



PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p>IL PROGETTISTA Dott. Ing. F. Colla Ordine Ingegneri Milano n° 20355</p> <p>Dott. Ing. E. Pagani Ordine Ingegneri Milano n° 15408</p> 	<p>IL CONTRAENTE GENERALE Project Manager (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Direttore Generale e RUP Validazione (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p>STRETTO DI MESSINA Amministratore Delegato (Dott. P. Ciucci)</p>
--	--	---	--

<p><i>Unità Funzionale</i></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI CALABRIA</p> <p>INFRASTRUTTURE STRADALI OPERE CIVILI</p> <p>IDRAULICA DI PIATTAFORMA</p> <p>GENERALE</p> <p>RELAZIONE DI DIMENSIONAMENTO DELLA RETE DI SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE</p>	<p>CS0746_F0</p>
---	---	------------------

CODICE	C G 0 7 0 0	P	R I D	C S C	I D	G 0	0 0	0 0	0 0	0 1	F0
--------	-------------	---	-------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	PRO ITER S.r.l.	F. BERTONI	F. COLLA

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

INDICE

INDICE.....	3
1 Introduzione.....	5
2 Riferimenti legislativi.....	8
3 Drenaggio della piattaforma stradale.....	10
3.1 Schema generale di riferimento.....	10
3.2 Descrizione della rete di raccolta e smaltimento.....	11
3.2.1 Viabilità in rilevato.....	13
3.2.2 Viabilità in trincea.....	14
3.2.3 Viabilità in galleria.....	15
3.2.4 Viabilità in viadotto.....	16
3.2.5 Viabilità “locale” e secondaria.....	17
4 Procedura di dimensionamento del sistema di drenaggio della piattaforma stradale col metodo dell’invaso.....	19
4.1 Modello di trasformazione afflussi-deflussi.....	19
4.2 Tempo di ritorno assunto a base della progettazione.....	20
4.3 Verifiche.....	22
5 Analisi idraulica.....	23
5.1 Calcolo dell’altezza del velo liquido sulla piattaforma stradale.....	23
5.2 Tubazioni a servizio delle acque di piattaforma.....	25
5.3 Elementi marginali di raccolta sulla viabilità principale nei tratti in rilevato.....	25
5.3.1 Canaletta grigliata in PEad, 25.4x33 cm.....	26
5.3.2 Cunetta triangolare (alla francese).....	28
5.3.3 Dimensionamento canaletta di raccolta acque di versante e rilevato.....	30
5.4 Elementi di raccolta e convogliamento acque viabilità in galleria.....	33
5.5 Viadotti.....	33
5.5.1 Determinazione dell’interasse dei bocchettoni di scarico in viadotto.....	34
5.6 Pozzetti.....	35
5.7 Considerazioni sulle singolarità idrauliche in corrispondenza delle tubazioni a forte pendenza.....	35
6 PRESIDI IDRAULICI.....	41
6.1 Criteri di dimensionamento dell’impianto di trattamento.....	42

6.2	Ubicazione e funzionamento delle vasche di trattamento	43
6.3	Caratteristiche tecniche.....	45
6.4	Sistema di telecontrollo nelle vasche	46
6.4.1	Componenti	46
6.4.2	Le sonde presenti sono:	46
6.4.3	Descrizione del sistema di telecontrollo	47
7	OPERA DI SCARICO DAL PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA E NEI COLLETTORI PREVIO ACCESSO AL SISTEMA DI VASCHE VPP6+VPP7.....	50
7.1	Criterio di dimensionamento dalla vasca di dissipazione al piede del Ponte sullo Stretto 50	
7.2	Dimensionamento delle vasche di calma a monte dell'ingresso nel sistema di trattamento VPP6+VPP7	51
8	Bibliografia	53
9	Allegati	54
9.1	Allegato 1 – Tabelle dimensionamenti e verifiche sistema di drenaggio.....	54

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

1 Introduzione

La presente relazione si propone di descrivere le principali caratteristiche costituenti il sistema di drenaggio a servizio della nuova autostrada di collegamento al ponte sullo Stretto di Messina. Essa andrà in alcuni tratti ad ampliare, in altri ad affiancare, la Salerno-Reggio Calabria, sviluppandosi dal viadotto Gibia fino allo svincolo di Villa San Giovanni, sia lungo la carreggiata direzione ponte che in quella direzione Salerno, per poi staccarsi completamente dal percorso dell'autostrada esistente e congiungendosi al ponte, ove è previsto lo sviluppo di una fitta e complessa rete stradale e di sottoservizi (il cosiddetto Centro Direzionale).

Il tracciato si sviluppa per una lunghezza complessiva di 3.247 km lungo la carreggiata principale asse C di progetto, 4.799 km lungo gli assi A+D in direzione nord verso Salerno, e per altri svariati km lungo le rampe di accesso/ uscita e i rami di svincolo che portano verso il ponte e Villa S.Giovanni. A completare l'intervento sono state previste due rotatorie con i relativi collegamenti alle viabilità locali e all'autostrada e la progettazione della strada litoranea Cannitello.

Nel suo sviluppo la viabilità incrocia diversi corsi d'acqua principalmente, data la natura dei luoghi, a carattere torrentizio. Per le tipologie di sistemazione e le loro caratteristiche morfologiche si rimanda agli altri elaborati specialistici.

In questo documento i corsi d'acqua saranno citati solo con riferimento alla loro funzione di ricettori delle acque di piattaforma stradale.

Il progetto prevede il rispetto di tutti i vincoli legislativi prefiggendosi come scopo ultimo la completa tutela idraulica ed ambientale del territorio circostante. Il sistema ideato è di tipo "chiuso". Infatti, mentre un sistema idraulicamente aperto prevede lo scarico immediato delle acque di piattaforma, un sistema chiuso deve necessariamente garantire il convogliamento "controllato" di tutte le acque fino ai recapiti finali, evitando sfiori intermedi, per lo meno per quanto concerne la viabilità principale, le rampe di accesso e uscita al ponte e gli svincoli autostradali.

Diverso trattamento per le acque della strada litoranea Cannitello e per le rotatorie e strade facenti parte dei cosiddetti "svincolo di S.Giovanni" e "di S.Trada".

Per quanto riguarda i dati di pioggia e le elaborazioni condotte nello studio idrologico si rimanda alla relazione specialistica. Le cosiddette "linee segnalatrici di possibilità pluviometrica" dello studio idrologico stabiliscono il legame esistente fra l'altezza di pioggia ed il tempo di ritorno assunto alla

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche	<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011	

base della progettazione.

I risultati dello studio idrologico sono stati utilizzati per definire l'architettura del sistema di drenaggio a servizio della nuova viabilità, che provvederà alla raccolta, al convogliamento ed al successivo smaltimento finale delle acque di precipitazione meteorica ricadenti sia sulle piattaforme stradali che sui relativi rilevati/trincee.

Contestualmente a tale operazione è stato analizzato il tema della protezione ambientale del territorio con particolare riferimento al problema delle cosiddette prime piogge e a quello degli sversamenti accidentali.

Dal punto di vista normativo, fatto salvo quanto stabilito dal Dlgs n°152 del 3 Aprile 2006, e ss.mm.ii, e dal Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Calabria, l'assenza di una specifica indicazione regionale ha condotto alla scelta di adottare i criteri stabiliti dal Regolamento Regionale n.4 del 24 Marzo 2006 "Disciplina dello smaltimento acque di prima pioggia e lavaggio delle aree esterne" emanato dalla Regione Lombardia.

Riassumendo, lo studio in oggetto si è sviluppato secondo la seguente metodologia:

- analisi dei dati disponibili in termini di rilievi topografici e di elaborati progettuali esistenti;
- analisi della rete idrografica esistente e delle sue intersezioni con la viabilità in progetto;
- scelta dei tempi di ritorno da adottare in fase di progettazione;
- dimensionamento e verifica della rete di drenaggio;
- individuazione dei recapiti;
- dimensionamento dei presidi idraulici.

Elaborato	Numero elaborato
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche	CG0700PRIDCSCID G000000001A e s.m.i
Tipologici opere di drenaggio della piattaforma stradale Tav. da 1 a 4 di 4	CG0700PSADCBC 7G000000001A-4 e s.m.i
Planimetrie idrauliche della rete di smaltimento acque meteoriche	CG0700PP7DCSCID G000000001A-09 e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO					
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;"><i>Rev</i></td> <td style="width: 50%;"><i>Data</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">28/04/2011</td> </tr> </table>	<i>Rev</i>	<i>Data</i>	2	28/04/2011
<i>Rev</i>	<i>Data</i>						
2	28/04/2011						

Tav.da 1 a 9 di 9	s.m.i
Planimetrie idrauliche della rete di smaltimento acque meteoriche – Svincolo S.Giovanni	CG0700PP7DCSCID G0000000010A e s.m.i
Planimetrie idrauliche della rete di smaltimento acque meteoriche – Svincolo S.Trada	CG0700PP7DCSCID G0000000011A e s.m.i
Particolari costruttivi della rete di smaltimento acque meteoriche	CG0700PSZDCSCID G000000001A e s.m.i
Vasca di trattamento Tipo 1 – Pianta, sezioni e particolari	CG0700PSZDCSCID G000000002A e s.m.i
Vasca di trattamento Tipo 2 – Pianta, sezioni e particolari	CG0700PSZDCSCID G000000003A e s.m.i

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

2 Riferimenti legislativi

L'analisi idraulica della viabilità in oggetto è stata condotta nel rispetto dei seguenti riferimenti legislativi.

- Dlgs 3 Aprile 2006 n. 152 e ss.mm.ii.** - Sostituisce il Dlgs 11 Maggio 1999 n. 152. I principali temi affrontati dal Testo Unico sulle acque riguardano: a) individuazione e perseguimento dell'obiettivo di qualità ambientale per le acque superficiali destinate alla produzione di acqua potabile, le acque di balneazione, le acque dolci idonee alla vita dei pesci e le acque destinate alla vita dei molluschi; b) tutela dei corpi idrici e disciplina degli scarichi: tutela quantitativa - risparmio idrico; tutela qualitativa- disciplina degli scarichi, tutela delle aree di pertinenza dei corpi idrici; c) strumenti di tutela: piani di tutela delle acque, autorizzazione agli scarichi, controllo degli scarichi; In particolare vengono enunciati i criteri generali per le acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne, stabilendo che le regioni debbano disciplinare i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne non recapitanti in reti fognarie siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari stabilimenti nei quali vi sia il rischio di deposizione di sostanze pericolose sulle superfici impermeabili scoperte.

Non essendoci ancora per la Regione Calabria una normativa specifica in materia di acque di prima pioggia si è fatto riferimento a quella della Regione Lombardia.

- Regione Lombardia – Regolamento Regionale 24 Marzo 2006 n. 4** – Riferimento per la quantificazione delle acque di prima pioggia, stabilisce la disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, di cui si riporta il seguente stralcio:
 - “Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio [...] assumendo che l'evento si verifichi in quindici minuti e che il coefficiente di afflusso alla rete sia pari a 1 per la superficie scolante e a 0,3 per quelle

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

permeabili di qualsiasi tipo ad esse contigue, escludendo dal computo le superfici incolte o ad uso agricolo.”

- **P.T.A.** Regione Calabria.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

3 Drenaggio della piattaforma stradale

Sulla base dei tempi di ritorno e dei coefficienti assunti a base della progettazione, ricavati a partire dall'analisi idrologica, si procede ora alla descrizione dei criteri di dimensionamento e verifica dei principali elementi costituenti il sistema di drenaggio.

3.1 Schema generale di riferimento

Il progetto della rete di smaltimento delle acque meteoriche a servizio della nuova infrastruttura prevede un sistema "chiuso": tutte le acque di piattaforma sono convogliate a recapito senza sfiori intermedi.

Il progetto sulla base della natura e delle caratteristiche degli interventi che lo costituiscono è suddiviso in due parti:

- *viabilità principale*: comprende il tracciato autostradale (assi C, A, D, S e T), le complanari e le rampe di ingresso o uscita che si staccano dalla viabilità principale;
- *viabilità secondaria*: ne fanno parte le due rotatorie in collegamento con gli svincoli di S.Giovanni e S.Trada, la strada litoranea Cannitello e la strada locale asse Z.

Nel primo caso, data la notevole importanza dell'opera e l'impatto della stessa sul territorio, si è deciso di trattare le acque meteoriche tramite appositi presidi idraulici. Le vasche sono state messe in vicinanza di strade locali o sistemazioni già previste nel progetto esecutivo della Salerno-Reggio Calabria al fine di renderne più semplice l'accesso e la manutenzione. Inoltre queste sono quasi sempre ubicate in prossimità dei recapiti finali costituiti, come già detto, dai corsi d'acqua interferenti col tracciato o, per le vasche sotto il ponte sullo Stretto di Messina, in laghetti per ulteriore depurazione e, da qui, al mare. Le uniche vasche sotto la piattaforma stradale (in corrispondenza delle due piazzole di sosta e controllo) sono le cosiddette VPP4 alta e VPP9.

A seconda dell'importanza della portata da scaricare nei ricettori, e soprattutto allo loro capacità, sono stati previsti sistemi di laminazione delle portate, trattate e non, in arrivo dalla strada.

Per la viabilità secondaria l'approccio progettuale è differente: le acque sono condotte a recapito

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

senza subire trattamento, ma le portate, sempre di poca importanza rispetto al resto del progetto, vengono fatte scaricare direttamente nella rete fognaria esistente o, se non possibile, nel corso d'acqua più vicino.

3.2 Descrizione della rete di raccolta e smaltimento

Per la progettazione della rete di raccolta della viabilità principale e secondaria sono stati utilizzati i seguenti manufatti:

- collettori in PEad e polipropilene;
- canalette grigliate in PEad;
- canalette grigliate in cls;
- cunette alla francese in cls;
- caditoie grigliate;
- bocchettoni in acciaio con tubazione corrente in acciaio su viadotto;
- caditoie sifonate in galleria;
- pozzetti in PEad;
- pozzetti in cls.

