presi in considerazione tutti gli anni di funzionamento della stazione "Ravenna Urbana", dal 2005 al 2018, trascrivendo dagli annali il quantitativo in [mm] di pioggia registrato per eventi di durata pari a 15, 30 e 45 minuti.

La tabella riassuntiva è la seguente:

**Tabella 1** - precipitazione di notevole intensità e breve durata registrate per la stazione pluviometrica di Ravenna Urbana. Fonte: Annali pluviometrici Regione Emilia Romagna

Anno	Tp=15min	Tp=30min	Tp=45min
2018	18.60	33.80	41.00
2017	16.60	24.40	24.60
2016	18.20	22.00	25.60
2015	21.20	40.60	47.00
2014	19.20	29.60	41.00
2013	14.00	16.40	18.40
2012	8.00	13.00	17.80
2011	8.40	15.40	22.40
2010	12.80	16.00	20.80
2009	-	-	-
2008	10.20	15.00	19.80
2007	24.80	36.80	47.80
2006	-	-	-
2005	-	-	-

Attraverso i dati forniti e registrati dalla stazione pluviometrica denominata "Ravenna Urbana" ed elencati precedentemente è stato possibile costruire la curva di possibilità climatica e determinare quindi l'evento di pioggia di riferimento per il dimensionamento e verifica della rete di drenaggio della piattaforma e successivo recapito.

Assegnato il tempo di ritorno di riferimento per la progettazione e per le verifiche idrauliche necessarie a determinare il corretto funzionamento della rete di drenaggio, pari a 20 anni, è possibile elaborare i dati registrati dalla stazione pluviometrica secondo il Modello di Gumbel ottenendo quindi la curva di possibilità climatica idonea a determinare l'altezza di pioggia dell'evento di riferimento.

In particolare, secondo la distribuzione di Gumbel le altezze di pioggia aventi durata di 15 minuti, 30 minuti e 45 minuti per un tempo di ritorno pari a 20 anni risultano:

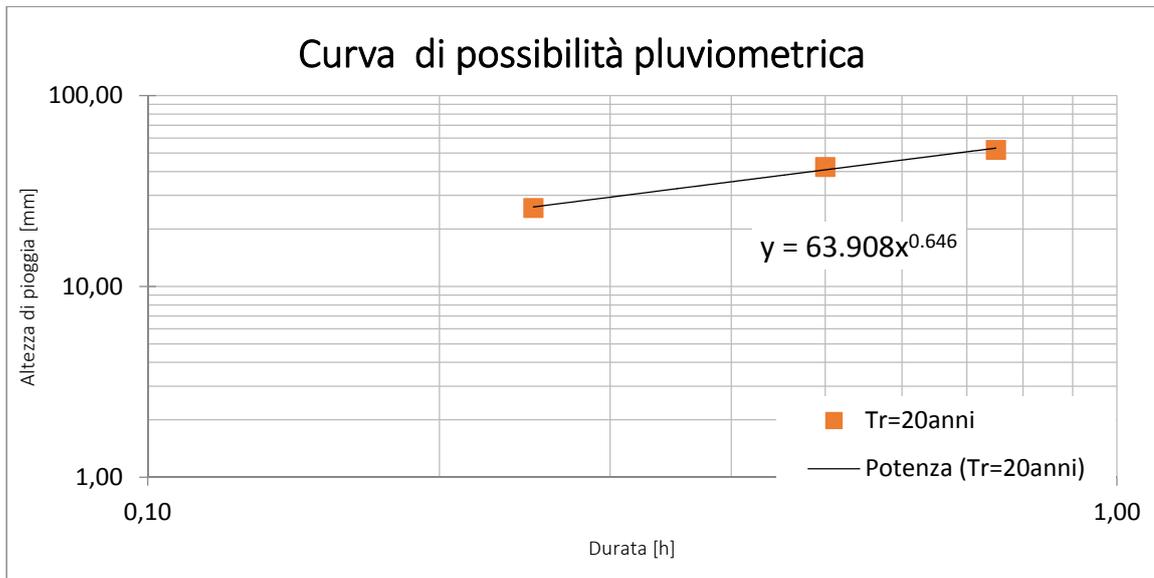
**Tabella 2** - Altezze di pioggia con metodo di Gumbel per diversi tempi di pioggia

Modello Gumbel		
Tp (min.)	Tp (ore)	h(mm)
15	0.25	25.77
30	0.50	42.27
45	0.75	51.93

E' da precisare che si sono presi come riferimento gli eventi inferiori all'ora visto le caratteristiche della superficie lungo la quale si verificherà il deflusso superficiale.

