



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti  
Struttura di Vigilanza sulle Concessionarie Autostradali



AMMODERNAMENTO A N° 4 CORSIE DELLA S.S. 514  
"DI CHIARAMONTE" E DELLA S.S. 194 RAGUSANA  
DALLO SVINCOLO CON LA S.S. 115 ALLO  
SVINCOLO CON LA S.S. 114.

(C.U.P. F12C03000000001)

PROGETTO DEFINITIVO

PARTE GENERALE  
IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione sistema di drenaggio e presidio idraulico dell'infrastruttura

**Il Progettista**

**Supporto specialistico**

Responsabile di progetto ed  
incaricato delle integrazioni tra  
le varie prestazioni:



Ottimizzazione della cantierizzazione  
delle opere



Ing. Santa Monaco - Ordine Ing. Torino 5760H

Ing. Gianmaria De Stavola - Ordine Ing. Venezia 2074

**Consulenze specialistiche**

**Geologo:**

Dott. Geologo Fabio Melchiorri  
Ordine Geologi del Lazio A.P. n 663

**Geotecnica e opere d'arte minori:**

Ing. Antonio Alparone



**Opere d'arte principali:**

Viadotti  
Ing. G. Mondello



Gallerie  
Ing. G. Guiducci



**Opere di mitigazione dell'impatto ambientale:**

Ecosistemi e  
paesaggio



Rumore,  
vibrazioni  
ed atmosfera



RIFERIMENTO ELABORATO

FASE TRILT DISCIPLINA/OPERA DOC Progr. ST. REV.

D01-T100-ID010-1-RI-002-0A 01 DI 01

DATA

GENNAIO '17

SCALA

-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO/CONSULENTE	VERIFICATO	APPROVATO
A	GENNAIO '17	Emissione	E-Farm	De Stavola	Monaco

IL RESPONSABILE  
DEL  
PROCEDIMENTO

IL CONCESSIONARIO

SARC SRL



L'ENTITA' COSTRUTTRICE

VISTO PER ACCETTAZIONE



## INDICE

<b>A</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>B</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>5</b>
B.1	Normative e raccomandazioni.....	5
B.2	Documentazione di riferimento .....	5
B.3	Inquadramento normativo .....	5
<b>C</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO E PRESIDIO IDRAULICO DELL'INFRASTRUTTURA .....</b>	<b>9</b>
C.1	Principi per la definizione del sistema di drenaggio e presidio idraulico dell'infrastruttura .....	9
C.2	Tratti in rilevato.....	16
C.3	Tratti in trincea .....	19
C.4	Tratti in viadotto.....	22
C.5	Tratti in galleria.....	23
C.6	Svincoli e viabilità secondarie .....	24
<b>D</b>	<b>SISTEMA DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA.....</b>	<b>25</b>
<b>E</b>	<b>CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO E PRESIDIO IDRAULICO DELL'INFRASTRUTTURA.....</b>	<b>28</b>
E.1	Rete di raccolta e smaltimento acque di piattaforma e di versante: definizione dei tempi di ritorno di progetto .....	28
E.2	Rete di raccolta e smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di calcolo delle portate di progetto - il metodo razionale.....	29
E.2.1	Coefficiente di deflusso .....	30
E.2.2	Altezza di pioggia .....	30
E.2.3	Tempo di corrivazione .....	32
E.3	Rete di raccolta e smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di dimensionamento e verifica dei dispositivi idraulici.....	32
E.4	Sistema di trattamento delle acque di prima pioggia .....	34
<b>F</b>	<b>DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO E PRESIDIO IDRAULICO DELL'INFRASTRUTTURA.....</b>	<b>40</b>
F.1	Rete di versante .....	40

F.2	Rete di piattaforma asse principale.....	40
F.3	Rete di piattaforma asse principale – Impianto sollevamento .....	41
F.4	Rete di piattaforma svincoli e viabilità secondarie .....	43
F.5	Verifica dei corsi d'acqua sede degli scarichi finali.....	44
<b>G</b>	<b>INDICAZIONI PER LA MANUTENZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>53</b>

## A PREMESSA

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 qualitativo che quantitativo.

Si è adottato il criterio precauzionale di evitare, nelle aree di tutela dei pozzi, qualunque recapito dei flussi provenienti dal ruscellamento sulle piattaforme autostradali.

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.

La scelta progettuale, identica a quella comunemente adottata in questi casi, è di sottoporre a trattamento il ruscellamento della *prima pioggia*, viste le maggiori concentrazioni di inquinanti che lo caratterizzano, e di recapitare direttamente nei corsi d'acqua la *seconda pioggia*. Si segrega, inoltre, 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.

Il sistema di raccolta delle acque di piattaforma a servizio dell'infrastruttura in progetto è stato, dunque, definito in modo tale da raggiungere i seguenti obiettivi:

- 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, individuando interventi di mitigazione, secondo principi di ingegneria naturalistica, atti ad evitare possibili interferenze con i processi geomorfologici in atto;
- garantendo la sicurezza contro la propagazione degli incendi in galleria.

La progettazione dei sistemi idraulici è stata sviluppata garantendo:

- lo smaltimento a gravità delle acque drenate (con un'unica eccezione nel 8<sup>a</sup> lotto);
- accessibilità per manutenzione e gestione d'esercizio delle opere, minimizzando l'interferenza di tali operazioni con il traffico;
- compatibilità del sistema idraulico con le opere autostradali (sicurvia, pali, portali, muri, ecc.)
- durabilità delle opere.

## B RIFERIMENTI NORMATIVI

### B.1 Normative e raccomandazioni

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152;
- Regione Lombardia - Regolamento Regionale del 24 marzo 2006 n. 4.

### B.2 Documentazione di riferimento

- Deliberazione n. 3 / 2010 CIPE;
- Progetto preliminare DG/PF 03/07 Affidamento in concessione delle attività di progettazione, realizzazione e successiva gestione del collegamento viario compreso tra lo svincolo del S.S. 514 « di Chiaramonte » con la S.S. 115 e lo svincolo della S.S. 194 « Ragusana » con la S.S. 114 mediante il ricorso alla finanza di progetto.
- UNI EN 858 Impianti di separazione per liquidi leggeri (per esempio benzina e petrolio);
- "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente" (paragrafo 3.3.1.6), redatte nel 2009 dalla Direzione Generale Progettazione di ANAS

### B.3 Inquadramento normativo

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'eventuale 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.

Al momento della redazione del presente progetto, la Regione Sicilia non ha emanato una specifica Direttiva concernente le acque di prima pioggia.

Si prevede di dotare, comunque, l'intera infrastruttura di un sistema di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di piattaforma di tipo chiuso, in accordo a quanto previsto nel Progetto Preliminare (oggetto del Parere 25 giugno 2009 n. 302 con cui la Commissione tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare ha espresso parere favorevole in ordine alla richiesta di pronuncia di compatibilità ambientale presentata dall'ANAS).

Nel dimensionamento del sistema di raccolta e trattamento delle acque di piattaforma si sono presi a riferimento regolamenti emanati da altre regioni italiane (ad esempio Regione Lombardia - Regolamento Regionale del 24 marzo 2006 n. 4 "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell' articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26"- BURL del 28 marzo 2006 n. 13; 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, DLgs 11 maggio 1999, n.152)"; Regione Emilia - Romagna - Deliberazione della Giunta Regionale 18 dicembre 2006, n.1860 "Linee guida di indirizzo 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"), i quali sono tutti concordi nel definire "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".

La definizione del sistema di raccolta e trattamento delle acque di piattaforma è stata sviluppata, inoltre, in accordo a quanto prescritto, per la fase di progettazione definitiva, dalla Delibera CIPE n.3/2010 di Approvazione del Progetto Preliminare.

Si riportano di seguito le prescrizioni di interesse per il tema in argomento.

#### Prescrizione 10

*"...in aggiunta alle già previste vasche di prima pioggia, ove necessario prevedere accorgimenti progettuali riguardanti l'impermeabilizzazione delle pavimentazioni stradali e il sistema di raccolta e allontanamento delle acque di piattaforma in modo da assicurare il convogliamento delle acque di dilavamento fuori dalle aree di salvaguardia dei pozzi"*

#### Prescrizione 11

*"Dettagliare, per le acque di piattaforma, il dimensionamento e la localizzazione delle opere di raccolta e canalizzazione, dei manufatti di separazione e trattamento e del sistema di trincee e pozzi disperdenti per il recapito finale, nonché le modalità di gestione dei sistemi di trattamento stessi, anche in relazione al verificarsi di condizioni accidentali di sversamento di inquinanti."*

#### Prescrizione 45

*"Verificare, in coordinamento con la stessa Autorità regionale con competenza di Bacino, l'adeguatezza del tempo di ritorno ventennale individuato per le acque di piattaforma, accertando comunque, anche attraverso rilievi di campagna, l'effettiva idoneità agli scarichi idrici dei recettori prescelti, individuando altresì interventi efficaci atti ad evitare possibili"*

*interferenze con i processi geomorfologici in atto, tra cui i fenomeni di creep presenti in aree prossime alle aste fluviali interessate dagli scarichi idrici medesimi."*

## **C DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO E PRESIDIO IDRAULICO DELL'INFRASTRUTTURA**

### **C.1 Principi per la definizione del sistema di drenaggio e presidio idraulico dell'infrastruttura**

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

In considerazione dei principi base sopra descritti, si è operata una separazione fisica tra le acque meteoriche di versante e le acque meteoriche di piattaforma, prevedendo un doppio sistema di drenaggio.

Il primo, costituito essenzialmente da fossi di guardia, è finalizzato alla raccolta ed allo smaltimento delle acque meteoriche interessanti i versanti limitrofi la carreggiata, che vengono incanalate verso i recapiti naturali esistenti.

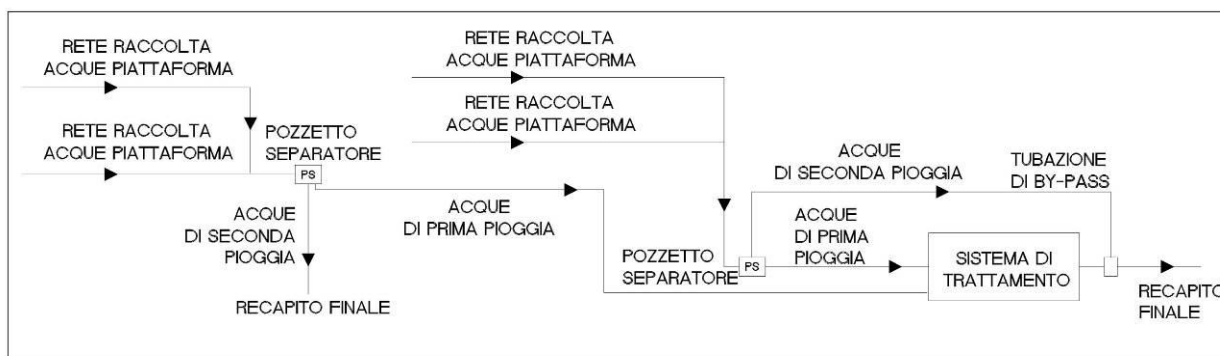
Il secondo, costituito da elementi marginali e canalizzazioni di tipo convenzionale (tubazioni), incanala le acque meteoriche di carreggiata verso precisi punti opportunamente controllati al fine di effettuarne il corretto trattamento. In tali punti terminali della rete di piattaforma è infatti prevista 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. Solo per un tratto in corrispondenza dell'attraversamento della linea ferroviaria Siracusa-Catania (lotto 8) è stato necessario prevedere un impianto di sollevamento a causa della quota dei ricettori.

In particolare, i criteri seguiti per l'ubicazione delle vasche di prima pioggia sono stati:

- posizionamento delle vasche in punti sede 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;

**Figura C.1: schema funzionale sistema di drenaggio e presidio idraulico**



- 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 in progetto (p.e. sottovia, tombini idraulici "superficiali");
- posizionamento delle vasche subito a monte dei viadotti al fine di contenere le dimensioni dei collettori di raccolta delle acque di piattaforma dei viadotti stessi;
- posizionamento delle vasche subito a monte dei tratti in galleria, in ottemperanza a quanto previsto dalle "Linee guida ANAS per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente" (2009);
- in ottemperanza alla prescrizione n.10 della Deliberazione n. 3/2010 CIPE (vedi § B.3), posizionamento dei manufatti in modo tale da non interessare le zone di rispetto dei pozzi e sorgenti destinati al consumo umano, che, in base al comma 6 dell'Art.94 del D.Lgs. 152/2006 hanno "un'estensione di 200 m di raggio rispetto al punto di captazione" (nelle figure seguenti si illustrano i casi degli impianti di trattamento più vicini ad un pozzo o ad una sorgente; la distanza minima è pari a 260 m).