Le *tubazioni in PEad* conformi alla norma UNI EN 13476 hanno classe di rigidità anulare SN8, pari a 8 KN/m², misurata secondo la norma UNI EN ISO 9969 e sono utilizzate nel caso di collettori ubicati parallelamente alla carreggiata (DN esterno variabile 452 – 1800 mm).

I *collettori in polipropilene*, utilizzati per gli attraversamenti, sono conformi alla norma europea EN 13476-3 e alla norma italiana UNI 10968-1, hanno rigidità anulare SN16, pari a 16 KN/m², misurata secondo la norma UNI EN ISO 9969 (DN esterno variabile 452 – 1800 mm).

In tabella 3.1 si riportano i diametri esterni ed interni dei collettori in PEad e PP.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

TUBAZIONI IN PEad SN 8 KN/m² e in PP SN 16 KN/m²											
DN est. [mm]	160	338	452	565	701	935	1000	1200	1400	1600	1800
D int. [mm]	137	300	400	500	600	800	852	1030	1200	1400	1600

Tabella 3.1 – Diametri interni ed esterni tubazioni in PEad SN8 e PP SN16

Oltre ai collettori sopra riportati c'è una tubazione DI 2000 mm per lo scarico delle acque nella vasca di trattamento sotto il ponte.

Le tubazioni fungono da recapito per le *canalette grigliate in PEad* e le cunette alla francese in *calcestruzzo*.

Le canalette in PEad oltre a presentare un sistema di incastro semplice e sicuro, hanno una predisposizione inferiore per l'eventuale collegamento di tubazioni che convogliano l'acqua dalla canaletta al collettore. Anche le canalette in cls (ubicate ove strettamente necessario causa interferenza coi tombini di attraversamento del reticolo idrografico) e le cunette alla francese si possono forare in modo da inserire un pozzetto di scarico con tubazione passante longitudinalmente alla strada.

La canaletta grigliata di dimensione interna 1x0.4 m e gli scarichi delle cunette sono sormontati da griglia carrabile, classe D400, e realizzate in conformità alla norma UNI EN 1433.

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia delle tubazioni sono stati introdotti pozzetti in PEad con un interasse di 50 m. I pozzetti in cls sono ubicati come raccordi tra tratti in trincea e rilevato, nei punti di scarico delle cunette alla francese e in adiacenza ai presidi idraulici o come punto nodale di collegamento tra tubazioni appartenenti a diversi assi.

Nel dimensionamento della rete si è cercato il più possibile di restare sub-paralleli all'andamento del ciglio stradale. Per i tratti molto pianeggianti si è adottata una pendenza minima dello 0.2% per consentire una velocità minima dell'acqua che sia in grado di portare via eventuali sedimenti accumulatisi nel tempo.

Lo smaltimento acque delle viabilità "locali" e secondarie avviene con l'utilizzo dei seguenti elementi:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

- caditoie carrabili in ghisa classe D400 in rilevato;
- cunette alla francese in cls;
- tubazioni in PEad;
- pozzetti in cls.

Gli elementi di captazione e convogliamento delle acque da inserire dipendono strettamente dalla tipologia della sezione corrente. In base alla sezione, e ai relativi caratteri costruttivi, ne conseguono le seguenti tipologie di viabilità:

- viabilità in rilevato;
- viabilità in trincea;
- viabilità in galleria;
- viabilità in viadotto;
- viabilità "locale" e secondaria.

3.2.1 Viabilità in rilevato

Nella *viabilità in rilevato* la captazione delle acque avviene tramite canalette grigliate in PEad, le cui dimensioni esterne sono altezza 33 cm e larghezza 25.4 cm. Le canalette presentano un invito nella parte inferiore dove è inserita una tubazione in PEad DN 160 che permette di convogliare l'acqua raccolta al collettore longitudinale posto sotto la carreggiata. L'interasse dello scarico è stato studiato nel caso critico in cui la canaletta raggiunga il riempimento massimo ammissibile, posto pari all'80% dell'altezza interna.

La canaletta è continua nel caso in cui la raccolta delle acque di piattaforma avvenga all'interno della carreggiata lungo lo spartitraffico. Nel caso di raccolta sul margine esterno, invece, la canaletta perde la sua continuità e diventa elemento di raccolta puntuale collocato, con il relativo scarico, ad un interasse massimo di 15 m.

Sulle banche del rilevato e al piede, ove necessario, sono inseriti fossi trapezi in cls di base 0.3, altezza 0.3m e scarpa 1:1, sulle banche, e base ed altezza 0.5m al piede.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

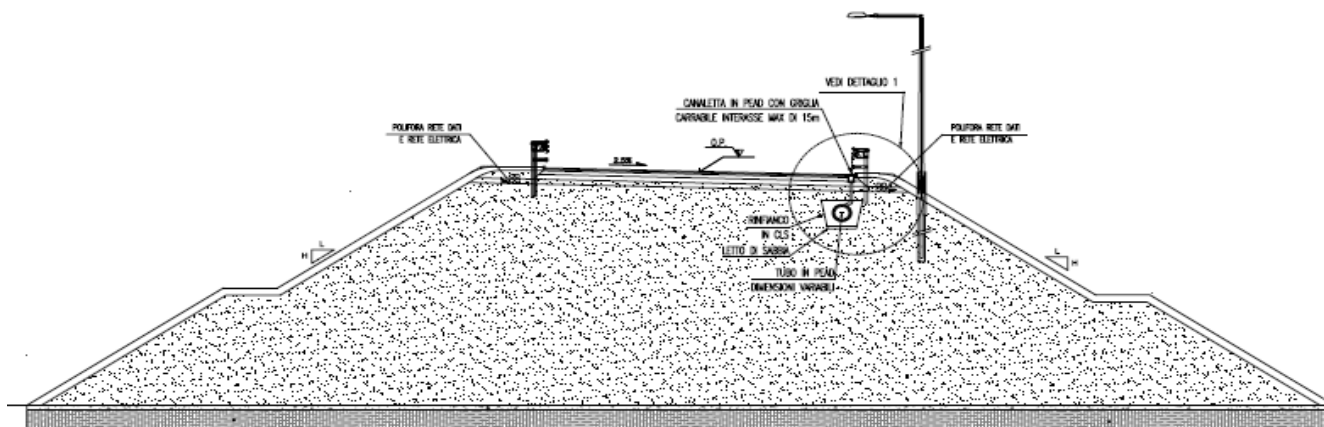


Figura 3.1 – Sezione tipo in rilevato

3.2.2 Viabilità in trincea

Per la *viabilità in trincea* la captazione delle acque avviene tramite cunette alla francese in cls che scaricano in collettori in PEad sotto la carreggiata a mezzo di griglie in acciaio. L'interasse dello scarico è stato studiato ipotizzando un carico massimo sulla canaletta di 5 cm. La massima distanza tra gli scarichi è stata imposta pari a 15 m.

La scelta, che per certi versi può esser considerata cautelativa, è giustificabile data l'importanza della strada in oggetto.

Uniche eccezioni sono i tratti lungo l'asse A, in ampliamento alla Salerno-Reggio Calabria, ove, causa presenza dei tombini che servono a dare continuità al reticolo idrografico, è stata inserita una canaletta grigliata in calcestruzzo, con griglia carrabile classe D400, di dimensioni 1.0x0.4 m, come indicato nelle planimetrie di progetto.

Nel caso in cui la trincea sia molto profonda, quindi composta da due o più balze, e non sia presente alcun recapito naturale per le acque delle scarpate, si dispone nella banca di riposo un fosso rivestito in cls di base e altezza pari a 0.30 m con inclinazione scarpa 1:1. L'acqua dal fosso viene convogliata tramite embrici, con interasse opportunamente dimensionato, nei pozzetti ubicati al piede della trincea, se tra muri, o direttamente sotto la strada.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

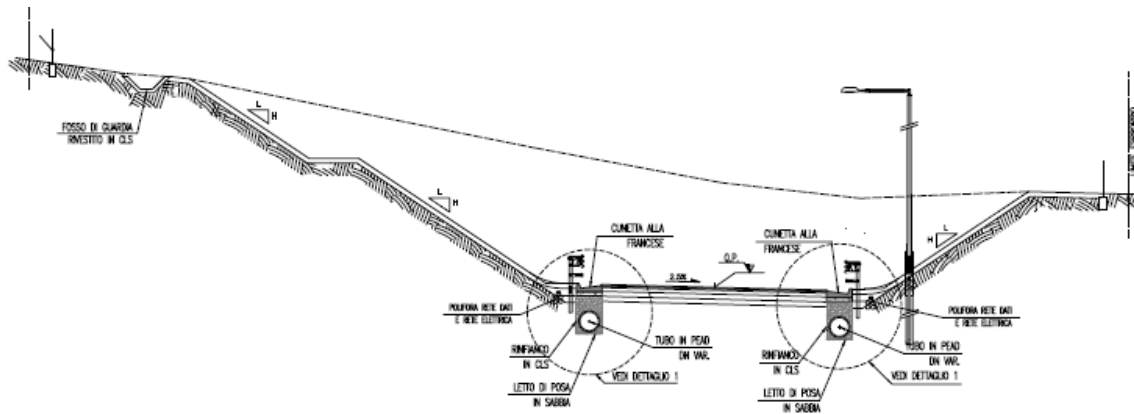


Figura 3.2 – Sezione tipo in trincea

3.2.3 Viabilità in galleria

Lungo il tracciato sono presenti quattro *gallerie*, che si sviluppano a volte in parallelo nelle due direzioni, altre separatamente, lungo gli assi A,B,C e D.

Tutte presentano un andamento longitudinale sempre discendente o ascendente rispetto al senso di marcia. Ciò permette di separare il sistema di drenaggio esterno alla galleria da quello interno ad esso e in questo modo è possibile avere collettori più piccoli in galleria. Il drenaggio delle gallerie deve garantire:

- lo smaltimento delle acque meteoriche trascinate dal moto degli autoveicoli all'interno della stessa;
- lo smaltimento delle acque meteoriche che entrano in galleria da una sezione più a valle seguendo il profilo longitudinale (vero solo per la galleria lungo l'asse B i cui collettori portano le acque fin sotto il ponte);
- lo smaltimento di eventuali sversamenti accidentali provocati dai mezzi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

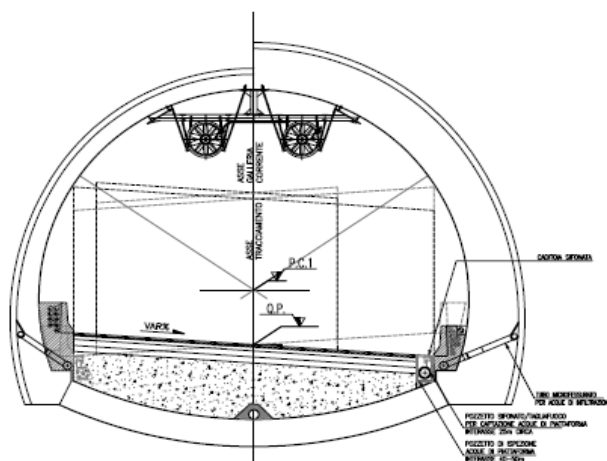


Figura 3.3 – Sezione tipo in galleria

La captazione delle acque avviene tramite pozzetti sifonati in cls aventi larghezza pari a 29.4 cm e altezza 24 cm (dimensioni esterne). Questi pozzetti di raccolta vengono posti con un interasse di 25 m, visto che le gallerie sono praticamente sempre asciutte.

Per la manutenzione dei collettori collegati ai pozzetti sifonati si sono inseriti dei pozzetti in cls collocati ad interasse massimo di 40-50 m.

3.2.4 Viabilità in viadotto

Gli impalcati (sette complessivi) sono molto frequenti nella parte terminale degli assi A e C del progetto in affiancamento o allargamento della Salerno-Reggio Calabria per via della fitta rete di fumare e impluvi che si incontrano lungo il percorso. Si è previsto di intercettare le acque meteoriche ricadenti sulle carreggiate tramite griglie disposte ad una distanza massima di 15 m e, comunque, adeguatamente dimensionata. Le acque, in corrispondenza del ciglio, vengono scaricate dalle caditoie in una tubazione in acciaio sottostante, longitudinale al tracciato, che le convoglia presso le spalle dei viadotti stessi. Da qui i collettori entrano in pozzetti in cls e si raccordano con i tubi di drenaggio della restante piattaforma o, ove si è ritenuto necessario, scaricano tramite pluviali al piede del rilevato in pozzetti collegati al sistema di trattamento e, da

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

qui, al recapito finale, secondo quanto riportato nelle planimetrie di progetto.

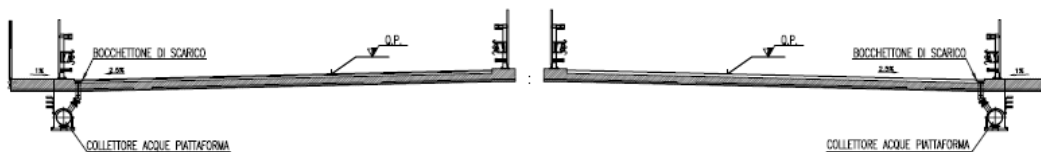


Figura 3.4 – Sezione tipo in viadotto

3.2.5 Viabilità “locale” e secondaria

Le acque percolanti sulle rotatorie esterne alla nuova autostrada e non direttamente ad essa collegate, così come quelle sulla strada litoranea Cannitello, non vengono trattate ma scaricano nella fognatura della viabilità locale limitrofa o direttamente nel corso d’acqua più vicino.