Quest'ultima infatti corrisponde alla piattaforma stradale della S.S.67 attualmente con pavimentazione in conglomerato bituminoso e per la quale si prevede un adeguamento con relativo allargamento delle carreggiate mantenendo la stessa tipologia di pavimentazione stradale.

Elaborando i dati sopra riportati e riportando i risultati all'interno di un diagramma logaritmico si ottiene:



**Figura 3** - Grafico in cui viene rappresentata la curva di possibilità pluviometrica con  $Tr=20$  anni relativa alla stazione "Ravenna Urbana"

Dalle elaborazioni sopra descritte la curva di possibilità climatica per la stazione "Ravenna Urbana" avente tempo di ritorno pari a 20anni risulta pari a:

$$h(Tr = 20anni) = \alpha \cdot T_p^n = 63.908 \cdot T_p^{0.646}$$

tc (min.)	tc (ore)	h(mm)
3.00	0.05	9.23
6.00	0.10	14.44
9.00	0.15	18.76
12.00	0.20	22.60
15.00	0.25	26.10
18.00	0.30	29.36
21.00	0.35	32.44
24.00	0.40	35.36
27.00	0.45	38.15
30.00	0.50	40.84
33.00	0.55	43.43
36.00	0.60	45.95
39.00	0.65	48.38
42.00	0.70	50.76
45.00	0.75	53.07
48.00	0.80	55.33
51.00	0.85	57.54
54.00	0.90	59.70
57.00	0.95	61.83
60.00	1.00	63.91

### 6.3 CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO – METODO RAZIONALE

Per la stima delle portate al colmo di piena necessaria per il dimensionamento del sistema di drenaggio e presidio idraulico è stato utilizzato il metodo razionale.

Alla base di tale metodo vi sono le seguenti assunzioni:

- la massima piena avviene per precipitazioni meteoriche con durata pari al tempo di corrivazione del bacino;
- il picco di piena ha il medesimo tempo di ritorno della precipitazione che lo ha generato;
- la formazione delle piene ed il suo trasferimento lungo il reticolo idrografico avviene senza la formazione di invasi significativi; nel caso si formino invasi significativi il colmo di piena calcolato con questa metodologia sarà sovrastimato.

La portata al colmo di piena è espressa dalla formula:

$$Q = \frac{chS}{3,6t_c} [m^3 / s]$$

in cui:

c = coefficiente di deflusso della superficie interessata dall'evento

h = altezza massima di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione [mm]

S = superficie da drenare [km<sup>2</sup>]

t<sub>c</sub> = tempo di corrivazione [ore]

#### 6.4 COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso è stato valutato come media pesata sulle aree contribuenti dei coefficienti di deflusso tipici di ciascuna superficie drenata, i quali sono stati assunti pari a:

- superficie asfaltata e spartitraffico  $c = 1,00$ ;
- sponde del rilevato  $c = 0,70$ .

#### 6.5 TEMPI DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrvazione è determinato, facendo riferimento al percorso idraulico più lungo fino alla sezione di chiusura considerata, mediante la relazione:

$$t_c = t_{fuorirete} + t_{inrete} \text{ [ore]}$$

in cui:

$t_{fuorirete}$  = tempo di accesso alla rete di drenaggio [ore]

$t_{inrete}$  = tempo di rete, pari alla somma dei tempi di percorrenza di ogni singolo collettore seguendo il percorso più lungo [ore]

Il tempo fuori rete viene calcolato, per l'acqua di piattaforma, utilizzando la formula suggerita nel 1971 dal *Civil Engineering Department dell'Università del Maryland*:

$$t_{fuorirete} = \left[ 26,3 \frac{(L/K_s)^{0,6}}{3600^{(1-n)0,4} \cdot a^{0,4} \cdot i^{0,3}} \right]^{1/(0,6+0,4n)} \text{ [ore]}$$

in cui:

L = lunghezza della superficie di drenaggio [m]

$K_s$  = coefficiente di scabrezza secondo Strickler della superficie di drenaggio [ $m^{1/3}/s$ ]

a ed n = parametri della curva di possibilità pluviometrica

i = pendenza della superficie di drenaggio [m/m]

Il tempo fuori rete per l'acqua di ruscellamento lungo le sponde inerbite del rilevato viene stimato in 10 minuti.