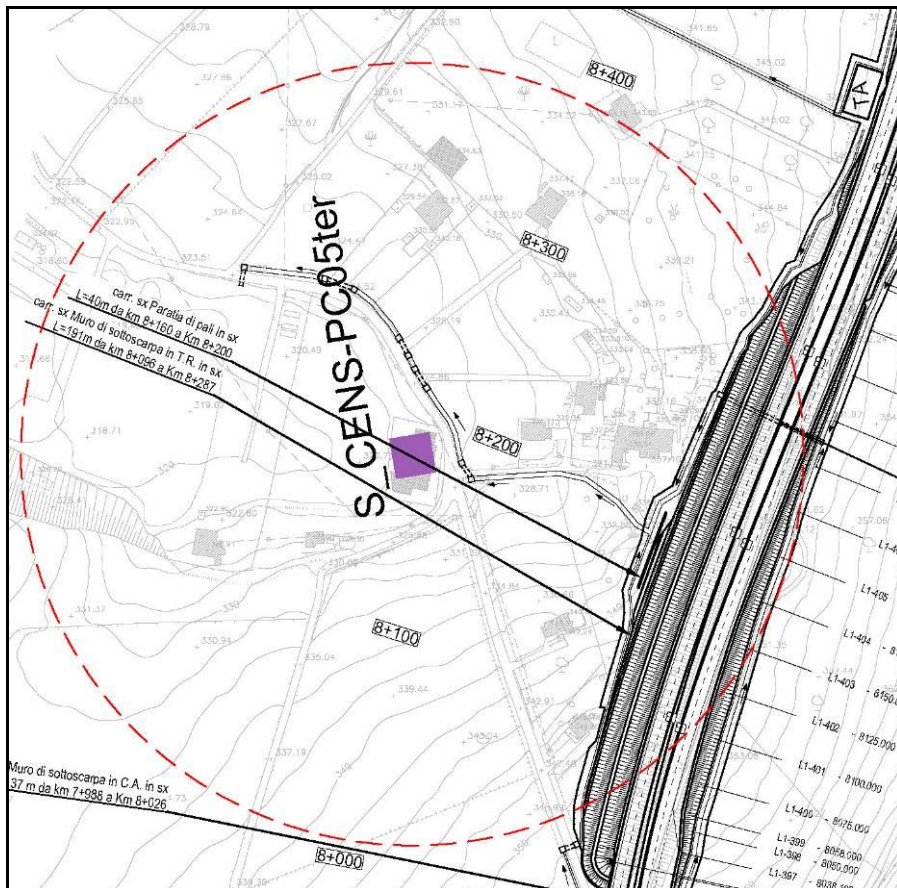
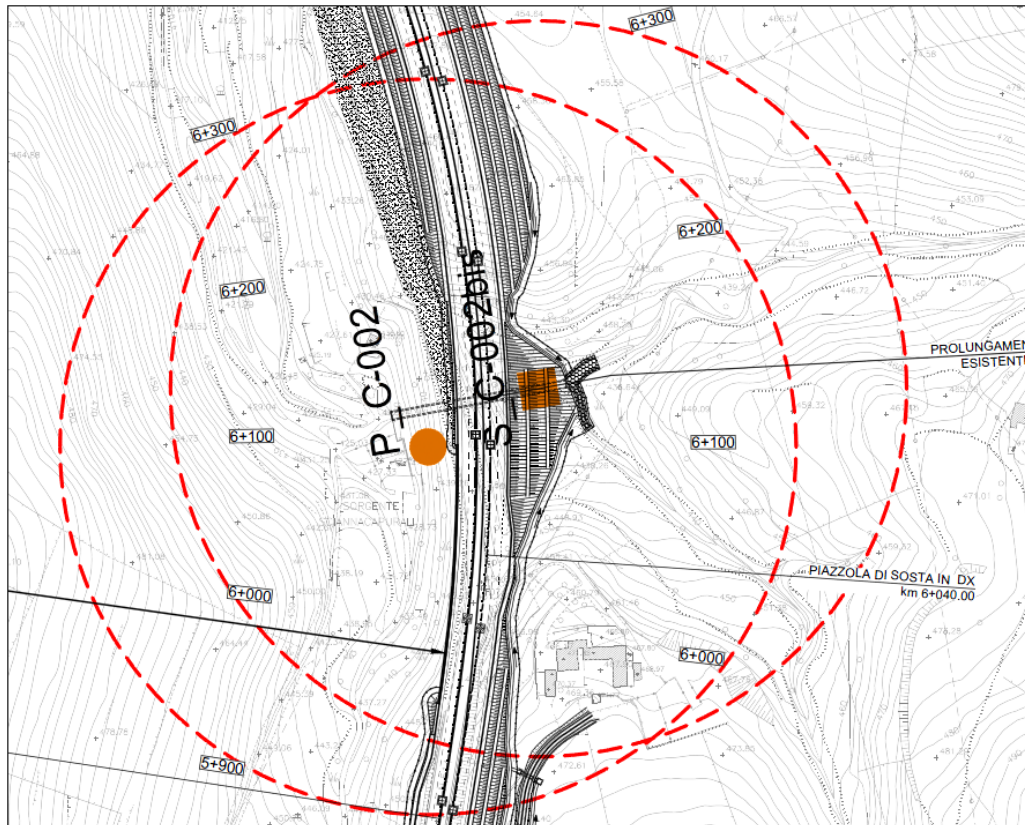
Nell'ambito della progettazione è stata eseguita una attività di censimento dei punti d'acqua (pozzi, sorgenti e piezometri) ricadenti all'interno del corridoio di progetto. Da tale analisi è emersa la presenza di 18 punti d'acqua destinati al consumo umano. Di questi, 8 sono caratterizzati dal fatto che le relative zone di rispetto interferiscono con l'infrastruttura in progetto. E' da sottolineare che, nei tratti in questione, il progetto

prevede l'allargamento di viabilità esistenti e che, dunque, le suddette interferenze sono già attualmente presenti.

Sigla	Sigla	Comune	Tipologia	Interferenza zona di rispetto con tracciato in progetto	Interferenza zona di rispetto con viabilità esistenti
	d'origine				
P_C-001	P2 -Acquedotto Vittoria	Ragusa	Pozzo	Lotto 1 5+600 - 5+900	S.S. 514
S_C-001bis	Sorgente Purgatorio	Ragusa	Sorgente	Lotto 1 3+365 - 3+755	S.S. 514
P_C-002	P1 - Acquedotto Vittoria	Ragusa	Pozzo	Lotto 1 5+900 - 6+300	S.S. 514
S_C-002bis	Sorg. Scannacapurali	Ragusa	Sorgente	Lotto 1 5+930 - 6+325	S.S. 514
P_C-003	P5 - Acquedotto Vittoria	Chiaramonte Gulfi	Pozzo	\	\
P_C-004	P4 - Acquedotto Vittoria	Chiaramonte Gulfi	Pozzo	\	\
P_C-005	P3 -Acquedotto vittoria	Chiaramonte Gulfi	Pozzo	\	\
P_C-005bis	P6 - Acquedotto Vittoria	Ragusa	Pozzo	\	\
S_C-005ter	Captazione Cifali	Chiaramonte Gulfi	Sorgente	Lotto 1 8+040 - 8+300	S.S. 514
P_Ct-075	130	Vizzini	Pozzo	\	\
P_Ct-076	123	Vizzini	Pozzo	\	\
P_Ct-077	123	Vizzini	Pozzo	\	\
P_Ct-078	123	Vizzini	Pozzo	\	\
P_Ct-079	123	Vizzini	Pozzo	\	\
P_Ct-081	178	Vizzini	Pozzo	\	\
P_Ct-083	178	Vizzini	Pozzo	Lotto 6 Rampa 7 Sv. Vizzini	S.P. 28
P_SR-003	G0010/P0003	Francofonte	Pozzo	Lotto 6 11+180 - 11+460	S.S. 194
P_SR-004	G0010/P0002	Francofonte	Pozzo	Lotto 6 11+120 - 11+500	S.S. 194

Nei tratti di interferenza con le suddette aree di salvaguardia, a loro ulteriore garanzia, la rete di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma è stata progettata in modo tale da convogliare le stesse al di fuori delle zone di rispetto, evitando la presenza al loro interno di vasche di prima pioggia e di relativi punti di scarico. In tale modo è evitata qualsiasi possibilità di inquinamento anche in caso di malfunzionamento del sistema di trattamento delle acque di piattaforma.





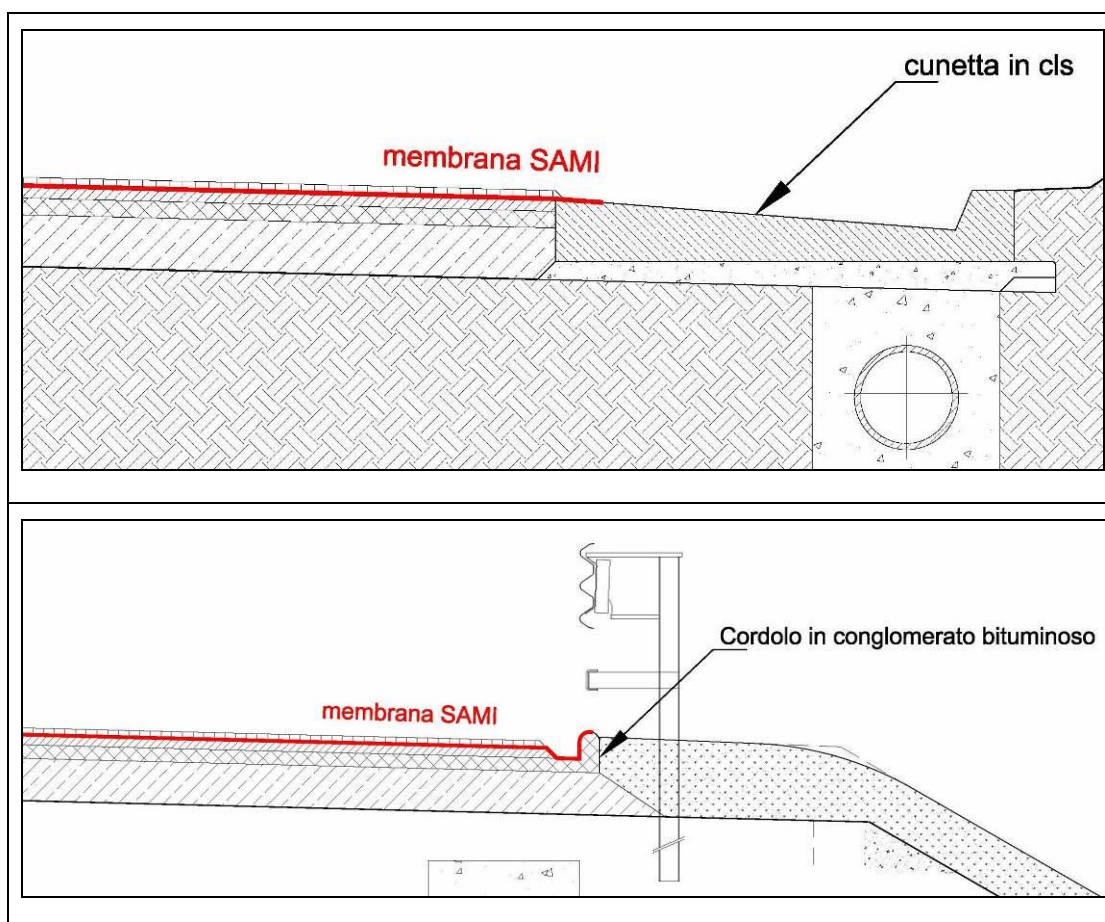




Per quanto riguarda il trattamento delle acque di prima pioggia è stata prevista, sotto il manto d'usura, la realizzazione di una **membrana tipo S.A.M.I.** (*Stress Absorbing Membrane Interlayer*), costituita mediante la spruzzatura a caldo di uno strato di bitume elastomerizzato, dello stesso tipo 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, infatti:

- in trincea sigilla la linea di contatto tra pavimentazione e la cunetta;
- in rilevato ricopre anche il cordolo laterale di conglomerato bituminoso



Di seguito si descrive nel dettaglio il sistema di drenaggio e presidio dell'infrastruttura nelle varie tipologie di sezione stradale.

## C.2 Tratti in rilevato

Nei tratti in rilevato in rettilineo, il sistema di drenaggio avrà le caratteristiche di seguito descritte (si veda tavola D01-T100-ID013-1-TZ-001-0A).

Le acque meteoriche che cadono sulla piattaforma stradale vengono convogliate a bordo banchina in cunette longitudinali formate da cordoli in conglomerato bituminoso.

Ad interasse tale da impedire l'allagamento delle banchine (compreso tra 5 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 al di sotto della barriera di sicurezza.

Le acque raccolte dai pozzetti 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  $SN=8 \text{ kN/m}^2$ , di diametro nominale compreso tra 315 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. 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 interasse massimo pari a 50 m sono disposti pozzetti di ispezione in calcestruzzo dotati di chiusini in ghisa sferoidale classe D400.

In corrispondenza di interferenze trasversali (tombinate, sottovia) all'asse principale che non permettono la posa di tubazioni interrato, è prevista la disposizione a bordo banchina di canalette grigliate prefabbricate in grado di garantire la continuità longitudinale dei flussi.