Per quanto riguarda il sistema di raccolta previsto in trincea si utilizza lo stesso criterio adottato per l’autostrada, mentre in rilevato, le cunette in PEad sono sostituite dalle più classiche caditoie grigliate ad 8 fori, carrabili, di dimensione 60x60 cm. I collettori sottostanti sono in PEad come quelli descritti ai paragrafi precedenti. L’interasse massimo per la raccolta è di 15 m e i pozzetti di ispezione saranno ubicati ogni 40/50 m.

Per quanto riguarda il breve tratto in viadotto sulla viabilità, asse B, in uscita dalla rotatoria nello svincolo di Villa S.Giovanni, si rimanda al paragrafo precedente.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

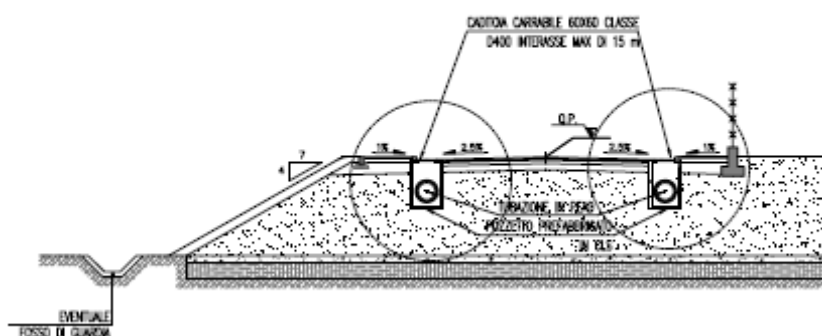


Figura 3.5 – Sezione tipo viabilità locale

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

4 Procedura di dimensionamento del sistema di drenaggio della piattaforma stradale col metodo dell'invaso

4.1 Modello di trasformazione afflussi-deflussi

La determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura dei sottobacini autostradali verrà effettuata mediante l'applicazione di un particolare modello afflussi-deflussi, quello dell'invaso lineare.

Assumendo l'ipotesi di pioggia costante e con riferimento ad una funzione IUH del tipo:

$$u(t) = \frac{1}{k} e^{-t/k} \quad (4.1)$$

la portata al colmo per l'evento critico è data dalla relazione:

$$Q_c = 2.78 \cdot \phi \cdot S \cdot D(n) a k^{n-1} \quad (4.2)$$

ove ϕ è il coefficiente d'afflusso, S [ha] la superficie scolante afferente, a [mm/oraⁿ] ed n [adm] i parametri della linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, presi dallo studio idrologico a cui si rimanda, k [ore] la costante d'invaso e D una funzione del parametro n ; il coeff. 2.78 serve a "sistemare" le unità di misura affinché il valore di portata ottenuto risulti espresso in [l/s].

La costante d'invaso è stata calcolata utilizzando il metodo Urbis (definito presso il Politecnico di Milano dai proff. Paoletti e Mignosa)

$$k = 0.7 \left(T_e + \frac{T_c}{1.5} \right) \quad (4.3)$$

dove T_e è il tempo d'ingresso in rete e T_c è il cosiddetto tempo di corrivazione (dato dal rapporto fra la lunghezza della tubazione e la relativa velocità di moto uniforme a tubo pieno)

Per determinare il tempo di ingresso alla rete si è utilizzato il modello del *condotto equivalente* [Mambretti e Paoletti, 1996], sviluppato partendo dalla considerazione che il deflusso superficiale è da considerarsi pari al deflusso lungo una rete di piccole canalizzazioni (cunette, canalette, piccoli condotti, etc..) che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde dei tetti e delle strade:

Recenti ricerche hanno condotto, per sottobacini di area fino a 10 ettari, all'equazione:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

$$t_{ei} = \frac{0.5 * l_i}{s_i^{0.375} (i \phi_i S_i)^{0.25}} \quad (4.4)$$

che, utilizzando l'espressione monomia della curva di possibilità pluviometrica $h = a \cdot \theta_c^n$ si scrive:

$$t_{ei} = \left(\frac{3600^{\frac{n-1}{4}} \cdot 0.5 \cdot l_i}{s_i^{0.375} (a \phi_i S_i)^{0.25}} \right)^{\frac{4}{n+3}} \quad (4.5)$$

nelle quali:

- t_{ei} è il tempo d'accesso dell'i-esimo sottobacino [s],
- l_i è la massima lunghezza del deflusso superficiale dell'i-esimo sottobacino [m],
- s_i è la pendenza media dell'i-esimo sottobacino [m/m],
- S_i è la superficie dell'i-esimo sottobacino [ha],
- ϕ_i il coefficiente d'afflusso dell'i-esimo sottobacino,
- i l'intensità critica di pioggia [mm/h],
- a, n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica, essendo a espresso in [mm/hⁿ], mentre n è un numero adimensionale.

La progettazione è stata effettuata utilizzando i coefficienti a ed n associati ad un tempo di ritorno pari a 100 anni per la progettazione della viabilità principale e ad essa strettamente collegata, e pari a 50 anni per la viabilità secondaria (strada litoranea e rotatorie di accesso/uscita a e dagli svincoli).

Tempo di ritorno [anni]	CPP
50	$h = 68.63 t^{0.433}$
100	$h = 79.57 t^{0.433}$

Tabella 4.1 –Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate di pioggia superiori all'ora

4.2 Tempo di ritorno assunto a base della progettazione

La grandezza comunemente presa a riferimento come valore di progetto (per es., per valutare il grado di protezione dagli allagamenti offerto dalla rete di drenaggio) è il tempo di ritorno Tr della portata di dimensionamento. Tramite tale espressione si indica il numero di anni in cui il superamento del valore assegnato avviene mediamente una volta; alternativamente, il tempo di ritorno rappresenta il numero di anni che in media separano il verificarsi di due eventi di entità

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

eguale o superiore alla soglia assegnata.

Il tempo di ritorno da assumere alla base della progettazione deve essere da un lato sufficientemente elevato da garantire il buon funzionamento della rete idraulica, e dall'altro accuratamente ponderato onde consentire un dimensionamento non eccessivamente oneroso. Si tratta, quindi, di trovare il giusto compromesso tecnico-economico.

La scelta del valore del tempo di ritorno da utilizzare nell'analisi idraulica è stata eseguita sulla base della tipologia e dell'importanza strategica e funzionale delle singole opere in progetto, basandosi su un'attenta analisi del cosiddetto rischio d'insufficienza. Si definisce rischio associato ad una certa portata la probabilità che la portata stessa sia superata almeno una volta in un numero prefissato di anni; pertanto il rischio dipende dall'estensione del periodo considerato e dalla portata in esame, ovvero dal suo tempo di ritorno. Se il dimensionamento dell'opera è stato condotto con riferimento alla portata $Q(Tr)$ di Tr anni di tempo di ritorno, il rischio $R_N[Q(Tr)]$, ovvero la probabilità che, durante N anni di funzionamento, l'opera risulti insufficiente una o più volte, è esprimibile come:

$$R_N[Q(Tr)] = 1 - \left(1 - \frac{1}{Tr}\right)^N \quad (4.6)$$

La Tabella 4.2 fornisce i valori del rischio di insufficienza di un'opera dimensionata sulla base di un valore di portata corrispondente ad un tempo di ritorno di 100 anni:

Anni di vita dell'opera N [anni]	Rischio d'insufficienza R_N [%]
5	4.9
10	9.56
20	18.21
25	22.2
50	39.5
100	63.5
200	86.6

Tabella 4.2 – Valutazione del rischio d'insufficienza per $Tr = 100$ anni

Un importante aspetto da prendere in considerazione quando si utilizzano le curve di possibilità pluviometrica, è la sottostima dei volumi totali di precipitazione calcolati.

Come si è visto, le curve vengono elaborate a partire dai massimi annui di assegnata durata,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

ognuno dei quali rappresenta la massima altezza di precipitazione all'interno dell'evento meteorico in cui essa si è verificata.

Tale massima altezza di precipitazione è quindi sempre minore o uguale all'altezza complessiva registrata nell'evento stesso.

Le curve di possibilità pluviometrica forniscono, quindi, le massime altezze di assegnata durata che hanno la probabilità di presentarsi, con prefissato tempo di ritorno, all'interno di eventi di altezza complessiva di precipitazione maggiore o uguale a quella definita dalle curve.

Pertanto le altezze di pioggia fornite dalle curve di possibilità climatica, pur rappresentando i massimi annui di data durata e tempo di ritorno, forniscono in generale una sottostima dell'altezza totale di precipitazione.

La sottostima dei volumi di precipitazione insita nella definizione delle suddette curve significa che l'evento meteorico di progetto può presentarsi all'interno di un evento più ampio e pertanto le tubazioni possono già risultare parzialmente interessate da uno stato di deflusso. Il franco del 30%, assunto a riferimento nella verifica del grado di riempimento dei collettori, serve anche a contemplare tale fenomeno.

4.3 Verifiche

Il moto all'interno dei vari rami della rete sarà descritto adottando uno schema di moto uniforme, come è usuale in casi simili al presente. Sarà per questo adottata la formula di Chézy per verificare le scale di deflusso delle canalizzazioni adottate:

$$Q = K_s AR^{2/3} i^{1/2} \quad (4.7)$$

dove:

- Q è la portata di progetto del ramo;
- k_s è il coefficiente di scabrezza di Strickler;
- A è l'area bagnata della sezione ;
- R è il raggio idraulico;
- i è la pendenza longitudinale.

Per quanto attiene i valori del coefficiente di scabrezza di Strickler:

- $k_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per tubazioni e canalette in PEAD (rete di drenaggio stradale);
- $k_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per tubazioni in acciaio (su viadotto);
- $k_s = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ per cunette alla francese, canalette grigliate in cls sulla piattaforma o canalette in cls testa muro e fossi rivestiti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

5 Analisi idraulica

Sulla base dei risultati ottenuti dall'analisi idrologica, si procede ora al dimensionamento e alla verifica dei principali elementi costituenti il sistema di drenaggio.

5.1 Calcolo dell'altezza del velo liquido sulla piattaforma stradale

Per definire l'interasse minimo degli scarichi, sia sulla viabilità principale che secondaria, è necessario determinare l'altezza del velo liquido presente sulla carreggiata stradale.

La relazione utilizzata è quella proposta in Gran Bretagna dal Road Research Laboratory:

$$y = 0.0474 (L j)^{0.5} i_L^{-0.2}$$

dove y rappresenta l'altezza del velo liquido in [mm], j l'intensità di precipitazione riferita alla durata di pochi minuti ed espressa in [mm/ora], L la lunghezza del percorso dell'acqua in [m], i_L la pendenza della strada lungo la linea della corrente. La pendenza i_L e la lunghezza L del percorso della corrente sono legate alla geometria del sistema dalle seguenti relazioni:

$$L = b \left[1 + \left(\frac{i_t}{i_l} \right)^2 \right]^{0.5}$$

$$i_L = (i_t^2 + i_l^2)^{0.5}$$

dove b è la larghezza della sede stradale in [m], i_t la pendenza trasversale della strada ed i_l la pendenza longitudinale della strada.

L'applicazione numerica della relazione viene eseguita con riferimento a un valori della durata critica di pioggia di 2 minuti, valore che si ritiene ragionevole anche come valore da dare alla costante d'invaso per il dimensionamento di lunghi tratti di rete.

Per la determinazione dell'intensità di pioggia si utilizzano i parametri delle curve di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno di 100 anni ($a = 79.57$, $n = 0.433$) per la

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

viabilità principale e 50 anni ($a = 68.63$, $n = 0.433$) per quella secondaria.

Con la durata critica pari a 2 minuti si ottiene:

- tratto in rettilo

$$j = 79.57 (2/60)^{0.433-1} = 547.37 \text{ mm/ora}$$

$$b = 7.5 \text{ m}$$

$$i_t = 0.025$$

$$i_l = 0.002$$

$$l_L = 0.025$$

$$y = 6.36 \text{ mm}$$

- tratto in curva

$$j = 79.57 (2/60)^{0.433-1} = 547.37 \text{ mm/ora}$$

$$b = 15 \text{ m}$$

$$i_t = 0.07$$

$$i_l = 0.002$$

$$l_L = 0.07$$

$$y = 7.32 \text{ mm}$$

per le viabilità principali e

- tratto in rettilo

$$j = 68.63 (2/60)^{0.433-1} = 472.11 \text{ mm/ora}$$

$$b = 4.75 \text{ m}$$

$$i_t = 0.025$$

$$i_l = 0.001$$

$$l_L = 0.025$$

$$y = 5.58 \text{ mm}$$

- tratto in curva

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

$$j = 68.63 (2/60)^{0.433-1} = 472.11 \text{ mm/ora}$$

$$b = 9.50 \text{ m}$$

$$i_t = 0.05$$

$$i_l = 0.001$$

$$l_L = 0.05$$

$$y = 6.64 \text{ mm}$$

per le strade secondarie.

I valori ottenuti consentono di verificare i manufatti preposti alla captazione delle acque di piattaforma e quindi di scongiurare pericolosi fenomeni di accumulo dell'acqua sulla piattaforma stradale garantendo gli abituali standard di sicurezza.

Siccome tali carichi sui manufatti sono molto piccoli e, di conseguenza, lo sarebbe la superficie bagnata del manufatto marginale di raccolta, sono state fatte ragionevoli ipotesi sul carico massimo accettabile su ogni elemento e, da qui, si è proceduto coi dimensionamenti.

5.2 Tubazioni a servizio delle acque di piattaforma

Per il convogliamento delle acque captate dai manufatti superficiali si prevedono tubazioni in PEad interrate, di diametro variabile, sub-parallele ai cigli stradali, aventi come recapito finale le vasche di trattamento, ove ubicate in planimetria. Il progetto prevede che i tubi di convogliamento siano di dimensioni variabili da un diametro minimo di DN esterno 452 mm ad un massimo di DN esterno 2200 mm, mentre i diametri degli attraversamenti variano da un valore minimo DN esterno 452 a un massimo di DN 1800 mm.