Il tempo in rete è calcolato, in prima approssimazione, considerando una velocità di scorrimento all'interno delle tubazioni pari ad 1,00 m/s.

Tale valore viene affinato calcolando in modo iterativo la portata e quindi la velocità effettiva transitante all'interno delle tubazioni al fine di ottenere un più corretto tempo in rete.

#### 6.6 METODO DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLA RETE IDRAULICA

Il dimensionamento e la verifica dei dispositivi costituenti la rete di raccolta delle acque di versante e quella relativa alle acque di piattaforma sono state condotte mediante l'approccio in moto uniforme di Chezy basato sull'equazione di seguito riportata, risolvibile per via iterativa una volta noti i dati fondamentali di progetto:

$$Q = K_s R_H^{2/3} A \sqrt{i} \text{ [m}^3 / \text{s]}$$

in cui:

$Q$  = portata di progetto con tempo di ritorno assegnato [ $m^3/s$ ]

$K_s$  = coefficiente di scabrezza secondo Strickler [ $m^{1/3}/s$ ]

$A$  = sezione liquida [ $m^2$ ]

$R_H$  = raggio idraulico della sezione [m]

$i$  = pendenza della tubazione o del canale di drenaggio [m/m]

I coefficienti di Strickler sono stati assunti pari a:

- $75 m^{1/3}/s$  per le tubazioni in PVC, PEAD e acciaio;
- $65 m^{1/3}/s$  per tutti i manufatti in cls (scatolari o tubazioni di sottopasso accessi);
- $20 m^{1/3}/s$  per i fossi di guardia non rivestiti o per i fossi naturali;
- $50 m^{1/3}/s$  per la pavimentazione stradale in conglomerato bituminoso.

Il dimensionamento degli elementi principali della rete ha tenuto conto dei seguenti gradi di riempimento [y/D] per le singole opere di collettamento e convogliamento delle acque.

- 80% collettori rete di smaltimento;
- 80% tubazioni di raccordo tra tombini e rete;
- 80% fossi di guardia al piede del rilevato;
- 80% canalette prefabbricate con grigliato metallico;
- 100% cunetta in conglomerato bituminoso.

## 7 DIMENSIONAMENTO DEL TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

Il dimensionamento del sistema di trattamento delle acque di prima pioggia è condotto secondo quanto previsto dalle norme UNI EN 858-1:2005 "Impianti di separazione per liquidi leggeri. Parte 1: principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità" e UNI EN 858-2:2004 "Impianti di separazione per liquidi leggeri. Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione".

Conformemente a quanto indicato nella norma UNI EN 858-1:2005, le parti che compongono gli impianti di separazione sono due (vedi Tabella 3):

- **Sedimentatore:** parte di impianto in cui il materiale (fanghi, limo, sabbia) sedimenta;
- **Separatore:** parte dell'impianto che separa, trattenendolo, il liquido leggero dalle acque reflue. Il separatore può essere di Classe I (per concentrazioni di olio residuo allo scarico < 5 mg/l) o di Classe II (per concentrazioni di olio residuo allo scarico < 100 mg/l) e può essere dotato di bypass (dispositivo che consente il passaggio di una portata in eccesso).

Tabella 3 - Tipologia di componenti di un impianto separatore

Componenti		Contenuto massimo ammissibile di olio residuo (mg/l)	Lettera codice
Sedimentatore			S
Separatore	Classe II	100 (tecnica di separazione tipica a gravità)	II
	Classe I	100 (tecnica di separazione tipica a coalescenza)	I

Le dimensioni nominali preferenziali NS per impianti di separazione di liquidi leggeri sono 1, 3, 5, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 300, 400 e 500 l/s e vanno scelte approssimando per eccesso le dimensioni ottenute dalla formula seguente (punto 4.3.1 della UNI EN 858-2:2005):

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

in cui:

NS = dimensione nominale del separatore;

$Q_r$  = portata massima di acqua di prima pioggia [l/s];

$Q_s$  = portata massima di acque reflue [l/s];