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



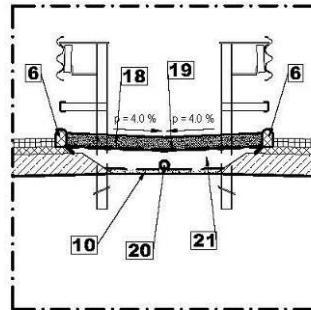
Nei tratti in curva le acque di piattaforma drenano nella parte interna della carreggiata (si veda tavola D01-T100-ID013-1-TZ-001-0A). L'intervento ha caratteristiche simili ai tratti in rettilo:

- Raccolta delle acque di piattaforma mediante cordoli nella parte interna della curva.
- Recapito delle acque al collettore principale posto in corrispondenza dello spartitraffico centrale, mediante caditoie poste ad interasse massimo di 20 m.
- La manutenzione del collettore principale è resa possibile dalla disposizione di pozzetti ad interasse massimo pari a 50 m.



Per lo smaltimento delle acque meteoriche che cadono sulla zona dello spartitraffico, semplicemente inerbita, si prevede una tubazione microfessurata in PVC rigido a scanalature longitudinali di diametro interno 125 mm, rivestita con calza in geotessile posato su un letto di calcestruzzo; il sistema impedisce l'infiltrazione delle acque all'interno del corpo del rilevato (si veda tavola D01-T100-ID013-1-TZ-001-0A).

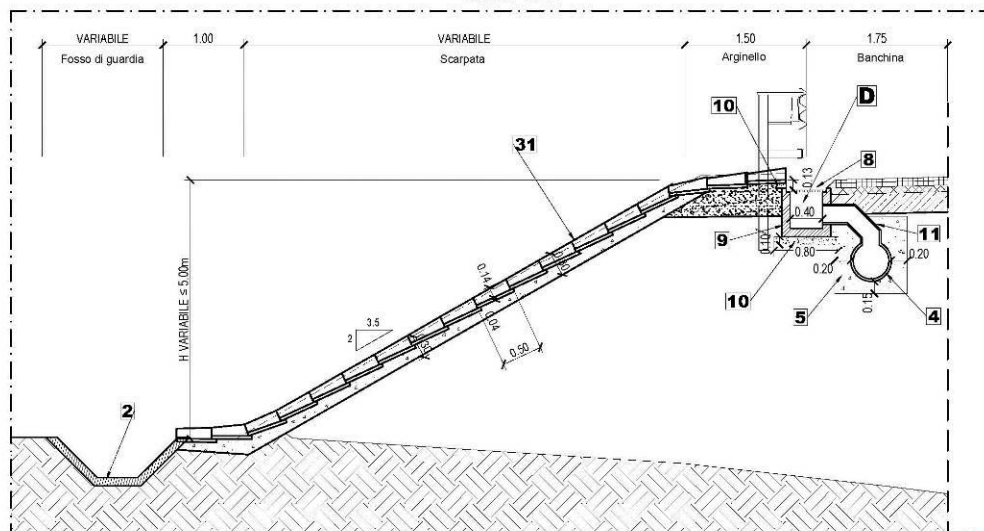
### SEZIONE CORRENTE



Al fine di evitare danni alle scarpate di rilevati, in caso di eventuale mal funzionamento della rete di smaltimento delle acque di piattaforma si realizzano canalette in embrici, ad interasse di circa 100 m e comunque al termine dei tratti in trincea, recapitanti nei fossi di guardia ubicati al piede della scarpata; la quota di sfioro nell'embrice è ad una altezza di 13 cm 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.

### SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE CON EMBRICI ASSE PRINCIPALE

Scala 1:50



La raccolta delle acque di versante è realizzata mediante fossi di guardia a sezione trapezia, rivestiti dove richiesto, posti al piede del rilevato. In alcuni casi isolati, è previsto l'impiego di canali a sezione rettangolare, al fine di contenere l'ingombro a terra.

La continuità della rete dei fossi di guardia sino al recapito finale è garantita da tombini di attraversamento del corpo autostradale a sezione circolare, in calcestruzzo, di diametro pari a

1000, 1500, 2000 mm. In alcuni limitati casi, in cui la modesta altezza del rilevato stradale non permette la disposizione di tombini circolari, sono previsti tombini in c.a. a sezione rettangolare di dimensioni minime 2.00x1.00 m.

Per gli altri attraversamenti in cui è necessario dare continuità laterale alla rete di fossi di guardia (ad esempio in corrispondenza di cavalcavia, rampe di svincolo, attraversamenti di vie secondarie) si è considerato un diametro minimo di 400 mm.

### **C.3 Tratti in trincea**

Nei tratti in trincea (si veda tavola D01-T100-ID013-1-TZ-001-0A) si prevede la disposizione, ai lati delle banchine esterne di ciascuna carreggiata, di cunette di calcestruzzo per il convogliamento longitudinale delle acque di piattaforma e della scarpata di scavo. La cunetta ha geometria rispondente al DM 5-11-2001 norme funzionali a geometriche per la costruzione delle strade – figura 4.3.4.b – cunetta non necessitante di dispositivo di ritenuta.

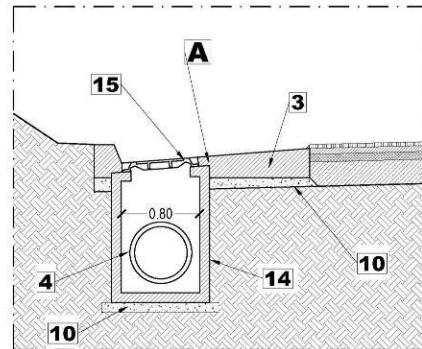
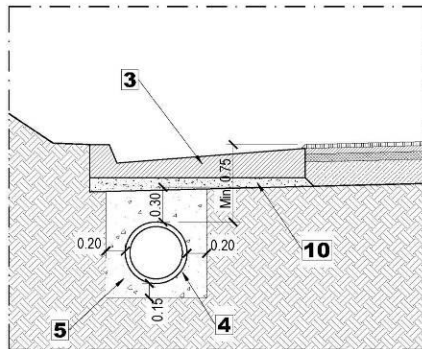
Ad interasse variabile tra 10 e 40 m, è prevista la disposizione di pozzetti di raccolta ed ispezione in calcestruzzo, dotati di caditoie grigliate in ghisa sferoidale Classe D400. Sotto la cunetta viene posizionata infatti una tubazione longitudinale, accompagnata da una seconda tubazione in casi particolari.

I collettori sono tubazioni in polietilene, corrugate esternamente e con parete interna liscia, realizzate per coostruzione a doppia parete, di classe di rigidità  $SN=8 \text{ kN/m}^2$ , di diametro nominale compreso tra 315 mm e 1000 mm. La posa in opera dei collettori avviene mediante scavo a sezione obbligata e successiva realizzazione del letto di posa, del rinfianco e del rinterro mediante materiale granulare arido ben costipato.

Ove possibile (pendenze accentuate, ridotta area drenata) il flusso longitudinale è assegnato alla sola cunetta alla francese senza ricorso al collettore interrato.

Alla fine dei tratti in trincea la cunetta laterale è sempre collegata, anche tramite embrici, alla rete di drenaggio superficiale esistente oppure alla rete di fossi di progetto, in modo da recapitare all'esterno della piattaforma stradale eventuali deflussi in eccesso derivanti da un mal funzionamento del sistema di caditoie e tubazioni.

**SEZIONE CORRENTE** **POZZETTO DI ISPEZIONE E DI RACCOLTA**  
**ACQUE DI PIATTAFORMA**  
**SEZIONE**



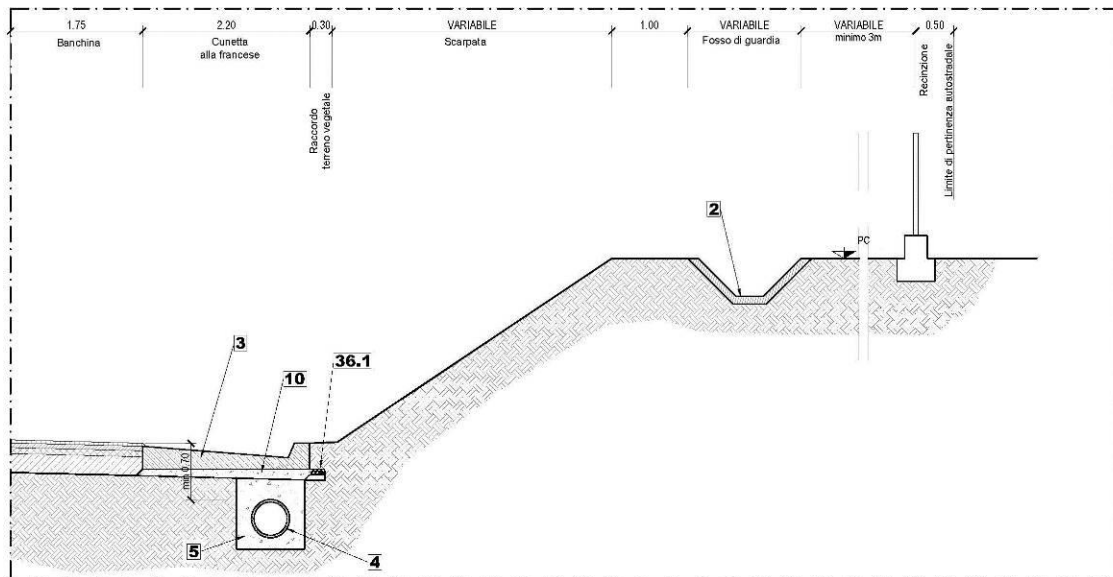
Per i tratti in curva e per la zona dello spartitraffico vale quanto detto nel paragrafo precedente.

Il recapito finale del sistema di drenaggio della piattaforma è costituito dal sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

Un fosso di guardia, rivestito ove richiesto è posto in testa allo scavo della trincea.

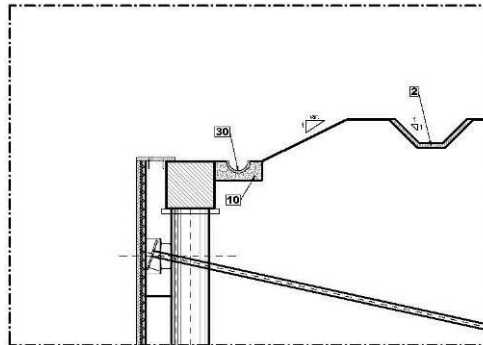
**SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE DI VERSANTE - ASSE PRINCIPALE**  
**SEZIONE TIPO IN TRINCEA**

Scala 1:50



**SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE IN CORRISPONDENZA  
 DI PARATIA DI PALI**

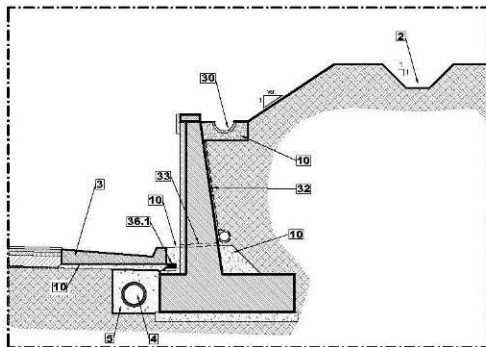
Scala 1:50



In testa alle paratie di pali, ai muri di controripa ed ai muri di sottoscarpa, le acque di versante sono raccolte mediante mezzi tubi D=400 mm in cls.

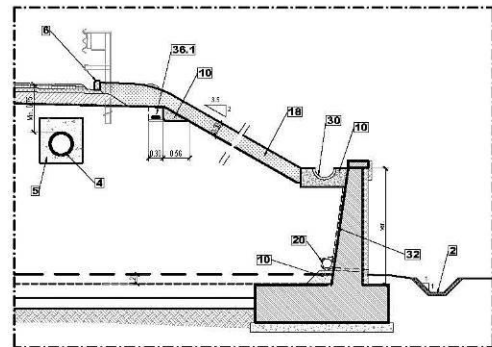
**SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE IN CORRISPONDENZA  
 DI MURO DI CONTRORIPA**

Scala 1:50

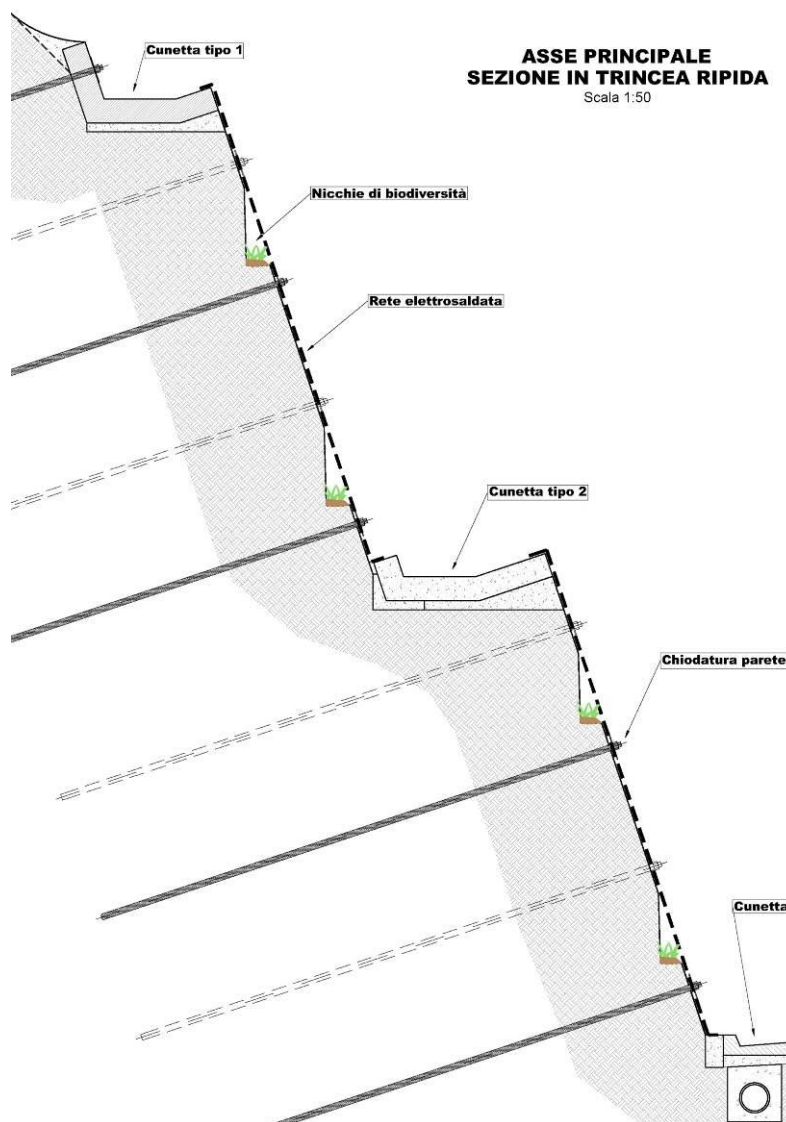


**SISTEMA DI RACCOLTA ACQUE IN CORRISPONDENZA  
 DI MURO DI SOTTOSCARPA**

Scala 1:50



Nei tratti in trincea con presenza di versanti ripidi protetti da chiodatura e rete elettrosaldata, si realizzano cunette in calcestruzzo per il convogliamento delle acque di versante.