Il dimensionamento dell'intero sistema di drenaggio è stato sviluppato stimando in alcuni nodi idraulicamente importanti l'entità delle portate massime corrispondenti al tempo di ritorno di progetto; quindi sono state determinate le caratteristiche geometriche delle canalizzazioni in modo tale che queste abbiano capacità idraulica sufficiente per collettare le acque con franchi adeguati. Quale grado di riempimento limite accettabile per le tubazioni (rapporto tra l'altezza d'acqua nella tubazione ed il suo diametro) si è assunto un valore pari al 70%.

Per i risultati delle simulazioni si rimanda agli allegati alla relazione.

5.3 Elementi marginali di raccolta sulla viabilità principale nei tratti in rilevato

Nella viabilità in rilevato il sistema di raccolta è composto dai seguenti elementi marginali:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

- canaletta grigliata in PEad (viabilità principale)

5.3.1 Canaletta grigliata in PEad, 25.4x33 cm

La *canaletta grigliata in PEad* viene utilizzata per raccogliere l'acqua di piattaforma sia lungo il margine esterno che interno della carreggiata a seconda della rotazione cigli. Mentre nel secondo caso la raccolta è continua, nel primo la canaletta è stata posizionata, con il relativo scarico, ad un interasse massimo di 15 m.

L'acqua raccolta dalla canaletta è convogliata al collettore posto sotto la carreggiata tramite una tubazione DN 160 in PEad.

Per determinare l'interasse a cui posizionare la canaletta, e il relativo scarico, si è posto un riempimento massimo di 24 cm sui 30 totali, corrispondente all'80% dell'altezza interna totale.

Il numero degli scarichi necessari è dato dal rapporto tra la portata massima recapitata sulla carreggiata (calcolata per $T_r = 100$ anni) e la massima portata convogliabile dal manufatto idraulico di intercettazione (calcolata con la formula di Chézy (cfr. paragrafo 4.3). Una volta quantificato il numero minimo degli scarichi si è determinato l'interasse massimo tra gli elementi.

Si riportano i calcoli eseguiti per uno dei tratti più critici, tra le sezioni C130 e C128.

La pendenza longitudinale della strada è pari all' 1.4%, la portata massima Q recapitata dalla piattaforma stradale (per $T_r=100$ anni) risulta pari a $0.230 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre la massima portata Q_{\max} convogliabile dalla canaletta (calcolata mediante la relazione 4.7, ove si è assunto $k_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) è pari a $0.088 \text{ m}^3/\text{s}$.

Il numero minimo di scarichi necessario risulta pari a:

$$N = \frac{Q}{Q_{\max}} = \frac{0.230}{0.088} \cong 2.61 \quad (5.1)$$

Dividendo la lunghezza del tratto considerato ($L = 100 \text{ m}$) per il numero di scarichi appena trovato si stabilisce quale sia l'interasse massimo da porre tra due canalette consecutive:

$$d_{\max} = \frac{L}{N} = \frac{100}{2.61} \cong 38.3 \quad (5.2)$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche	Codice documento CS0746_2	Rev 2	Data 28/04/2011	

Come scelta progettuale si è deciso di accettare un' interasse massimo di scarico tra due canalette successive di 15 m.

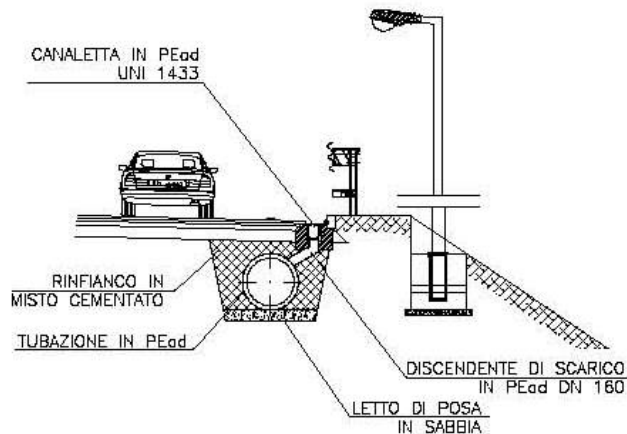


Figura 5.1 – Particolare raccolta in rilevato

Per valutare l'interasse opportuno dei collettori di raccordo DN160 con la tubazione principale longitudinale alla strada, si è utilizzata la formula del funzionamento di una soglia sotto battente. Il collettore deve essere in grado di scaricare tutta la portata praticamente nell'istante in cui arriva, di modo da evitare un riempimento della canaletta oltre l'altezza utile. La formula per il calcolo della portata che la tubazione appena descritta è in grado di convogliare si calcola come:

$$Q_d = C_q A \sqrt{2gh} \quad (5.3)$$

dove:

- Q_d è la portata che può portare il discendente;
- C_q è il coefficiente d'efflusso, pari a 0.6;
- A è l'area della sezione del discendente;
- h il carico sulla sezione contratta.

Considerando che il carico massimo accettabile h sia pari a 20 cm si ottiene che il discendente DN160, avente diametro interno pari a 137 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 17.5 l/s; si è quindi posto l'interasse dei discendenti in modo che questo valore non sia mai superato.

A questo punto, considerando i singoli tratti di strada con la relativa pendenza longitudinale, si calcola la portata convogliata su di esso e il numero di discendenti necessari.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

Considero il medesimo tratto citato prima tra le sezioni C130-C128. La pendenza longitudinale della strada è $i=1.4\%$, la portata massima Q recapitata dalla piattaforma stradale (per $T_r=100$ anni) risulta pari a $0.230 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre la portata Q_d captabile dal discendente (calcolata con la formula 5.3) è $0.0175 \text{ m}^3/\text{s}$. Il numero minimo di scarichi necessari è:

$$N = \frac{Q}{Q_d} = \frac{0.230}{0.0175} \cong 13.14 \quad (5.4)$$

Dividendo la lunghezza del tratto considerato per il numero di scarichi appena trovato si stabilisce quale sia l'interasse massimo da porre tra due scarichi consecutivi:

$$d_{\max} = \frac{L}{N} = \frac{100}{13.14} \cong 7.6 \quad (5.5)$$

In tutti i casi considerati l'interasse calcolato per le canalette (ovviamente se non sono continue) è maggiore rispetto a quello identificato per i discendenti, quindi tra le due condizioni la seconda risulta la più restrittiva. In via cautelativa si è deciso di porre le canalette, con il relativo scarico, ad un interasse pari a quello degli scarichi e, comunque, non superiore ai 15 m.

5.3.2 Cunetta triangolare (alla francese)

Questo sistema di raccolta delle acque è stato utilizzato in buona parte del progetto e comunque nei tratti di strada a mezza costa o in trincea. La cunetta triangolare (alla francese) è stata inserita in progetto, sia associata ad una tubazione sottostante, sia come unità singola per brevi tratti stradali.

Nel primo caso, date le dimensioni limitate della stessa, si sono previste interruzioni, ad interasse fisso, che permettano, tramite pozzetti, di scaricare le acque all'interno di tubazioni che corrono parallelamente sotto la cunetta.

In progetto è stata individuata una tipologia di cunetta da 1.025 m (larghezza utile al deflusso 0.85 m).

Posta lungo tutti i tratti di progetto relativi alle sezioni con muri o in presenza di pendio naturale o artificiale a lato della carreggiata, la cunetta in calcestruzzo idraulicamente più sollecitata provvede alla raccolta ed al convogliamento delle acque di precipitazione afferenti su una porzione di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

piattaforma stradale di lunghezza massima pari a 116.78 m, dopo i quali si ha un pozzetto di scarico, e di larghezza massima pari a 21.65 m; la superficie scolante afferente risulta quindi pari a 2528.29 m², per quanto riguarda la strada, 934.24 m² di superficie sub orizzontale e 1976.84 m² provenienti dalle scarpate che si riversano sulla strada.

La sezione utile al deflusso è triangolare con base pari a 0.85 m ed altezza massima h_{max} di calcolo pari a 0.05 m, con inclinazione trasversale del 6%. La pendenza di calcolo varia con la strada. Ipotizziamo, in questo caso, la pendenza longitudinale della strada pari al 2.5%.

Per quanto riguarda il progetto in questione la massima portata Q_{max} accettata convogliabile dalla cunetta (calcolata come spiegato al capitolo 4, relazione 4.7, ove si è assunto $k_s = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) è pari a $Q_{max} = 0.0187 \text{ m}^3/\text{s}$.

Per stabilire l'interasse di captazione si utilizza lo stesso procedimento spiegato nei paragrafi precedenti.

Il numero di scarichi minimo necessario è dato dal rapporto:

$$N = \frac{Q}{Q_{max}} \quad (5.6)$$

Dove Q_{max} è la massima portata convogliabile dalla singola cunetta (calcolata mediante la relazione 4.7, con $k_s = 65 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$) e Q la portata massima recapitata dalla piattaforma stradale (per $Tr=100$ anni) sul tratto di piattaforma in esame.

Una situazione critica si verifica nel tratto tra le sezioni G14 e G20 su un tratto di piattaforma di lunghezza 121.40 m e larghezza 10.05. La superficie stradale afferente alla cunetta è di 1220.70 m², mentre quella inerbita suborizzontale di 403.05 m² e quella delle scarpate di 715.16 m². Risulta pertanto che la portata massima recapitata dalla piattaforma stradale Q (per $Tr=100$ anni), che il sistema cunetta-collettore deve smaltire, risulta pari a 0.171 m³/s. La pendenza longitudinale della strada è del 4.3% perciò la massima portata convogliabile da una cunetta (calcolata con la relazione 4.7) è pari a 0.0245 m³/s. Dai calcoli, in questa situazione, il numero minimo di scarichi minimo è:

$$N = \frac{0.171}{0.0245} \cong 6.98$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche	<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011	

Dividendo la lunghezza del tratto considerato ($L = 121.40$ m) per il numero di scarichi appena trovato si stabilisce quale sia l'interasse massimo da porre tra due griglie consecutive:

$$d_{\max} = \frac{L}{N} = \frac{121.40}{6.98} \cong 17.39 \quad (5.7)$$

Come per le canalette in PEad l'interasse massimo di scarico ritenuto accettabile è stato posto pari a 15 m.

E' da notare che, nella formula utilizzata per il calcolo della massima portata defluente sul tratto di strada e banca affluenti alla cunetta, il coefficiente d'efflusso varia a seconda dell'ubicazione della cunetta in progetto. Infatti tale coefficiente risulta da una media ponderata data dalla somma delle quote parti di superfici afferenti al tratto di cunetta in esame, moltiplicate ognuna per il proprio coefficiente (essendo $\varphi = 0.9$ per le strade, $\varphi = 0.5$ per le scarpate e $\varphi = 0.3$ per le superfici suborizzontali), il tutto poi viene diviso per la superficie totale come indicato sotto.

Il coeff. d'afflusso medio ponderato è, quindi, calcolabile come:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i S_i}{\sum_{i=1}^n S_i} \quad (5.8)$$

Per quanto riguarda i risultati dei dimensionamenti si rimanda all'allegato 1 della presente relazione.

5.3.3 Dimensionamento canaletta di raccolta acque di versante e rilevato

Come risulta dalle planimetrie di progetto, la raccolta delle acque di piattaforma lungo le banche della trincea e del rilevato autostradale avviene a mezzo di elementi in cls (fosso rivestito di base 30 cm, altezza 30 cm e scarpa 1:1, sulla prima banca, e le successive (caso di trincea profonda) e canaletta in cls prefabbricata di dimensioni esterne 49x54 cm al piede della trincea). Il dimensionamento del manufatto al piede della trincea è stato fatto con un ragionamento simile a quello condotto per le canalette poste lungo la strada. Si è, dapprima, calcolata la portata defluente dalla trincea al limite della piattaforma stradale con la formula razionale, tenendo conto di possibili infiltrazioni dell'acqua nel terreno, e quindi usando un coefficiente di deflusso pari a 0.5 e,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

successivamente, con la formula di Chezy, è stata effettuata una verifica di moto uniforme per stabilire la dimensione minima che la canaletta deve avere per raccogliere l'intera portata. Questo dimensionamento, sicuramente cautelativo, è stato adottato in quanto non si può mai sapere con esattezza quale sia la portata che si infila nel terreno delle banche. Inoltre in questo modo, anche nel caso in cui il terreno sia saturo d'acqua per qualche evento ravvicinato a quello massimo di progetto, la canaletta risulta comunque sufficiente a invasare le acque che le arrivano. Per non farla entrare in crisi a causa dell'eccessiva portata in gioco, nei punti di minimo in trincea del tracciato stradale e tergo muri, è stato previsto uno scarico in pozzetti in cls. Da qui le acque della trincea vengono scaricate nel collettore sotto la strada e collettate insieme a quelle di piattaforma verso il trattamento.

Questo sistema, che prevede l'utilizzo di canalette ad embrice come sfiori intermedi in caso di eccessivo riempimento dei fossi lungo le banche, è stato adottato in zone intercluse, esempio tra le gallerie assi B e D e il Centro Direzionale, e ovunque si è verificata la mancanza di un recapito naturale per le acque di versante.

La massima portata recapitata dalla trincea alla canaletta rettangolare al piede della stessa, considerando una superficie di 3216.39 m², è di circa 0.128 m³/s (calcolata con Tr=100 anni e φ = 0.5).

Per determinare l'interasse a cui posizionare gli scarichi lungo la canaletta si è posto un riempimento massimo della stessa di 34.4 cm sui 43 totali, corrispondente all'80% dell'altezza interna totale.

La sezione accettata come utile al deflusso è rettangolare con base pari a 0.4 m ed altezza massima di riempimento, h_{max} = 0.344 m (come spiegato sopra). La pendenza minima della canaletta assunta per i calcoli è pari allo 0.9%.