$f_x$  = fattore di densità per la parte dovuta all'eventuale presenza di additivi (detergenti);

$f_d$  = fattore di densità per la parte oleosa;

Poiché la rete di drenaggio oggetto di questa progettazione tratta solamente acqua piovana si ha che  $Q_s = 0$  e quindi la precedente relazione della normativa diventa:

$$NS = (Q_r) f_d$$

Per quanto riguarda il valore da assegnare al coefficiente  $f_d$ , viene descritto nella seguente tabella:

**Tabella 4 - Valore da assegnare al coefficiente  $f_d$  secondo la EN858**

Classe del separatore	Densità dell'olio (g/cm <sup>3</sup> )		
	fino a 0,85	da 0,85 a 0,9	da 0,9 a 0,95
II	1	2	3
I	1	1,5	2
I - II	1	1	1

Il disoleatore che si prevede di installare è del tipo S I – II P essendo composto in serie da un sedimentatore, da un disoleatore di classe I e da un disoleatore di classe II.

Dalla tabella sopra riportata (Tabella 4) il valore da assegnare al coefficiente  $f_d$  risulta pari ad 1 per ogni densità dell'olio e pertanto la dimensione nominale (NS) del disoleatore da installare è pari alla portata massima di acqua di prima pioggia che lo stesso può trattare.

Gli impianti di separazione devono inoltre comprendere un sedimentatore, in forma di unità separata o come parte integrante dell'opera stessa, il cui volume può essere stabilito come indicato dalla seguente tabella:

**Tabella 5 - Classi dei separatori e relativo dimensionamento**

Qualità di fango prevista, per esempio:		Volume minimo del sedimentatore
Nessuna	. Condesato	non richiesto
Ridotta	. Acque reflue di trattamento con volume di fango definito . 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 - NS $f_d$
Media	. Stazioni di rifornimento, autolavaggi manuali, lavaggio di componenti . Aree di lavaggio bus . Acque reflue da garage, aree di parcheggi veicoli . Centrali elettriche, impianti e macchinari	200 - NS $f_d$
Elevata	. Impianti di lavaggio per veicoli da cantiere, macchine da cantiere, macchine agricole . Aree di lavaggio autocarri	300 - NS $f_d$
	. Autolavaggio automatici (self service)	300 - NS $f_d$

a) Non per separatori uguali o minori di NS 10, salvo per autoparcheggi coperti.  
b) Volume minimo dei sedimentatori 600 l.  
c) Volume minimo dei sedimentatori 5000 l.

Nel nostro caso, trattandosi di rete di drenaggio a servizio di un'infrastruttura stradale ad alto scorrimento il quantitativo di fanghi presenti nel deflusso può ritenersi "Ridotta" e dunque il volume minimo del sedimentatore risulta pari a  $(100 \cdot NS) / f_d$ .

Per quanto riguarda le tubazioni di raccordo dei vari componenti con il sistema di trattamento, la norma stabilisce i seguenti diametri nominali minimi in funzione del valore NS del disoleatore:

**Tabella 6 - Diametri nominali minimi delle tubazioni di raccordo (mandata ed uscita)**

Dimensione nominale	DN <sub>min</sub>
NS ≤ 3	100
3 < NS ≤ 6	125
6 < NS ≤ 10	150
10 < NS ≤ 20	200
20 < NS ≤ 30	250
30 < NS ≤ 100	300
NS > 100	400

Come già descritto nei capitoli precedenti, la normativa Regionale dell'Emilia Romagna definisce "acque meteoriche di prima pioggia le acque corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio; ai fini del calcolo delle portate si stabilisce che tale valore si verifichi in 15 minuti; i coefficienti di deflusso si assumono pari ad 1 per le superficie coperte, lastricate od impermeabilizzate ed a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superficie coltivate". Pertanto il calcolo della portata di prima pioggia, corrispondente nel nostro caso alla dimensione NS del sistema di trattamento da adottare, si compone della seguente formula:

$$Q_{\text{primapioggia}} = Q_r = NS = \frac{chS}{60t_c} = \frac{(1,0 \cdot S_{\text{imp.}} + 0,3 \cdot S_{\text{perm.}}) \cdot 5}{60 \cdot 15} [l/s]$$

in cui:

$S_{\text{perm.}}$  = superficie di drenaggio occupato da pavimentazione stradale [m<sup>2</sup>]

$S_{\text{impermeab.}}$  = superficie di drenaggio occupata da prato o vegetazione [m<sup>2</sup>]

## 8 DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLA RETE DI DRENAGGIO

Nel seguente capitolo si andranno a dimensionare tutti i manufatti costituenti la rete di drenaggio delle acque sia di piattaforma sia di rilevato.