#### C.4 Tratti in viadotto

In corrispondenza dei viadotti i drenaggi sono raccolti internamente al cordolo; lo smaltimento è, quindi, garantito da un sistema di caditoie grigliate 25x25 cm poste ad interasse massimo di 20 m che convogliano le acque meteoriche, tramite tubazioni in acciaio di diametro 200 mm, in tubazioni di acciaio (di diametro compreso tra 300 mm e 400 mm) che corrono al di sotto della soletta, ancorate mediante staffe di acciaio zincato (si veda tavola D01-T100-ID013-1-TZ-002-0A).

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 che l'acqua di piattaforma del tratto di monte non interessi la rete a servizio del viadotto. Il recapito del sistema di raccolta è il sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.

## C.5 Tratti in galleria

Il progetto evita il collettamento all'interno della galleria di drenaggi di piattaforma raccolti a monte, in tratti stradali esterni alla galleria.

In accordo a quanto previsto dalle "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle Gallerie Stradali secondo la normativa vigente" (paragrafo 3.3.1.6), redatte nel 2009 dalla Direzione Generale Progettazione di ANAS, il sistema di drenaggio della piattaforma stradale in galleria garantisce la rapida intercettazione e l'allontanamento dei liquidi defluenti in carreggiata, siano essi oli e liquidi infiammabili originati da sversamenti accidentali, reflui dei lavaggi, reflui dell'impianto antincendio, acque di percolazioni o infiltrazione, nonché acque meteoriche in prossimità degli imbocchi.

La rete idraulica di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma è separata dal sistema di raccolta dei drenaggi a tergo del rivestimento definitivo, con collettori disposti in prossimità dei margini della carreggiata al fine di agevolare le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

In particolare la rete idraulica di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma è costituita da pozzetti tagliafuoco in conglomerato cementizio vibrato, i quali impediscono la propagazione della fiamma, e da tubazioni in PVC, di diametro nominale 315 mm, rinfiacati con calcestruzzo. I pozzetti sono disposti ad interasse 25 m. Tale rete trova esito in una vasca di intercettazione e accumulo di capacità pari a 50 mc (36 mc di sversamento di una autobotte e 14 mc di acque di lavaggio).

Separato dalla rete di raccolta delle acque di piattaforma, il sistema di raccolta dei drenaggi a tergo del rivestimento definitivo, è costituito da:

- impermeabilizzazione realizzata con guaine in PVC, con sottostante strato di compensazione in geotessile non tessuto a filo continuo;
- tubi longitudinali di drenaggio al piede in PVC microfessurato del diametro 150 mm;
- tubi trasversali in PVC, di diametro nominale 150 mm di connessione ai collettori principali;

- collettori principali in PVC, di diametro nominale 315 mm, rinfiacati con calcestruzzo di classe di resistenza C10/15;
- pozzetti di ispezione, ad interasse 25 m, di dimensioni interne 40x40 cm.

E' prevista, infine, la disposizione di una tubazione in cemento a giunti aperti, per il drenaggio di fondo dell'arco rovescio.

## **C.6 Svincoli e viabilità secondarie**

In corrispondenza degli svincoli, la rete di raccolta delle acque di piattaforma viene di norma collegata a quella dell'asse principale. Dove ciò non risulta possibile per vincoli altimetrici, per le rampe in rilevato le acque di piattaforma sono allontanate mediante embrici e recapitate a fossi di guardia a sezione trapezia. Per le rampe in trincea il sistema è analogo a quello sopra descritto in relazione all'asse principale (cunette alla francese, laddove necessario pozzetti di raccolta in calcestruzzo).

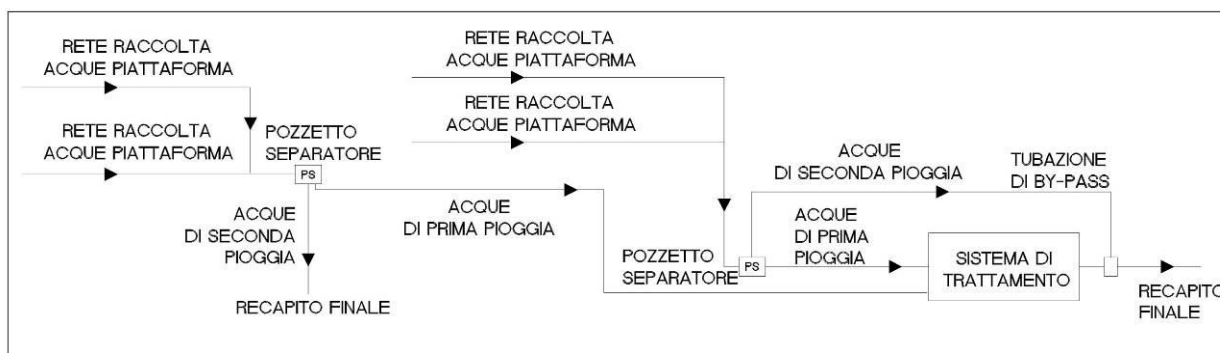
Per le viabilità secondarie la rete di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma e di versante è realizzata mediante fossi di guardia in terra, in analogia alla rete esistente. Nei tratti in rilevato le acque di piattaforma sono recapitate ai fossi mediante embrici; nei tratti in trincea sono utilizzate cunette alla francese e, ove necessario, tubazioni in PEAD. Nel caso in cui le strade secondarie siano poste subito a monte del tracciato autostradale, si realizza un sistema di tombini di attraversamento allo scopo di ridurre le portate che raggiungono il fosso di guardia in terra a monte della strada.

In corrispondenza ai sottovia le acque sono allontanate a gravità mediante tubazioni in PEAD D=315 mm poste ai cigli della strada. Nei casi in cui sono presenti punti di minimo della viabilità all'interno dei sottovia, le acque vengono smaltite mediante tubazione in PEAD esterna al sottovia a partire dal punto di minimo.

## D SISTEMA DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

La rete di tubazioni delle piattaforme autostradali scarica in sistemi di trattamento in continuo dei drenaggi e di segregazione dell'onda nera degli sversamenti accidentali, funzionanti a gravità, con un'unica eccezione nel lotto 8, in corrispondenza del sottopasso RFI.

**Figura D.1: schema funzionale sistema di drenaggio e presidio idraulico**



Il sistema 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. Nei tratti dell'infrastruttura in cui, al fine di ridurre l'entità delle portate recapitate al ricettore finale, è previsto un secondo pozzetto separatore, le acque di prima pioggia sono trasferite da questo al sistema di dissabbiatura / disoleazione mediante tubazioni in PEAD di diametro nominale 315 - 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 (olii) 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 fluido-dinamico 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. Tale 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 autobotte 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 varie tipologie di vasche di trattamento delle acque di piattaforma stradale (NS compreso tra 20 e 300) a seconda delle portate in ingresso.

## **E CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO E PRESIDIO IDRAULICO DELL'INFRASTRUTTURA**

### **E.1 Rete di raccolta e smaltimento acque di piattaforma e di versante: definizione dei tempi di ritorno di progetto**

Il dimensionamento di un sistema di drenaggio autostradale, come di ogni opera idraulica, dipende in prima analisi dalla definizione del cosiddetto rischio d'insufficienza che dovrà caratterizzare l'opera stessa durante la fase di esercizio; tale rischio fissa la frequenza probabile che si possano manifestare eventi estremi più gravosi di quelli compatibili con le caratteristiche idrauliche dell'opera, e quindi con portate e/o volumi complessivi maggiori di quelli previsti, con conseguenti esondazioni, ristagni d'acqua ed in ultima analisi danni a cose e persone.

Di conseguenza nei calcoli di verifica e/o dimensionamento occorre preliminarmente stabilire quale rischio di insufficienza si voglia accettare. In altri termini occorre fissare il valore del tempo di ritorno  $T$  di progetto, definito come il numero di anni che mediamente intercorre 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 dell'infrastruttura;
- 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, si può differenziare il valore del tempo di ritorno da adottare in relazione alla funzione dell'elemento (raccolta, convogliamento e recapito).

Gli elementi di raccolta (cunette bordo banchina, caditoie) sono dimensionati con tempi di ritorno pari a 25 anni, in quanto un loro malfunzionamento comporta disfunzioni locali.

Gli elementi di convogliamento (fossi di guardia e collettori) sono dimensionati con tempo di ritorno maggiore, pari a 50 anni, in quanto un loro malfunzionamento comporta disfunzioni che si ripercuotono anche a monte.

Gli elementi di recapito (tombini) sono dimensionati con tempo di ritorno ancora maggiore, pari a 100 anni in quanto possono supplire, in parte, all'insufficienza idraulica del sistema di convogliamento.

Per il dimensionamento della rete di drenaggio a servizio della viabilità secondaria è stato assunto un tempo di ritorno pari a 25 anni.

E' da sottolineare che, come prescritto dalla Delibera CIPE n.3/2010 (prescrizione 45), i tempi di ritorno di progetto sono stati incrementati rispetto a quanto assunto in fase di progettazione preliminare (in cui risultava pari a 20 anni per tutti gli elementi di raccolta e smaltimento).

## **E.2 Rete di raccolta e smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di calcolo delle portate di progetto - il 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 procedura 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:

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

dove:

- c = coefficiente di deflusso del bacino;
- h = altezza massima di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione (mm);
- S = superficie del bacino (km<sup>2</sup>);
- t<sub>c</sub> = tempo di corrivazione del bacino (ore).

### E.2.1 Coefficiente 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  $c = 1,00$ ;
- rilevati, trincee  $c = 0,70$ ;
- spartitraffico  $c = 0,30$ ;
- restanti aree  $c = 0,51$  per  $Tr = 50$  anni;  
 $c = 0,54$  per  $Tr = 100$  anni.

Quest'ultimo valore è stato desunto da Chow, V.T.; Maidment, D.R.; Mays, L.W. "Applied Hydrology", McGraw-Hill Book Company, 1988 ed è valido per aree occupate da coltivazioni, caratterizzate da pendenze maggiori del 7%; sono queste le condizioni peggiori che si hanno nel presente studio.

### E.2.2 Altezza di pioggia

Come ampiamente descritto nella "Relazione idrologica" (elab. D01-T100-ID010-1-RO-001-0A), cui si rimanda, la definizione delle curve di possibilità pluviometrica relative al territorio di interesse per l'infrastruttura in progetto è eseguita attraverso due distinte procedure:

- la prima è derivata dal progetto VA.PI. sulla Valutazione delle Piene in Italia, sviluppato dalla Linea 1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del Consiglio Nazionale delle Ricerche; esso ha per obiettivo la regionalizzazione delle piogge intense su tutto il territorio nazionale secondo criteri omogenei. In particolare è stato preso a riferimento lo studio condotto nella Regione Sicilia (Cannarozzo M., D'Asaro F., Ferro V. "Valutazione delle piene in Sicilia" CNR-GNDICI, Palermo, 1993);
- la seconda è stata sviluppata dall'Assessorato Regionale al Territorio e Ambiente della Sicilia nell'ambito della redazione del "Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico delle Regione Siciliana" (2004).

Entrambe le metodologie utilizzano relazioni monomie a due parametri del tipo:

$$h = a d^n$$

con  $h$  = altezza di precipitazione;

$d$  = durata;



$a, n$  = parametri caratteristici della curva.

Tali relazioni presentano l'inconveniente di fornire valori di intensità di pioggia tendenti all'infinito per le basse durate. A questa incongruenza si è ovviato considerando per  $a$  valori diversi per i vari campi di applicazione: un valore per l'intervallo 1-24 ore e un altro, maggiore, per durate inferiori all'ora.