La massima portata Q_{max} accettata convogliabile da una canaletta con queste caratteristiche (calcolata come spiegato al capitolo 4, relazione 4.7, ove si è assunto k_s = 65 m^{1/3}/s) è pari a Q_{max} = 0.214 m³/s.

Pertanto il numero minimo di scarichi necessari è:

$$N = \frac{Q}{Q_{\max}} = \frac{0.128}{0.214} \cong 0.6$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche	<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

Ossia la canaletta con queste caratteristiche è in grado di raccogliere l'intera portata Q recapitata dalla trincea.

Per quanto riguarda l'interasse degli scarichi lungo le trincee si è calcolata la portata scolante convogliabile da una canaletta ad embrice.

La portata che un embrice è in grado di convogliare è stata calcolata considerando il funzionamento di quest'ultimo come una soglia sfiorante a sezione trapezia e quindi secondo la formula:

$$q_0 = C_q L h \sqrt{2gh} \quad (5.9)$$

Ove C_q = coefficiente d'efflusso pari a 0.35;

L = larghezza dell'embrice è 0.5 m;

h = 0.105 m altezza del velo liquido all'imbocco dell'embrice;

La portata convogliabile in una canaletta di queste dimensioni è di 0.0264 m³/s.

A questo punto il numero minimo di elementi necessari per convogliare la portata recapitata dalla quota parte di scarpata considerata è data dal rapporto tra la portata massima Q (calcolata con Tr= 100 anni) recapitata nel tratto stesso e la portata massima q_0 (calcolata con la relazione 5.9) convogliabile dalla canaletta ad embrice:

$$X_{embr.} = \frac{Q}{q_0} \quad (5.10)$$

Dividendo la lunghezza, L, del tratto considerato per il numero di scarichi appena calcolato (X_{embr}) si stabilisce quale sia l'interasse massimo da porre tra due canalette ad embrice consecutive:

$$d \max = \frac{L}{X_{embr}}$$

Considerando un tratto stradale di circa L = 110.1 m e una larghezza della carreggiata della singola banca di 7.5 m, la superficie di scarpata afferente al sistema di smaltimento qui citato è di

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

953.93 m² e quindi la portata massima Q (calcolata con Tr= 100 anni) recapitata dal tratto di trincea in esame verso le canalette è di circa 0.044 m³/s. In questo caso risulta necessario un numero minimo di $X_{embr} = Q/q_0 = 1.67$ embrici circa, posti a una distanza massima (d_{max}) di 65.93 m; cautelativamente si è adottato un interasse pari a 20 m.

5.4 Elementi di raccolta e convogliamento acque viabilità in galleria

Nella viabilità in galleria si ritrovano i seguenti elementi:

- collettori in PEad;
- caditoie grigliate che sormontano pozzetti sifonati in cls.

Nelle gallerie, in generale, e in quelle che si hanno in progetto nello specifico, le sole acque che possono entrare sono quelle per trascinamento dalle ruote delle macchine che, parzialmente, vengono assorbite dal manto drenante della piattaforma stessa.

Da ciò si evince che il motivo principale per inserire pozzetti sifonati nel contesto di una galleria è legato principalmente alla necessità di raccogliere gli sversamenti accidentali.

Per tale motivo si ritiene ragionevole diradare l'interasse della raccolta lungo il tracciato stradale e portarlo a 25 m, mentre i pozzetti di ispezione saranno posti ogni 40-50 m (vedi planimetrie di progetto).

I collettori all'interno della galleria, allo sbocco (inteso con questo termine il punto più basso di "uscita" dalla galleria indipendentemente dal senso di marcia) vengono raccordati a quelli all'esterno, necessari al drenaggio di piattaforma, mediante appositi pozzetti che avranno anche la funzione di prendere le acque di infiltrazione collettate attraverso tubi ai lati della calotta o sotto di essa).

5.5 Viadotti

Le acque che precipitano sul manto stradale nei tratti in viadotto defluiscono longitudinalmente sul bordo della pavimentazione in una canaletta ideale delimitata lateralmente dal cordolo dell'impalcato ed inferiormente dalla superficie pavimentata. I deflussi vengono scaricati tramite caditoie con interasse opportunamente dimensionato per garantire lo smaltimento dell'acqua sulla carreggiata. Le caditoie, poste al margine della carreggiata, scaricano in un collettore in acciaio longitudinale sospeso all'intradosso dell'impalcato.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

Esse sono costituite da una griglia in acciaio zincato a caldo, di dimensione 0.15 x 0.15 m, da un bocchettone, posato sulla soletta dell'impalcato con tubazione discendente in acciaio zincato $\phi 150$, che si attesta sulla parte superiore del collettore di drenaggio.

Quest'ultimo è costituito da una tubazione in acciaio di diametro DI variabile come indicato nelle planimetrie di progetto.

La tubazione di drenaggio longitudinale lungo il viadotto è sorretta da una apposita cinghia di sostegno ancorata all'impalcato tramite tirafondi in acciaio.

In corrispondenza delle spalle sono previsti pluviali di scarico alle vasche o, alternativamente, pozzetti in cls gettati in opera per il raccordo con le tubazioni sotto la strada. La massima portata recapitata dalla piattaforma (per $T_r=100$ anni) e raccolta dalla tubazione può, quindi, essere calcolata come descritto al capitolo 4, utilizzando la formula razionale dove, il tempo di riferimento, è dato dalla costante d'invaso.

Calcolata la portata massima, il dimensionamento delle tubazioni è stato effettuato in condizioni di moto uniforme con la nota formula di Chezy, al fine di convogliare a pelo libero la portata di progetto con un riempimento massimo dei condotti pari al 70%.

Per i risultati dei dimensionamenti si rimanda all'Allegato 1 della presente relazione.

5.5.1 Determinazione dell'interasse dei bocchettoni di scarico in viadotto

Consideriamo i bocchettoni con griglia sovrastante: l'interasse tra questi è stato calcolato partendo dal rapporto tra la portata recapitata su una determinata sezione di viadotto Q (calcolata con $T_r=100$ anni) e il valore di portata convogliabile sul bocchettone di scarico del viadotto Q_b , ottenuto considerando una soglia che funziona come luce sotto battente.

$$Q_b = CA\sqrt{2gh} = 0.6 \cdot 0.015 \cdot \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 0.2} \cong 0.018 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con C = coefficiente d'efflusso assunto pari a 0.6;

A = area del bocchettone circolare di diametro $DI= 0.137$ m;

h = carico massimo accettato sopra il bocchettone, pari a 0.20 m.

A questo punto, considerando la lunghezza del viadotto, dapprincipio è stato calcolato il numero minimo di bocchettoni necessari per quel tratto ($Q/Q_b = x$) e, noto questo e la lunghezza L dell'impalcato si è ottenuto l'interasse massimo necessario (L/x) a cui porre gli scarichi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

5.6 Pozzetti

Il sistema di passaggio tra tubazioni in rilevato e trincea, data la diversità degli elementi di captazione superficiali, quello tra tubazioni e sistemi di trattamento, nonché quello tra vasche e recapiti finali e la manutenzione delle tubazioni al di sotto della carreggiata viene realizzato attraverso differenti tipologie di pozzetti sia in PEad sia in cls. La caratteristica forma a “T” dei primi è conferita dal tubo corrugato verticale DN esterno 935 mm e dal bicchiere posto all’estremità inferiore che funge da raccordo per le tubazioni in ingresso e/o in uscita.

Si possono identificare le seguenti tipologie di pozzetti:

- pozzetti di raccordo per le tubazione in PEad;
- pozzetti di scarico per le tubazione in PEad o in cls;
- pozzetti di scarico per le canalette e cunette in cls;
- pozzetti di ispezione in PEad o in cls;
- pozzetti di salto in cls (ad esempio all’uscita dalla vasca VPP9 per l’immissione del collettore nel tombino 9 di recapito);
- pozzetti di scarico diretto.

L’interasse massimo fissato è di 50 m nel caso i pozzetti siano provvisti di un chiusino cieco e non ci siano esigenze di raccolta o cambi di pendenza/sezione tubo particolari.

5.7 Considerazioni sulle singolarità idrauliche in corrispondenza delle tubazioni a forte pendenza

Date le caratteristiche della rete in esame, si ritiene utile dare evidenza di alcune criticità puntuali, con le relative valutazioni di carattere progettuale. Infatti, nei tratti di una rete di drenaggio caratterizzati da una cosiddetta forte pendenza (ove l’altezza di stato critico risulta superiore a quella di moto uniforme), in corrispondenza delle sezioni singolari (ad esempio quelle sezioni ove si realizza un’immissione di portata dalla piattaforma stradale o da un ramo laterale) la corrente può presentare un passaggio per lo stato critico (tirante idrico pari a quello di stato critico). In particolar modo, tale evenienza si presenta quando la portata d’immissione risulta confrontabile con quella defluente nella rete, allorquando la spinta totale di quest’ultima non risulta sufficiente a realizzare la confluenza.

Ricordando che la particolare tipologia idraulica della pendenza di una tubazione (debole, forte o critica) è funzione della portata che vi defluisce, nella rete in progetto sono presenti alcuni tratti che

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

in corrispondenza delle portate con tempo di ritorno di 100 anni mostrano un funzionamento a forte pendenza.

In tali tratti, quindi, l'altezza di moto uniforme (assunta a riferimento per la verifica idraulica dei collettori) risulta inferiore a quella di stato critico (che può instaurarsi, come accennato in precedenza, in corrispondenza alle singolarità idrauliche).

Ci si è domandati, pertanto, se anche nei tratti a forte pendenza risulta accettabile mantenere l'usuale criterio di verifica degli specchi, basato sull'analisi del rapporto fra l'altezza di moto uniforme e il diametro interno della tubazione.

In primo luogo si è ritenuto necessario approfondire le caratteristiche idrodinamiche del moto delle correnti veloci nelle tubazioni in progetto. In linea generale, quando le pendenze risultano elevate, può formarsi una corrente cosiddetta rapida (cfr. *Ippolito G., Modelli di correnti rapide, I modelli nella tecnica, vol. 1, Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, 1959; Viparelli M., Correnti rapide, Risultati in canaletta a 45°, L'energia Elettrica, n. 6, 1954; Viparelli M., Correnti rapide, Relazioni su ricerche e studi promossi dall'Anidel, Milano, 1958*), in cui il flusso è bifasico, con bolle d'aria disperse nella corrente e uno strato superiore di gocce d'acqua disperse nell'aria. Poiché l'emulsione dell'aria comporta un aumento di volume della corrente, per evitare il passaggio in pressione è necessario dimensionare opportunamente gli specchi.

La determinazione della corrispondenza fra le grandezze che avrebbe la corrente se fosse priva d'aria (indicate in seguito con il pedice *a*) e quelle relative al miscuglio (indicate in seguito con il pedice *m*) può essere effettuata con riferimento agli studi di Sinniger e Hager (*Sinniger R. O. e Hager W. H., Constructions Hydrauliques, Ecoulements Stationnaires, Presses Polytechniques Romandes, 439 p., 1989*). La concentrazione dell'aria inglobata dalla corrente, *C*, dipende soltanto dal numero di Boussinesq $B_{u,a}$ della corrente non aerata:

$$B_{u,a} = \frac{V_a}{\sqrt{g R_a}}$$

(in cui V_a è la velocità e R_a è il raggio idraulico) tramite la relazione:

$$C = \frac{1}{0.02(B_{u,a} - 6)^{3/2} + 1}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

valida per $B_{u,a} \geq 6$, valore al di sotto del quale la corrente non è aerata.

La sezione bagnata del miscuglio è allora pari a:

$$A_m = \frac{A_a}{1-C}$$

Per evitare la chiusura della sezione bagnata e il passaggio della corrente in pressione, le verifiche dovrebbero essere condotte con riferimento alla sezione del miscuglio A_m .

Preso atto che lo sviluppo del flusso bifasico è tanto maggiore quanto maggiore è la pendenza del condotto e quanto minore è il diametro dello stesso, per la rete di drenaggio in progetto sono stati analizzati i casi dei diametri minori (DN 400 e DN 500) con la pendenza maggiore (10% circa).

I risultati sono rappresentati nelle Figure 5.2 (DN 400) e 5.3 (DN 500) ove sull'asse delle ascisse sono riportati i valori dell'area bagnata nel caso senz'aria e su quello delle ordinate i valori dell'area bagnata nel caso del miscuglio.