### 8.1 ACQUE DI PIATTAFORMA IN RETTIFILO – INTERASSE MINIMO TRA LE CADITOIE

La cunetta in conglomerato bituminoso è presente all'esterno della carreggiata per entrambi in sensi di marcia.

Il calcolo è stato eseguito considerando una superficie pavimentata di larghezza 11,00 m ed una efficienza delle caditoie pari al 100%. Visto che stiamo parlando di caditoie con chiusino a griglia metallica poste sul fondo di un piccolo canale all'interno delle rientranze del cordolo di delimitazione dell'arginello, l'ipotesi di efficienza delle caditoie del 100% è verosimile, in quanto la griglia andrà a comportarsi come una bocca sotto battente.

L'interasse tra le caditoie è stato determinato verificando la portata che effettivamente può transitare all'interno della cunetta laterale compresa tra le stesse opere.

Nel caso in esame, considerata la modestissima pendenza longitudinale della piattaforma stradale, l'interasse minimo da assegnare alle caditoie è pari a 15 m.

### 8.2 ACQUE DI PIATTAFORMA IN RETTIFILO – COLLETTORE PRINCIPALE CON TUBAZIONE CIRCOLARE

Nell'ipotesi 1, descritta sopra, viene ipotizzato di convogliare la portata di prima e seconda pioggia proveniente dalla piattaforma stradale tramite collettore principali di forma circolare in PEAD interrati e posti al di sotto dell'arginello o al piede del rilevato stradale.

Utilizzando le formule descritte precedentemente si è potuto determinare il grado di riempimento di tali collettori principali nei tratti terminali, ovvero subito a monte del punto terminale di recapito, punto in cui defluisce la maggiore portata, che vengono riassunti di seguito:

**1. Tratto A-B (da canale Staggi 1° ramo a canale Staggi 2° e 3° ramo):**

Diametro finale del collettore: 800 mm.

Materiale del collettore: PEAD.

Lunghezza collettore: circa 900 m (per ogni lato del rilevato).

Pendenza longitudinale della tubazione: 0.1%.

Portata: circa 285 l/s.

Percentuale di riempimento collettore: 61%.

**2. Tratto B-C (da canale Staggi 2° e 3° ramo a canale Lecche):**

Diametro finale del collettore: 800 mm.

Materiale del collettore: PEAD.

Lunghezza collettore: circa 725 m (per ogni lato del rilevato).

Pendenza longitudinale della tubazione: 0.1%.

Portata: circa 245 l/s.

Percentuale di riempimento collettore: 55%.

**3. Tratto D-C (da fine viadotto F. Uniti a canale Lecche):**

Diametro finale del collettore: 400 mm.

Materiale del collettore: PEAD.

- Lunghezza collettore: circa 270 m (per ogni lato del rilevato).  
Pendenza longitudinale della tubazione: 2.4%.  
Portata: circa 195 l/s.  
Percentuale di riempimento collettore: 67%.
4. **Tratto D1-D (viadotto F. Uniti lato Nord):**  
Diametro finale del collettore: 400 mm.  
Materiale del collettore: Acciaio zincato.  
Lunghezza collettore: circa 100 m (per ogni lato del viadotto).  
Pendenza longitudinale della tubazione: 0.6%.  
Portata: circa 70 l/s.  
Percentuale di riempimento collettore: 46%.
5. **Tratto D1-E (viadotto F. Uniti lato Sud):**  
Diametro finale del collettore: 400 mm.  
Materiale del collettore: Acciaio zincato.  
Lunghezza collettore: circa 100 m (per ogni lato del viadotto).  
Pendenza longitudinale della tubazione: 0.6%.  
Portata: circa 70 l/s.  
Percentuale di riempimento collettore: 46%.
6. **Tratto E-F (da fine viadotto F. Uniti a punto intermedio F di trattamento):**  
Diametro finale del collettore: 800 mm.  
Materiale del collettore: PEAD.  
Lunghezza collettore: circa 1015 m (per ogni lato del rilevato).  
Pendenza longitudinale della tubazione: 0.1%.  
Portata: circa 375 l/s.  
Percentuale di riempimento collettore: 74%.
7. **Tratto F-G (da punto intermedio F di trattamento a canale Arcabologna):**  
Diametro finale del collettore: 800 mm.  
Materiale del collettore: PEAD.  
Lunghezza collettore: circa 1385 m (per ogni lato del rilevato).  
Pendenza longitudinale della tubazione: 0.1%.  
Portata: circa 380 l/s.  
Percentuale di riempimento collettore: 74%.