Nella stima delle portate utili al dimensionamento della rete di smaltimento delle acque di piattaforma e di versante, a favore di sicurezza, è stata assunta quale curva di caso critico di progetto quella derivante dall'applicazione di ciascuna metodologia a cui corrispondono le maggiori altezze di pioggia.

Dalle analisi emerge che le curve di possibilità pluviometrica derivanti dall'applicazione della metodologia VA.PI. risultano maggiormente cautelative nel tratto iniziale dell'infrastruttura in progetto (fino al km 8+740 del Lotto 5); successivamente si ottengono altezze di pioggia maggiori applicando la metodologia del P.A.I..

Per tali ragioni il tracciato è stato discretizzato in 7 tratti; nei primi 3, per il dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma e di versante, vengono utilizzate le curve di possibilità pluviometrica derivanti dall'applicazione della metodologia VA.PI.; per le restanti si utilizzano quelle relative alla procedura definita nel P.A.I..

**Tabella E-1: curve di possibilità pluviometrica per il dimensionamento del sistema di smaltimento delle acque di piattaforma e di versante**

Tratto	Progr. Iniz.	Progr. Fin.	a(25)	a(50)	a(100)	n ( $d \leq 1$ ora)
	(km)	(km)	(mm)	(mm)	(mm)	
1	L.1 - 0+000	L.1 - 7+600	61.22	70.96	80.69	0.386
2	L.1 - 7+600	L.4 - 2+950	57.40	66.52	75.64	0.386
3	L.4 - 2+950	L.6 - 8+740	53.57	62.09	70.60	0.386
4	L.6 - 8+740	L.7 - 4+760	56.58	64.25	71.87	0.386
5	L.7 - 4+760	L.8 - 0+400	61.56	70.30	78.98	0.386
6	L.8 - 0+400	L.8 - 6+600	67.93	77.58	87.15	0.386
7	L.8 - 6+600	L.8 - 8+356	79.12	91.23	103.25	0.386

### E.2.3 Tempo di corrivazione

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

$$t_c = t_a + t_r \text{ [ore]}$$

con

- $t_a$  = tempo di accesso alla rete;
- $t_r = \sum_i \frac{L_i}{3600 \cdot V_i}$  = tempo di rete, pari alla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso idraulico più lungo.

Per il dimensionamento della rete di smaltimento delle acque di versante il tempo di accesso alla rete è valutato mediante la relazione di Viparelli  $t_a = \frac{L}{v} = \frac{L}{1 \cdot 3600}$  [ore] in cui L è la lunghezza del percorso idraulico più lungo necessario perché l'acqua meteorica raggiunga l'estremo di monte della rete dei fossi di guardia. L'aver assunto una velocità di corrivazione pari a 1 m/s risulta essere fortemente cautelativo in quanto trattasi di un deflusso diffuso.

Per il dimensionamento della rete di smaltimento delle acque di piattaforma il tempo di accesso alla rete è assunto pari a 5 minuti; si evidenzia che viene adottato un manto drenante, che crea un'isteresi al ruscellamento.

Il tempo di rete è calcolato, in prima approssimazione, considerando una velocità di scorrimento  $V_i=1,00$  m/s; in base a tale valore si calcola la portata di progetto. Si può quindi determinare, in moto uniforme (vedi paragrafo E.3), la velocità di scorrimento del collettore così da calcolare un nuovo tempo di rete. Tale procedura iterativa ha termine quando le differenze tra i risultati relativi a due passi successivi sono trascurabili.

### E.3 Rete di raccolta e smaltimento acque di piattaforma e di versante: metodologia di dimensionamento e verifica dei dispositivi idraulici

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:

$$Q = K_s R_H^{2/3} A i^{1/2} (m^3 / s)$$

dove:

$Q$  = portata di progetto ( $m^3/s$ );

$K_s$  = coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler ( $m^{1/3}/s$ );

$A$  = area della sezione bagnata ( $m^2$ );

$R_H$  = raggio idraulico (m);

$i$  = pendenza motrice coincidente con la pendenza del fondo (m/m).

Il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler è stato assunto pari a:

- $70 m^{1/3}/s$  per tutti i manufatti realizzati in cls (fossi di guardia rivestiti, cunette francesi, canalette grigliate, tombini di raccordo dei fossi di guardia);
- $85 m^{1/3}/s$  per le tubazioni in PEAD ed in acciaio;
- $30 m^{1/3}/s$  per i fossi di guardia non rivestiti e per i fossi naturali, sede degli scarichi finali.

Il dimensionamento degli elementi è avvenuto garantendo gradi di riempimento non superiori a quelli riportati della seguente tabella.

**Tabella E-2: tempo di ritorno e grado di riempimento massimo dispositivi costituenti la rete di raccolta delle acque di piattaforma e di versante**

Dispositivo	Tr	Grado di riempimento
	(anni)	(%)
<b>Autostrada</b>		
Fossi di guardia	50	80
Tombini di raccordo	100	70
Collettori rete di smaltimento	50	70
Cunetta francese	25	100
Canaletta grigliata	25	80
<b>Strade secondarie e svincoli</b>		
Fossi di guardia	25	80
Tombini di raccordo	25	70
Collettori rete di smaltimento	25	70
Cunetta francese	25	100
Canaletta grigliata	25	80

#### E.4 Sistema di trattamento delle 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 E.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 E.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):

$$NS = (Q_{pp} + f_x Q_s) f_d$$

dove:

- NS rappresenta la dimensione nominale del separatore;

- $Q_{pp}$  la portata massima dell'acqua di prima pioggia in l/s;
- $Q_s$  la portata massima delle acque reflue in l/s;
- $f_x$  il fattore di impedimento che dipende dalla natura dello scarico;
- $f_d$  il fattore di massa volumetrica del liquido leggero in oggetto.

Poiché gli impianti in studio trattano solo acqua piovana, si ha  $Q_s = 0$  e quindi la precedente relazione diventa:

$$NS = Q_{pp} \cdot f_d$$

Per quanto riguarda il valore da assegnare al coefficiente  $f_d$ , essi sono riportati in Tabella E.4 in funzione di alcuni particolari inquinanti e della tipologia di disoleatore.

Il disoleatore previsto in progetto è del tipo S II I P essendo composto in serie da un sedimentatore, da un disoleatore di classe I e da un disoleatore di classe II.

Dall'analisi della Tabella E.4, si osserva che il coefficiente  $f_d$ , per un disoleatore di tipo S II I P, è sempre pari ad 1; pertanto la dimensione nominale del disoleatore è pari alla portata massima che lo stesso può trattare.

**Tabella E.4: valore da assegnare al coefficiente di massa volumetrica  $f_d$  (UNI EN858-2)**

prospetto A.1

Liquido leggero	Massa volumica a temperatura da 15 °C a 20 °C (g/cm <sup>3</sup> )	Separabilità	$f_d$			Osservazioni	
			S-II-P	S-I-P	S-II-I-P	Solubilità massima in acqua in particolari condizioni	Altro
Amilacetato di acido acetico	0,876	Si	2	1,5	1	2,5 g/l	a)
Etilestere di acido acetico (Etilacetato)	0,9	Limitata	3	2	1	86,0 g/l	Dopo un certo tempo, decomposizione in acido acetico e acqua
Metilacetato di acido acetico	da 0,930 a 0,934	Limitata	3	2	1	292 g/l	a) particolarmente in vani chiusi
n-butil estere dell'acido acetico	0,876	Limitata	2	1,5	1	7 g/l	Dopo un certo tempo, decomposizione in acido acetico e acool etilico
Acetone	0,791	No	-	-	-	Illimitata	-
Olio d'ambra	0,8	Si	1	1	1	-	-
Alcool amilico	0,815	Limitata	1	1	1	27 g/l	Miscela con acqua dannose
Benzene	0,87	Si	2	1,5	1	1,8 g/l	a)
Alcool butilico	0,81	Limitata	1	1	1	90 g/l	a)
Olio di catrame	da 0,86 a 0,89	Si	2	1,5	1	0,2 g/l	-
Olio di cresolo	1,03	No	-	-	-	20 g/l	-
Cicloesano	0,968	No	-	-	-	56,7 g/l	-
Cicloesano	da 0,778 a 0,779	Si	1	1	1	Quasi insolubile	a)
Decalina (decaidro-naftalene)	da 0,870 a 0,896	Si	2	1,5	1	Quasi insolubile	-
Olio combustibile, gasolio	0,85	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-
Dietil etere	0,714	Limitata	1	1	1	75 g/l	Emissione di gas di dietil etere
Diossano	0,10306	No	-	-	-	Illimitata	a) In caso di concentrazione elevata
Alcool etilico	0,789	No	-	-	-	Illimitata	a) In caso di concentrazione elevata
Etilbutirrato (n-etiletere di acido butirrico)	0,879	Limitata	2	1,5	1	6,2 g/l	a)
Etilmetilchetone	0,805	No	-	-	-	Ben solubile	-
Etilestere di acido formico	da 0,919 a 0,921	Limitata	3	2	1	110 g/l	a)
Metilestere di acido formico	da 0,969 a 0,971	Limitata	3	2	1	3 000 g/l	a)
Olio combustibile, extra leggero	<0,86	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-
Olio combustibile, leggero	0,87	Si	2	1,5	1	-	-
Olio combustibile, medio	0,92	Si	3	2	1	-	-
Olio combustibile, pesante	da 0,94 a 0,99	Limitata fino a =0,96 g/cm <sup>3</sup>	3	2	1	Quasi insolubile	-
Benzina pesante	da 0,70 a 0,75	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-

prospetto A.1 (Continua)

Liquido leggero	Massa volumica a temperatura da 15 °C a 20 °C (g/cm <sup>3</sup> )	Separabilità	$f_d$			Osservazioni	
			S-II-P	S-I-P	S-II-I-P	Solubilità massima in acqua in parti- colari condizioni	Altro
Eptano	0,684	Si	1	1	1	Quasi insolubile	a)
Esano	0,659	Si	1	1	1	Quasi insolubile	a)
Alcool isoamilico	0,813	Limitata	1	1	1	30 g/l	
Alcool isobutilico	0,806	Limitata	1	1	1	95 g/l	a) in giornate calde
Alcool isopropilico	0,785	No	-	-	-	Illimitata	a)
Cherosene (benzina per aviazione)	0,8	Si	1	1	1	-	a) Se esposto alle radiazioni solari
Olio leggero → olio combustibile, leggero							
Benzina leggera → benzina							
Olio di catrame da lignite → olio di catrame							
Olio lubrificante	da 0,89 a 0,9	Si	2	1,5	1	Quasi insolubile	-
Alcool metilico	da 0,790 a 0,791	No	-	-	-	Illimitata	a)
Metilcicloesano	da 0,91 a 0,94	Si	3	2	1	-	-
Olio di trementina	da 0,86 a 0,87	Si	2	1,5	1	-	a) in caso di tempe- rature più elevate
Olio di paraffina	da 0,88 a 0,94	Si	3	2	1	Quasi insolubile	-
Pentano	da 0,625 a 0,626	Si	1	1	1	0,36 g/l	a)
Benzina, miscela di marche	da 0,77 a 0,79	Si	1	1	1	-	a)
Benzina di marca	da 0,68 a 0,75	Si	1	1	1	-	a)
Benzina per auto da gara	0,78	Si, ma controllare la formula	1	1	1	-	a)
Petrolio	0,8	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-
Olio di pino → olio di trementina							
Etilestere di acido propionico	da 0,889 a 0,891	Si	2	1,5	1	22 g/l	a)
Alcool propilico	0,804	No	-	-	-	Illimitata	-
Propilbutirrato	0,88	Si	2	1,5	1	≈0,3 g/l	-
Tetralina (tetraidronaftalene)	da 0,967 a 0,969	Limitata	3	2	1	-	-
Benzina per prove e collaudi	da 0,764 a 0,794	Si	1	1	1	Quasi insolubile	-
Toluene	da 0,866 a 0,867	Si	2	1,5	1	Quasi insolubile	a)
Carburante per autotrazione → gasolio e petrolio							
Olio per trasformatori (oli di isolamento) - non contenenti PCB - contenenti PCB PCB = policlorobifenili	≈0,82	Si No	1 -	1 -	1 -	-	-
Xilene	da 0,862 a 0,875	Si	2	1,5	1	0,2 g/l	a)

a) Possibile formazione di atmosfera esplosiva sopra il livello dell'acqua.

Gli impianti di separazione devono comprendere, inoltre, un sedimentatore, in forma di unità separata o come parte integrante del separatore, il cui volume può essere stabilito come indicato nella Tabella E.5.

**Tabella E.5: dimensionamento del sedimentatore**

Quantità di fango		Volume minimo del sedimentatore
Nessuna	• condensato	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	$\frac{100 NS}{f_d}$
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	$\frac{200 NS}{f_d}$
Elevata	• impianti di lavaggio per veicoli da cantiere, macchine da cantiere, macchine agricole • aree di lavaggio autocarri • autolavaggi automatici, vale a dire self-service	$\frac{300 NS}{f_d}$

Il caso in esame ricade nell'ambito di "quantità di fango ridotta" e, dunque, il volume minimo del sedimentatore risulta pari a  $100 NS / f_d$ .