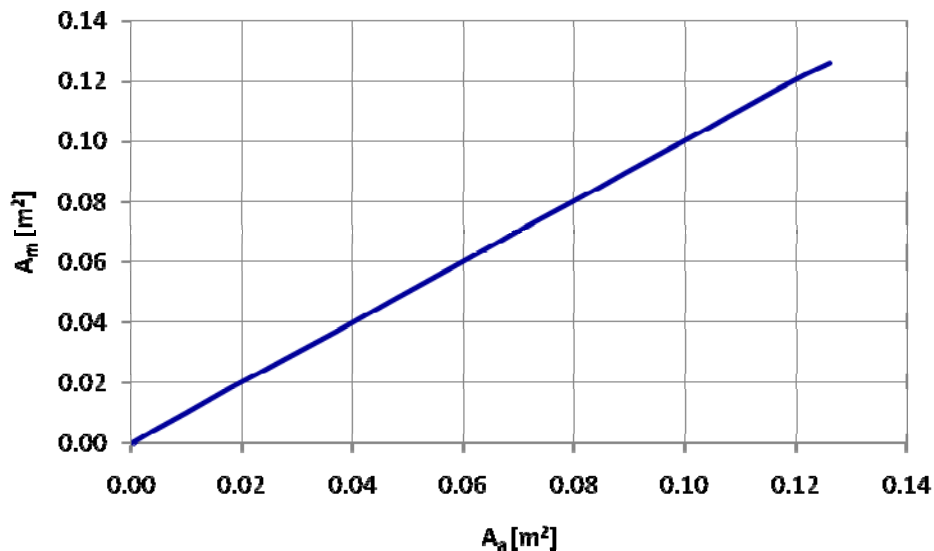


Figura 5.2 – Tubazione DN 400

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

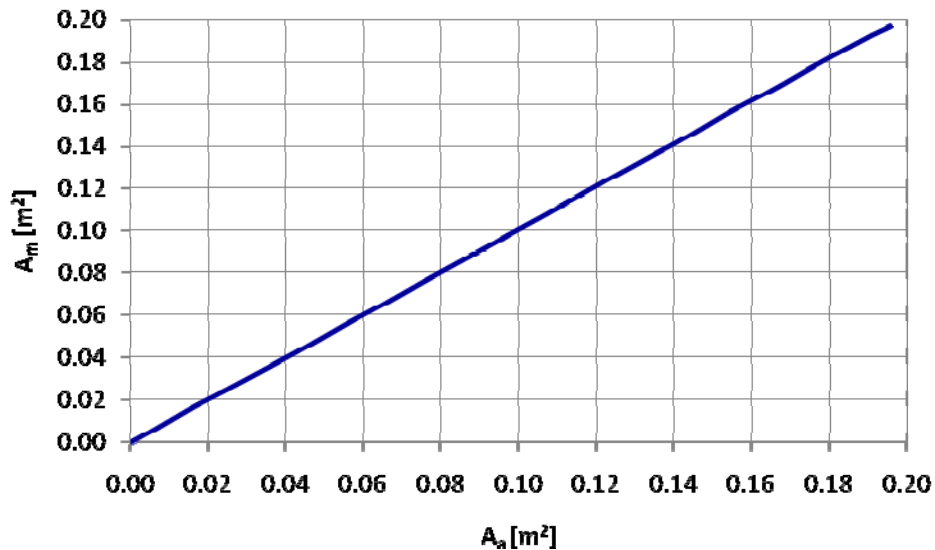


Figura 5.3 – Tubazione DN 500

I risultati evidenziano che in entrambi i casi “critici” considerati, l’aria inglobata dalla corrente, e di conseguenza l’aumento di volume della stessa, possono ritenersi trascurabili. Come tale, nelle tubazioni in progetto che risultano a forte pendenza la corrente veloce che vi transita non mostra apprezzabili caratteristiche bifasiche, assumendo valori dell’altezza di moto uniforme che coincidono con quelli calcolati in questa sede mediante la relazione di Chézy.

In secondo luogo, in corrispondenza a quei pozzetti sede di singolarità idraulica con formazione dello stato critico, sono stati calcolati i seguenti parametri:

- la “persistenza” dei valori del tirante idrico superiori a quello di moto uniforme: è stata calcolata la lunghezza del tratto della tubazione di valle in cui il tirante idrico risulta superiore all’altezza di moto uniforme;
- la massima quota raggiungibile dall’acqua: è stato calcolato il valore dell’energia totale della corrente che costituisce il valore limite di risalita.

I risultati evidenziano che la criticità è di natura puntuale non interessando tratti considerevoli della tubazione (moto uniforme ricostituito pochi metri a valle) e che la massima quota eventualmente raggiungibile dalla corrente turbolenta in corrispondenza del pozzetto è inferiore a quella del fondo

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

scorrevole della canaletta di raccolta ubicata sul ciglio (escludendo, in tal modo, la possibilità che la canaletta risulti rigurgitata generando fenomeni di allagamento della piattaforma stradale).

A titolo esemplificativo, si descrive la situazione in corrispondenza ad uno dei casi maggiormente critici: il pozzetto di confluenza tipo A ubicato alla sez. C60, tra l'uscita della galleria naturale "Minasi" e il tombino scatolare alla Pk 1+442.82 (viabilità principale).

Tubazione a monte del pozzetto	DN 400
Portata a monte del pozzetto	0.183 m ³ /s
Tubazione a valle del pozzetto	DN 400
Portata a valle del pozzetto	0.272 m ³ /s
Pendenza tubazione di valle	2.30 %
Altezza di moto uniforme nella tubazione di valle	0.26 m
Altezza di stato critico nella tubazione di valle	0.36 m
Quota fondo scorrevole tubazione di valle in corrispondenza del pozzetto	95.00 m s.m.
Quota piano viabile	96.36 m s.m.
Quota fondo scorrevole della canaletta di raccolta delle acque di piattaforma	96.06 m s.m.

I calcoli effettuati evidenziano quanto segue:

- l'altezza di moto uniforme viene ricostituita a valle ad una distanza dal pozzetto pari a circa 30 m;
- in corrispondenza del pozzetto, la quota dell'energia totale (95.76 m s.m.) risulta inferiore non solo a quella del piano viabile (96.36 m s.m.) ma anche a quella del fondo scorrevole della canaletta di raccolta delle acque di piattaforma (96.06 m s.m.);

In ultima analisi, a completamento delle analisi ivi esposte, occorre evidenziare che a fronte dei rilevanti valori assunti dalla velocità in condotta non si riscontrano problemi legati all'azione abrasiva della corrente, stante l'utilizzo di un materiale per le tubazioni (PEAD) che offre ampie garanzie di resistenza in tal senso

In conclusione, alla luce delle analisi numeriche svolte, anche tenuto conto dei numerosi provvedimenti cautelativi assunti e del carattere puntuale della criticità evidenziata, si è ritenuto

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche	<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011	

adeguato procedere a verifiche di moto uniforme.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

6 PRESIDI IDRAULICI

Le soluzioni progettuali adottate sono volte ad assicurare la completa protezione ambientale del territorio secondo le vigenti norme, con particolare riferimento alla salvaguardia dei recapiti finali, rappresentati da corsi d'acqua naturali. Pertanto in progetto sono state inserite vasche di prima pioggia (presidi qualitativi) e vasche di sicurezza (per sversamenti accidentali).

Il decreto legislativo n°152 del 3 aprile 2006, e le sue successive modifiche ed integrazioni si pone al termine dell'iter legislativo per la normativa riguardante l'ambiente. Esso disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche nella sua parte terza. In particolare esso conferma i vincoli alla dispersione nel sottosuolo delle acque meteoriche provenienti da piazzali e strade, già indicati nel testo unico sulle acque (Dlgs 3 aprile 2006, n.152) e le successive correzioni e integrazioni.

Per la quantificazione delle acque di prima pioggia si rimanda al Regolamento della Regione Lombardia n°4 del 24 Marzo 2006 "Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne" e successive integrazioni, di cui si riportano il seguente stralcio:

“Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio [...] assumendo che l'evento si verifichi in quindici minuti e che il coefficiente di afflusso alla rete sia pari ad 1 per la superficie scolante e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo ad esse contigue, escludendo dal computo le superfici incolte o ad uso agricolo.”

Per garantire una maggiore sicurezza e tutela dei corsi d'acqua nei quali si intende scaricare, le vasche di trattamento sono sempre associate ad una vasca per lo sversamento accidentale, dimensionata per raccogliere 60 m³ di olii e idrocarburi, praticamente il doppio del carico di un'autocisterna.

I sistemi di raccolta, smaltimento e recapito delle acque a servizio delle viabilità principale e secondaria differiscono tra loro. Mentre sulla viabilità principale, data l'importanza e la grandezza dell'opera, si è deciso di effettuare il trattamento delle acque meteoriche, nelle viabilità secondarie sia per ragioni di tipo economico che per la relativa importanza delle superfici in gioco si è deciso di convogliare l'acqua tramite collettori direttamente a recapito, principalmente rappresentato dalla

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

fognatura, essendo gli interventi previsti sulla viabilità secondaria, principalmente di risistemazione (strada litoranea Cannitello) e di raccordo (viabilità di collegamento allo svincolo di Villa S.Giovanni previsto nel progetto della DG87 e svincolo di S.Trada) ad una viabilità, e quindi rete, esistente.

6.1 Criteri di dimensionamento dell'impianto di trattamento

Le soluzioni progettuali adottate sono volte ad assicurare la completa protezione ambientale del territorio con particolare riferimento alla salvaguardia dei corsi d'acqua superficiali presenti.

Sulla base di quanto descritto le acque meteoriche che ricadono sulle viabilità in progetto devono subire un processo di separazione tra prime piogge, considerate ad alta concentrazione di inquinanti, e seconde piogge, considerate "bianche".

A partire dalla Legge Regionale citata è stata prevista la realizzazione di un meccanismo di separazione per le acque di prima pioggia che consente il trattamento in continuo delle stesse utilizzando un sistema funzionante a gravità. Nello specifico sono state progettate ben 11 vasche di prima pioggia per permettere il trattamento delle acque prima dello scarico nei recapiti.

Per garantire la sicurezza idraulica dei corsi d'acqua questi sistemi sono stati associati a vasche per lo sversamento accidentale di carichi inquinanti.

Queste vasche vengono poste "in parallelo" al sistema di trattamento.

Le acque di prima pioggia sono state dimensionate a partire dalle superfici totali afferenti all'impianto divise a seconda della tipologia in superfici stradali, il cui coefficiente d'efflusso è stato posto pari a 1 come da normativa, e superfici permeabili (scarpate e superfici suborizzontali) con coefficiente 0.3.

In ottemperanza ai criteri fissati dalla già citata Legge della Regione Lombardia, la portata di prima pioggia da inviare al trattamento si deve calcolare mediante la seguente espressione:

$$Q = \frac{0.005 * (S_{IMP} \cdot 1 + S_{PERM} \cdot 0.3)}{15 * 60}$$

Ove Q [m³/s] è la portata di prima pioggia, S_{IMP} [m²] la superficie impermeabile afferente e S_{PERM} [m²] la superficie permeabile afferente.

Nella tabella 6.1 sono riportati i valori di portata caratteristica per ogni impianto di trattamento.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

VASCA TRATTAMENTO	RECAPITO	Q trattata [l/s]	Q tot [l/s]	DN ing [m]	DN bypass [m]
VPP1	LATICOGNA	22.41	346.61	0.565	0.565
VPP2	PRESTIANNI	31.69	604.71	0.565	0.701
VPP3	ZAGARELLA 2	57.88	1043.36	0.701	0.935
VPP4 alta	ZAGARELLA 2	165.73	3944.85	1.4	1.4
VPP4 bassa	TOMBINO 2.00x2.00 m in Pk. 2+630.83	22.36	450.22	0.935	0.935
VPP5	POLISTENA	90.47	2101.24	1.2	1.2
VPP6+VPP7	MARE	961.40	16583.76	1.8 e 2.2	2.2
VPP8	IMMACOLATA	69.32	1932.36	1.2	1.2
VPP9	TOMBINO 6.00x4.00 m in Pk. 2+567.06	53.30	1219.52	0.935	0.935
VPP10	S.FILIPPO NERI	56.02	1873.23	1	1

Tabella 6.1 – Tabella riassuntiva delle portate trattate e dei recapiti per le vasche di prima pioggia in progetto

6.2 Ubicazione e funzionamento delle vasche di trattamento

Le vasche di trattamento sono posizionate a valle del sistema di raccolta delle acque di piattaforma, principalmente a valle di un rilevato stradale e, comunque, in prossimità del recapito finale, tranne in due situazioni ove, per comodità di ispezione vengono ubicate sotto la piattaforma stradale stessa (VPP4 alta e VPP9).

Il funzionamento è il seguente: le acque di piattaforma entrano in un pozzetto, da qui le prime piogge, attraverso un regolatore di portata, vengono fatte convergere in un secondo pozzetto e, da questo, all'impianto di trattamento. Se si ha un evento normale le prime piogge tramite regolatore di portata entrano nel separatore per il trattamento mentre le seconde, ossia quelle eccedenti la massima portata trattabile, entrano in una tubazione di bypass e vengono direttamente scaricate in un pozzetto in cui si riuniscono con le prime piogge depurate e possono essere inviate a recapito. Nel caso di sversamento accidentale le prime piogge e/o solamente gli olii, se lo sversamento si realizza in tempo secco, entrano nel secondo pozzetto e, da qui nel separatore. Quando questo si riempie completamente l'otturatore posto all'uscita si chiude e, da qui, gli olii e idrocarburi tornano indietro verso il pozzetto stesso, lo riempiono e sfiorano all'interno di una seconda vasca, affiancata alla prima, necessaria per raccogliere lo sversamento accidentale. Nel caso eccezionale di uno o più sversamenti associati a evento meteorico intenso, anche il primo pozzetto d'ingresso

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

può riempirsi. In questo caso la sicurezza del sistema è garantita dalla chiusura del clapet posto all'imbocco della tubazione di by pass.

Per il corretto funzionamento si prevede la gestione completa dei presidi mediante un sistema di telecontrollo evoluto.