### 8.3 ACQUE DI PIATTAFORMA IN RETTIFILO – COLLETTORE PRINCIPALE CANALE RETTANGOLARE IN C.A.

Nell'ipotesi 2, descritta sopra, viene ipotizzato di convogliare la portata di prima e seconda pioggia proveniente dalla piattaforma stradale tramite collettore principali di forma rettangolare prefabbricato in c.a. posti al di sotto dell'arginello con grigliato di chiusura.

Utilizzando le formule descritte precedentemente si è potuto determinare il grado di riempimento di tali collettori

principali nei tratti terminali, ovvero subito a monte del punto terminale di recapito, punto in cui defluisce la maggiore portata, che vengono riassunti di seguito:

1. **Tratto A-B (da canale Staggi 1° ramo a canale Staggi 2° e 3° ramo):**  
Larghezza del canale: 1.00 m.  
Materiale del canale: calcestruzzo armato.  
Lunghezza del canale: circa 900 m (per ogni lato del rilevato).  
Pendenza longitudinale del canale: 0.1%.  
Portata: circa 285 l/s.  
Altezza lama d'acqua nel tratto finale di canale: circa 0.40m.
2. **Tratto B-C (da canale Staggi 2° e 3° ramo a canale Lecche):**  
Larghezza del canale: 1.00 m.  
Materiale del canale: calcestruzzo armato.  
Lunghezza del canale: circa 725 m (per ogni lato del rilevato).  
Pendenza longitudinale del canale: 0.1%.  
Portata: circa 245 l/s.  
Altezza lama d'acqua nel tratto finale di canale: circa 0.40m.
3. **Tratto D-C (da fine viadotto F. Uniti a canale Lecche):**  
Larghezza del canale: 1.00 m.  
Materiale del canale: calcestruzzo armato.  
Lunghezza del canale: circa 270 m (per ogni lato del rilevato).  
Pendenza longitudinale del canale: 2.4%.  
Portata: circa 195 l/s.  
Altezza lama d'acqua nel tratto finale di canale: circa 0.30m.
4. **Tratto D<sub>1</sub>-D (viadotto F. Uniti lato Nord):**  
Diametro finale del collettore: 400 mm.  
Materiale del collettore: Acciaio zincato.  
Lunghezza collettore: circa 100 m (per ogni lato del viadotto).  
Pendenza longitudinale della tubazione: 0.6%.  
Portata: circa 70 l/s.  
Percentuale di riempimento collettore: 46%.
5. **Tratto D<sub>1</sub>-E (viadotto F. Uniti lato Sud):**  
Diametro finale del collettore: 400 mm.  
Materiale del collettore: Acciaio zincato.  
Lunghezza collettore: circa 100 m (per ogni lato del viadotto).  
Pendenza longitudinale della tubazione: 0.6%.  
Portata: circa 70 l/s.  
Percentuale di riempimento collettore: 46%.
6. **Tratto E-F (da fine viadotto F. Uniti a punto intermedio F di trattamento):**

Larghezza del canale: 1.00 m.  
Materiale del canale: calcestruzzo armato.  
Lunghezza del canale: circa 1015 m (per ogni lato del rilevato).  
Pendenza longitudinale del canale: 0.1%.  
Portata: circa 375 l/s.  
Altezza lama d'acqua nel tratto finale di canale: circa 0.50m.

**7. Tratto F-G (da punto intermedio F di trattamento a canale Arcabologna):**

Larghezza del canale: 1.00 m.  
Materiale del canale: calcestruzzo armato.  
Lunghezza collettore: circa 1385 m (per ogni lato del rilevato).  
Pendenza longitudinale della tubazione: 0.1%.  
Portata: circa 380 l/s.  
Altezza lama d'acqua nel tratto finale di canale: circa 0.50m.