Per quanto riguarda le tubazioni di raccordo dei vari componenti il sistema di trattamento, il punto 6.3.5) della norma stabilisce i seguenti diametri nominali minimi, in funzione del valore NS del disoleatore.

**Tabella E.6: diametri nominali minimi delle tubazioni di raccordo**

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 evidenziato nel paragrafo B.3, la Normativa vigente 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 superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate ed a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate”.

Il calcolo della portata di prima pioggia, corrispondente alla taglia NS del sistema di trattamento da adottare, è condotto, perciò, applicando la seguente relazione

$$Q = NS = \frac{chS}{60 \cdot t_c} = \frac{(1.0 \cdot S_{imp} + 0.3 \cdot S_{perm}) \cdot 5}{60 \cdot 15} (l/s)$$

dove:

$S_{perm}$  = area del bacino occupato da superfici impermeabili (m<sup>2</sup>);

$S_{imp}$  = area del bacino occupato da superfici permeabili (m<sup>2</sup>).

## **F DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE COSTITUENTI IL SISTEMA DI DRENAGGIO E PRESIDIO IDRAULICO DELL'INFRASTRUTTURA**

### **F.1 Rete di versante**

E' stato effettuato il dimensionamento di tutti i fossi di guardia e dei tombini di connessione, suddivisi per lotti. I fossi di guardia si suddividono in due gruppi: rivestiti in calcestruzzo ed in terra.

In alcuni casi isolati, è previsto l'impiego di canali a sezione rettangolare.

Nel caso in cui le strade secondarie siano poste subito a monte del tracciato autostradale, si realizzerà un sistema di tombini di attraversamento allo scopo di ridurre le portate che raggiungono il fosso di guardia in terra a monte della strada, contenendone le dimensioni.

Il passo di tali tombini è stato considerato in funzione di calcoli parametrici. Questi calcoli sono stati eseguiti variando l'area di bacino interessata dal fosso e ipotizzando, a favore di sicurezza, una pendenza longitudinale del fosso dell'1%. Il dimensionamento del tombino di scarico è stato condotto con una pendenza ipotetica dell'1%.

Il calcolo ha condotto ad utilizzare degli scarichi tramite tombini in conglomerato cementizio di diametro 800 mm, con un passo massimo di 100 metri per una superficie di bacino di  $400 \times 100 = 40'000 \text{ m}^2$ .

### **F.2 Rete di piattaforma asse principale**

E' stato effettuato il dimensionamento di:

- Rete raccolta acque di piattaforma nei tratti su terra (rilevato, trincea) - collettori in PEAD;
- Rete raccolta acque di piattaforma nei tratti su viadotto – collettori in acciaio;
- Canalette grigliate;
- Cunette alla francese nei tratti in cui queste, raccogliendo esclusivamente acque di trincea, non necessitano di connessione alla rete di raccolta delle acque di piattaforma;
- Pozzetti separatori;
- Impianti di trattamento acque di prima pioggia.

Per quanto riguarda l'interasse delle caditoie in rilevato ed in trincea, la verifica è stata eseguita in forma parametrica.

Si evidenziano, in particolare, le seguenti ipotesi adottate nel calcolo.

#### Tratti in rilevato

La cunetta è presente sia all'esterno della carreggiata (in rettilineo), che all'interno (tratti in curva).

Il calcolo è stato eseguito considerando una superficie pavimentata di larghezza 12 m ed una efficienza delle caditoie pari al 100%. Trattandosi di griglie poste sul fondo di un piccolo canale, all'interno delle rientranze del cordolo l'ipotesi di efficienza della caditoia del 100% è verosimile, in quanto la griglia si comporta come una bocca sotto battente. È prassi diffusa quella di determinare l'interasse delle caditoie come risultato della verifica della cunetta laterale, compiendo una approssimazione tanto meno forte quanto più le pendenze longitudinali sono basse e le griglie sono grandi e incassate nella pavimentazione. Nel caso in esame si ritiene accettabile questa approssimazione. L'interdistanza minima è pari a 5 m.

#### Tratti in trincea

- Pavimentazione di larghezza pari a 12 m
- Pendenze longitudinali comprese tra 0.05% e 5.00%
- Larghezza della scarpata pari a 3,5, 6,5 e 9,5 m (7,5m + 2 m di banca orizzontale)
- Interasse verificati: 40 – 30 – 20 – 15 - 10

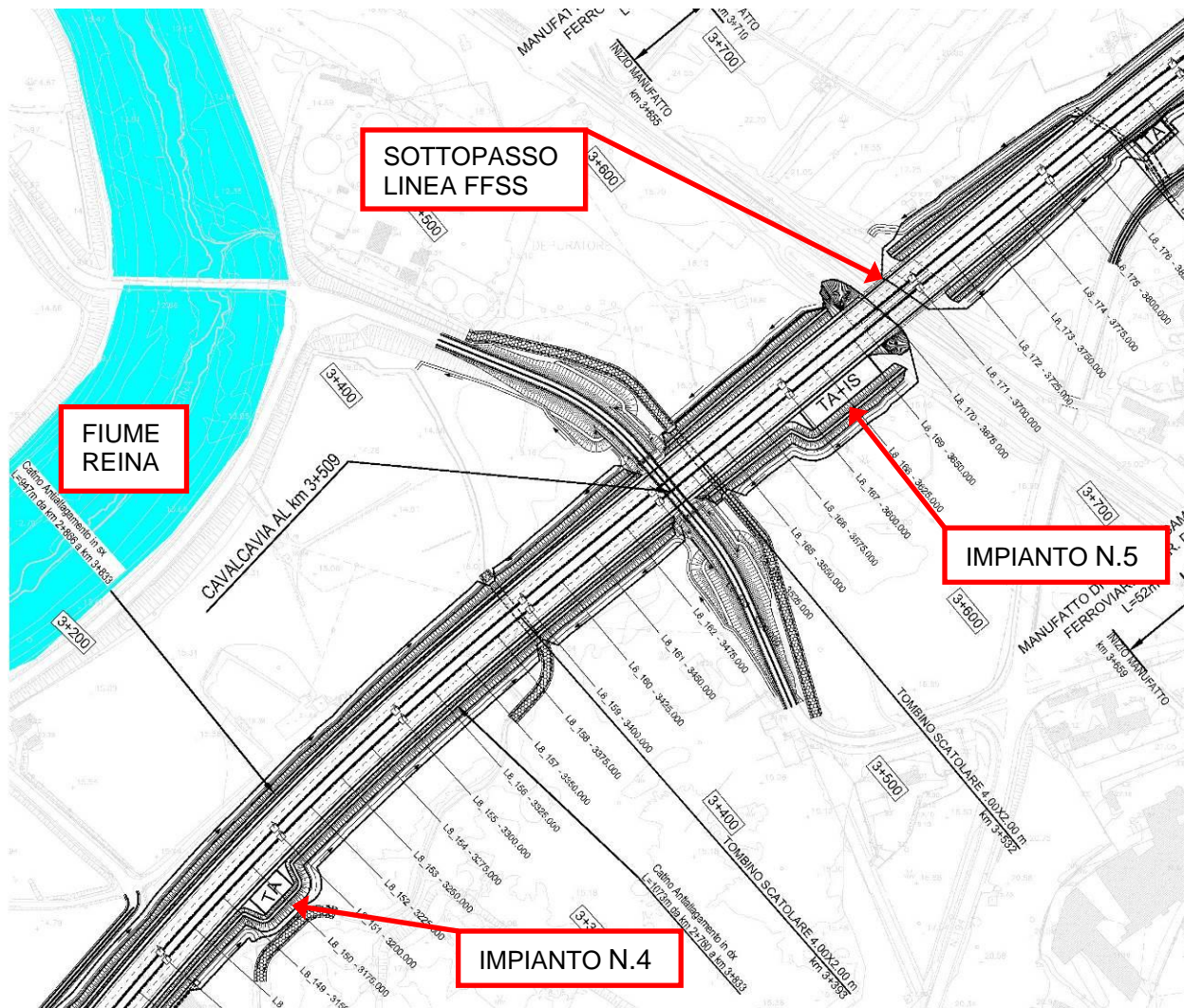
Si è quindi calcolata l'efficienza del sistema come rapporto tra la portata intercettata dalla caditoia e quella totale in arrivo sulla griglia: si ha  $E_f=100\%$  quando il pelo libero in cunetta è minore della larghezza della griglia (pari a 60 cm); in caso contrario parte della portata passa lateralmente o sopra alla griglia, superandola. .

E' stato valutato l'interasse delle caditoie, assumendo una efficienza minima accettabile del 95%.

### **F.3 Rete di piattaforma asse principale – Impianto sollevamento**

Nel lotto 8, in corrispondenza dell'attraversamento autostradale in sottopasso della linea ferroviaria Siracusa-Catania, è prevista la realizzazione di un catino contornato da argini in terra lunghi circa 1 km, che protegge l'autostrada dall'allagamento per rigurgito dei fossi in destra idraulica, causato dai livelli di piena del fiume Reina, che ha sommità arginale a quota 19.00 circa.

Il tratto in questione risulta quindi un catino, che presenta l'eventuale impossibilità dello scarico a gravità delle acque di piattaforma.



Nel tratto sono presenti 2 impianti di trattamento (progr. 3+180 e progr. 3+653) ubicati sulla carreggiata destra e così caratterizzati:

- Impianto n.4; portata di 1° pioggia pari a circa 120 l/s, portata al recapito finale pari a circa 821 l/s. Il recapito è previsto nel fosso ubicato sul lato destro dell'impianto con quota fondo a circa 13.75 m (quota del ciglio carreggiata dx pari a 16.75 m). In condizioni ordinarie risulta possibile lo scarico a gravità, mentre, in condizioni di piena del fiume, la condotta di scarico viene intercettata da una valvola a clapet e le acque di piattaforma sono convogliate verso l'impianto di sollevamento ubicato presso il trattamento n.5.

- Impianto n.5 (ubicato nel punto di minimo rispetto al profilo altimetrico dell'asse principale) ; portata di 1° pioggia pari a circa 60 l/s, portata al recapito finale pari a circa 765 l/s. Il recapito è previsto nel fosso ubicato sul lato nord della strada esistente (progr. 3+525 circa) con quota fondo a circa 13.80 m (quota del ciglio carreggiata dx progr. 6+650 pari a 15.00 m). In questo caso risulta sempre impossibile lo scarico a gravità e quindi è stato previsto un impianto di sollevamento che abbia il seguente funzionamento:
  - Condizioni ordinarie; sollevamento delle sole acque di catino afferenti all'impianto di trattamento n.5
  - Condizioni di allagamento; sollevamento delle acque di catino afferenti agli impianti di trattamento n.4 e n.5

Tenendo conto anche del contributo di pioggia proveniente dalle scarpate interne del catino si ottiene:

- Impianto di trattamento n.4; portata al recapito pari a circa 950 l/s
- Impianto di trattamento n.5; portata al recapito pari a circa 1'100 l/s

L'impianto di sollevamento, dimensionato per eventi meteorici con tempo di ritorno pari a 100 anni, verrà modulato nel modo seguente (in totale n.1 pompe da 100 l/s e n.5 da 600 l/s):

- n.1 pompa con portata di 100 l/s e prevalenza di 8 m (a disposizione per lo scarico di deflussi derivanti da eventi meteorici di minore intensità)
- n.2 pompe con portata di 600 l/s ciascuna e prevalenza di 8 m, (a disposizione per lo scarico dei deflussi afferenti all'impianto di trattamento n.5 in assenza di allagamento)
- n.2 pompe con portata di 600 l/s ciascuna e prevalenza di 8 m (a disposizione per lo scarico dei deflussi in arrivo dall'impianto di trattamento n.4 in presenza di allagamento)
- n.1 pompa di riserva con portata di 600 l/s e prevalenza di 8 m.

Per sopperire ad eventuali mancanza di alimentazione elettrica dalla rete principale, si prevede l'installazione di un gruppo elettrogeno avente la capacità di fornire energia all'intero impianto di sollevamento.

#### **F.4 Rete di piattaforma svincoli e viabilità secondarie**

Come descritto in precedenza, laddove non risulta possibile collegare la rete di drenaggio degli svincoli a quella dell'asse principale e per le viabilità secondarie, le acque non vengono inviate all'impianto di trattamento di prima pioggia ma vengono scaricate esternamente alla viabilità nei

tratti in rilevato, con l'esclusione di quelle raccolte sulle rampe di svincolo che non è possibile allontanare altrimenti.

## **F.5 Verifica dei corsi d'acqua sede degli scarichi finali**

E' stata sviluppata un'analisi puntuale su tutti i recettori finali sede degli scarichi del sistema di raccolta, trattamento e smaltimento delle acque di piattaforma con riferimento alla loro capacità di smaltire la portata conferita senza alterare in modo significativo le proprie caratteristiche idrauliche e le condizioni di sicurezza idraulica del territorio a valle dell'infrastruttura.

In particolare è stata condotta la verifica della sufficienza di ciascun corpo idrico a smaltire le portate provenienti dai pozzetti separatori (acque di seconda pioggia) e dagli impianti di trattamento (acque di prima pioggia provenienti dal pozzetto separatore + acque di prima e seconda pioggia; si trascura, in sicurezza, l'effetto di laminazione legato al passaggio delle acque di prima pioggia all'interno del manufatto di dissabbiatura e disoleazione). La verifica è condotta nell'ipotesi di moto uniforme, utilizzando la relazione di Chezy, considerando eventi meteorici caratterizzati da tempo di ritorno cinquantennale.