In linea di principio lo schema di funzionamento è il seguente:

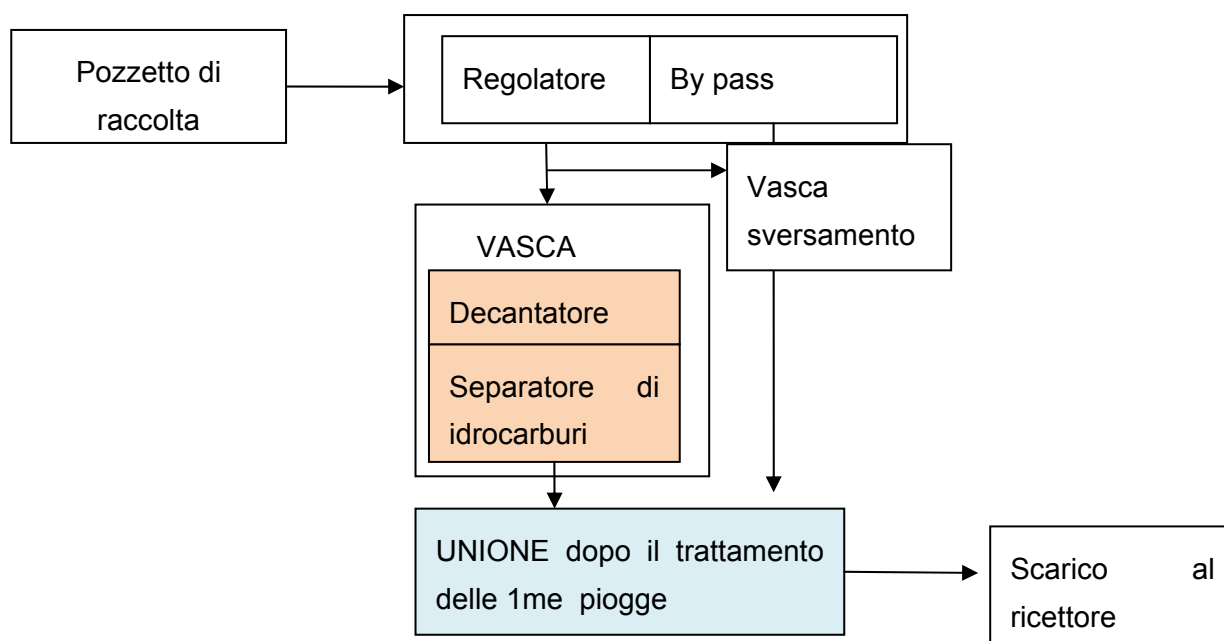


Figura 6.1 – Schema di funzionamento per la vasca di trattamento

Lo schema previsto deve consentire di intervenire in modo efficace sull'inquinamento, soprattutto di tipo cronico, dovuto all'azione di dilavamento della piattaforma stradale. Presenta, inoltre, una buona capacità di trattenimento degli sversamenti accidentali.

Il sistema di regolazione della portata consente di evitare il sovradimensionamento delle opere di trattamento.

Il decantatore trattiene l'inquinamento dovuto ai solidi sedimentabili.

Il separatore di liquidi leggeri rimuove l'inquinamento diffuso causato da oli minerali ed idrocarburi in genere.

Per quanto riguarda la scelta del sistema separatore di idrocarburi, si è optato per una costruzione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

di tipo prefabbricata, studiata specificatamente per agevolare sia le operazioni di installazione sia quelle di manutenzione; il separatore di idrocarburi, quindi, è caratterizzato da:

1. una costruzione prefabbricata in acciaio che combini una grande resistenza strutturale e una assoluta precisione costruttiva con la leggerezza che ne permetta una facile e rapida messa in opera.
2. un sistema coalescente a pacco lamellare che, non funzionando sul principio di creare una barriera fisica alle parti di liquido leggero da separare, eviti ogni fenomeno di intasamento o saturazione, che ne diminuiscono l'efficacia o provocano il rilascio nell'effluente delle sostanze trattenute.
3. accessi di dimensioni tali da consentire un'agevole gestione ottimale anche dal punto di vista della sicurezza;

Più globalmente, il sistema di trattamento per gli impianti relativi al trattamento delle acque raccolte dovrà essere composto da:

- un pozzetto gettato in opera in calcestruzzo in cui confluiscono tutte le acque provenienti dalla piattaforma. Questo dovrà esser dotato di sfioratore e regolatore di portata. Nel pozzetto di monte le acque da trattare entreranno nell'impianto con la portata di progetto, mentre quelle in eccesso sfioreranno nel secondo vano del pozzetto e, tramite una tubazione posta lateralmente, oltrepasseranno l'impianto senza subire trattamenti. Questa tubazione sarà dotata di clapet per cui, in caso di allarme per sversamento accidentale in corso, questo verrà chiuso e le acque e i liquidi inquinanti non potranno essere mandati al recapito;
- un impianto prefabbricato destinato all'eliminazione degli inquinanti;
- un secondo pozzetto a valle del primo e a monte della vasca di trattamento che permette di incanalare lo sversamento accidentale nella vasca di sicurezza;
- un pozzetto prefabbricato a valle dell'impianto per riunire le acque provenienti dal trattamento e dal bypass. Da qui esce una tubazione in PEAd, che fa defluire le acque verso il recapito finale, indicato di volta in volta nelle planimetrie di progetto e tavole tipologiche delle vasche.

6.3 Caratteristiche tecniche

Di seguito si riportano le caratteristiche principali e comuni a tutte le vasche di trattamento, indipendentemente dalla volumetria complessiva e delle sue parti interne.

Il **decantatore – separatore di idrocarburi** ha lo scopo di rimuovere e trattenere i solidi sedimentabili ed i liquidi leggeri che sono presenti nel refluo da trattare.

L'impianto deve esser costruito in conformità con la norma UNI EN 858, in particolare il

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

dimensionamento viene eseguito per ottenere un tenore di idrocarburi scaricati inferiore a 5 mg/l nelle condizioni di prova previste dalla norma EN 858.

L'uscita del separatore è protetta da un sistema di otturazione automatico posto in corrispondenza di una ispezione e comprende un galleggiante mobile opportunamente tarato.

Il separatore è di tipo monoblocco prefabbricato in officina, realizzato in acciaio S 235 JR, e la sua conformazione è quella di un serbatoio cilindrico ad asse orizzontale, con le estremità bombate.

Dopo la sabbiatura S.A. 2.5 secondo la norma ISO 8501-1, viene applicato, internamente ed esternamente, un rivestimento epossidico o poliuretano polimerizzato a caldo di spessore 600 µm secondo la norma EN 858 che prevede almeno:

- aderenza $\geq 6 \text{ N/mm}^2$ secondo ISO 4624;
- resistenza agli urti $\geq 4 \text{ Nm}$ secondo ISO 6272;
- resistenza all'abrasione $\geq 50 \text{ N}$ secondo ISO 1518;
- porosità dielettrica 600 V/100 µm di film secco;
- resistenza alla nebbia salina > 1000 h.

Schematicamente le vasche si possono suddividere in tre sezioni principali:

1. Decantazione;
2. Separazione degli idrocarburi;
3. Otturazione automatica.

Per le dimensioni specifiche di ciascuna vasca si rimanda alle tavole di progetto.

6.4 Sistema di telecontrollo nelle vasche

6.4.1 Componenti

Come detto nei paragrafi precedenti, la tutela dell'ambiente circostante è garantita da un sistema di sonde e meccanismi di intercettazione degli olii in eccesso, coadiuvate dalla presenza di un sistema di telecontrollo.

Di seguito si riportano le descrizioni e funzioni delle varie sonde ed organi di intercettazione.

6.4.2 Le sonde presenti sono:

1. Sonda eccessiva presenza oli nello scomparto di separazione degli idrocarburi del decantatore-separatore di idrocarburi: è una sonda di tipo conduttivo e indica l'eccessiva

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche	<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011	

presenza di idrocarburi e la conseguente necessità di un intervento manutentivo di svuotamento. Questa sonda è richiesta dalla norma EN 858.

2. Sonda eccessiva presenza fanghi nello scomparto di decantazione del decantatore-separatore di idrocarburi: è una sonda ad ultrasuoni che indica la presenza di un accumulo di fanghi tale da richiedere l'intervento manutentivo di svuotamento.
3. Sonda sfioro nella vasca di emergenza: indica che sta avvenendo uno sfioro di liquido nella vasca di emergenza. Questo dovrebbe avvenire quando l'otturatore del separatore è chiuso ed il livello idrico nel decantatore-separatore rigurgita a monte oppure quando è intervenuto il clapet di emergenza posto all'ingresso del decantatore-separatore di idrocarburi.
4. Sonda di sfioro nel condotto di by-pass: indica che sta avvenendo uno sfioro di liquido nel by-pass. Questo dovrebbe avvenire quando la portata in ingresso al sistema eccede quella ammessa dal regolatore di portata oppure quando è intervenuto il clapet di emergenza posto all'ingresso del decantatore-separatore di idrocarburi e la vasca di emergenza è piena.
5. Sonda presenza liquido nella vasca di emergenza: indica il riempimento anche parziale della vasca di emergenza.

Gli organi di intercettazione del sistema sono:

1. Otturatore a galleggiante: posto in uscita al decantatore-separatore di idrocarburi. Il dispositivo chiude automaticamente l'uscita del separatore quando si presenta al suo interno un eccessivo accumulo di sostanze leggere. L'otturatore deve essere riaperto manualmente a seguito di un intervento in loco che rimuova la causa della chiusura.
2. Clapet di chiusura dell'ingresso al decantatore-separatore: normalmente aperto (grazie all'azione di un magnete di ritenuta), può intervenire dietro comando anche a distanza eccitando il magnete stesso (si neutralizza il campo magnetico ed il clapet si abbassa istantaneamente). Il clapet deve essere riarmato manualmente a seguito di un intervento sul posto. Chiudendo questo clapet la portata in arrivo viene deviata verso la vasca di emergenza.
3. Clapet di chiusura del by-pass: normalmente aperto (grazie all'azione di un magnete di ritenuta) può intervenire dietro comando anche a distanza eccitando il magnete stesso (si neutralizza il campo magnetico ed il clapet si abbassa istantaneamente). Il clapet deve essere riarmato manualmente a seguito di un intervento sul posto. Chiudendo questo clapet la portata in arrivo viene trattenuta all'interno del condotto di ingresso e potrà defluire verso il separatore con portata regolata se il clapet di chiusura al separatore stesso è ancora aperto.

6.4.3 Descrizione del sistema di telecontrollo

La scelta di inserire un telecontrollo, data l'importanza dell'opera, è legata ad alcune

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche	<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011	

considerazioni di base:

1. Il decantatore-separatore di idrocarburi non è efficace nel caso di presenza di sostanze miscibili in acqua.
2. Gli idrocarburi rappresentano, in ogni caso, una fonte di inquinamento non trascurabile.
3. Le sostanze trasportate sulle strade sono tra le più varie e non è pensabile predisporre un sistema di identificazione dei composti in ingresso tramite sonde di rilevamento in grado di permettere una completa automazione senza l'intervento di un operatore.
4. E' abbastanza improbabile che a seguito di un incidente qualcuno possa azionare un dispositivo di emergenza locale.
5. E' stato verificato in occasione degli incidenti in caso di pioggia che è improbabile poter operare degli interventi automatici.
6. In presenza di zone sensibili, l'unico sistema efficace per il controllo degli sversamenti è quello di dotare il bacino scolante di un sistema di videosorveglianza che permette ad un operatore opportunamente addestrato di intervenire azionando le chiusure di emergenza.

Di conseguenza, la scelta progettuale obbligata è quella di avere un sistema che sia in grado di intervenire automaticamente nel caso di sversamenti di liquidi leggeri in tempo di secca: in questo caso lo sversamento ha una portata limitata rispetto a quella del separatore e transita direttamente verso la sezione di separazione degli idrocarburi senza che il regolatore di portata intervenga. Una volta saturata la capacità di stoccaggio del separatore, l'otturatore si chiude, il livello rigurgita a monte e il liquido comincia a scolmare all'interno della vasca di emergenza. La differenza di quota tra la lama sfiorante del by-pass e quella del bacino di emergenza (più bassa) impedisce lo sversamento del liquido nel by-pass prima che sia saturata la capacità di stoccaggio della vasca di emergenza.

Il sistema di controllo avanzato, quindi, presume, almeno per le zone sensibili, la presenza di un centro di videosorveglianza. Questo centro ha la possibilità di controllare la situazione locale relativa ai diversi bacini scolanti e comandare a distanza l'intervento degli organi di intercettazione. Per ogni gruppo di trattamento viene installata una unità locale di comando che, da una parte, è in grado di trasmettere lo stato dell'impianto e di ricevere comandi a distanza tramite una unità modem, dall'altro è programmabile per definire situazioni anomale da segnalare come, ad esempio, potrebbe essere la presenza dell'avviso di sfioro nella vasca di emergenza e la contemporanea mancanza di segnale di riempimento della vasca stessa. In modo analogo si possono introdurre blocchi per evitare operazioni anomale e non coerenti con eventuale possibilità di conferma delle operazioni ed identificazione dell'operatore. La piena programmabilità risulta fondamentale per lasciare libera la definizione delle diverse situazioni in funzione delle esigenze e

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

delle valutazioni del cliente.

E' possibile anche il comando locale e, grazie ad un gruppo di emergenza dotato di batteria tampone, la piena funzionalità del sistema viene mantenuta per diverse ore anche in caso di mancanza di tensione.

L'intero insieme delle stazioni potrà quindi interfacciarsi con eventuali sistemi generali di telecontrollo o, in caso di mancanza di questo, sarà programmato per essere gestito da una sede centrale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

7 OPERA DI SCARICO DAL PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA E NEI COLLETTORI PREVIO ACCESSO AL SISTEMA DI VASCHE VPP6+VPP7

7.1 Criterio di dimensionamento dalla vasca di dissipazione al piede del Ponte sullo Stretto

Le acque di prima pioggia raccolte nei collettori longitudinali che corrono sotto il Ponte sullo Stretto di Messina vengono tutte convogliate poco dopo le “antenne” della struttura stessa in prossimità del viadotto di raccordo con la strada di accesso. Presso le spalle di questa struttura, i collettori di drenaggio di diametro 400 mm, vengono fatti scendere. Da qui le acque vengono fatte “rallentare” in una vasca di dissipazione opportunamente dimensionata, e poi unite a quelle della restante piattaforma stradale e inviate all’impianto di trattamento (vasche VPP6+VPP7).

L’esigenza di inserire questi manufatti di dissipazione dell’energia nasce dal fatto che la corrente di monte, che viaggia a forte velocità, se rallentasse improvvisamente entrando in un collettore a debole pendenza, potrebbe portare alla rottura del collettore di valle e, all’andata in pressione del pozzetto al piede dell’opera.