**8.4 QUANTITÀ ACQUE DI PRIMA PIOGGIA E DIMENSIONI VASCHE DI TRATTAMENTO**

Per il trattamento dell'acqua di prima pioggia sono state inserite n.8 vasche adibite a tale compito individuabili nelle planimetrie della rete di drenaggio in allegato alla presente relazione.

Le portate di prima pioggia da gestire e la relativa dimensione delle vasche vengono riassunte di seguito:

**1. Punto B di trattamento (scarico nel canale Staggi 2° e 3° ramo):**

Riceve portata dal tratto A-B.  
Portata in arrivo al pozzetto scolmatore: circa 285 l/s.  
Portata di prima pioggia da inviare al trattamento: circa 55 l/s.  
Dimensione nominale della vasca di trattamento: n.2 vasche con NS = 65.

**2. Punto C di trattamento (scarico nel canale Lecche):**

Riceve portata dai tratti: B-C, D1-D e D-C.  
Portata in arrivo al pozzetto scolmatore: circa 510 l/s.  
Portata di prima pioggia da inviare al trattamento: circa 65 l/s.  
Dimensione nominale della vasca di trattamento: .2 vasche con NS = 65.

**3. Punto F di trattamento (scarico nel fosso di guardia):**

Riceve portata dai tratti: D1-E e E-F.  
Portata in arrivo al pozzetto scolmatore: circa 445 l/s.  
Portata di prima pioggia da inviare al trattamento: circa 65 l/s.  
Dimensione nominale della vasca di trattamento: 2 vasche con NS = 65.

**4. Punto G di trattamento (scarico nel canale Arcabologna):**

Riceve portata dai tratti: F-G.  
Portata in arrivo al pozzetto scolmatore: circa 380 l/s.  
Portata di prima pioggia da inviare al trattamento: circa 85 l/s.  
Dimensione nominale della vasca di trattamento: .2 vasche con NS = 85.

#### 8.5 PUNTI DI RECAPITO DELLA PORTATA DRENATA

Riassumendo, si possono identificare n.3 punti di recapito delle portate di prima e di seconda pioggia, che vengono di seguito identificati e ne viene quantificato il deflusso che verrà immesso nella rete di canali esistente:

**1. Punto B di recapito nel canale Staggi 2° e 3° ramo:**

Portata totale da recapitare nel canale: circa 570 l/s.

Portata di prima pioggia: circa 110 l/s.

n.2 punti di recapito.

**2. Punto C di recapito nel canale Lecche:**

Portata totale da recapitare nel canale: circa 1'020 l/s.

Portata di prima pioggia: circa 130 l/s.

n.2 punti di recapito.

**3. Punto G di recapito nel canale Arcabologna:**

Portata totale da recapitare nel canale: circa 1'650 l/s.

Portata di prima pioggia: circa 300 l/s.

n.2 punti di recapito.

E' da precisare che la portata in uscita dal punto intermedio F di trattamento (circa 445 l/s su ogni lato del rilevato) viene convogliata al ricettore finale, canale Arcabologna, tramite fosso di guardia al piede del rilevato. Essendo quest'ultimo non rivestito e realizzato in terreno naturale si ritiene che parte di tale portata possa venire dispersa per infiltrazione determinando quindi un valore di scarico nel ricettore inferiore a quanto indicato prima.

Da considerare anche il fatto di un rallentamento dell'onda di piena in arrivo da tale fosso di guardia rispetto alla portata drenata tramite collettore, visto la natura completamente diversa del sistema di canalizzazione.