I corsi d'acqua risultano sempre in grado di smaltire le portate di progetto con elevati franchi di sicurezza.

Non sono stati oggetto di analisi specifica i corsi d'acqua caratterizzati da bacino di estensione superiore a 20 km<sup>2</sup>, in quanto il nuovo apporto per essi non è significativo, in considerazione delle caratteristiche idrologiche ed idrauliche degli stessi (sezioni di deflusso capaci di smaltire portate di ordini di grandezza superiori rispetto a quelle prodotte dall'infrastruttura).

E' stata condotta, inoltre, un'analisi a più ampia scala degli effetti che la realizzazione dell'infrastruttura in progetto nel suo complesso produce sul regime idrologico dei corpi idrici interferiti, sempre considerando un evento meteorico con tempo di ritorno pari a 50 anni.

Il sistema di smaltimento delle acque di versante a servizio dell'infrastruttura in progetto è stato definito in modo tale da recapitare le acque meteoriche provenienti dai bacini a monte dell'infrastruttura ai loro recettori naturali, non alterando in alcun modo le condizioni ante operam.

Le modifiche rispetto allo stato attuale sono, pertanto, riconducibili a:

- incremento delle superfici impermeabili dovuto alla realizzazione dell'infrastruttura in progetto. E' da notare che tale aspetto risulta, nella maggiore parte dei casi, di entità notevolmente contenuta. Il tracciato, infatti, si snoda in larga parte sull'attuale sede delle

SS514 e SS194, di larghezza pari a circa 10 m, discostandosene solo nei tratti in cui l'adeguamento risulta impossibile per la presenza di parametri geometrici non compatibili con le norme progettuali di riferimento. In tali ambiti, peraltro, sono previsti, nella maggiore parte dei casi, interventi di ripristino a verde delle sedi viarie dismesse. L'incremento di superfici impermeabili si riduce, pertanto, ad un nastro di larghezza pari a circa 12 m;

- variazione delle dimensioni dei bacini contribuenti legata al fatto che, nelle condizioni attuali, il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma a servizio delle viabilità esistenti prevede uno scarico diffuso mentre, nelle condizioni post operam, è prevista la realizzazione di un sistema di raccolta e trattamento con scarichi concentrati in punti definiti. Può avvenire, dunque, che portate prodotte da superfici occupate dalla viabilità esistente di un dato bacino, nelle condizioni post operam siano trasferite a bacini limitrofi.

Sono stati valutati puntualmente gli effetti legati ai fenomeni descritti mediante uno studio riassumibile nei seguenti punti:

- individuazione dei bacini naturali interferiti dall'infrastruttura in progetto ;
- individuazione delle superfici occupate dalla viabilità esistente, oggetto di adeguamento;
- individuazione delle aree occupate dalla viabilità in progetto contribuenti ai singoli bacini; in questa fase è stato valutato:
  - l'incremento di superfici impermeabili dovuto all'allargamento delle viabilità esistenti o alla realizzazione di tratti in variante in corrispondenza di interventi di ripristino a verde delle sedi viarie dismesse (larghezza incremento = 12 m);
  - l'incremento di superfici impermeabili dovuto alla realizzazione di tratti in variante, in cui non sono previsti di interventi di ripristino a verde delle sedi viarie dismesse (larghezza incremento = 22 m);
  - gli effettivi contributi ai singoli bacini delle superfici occupate dalla viabilità in progetto, in funzione del nuovo sistema di smaltimento delle acque di piattaforma;
- valutazione delle portate prodotte da ciascun bacino, nelle condizioni ante operam e post operam, mediante l'applicazione del metodo razionale. I valori dei coefficienti di deflusso dei bacini dei corsi d'acqua naturali sono stati valutati mediante il metodo del Curve Number ; nel caso dei bacini minori, in cui non sono presenti corpi idrici definiti, il

coefficiente di deflusso è stato considerato pari a 0.51 (vedi par. E.2.1); per le viabilità il coefficiente di deflusso è stato considerato pari a 1;

- valutazione del tirante idrico e del grado di riempimento rispetto all'altezza utile di deflusso di ciascun corso d'acqua recettore, nelle condizioni ante operam e post operam;
- valutazione della variazione di tirante idrico prodotto nelle condizioni post operam rispetto all'ante operam.

Dalla verifica effettuata, i corsi d'acqua individuati quali recettori finali del sistema di raccolta e trattamento delle acque di piattaforma sono in grado di smaltire le portate corrispondenti a tempo di ritorno cinquantennale nelle condizioni post operam; le variazioni di tirante idrico rispetto alle condizioni ante operam risultano notevolmente contenute (dell'ordine di qualche centimetro e, comunque, sempre inferiori a 10 cm).

In 4 casi le portate di verifica non sono contenute all'interno dell'alveo dei corsi d'acqua; questo fatto non è, comunque, in alcun modo riconducibile alla realizzazione dell'infrastruttura in progetto. Come evidente dalla tabella sottostante, l'incremento di portata è, infatti, inferiore all'1% rispetto alle condizioni ante operam. E' da sottolineare, inoltre, che tali corsi d'acqua attraversano aree agricole dove non sono presenti insediamenti abitativi, cosicché i potenziali fenomeni esondativi implicano un contenuto rischio idraulico.

Lotto	Progr. Iniz.	Progr. Fin.	Corso d'acqua recettore	Portata AO	Portata PO	Variazione portata AO-PO (%)	Tirante idrico AO (m)	Tirante idrico PO (m)	Variazione tirante idrico AO-PO (m)
	(km)	(km)		(l/s)	(l/s)				
3	0+280	1+200	Cava Trappettazzo	26615.32	26681.15	0.247	1.212	1.214	0.002
7	6+600	8+200	Fosso Eremiti	29969.66	30190.24	0.736	2.730	2.741	0.011
7	10+920	11+260	Fosso Casa S. Antonio	35765.21	35982.48	0.608	2.127	2.132	0.006
8	6+600	7+160	Fosso Casa Sabuci	16237.38	16278.91	0.256	1.796	1.798	0.002

Anche in questo caso non sono stati oggetto di analisi specifica i corsi d'acqua caratterizzati da bacino di estensione superiore a 20 km<sup>2</sup>, in quanto le variazioni delle caratteristiche idrologiche prodotte dalla realizzazione dell'infrastruttura in progetto risultano assolutamente trascurabili in relazione alle dimensioni dei bacini in oggetto.

Con l'ausilio della carta geomorfologica prodotta nell'ambito della presente fase progettuale, in ottemperanza a quanto richiesto dalla Prescrizione n. 45 della Delibera CIPE n.3/2010 di



Approvazione del Progetto Preliminare, è stata condotta un'analisi finalizzata all'individuazione di:

- recettori caratterizzati da alveo in approfondimento;
- recettori caratterizzati da alveo con erosione laterale o sponda in erosione;
- recettori prossimi ad aree dissestate da soliflusso.

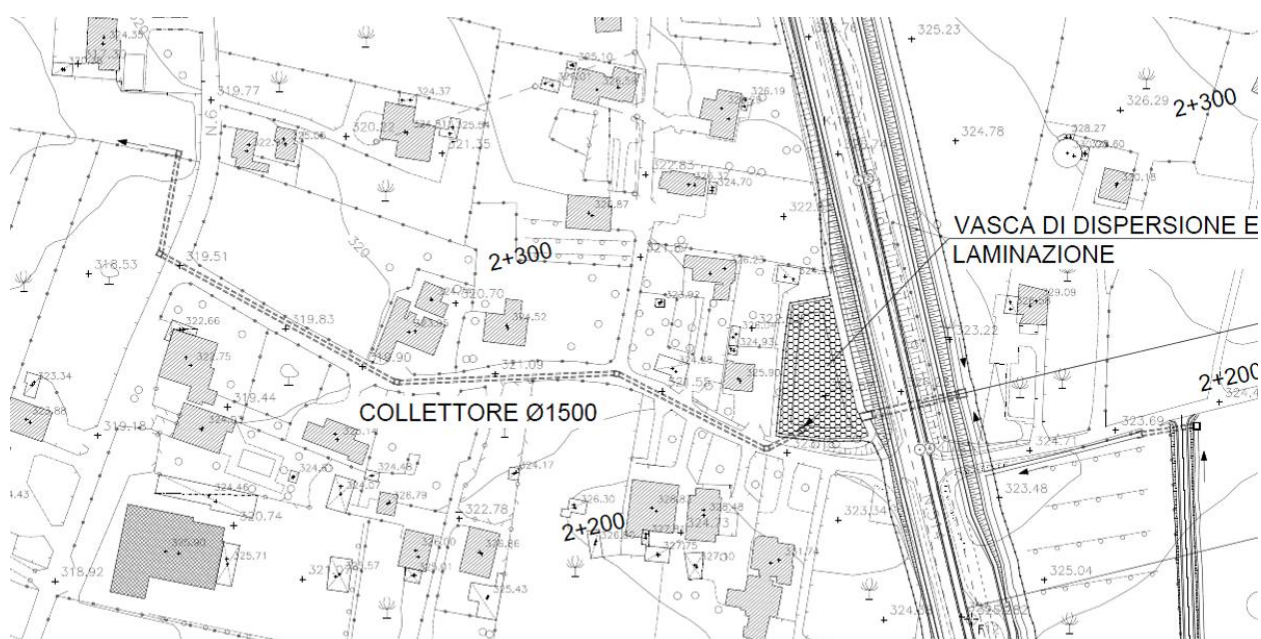
Al fine di evitare possibili interferenze con i processi geomorfologici in atto, nei casi individuati (vedi tabella sottostante) sono stati previsti interventi di stabilizzazione mediante l'utilizzo di gabbioni metallici e materassi tipo Reno riempiti con pietrame.

Progr.	Tipologia	Corso d'acqua recettore	Fenomeno geomorfologico
L1_0+670	Pozzetto separatore intermedio	Fosso S.N.	Alveo in approfondimento
L1_4+425	Impianto di trattamento	Vallone delle Coste	Alveo in approfondimento
L1_4+646	Impianto di trattamento		
L1_10+520	Impianto di trattamento	Fosso Contrada Cassarella	Alveo in approfondimento
L1_10+920	Pozzetto separatore intermedio	Fosso Contrada Coffa	Alveo in approfondimento
L2_4+819	Impianto di trattamento	Torrente Sugarello	Alveo in approfondimento
L2_5+260	Impianto di trattamento	Torrente Sperlinga	Alveo in approfondimento
L3_2+662	Impianto di trattamento	Fosso C.Barone	Aree dissestate da soliflusso
L3_4+980	Pozzetto separatore intermedio	Inizio incisione	Aree dissestate da soliflusso
L3_6+630	Impianto di trattamento	Fosso affluente Fosso Passo Mandorlo	Aree dissestate da soliflusso
L3_7+300	Impianto di trattamento	Fosso C.Licciardi	Alveo in approfondimento
L4_0+594	Impianto di trattamento	Fosso affluente Torrente Fiumicello	Aree dissestate da soliflusso
L4_0+817	Pozzetto separatore intermedio		
L4_1+200	Pozzetto separatore intermedio		
L4_3+550	Impianto di trattamento	Fosso affluente Torrente Fiumicello	Aree dissestate da soliflusso
L6_11+640	Impianto di trattamento	Vallone Lavinia	Alveo in approfondimento
L7_0+180	Pozzetto separatore intermedio	Affluente Vallone Lavinia	Alveo in approfondimento
L7_0+640	Impianto di trattamento		
L7_3+520	Impianto di trattamento	Torrente Canale	Alveo in approfondimento
L7_9+569	Impianto di trattamento	Fosso Contrada Canneddazza	Alveo in approfondimento

Nel tratto compreso tra le pk. 1+900 e 2+600 del Lotto 2 è presente, a monte dell'attuale S.S.514, un impluvio che concentra le acque meteoriche verso il centro abitato di Gerardo, frazione di Chiaramonte Gulfi, il quale è privo di una rete di drenaggio, confluendo, successivamente, in uno scolo a bordo campo, posto subito a valle dell'abitato.

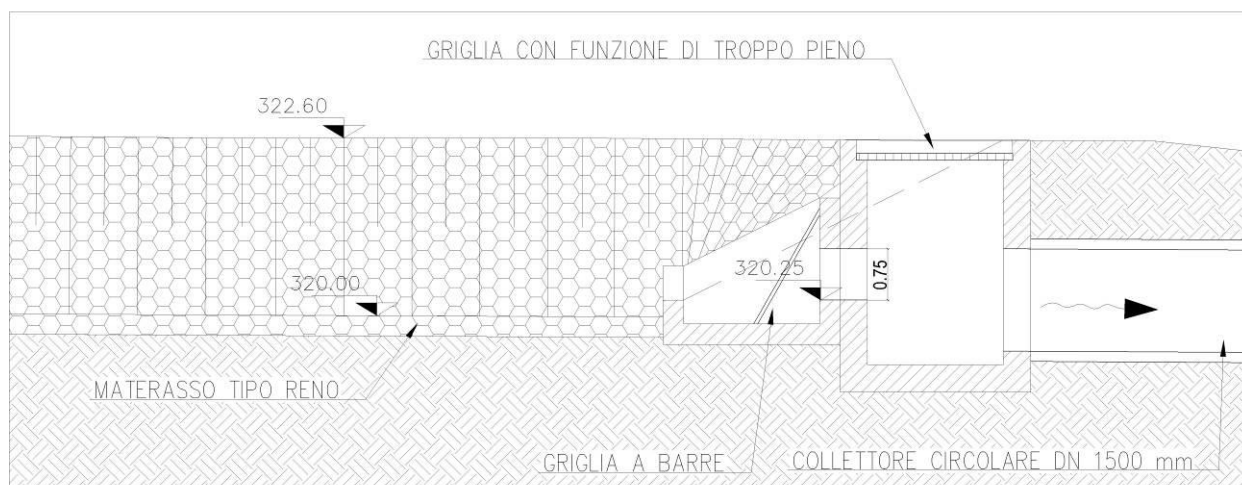
Al fine di non aggravare ulteriormente la delicata situazione ed, anzi, di migliorarne le condizioni di sicurezza idraulica, il progetto prevede la realizzazione di una vasca di dispersione e laminazione, di superficie pari a 1120 m<sup>2</sup> e profondità massima pari a 2,60 m, con volume di invaso complessivo pari a 2065 m<sup>3</sup>, rivestita in materassi tipo Reno riempiti con pietrame, da cui ha origine un collettore fognario di diametro 1500 mm che connette il sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma e di versante a servizio dell'infrastruttura con lo scolo a bordo campo.

**Figura F.1: Lotto 2 – pk 2+260 - sistema di smaltimento delle acque meteoriche - pianta**



In condizioni ordinarie le acque meteoriche provenienti dal bacino di monte vengono smaltite per infiltrazione. In caso di eventi meteorici eccezionali, la vasca svolge la funzione di laminazione della piena: il livello idrico al suo interno si innalza innescando una bocca di dimensioni 2,50x0,75 m che permette lo smaltimento delle acque meteoriche attraverso il collettore.

**Figura F.2: Lotto 2 – pk 2+260 – manufatto di scarico vasca di dispersione e laminazione**



Il dimensionamento della vasca di laminazione è stato condotto con riferimento ad un evento meteorico caratterizzato da tempo di ritorno pari a 50 anni.

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

- equazione di continuità della vasca, che rappresenta il bilancio delle portate entranti e uscenti

$$(Q_i - Q_u) \Delta t = W'' - W' = \Delta W$$

dove:

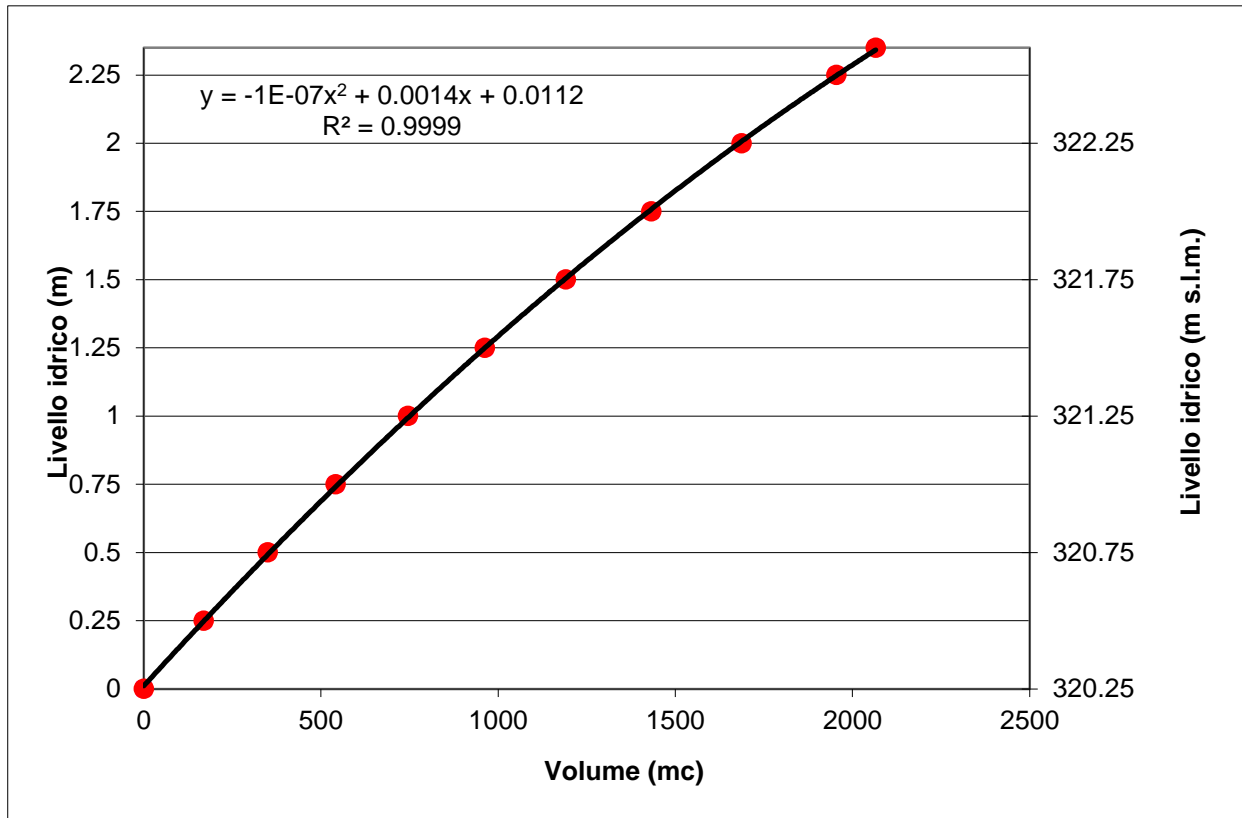
$Q_i$  è la portata affluente ( $m^3/s$ );

$Q_u$  è la portata defluente dalla bocca di scarico ( $m^3/s$ );

$\Delta t$  è l'intervallo di tempo considerato (s);

$\Delta W$  è il volume invasato nell'intervallo  $\Delta t$  ( $m^3$ ).

- relazione funzionale tra il volume invasato ed il livello idrico  $h$  nell'invaso  $W = W(h)$  che dipende esclusivamente dalla geometria della vasca; si riporta di seguito la relazione caratteristica del bacino in progetto



- la legge di efflusso che governa l'uscita dal bacino  $Q_u = Q_u(h)$ ; in particolare la bocca di scarico ha un funzionamento a stramazzo fino a che il livello idrico è non superiore all'altezza della bocca stessa; dopodiché il funzionamento è quello di una luce sotto battente.

stramazzo  $Q_u = 0,44bh\sqrt{2gh}$

luce sotto battente  $Q_u = 0,60bL\sqrt{2g(h-0,5L)}$

dove  $b$  è la larghezza della bocca (2,50 m);

$L$  è l'altezza della bocca (0,75 m);

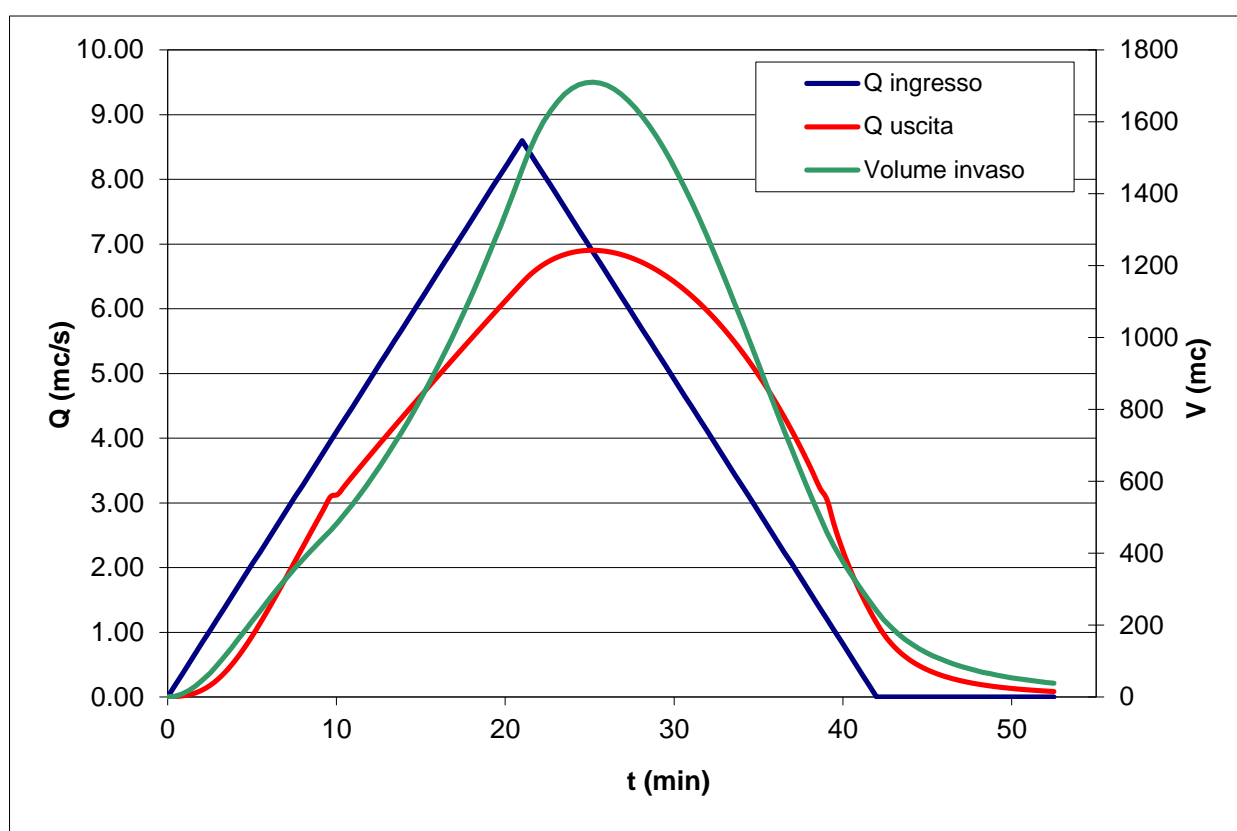
$h$  è il livello idrico dell'invaso (m);

$g$  è l'accelerazione di gravità (9.81 m/s<sup>2</sup>).

Come evidente dalla tabella sottostante, il sistema consente una riduzione di circa il 20% della portata di picco, rendendo compatibile lo scarico sia con il collettore di connessione al canale a bordo campo, per il quale è garantito un grado di riempimento pari al 69% dell'altezza utile, sia con il canale stesso.

S	$\Phi$	$t_c$	Portata ingresso	Portata uscita	Riduzione portata	Volume massimo invaso
(m <sup>2</sup> )	(-)	(ore)	(m <sup>3</sup> /s)	(m <sup>3</sup> /s)	(%)	(m <sup>3</sup> )
477705	0.51	20.92	8.60	6.90	19.71	1711

Figura F.3: Lotto 2 – pk 2+260 – diagramma di funzionamento vasca di laminazione



E' da sottolineare, infine, il fatto che il sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma e di versante a servizio delle rampe Est dello svincolo 5 "Grammichele" trova esito in una vasca di infiltrazione, attualmente esistente in analoga posizione a quella di progetto. E' previsto il rivestimento delle sponde e del fondo con materassi tipo Reno riempiti con pietrame, al fine di favorire il fenomeno di infiltrazione.

## G INDICAZIONI PER LA MANUTENZIONE DELLE OPERE

La manutenzione prevista per il sistema di drenaggio consiste nell'ispezione visiva mensile del funzionamento dei pozzetti, dei fossi di guardia e dei tombini. Sulla base dei risultati dell'ispezione, si prevedranno gli interventi di ripristino della capacità originaria di smaltimento delle acque. Per i collettori si procederà semestralmente al controllo della capacità di smaltimento degli stessi. In tabella i controlli da eseguire e le relative frequenze.

<b>Controlli</b>	<b>Frequenza</b>
Ispezione visiva degli elementi di drenaggio (pozzetti, fossi di guardia, tombini)	Mensile
Verifica dell'integrità dei chiusini, della base di appoggio e delle pareti laterali dei pozzetti	Mensile
Pulizia dei sedimenti dei tombini, dei collettori, delle cunette e dei fossi di guardia rivestiti	Semestrale
Pulizia dei pozzetti e lubrificazione delle cerniere dei chiusini	Semestrale
Pulizia delle griglie dei pozzetti scolmatori	Trimestrale

Per quanto riguarda gli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia, la manutenzione dovrà essere eseguita in accordo alle indicazioni della norma UNI EN 858 e del produttore; in particolare, oltre agli interventi di spurgo previsti a seguito di accidentali sversamenti di olii/benzine sul manto stradale, dovrà essere eseguito un controllo semestrale riguardante la manutenzione ordinaria (volume dei fanghi, spessore dei liquidi leggeri, controllo del funzionamento degli organi di chiusura). Ogni 5 anni si dovrà prevedere il controllo generale, procedendo allo svuotamento del sistema ed al controllo dei singoli componenti.