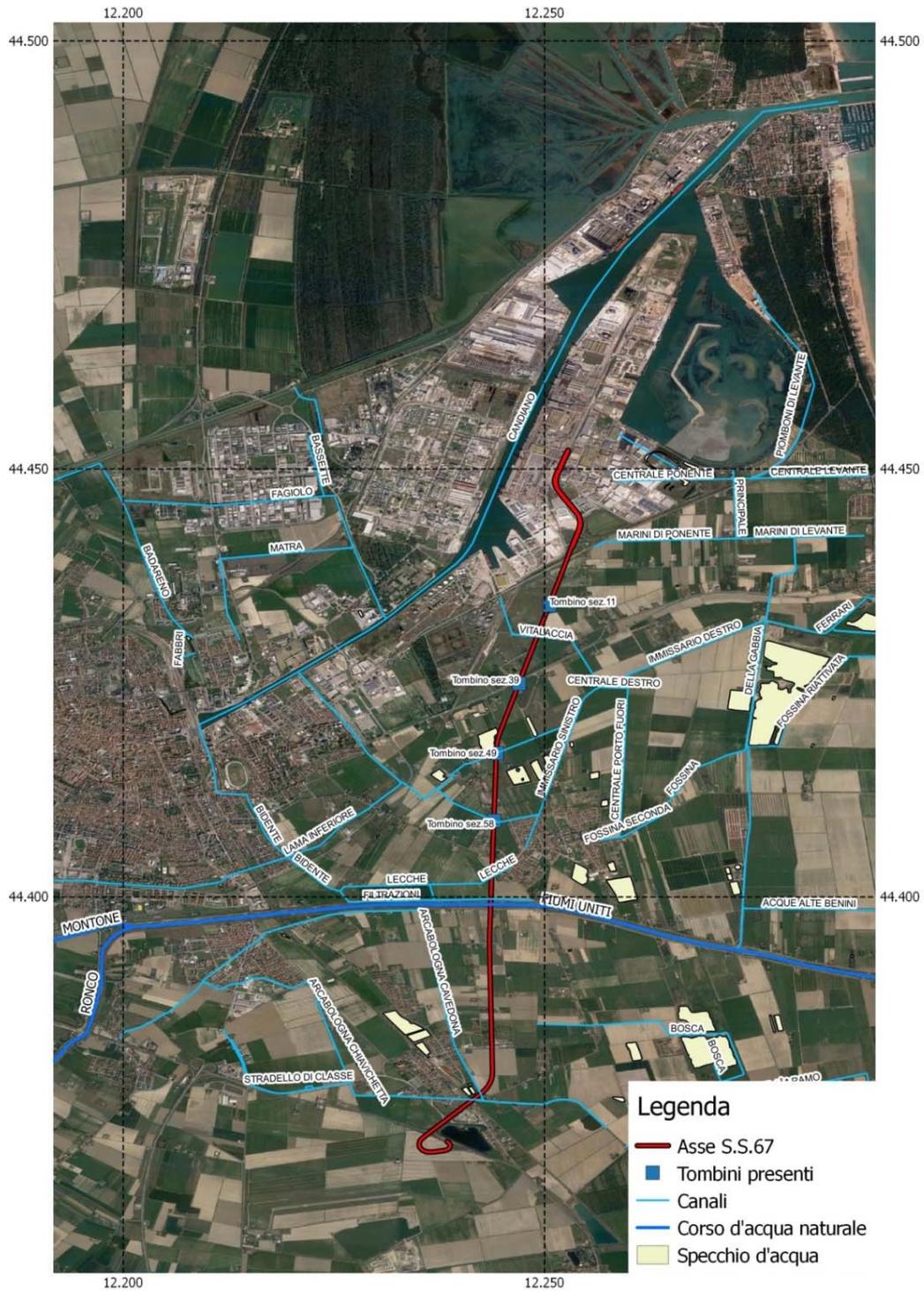
## 9 INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDRAULICO REGIONALE

Oltre alla determinazione degli apporti di pioggia in caso di eventi rilevati si vuole individuare l'interferenza che tale rete viaria determina con la rete idraulica presente nell'area.

Le interferenze rilevanti sono le seguenti:

- Corso d'acqua: Fiumi Uniti, nella parte sud del tratto interessato dall'adeguamento in progetto;
- Canale: Staggia 1° e 2° ramo, nella parte centrale del tratto interessato dall'adeguamento;
- Canale: Vitalaccia, nella parte nord del tratto interessato dall'adeguamento.

Di seguito viene proposta una planimetria di inquadramento dell'area in ambiente Gis in cui si possono osservare queste interferenze attualmente risolte con l'inserimento di scatolari prefabbricati in calcestruzzo armato che sottopassano il rilevato stradale.



**Figura 4:** planimetria d'insieme delle interferenze tra il rilevato stradale oggetto del progetto di adeguamento e la rete di corsi d'acqua naturali ed artificiali.