Esistono diversi manufatti di dissipazione. A seconda della situazione la perdita di energia può avvenire tramite salti, denti, etc. nel caso di scarico lungo la spalla del Ponte sullo Stretto si è adottata una soluzione proposta dall’USBR (United States Bureau of Reclamation), e precisamente la cosiddetta vasca tipo IV, che consente la perdita di energia senza bisogno di perdere quota (cosa questa che può dare problemi per giungere al punto di scarico) e lega tra loro l’altezza di moto uniforme della corrente, l’altezza del dente di dissipazione e la lunghezza della vasca stessa secondo le seguenti formule sperimentali:

$$\frac{L_2}{h_2} = 1.2 \cdot Fr^2 \left(\frac{h_2}{y_0} \right)^{-1.83}$$

$$\frac{L_3}{L_2} = 3.75 \left(\frac{h_2}{L_2} \right)^{0.68}$$

$$\frac{y_2}{h_2} = 1.3 \left(\frac{L_2}{h_2} \right)^{0.36}$$

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		Codice documento CS0746_2	Rev 2	Data 28/04/2011

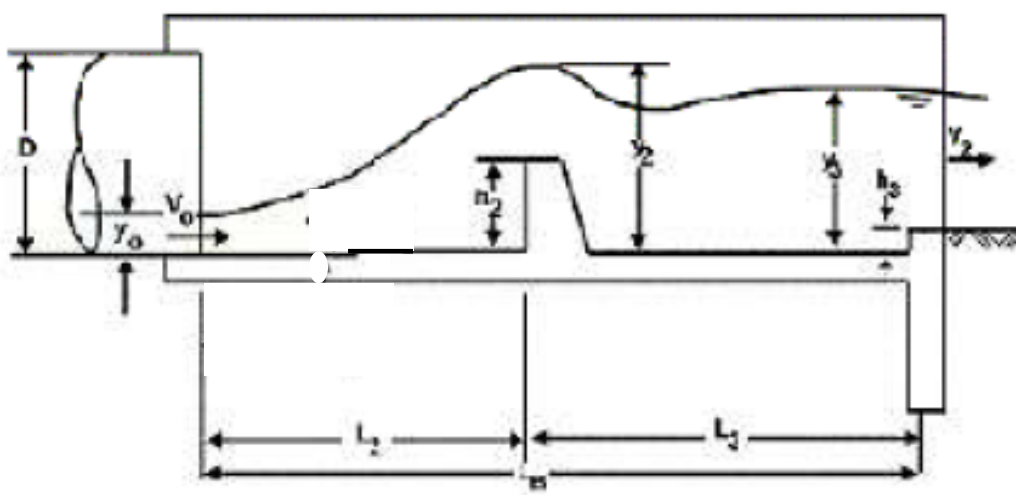


Figura 7.1 – Schematizzazione della vasca di dissipazione

Nota l'altezza di moto uniforme y_0 definita come quella di massimo riempimento per un collettore circolare di diametro 400 mm ($y_0 = 0.28$ m con $Gr = 70\%$) e con pendenza dell'1%, e ipotizzato un valore di L_2 ritenuto accettabile (in questo caso 1.2 m) si ha:

$$h_2 = 0.116 \text{ m,}$$

$$y_2 = 0.349 \text{ m,}$$

$$L_3 = 0.917 \text{ m.}$$

Il manufatto di dissipazione risulterà alto 0.6 m (internamente) e lungo circa 2.15 m.

7.2 Dimensionamento delle vasche di calma a monte dell'ingresso nel sistema di trattamento VPP6+VPP7

Date le grandi portate e superfici in gioco, in prossimità dell'opera di collegamento al ponte, in corrispondenza delle sezioni A12 e C12, per non dover collettare le acque sotto il viadotto con una tubazione troppo grande e pesante, si è deciso di far scendere i due tubi lungo il rilevato in progetto (asse A) o esistente (asse C).

Il problema che nasce, in corrispondenza della piazzola in cui sono ubicate le stazioni elettriche, è quello di rallentare le acque prima dell'ingresso nelle vasche di trattamento.

I collettori, infatti, viaggiano a pendenza molto elevata (tra il 17.3 e il 9.8%). Ciò comporta la

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

necessità di inserire degli elementi di “dissipazione” simili a quelli precedentemente descritti.

Il criterio scelto per il dimensionamento, in questo caso, date le portate in gioco, è stato differente.

In generale, il passaggio da una corrente veloce a lenta non avviene mai gradualmente, bensì attraverso una discontinuità, un brusco sollevamento del pelo libero, detto risalto idraulico. Esso è accompagnato dalla formazione di un vortice schiumeggiante.

Il dimensionamento del manufatto di dissipazione è stato fatto valutando l’ubicazione del risalto (verso monte o valle) con l’equazione dell’equilibrio dinamico (bilancio delle spinte di corrente veloce in alveo a forte pendenza e lenta in alveo a debole).

Data la dimensione dei collettori si è deciso che la vasca di calma dovesse avere larghezza 5 metri, altezza interna 5 m (due dei quali sotto la quota di scorrimento del tubo in ingresso, per creare una zona dove far dissipare la corrente), un dente di dissipazione alto 2 metri e posto a 1/3 e 2/3 della vasca e lunghezza stabilita in funzione di quella del risalto.

Il risalto tiene conto delle spinte idrostatiche sulle sezioni estreme di monte e valle e le quantità di moto delle masse che attraversano le sezioni nell’unità di tempo.

$$\Pi_M + M_M = \Pi_V + M_V$$

Ove Π_M e Π_V sono le componenti di spinta idrostatica tra monte e valle, mentre M_M e M_V le quantità di moto.

La somma della spinta idrostatica e del flusso di quantità di moto può esser considerata come una spinta dinamica (spinta totale S).

L’equazione dice che la spinta totale assume lo stesso valore nelle due sezioni che delimitano il tronco di corrente occupato dal risalto.

Dal calcolo effettuato sul collettore in ingresso alla vasca di trattamento dal lato dell’asse C e da quello in corrispondenza di A risulta, rispettivamente, che il risalto è posto a 7.64 m dal collettore d’ingresso nel primo caso e 1.68m nel secondo. Da questo si evince che la spinta della corrente veloce è superiore a quella della corrente lenta, fino al punto del risalto, ovviamente.

Per esser certi che la corrente abbia subito un rallentamento prima di re-immetersi nel collettore di scarico in vasca, i due manufatti sono lunghi, rispettivamente, 10 e 5 m, oltre ad avere al loro interno sistemi utili a dissipare energia (salto e dente di dissipazione).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

8 Bibliografia

- [1] A. Armanini, ***Principi di idraulica fluviale***, Ed. Bios, Cosenza, 1999
- [2] H. Chanson, ***The Hydraulics of open channel flows: an Introduction***, Butterworth-Heinemann, Oxford, UK, 2nd Edition, 2004
- [3] L. Da Deppo, C. Datei: ***Fognature***, Ed. Cortina, 1997
- [4] L. Da Deppo, C. Datei: ***Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali***, Ed. Bios, 1994
- [5] U. Maione, A. Brath: ***La difesa idraulica del territorio***, Ed. Bios, 1996
- [6] D. Citrini, G. Nosedà, ***Idraulica***, Casa Editrice Ambrosiana, Milano, 1976

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Relazione di dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche		<i>Codice documento</i> CS0746_2	<i>Rev</i> 2	<i>Data</i> 28/04/2011

9 Allegati¹

9.1 Allegato 1 – Tabelle dimensionamenti e verifiche sistema di drenaggio

Simbologia

<i>Nome o sigla</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Significato</i>
S_{tot}	[m ²]	Superficie totale afferente al tratto di strada tra la sezione iniziale (monte) e la sezione finale (valle)
i	[-]	Pendenza di verifica del collettore
φ_{medio}	[-]	Coefficiente d'efflusso medio
k	[s]	Costante d'invaso
Q_{tot}	[m ³ /s]	Portata complessiva all'interno del collettore o della canaletta
D	[m]	Diametro interno del collettore
Gr	[%]	Grado di riempimento del collettore
S_{scarpata}	[m ²]	Superficie inerbita scarpata afferente alla canaletta
S_{subor}	[m ²]	Superficie suborizzontale afferente alla canaletta
L	[m]	Lunghezza canaletta o fosso rivestito
int fosso	[m]	Interasse scarico fosso
int canaletta	[m]	Interasse scarico canaletta

¹ Il grado di riempimento accettato per i collettori è del 70%. In alcuni casi, come si evince dalle tabelle allegate, si è ritenuto accettabile anche un riempimento maggiore, con massimo del 75%, causa l'impossibilità, in caso contrario, di risolvere le interferenze con i tombini di attraversamento dell'autostrada.

RILEVATO/TRINCEA/MEZZACOSTA	RECAPITO	Sezione monte	Sezione valle	S _{tot}	i	φ medio	k	Q _{tot}	D	Gr
		N.°	N.°	[m ²]	[-]	[-]	[s]	[m ³ /s]	[m]	[%]
VPP1	Laticogna									
MEZZACOSTA		C139	C137	2120.00	0.011	0.900	146.182	0.169	0.400	59%
rilevato		C137	C133	854.63	0.011	0.900	113.426	0.247	0.500	52%
rilevato		C133	C130	995.08	0.011	0.900	122.922	0.347	0.500	64%
VPP2	Prestianni									
MEZZACOSTA		C130	C128	2077.50	0.014	0.900	81.588	0.230	0.400	67%
trincea		C128	C123	2320.15	0.020	0.900	114.040	0.443	0.500	62%
viadotto	metto tubi in contropendenza	C122	C123	703.61	0.002	0.900	91.412	0.162	0.500	69%
trincea/rilevato	per scaricare in c123	C120	C122	603.45	0.002	0.900	49.375	0.089	0.400	69%
VPP3	Zagarella 2									
mezzacosta		C120	C117	1639.75	0.009	0.900	74.951	0.191	0.400	70%
trincea		C117	C113	1707.42	0.032	0.900	77.789	0.385	0.500	49%
viadotto/trincea		C113	C110	2528.29	0.029	0.900	105.643	0.627	0.500	70%
trincea		C110	C108	588.24	0.036	0.900	69.972	0.698	0.500	70%
viadotto		C108	C106	768.84	0.045	0.900	82.507	0.783	0.500	70%
rilevato		C106	C99	2638.85	0.027	0.900	154.215	0.986	0.600	70%
viadotto		C99	C96	547.52	0.034	0.900	91.095	1.043	0.600	67%
					0.364			1.043	0.600	33%
					0.010			1.043	0.800	60%
VPP4 bassa	Tombino 6									
rilevato		C96	C93	382.39	0.034	0.900	19.588	0.095	0.400	31%
rilevato		C93	C92	260.62	0.030	0.900	22.257	0.155	0.400	42%
rilevato		f28	f22	979.29	0.037	0.790	101.920	0.239	0.400	51%
rilevato		f22	f21	357.16	0.027	0.598	62.581	0.270	0.400	60%
		rotazione cigli			0.013	0.598	56.211	0.270	0.500	53%
mezzacosta		f21	f20	367.60	0.016	0.612	66.544	0.301	0.500	52%
mezzacosta		f20	f19	328.35	0.002	0.645	91.112	0.326	0.800	47%
mezzacosta		f19	f18	327.43	0.002	0.645	90.932	0.350	0.800	49%
		rotazione cigli			0.025	0.645	20.209	0.350	0.800	26%
rilevato		f9	f18	2522.66	0.003	0.623	260.385	0.100	0.400	65%
					0.010			0.450	0.800	43%
VPP5	Viadotto Polistena									
rilevato		C55 1/2	C57	590.88	0.004	0.900	54.211	0.083	0.400	51%
rilevato		C57	C60	767.75	0.014	0.900	60.356	0.183	0.400	59%
rilevato		C60	C62	600.68	0.023	0.900	49.261	0.272	0.400	64%
rilevato		C62	C65	1121.77	0.029	0.900	71.473	0.406	0.500	52%
		rotazione cigli			0.005	0.900	64.525	0.406	0.600	68%
rilevato		C65	C67	847.84	0.033	0.900	59.794	0.518	0.600	44%

VPP4 alta	Zagarella 2										
rilevato		c91	c90	308.79	0.014	0.900	20.693	0.074	0.400	35%	
rilevato		c90	c88	580.00	0.014	0.900	57.315	0.153	0.400	52%	
rilevato		c88	c87	288.61	0.008	0.900	46.086	0.197	0.500	50%	
rilevato		c87	c86	290.00	0.004	0.900	54.315	0.238	0.500	70%	
rilevato		c86	c85	290.00	0.063	0.900	32.642	1.019	0.800	34%	
rilevato		c67	c69	580.23	0.031	0.900	38.715	0.098	0.400	33%	
rilevato		c69	c70	290.58	0.029	0.900	36.466	0.149	0.400	42%	
mezzacosta-rilevato		c70	c71	430.31	0.024	0.770	36.448	0.213	0.400	53%	
rilevato		c71	c72	290.00	0.020	0.900	38.530	0.262	0.400	65%	
rilevato		c72	c73	290.00	0.013	0.900	40.154	0.935	0.800	52%	
rilevato		c73	c75	582.90	0.005	0.900	67.782	1.007	0.800	75%	
rilevato		c75	c82	2039.63	0.010	0.900	184.766	1.149	0.800	64%	
rilevato		c82	c83	291.16	0.007	0.900	87.023	1.180	0.800	75%	
rilevato		c83	c84	290.00	0.004	0.900	93.737	1.904	1.200	60%	
rilevato		c84	c85	290.00	0.003	0.900	97.612	1.933	1.200	66%	
					0.010			2.953	1.200		
mezzacosta		v5	v15	1304.56	0.006	0.500	406.142	0.032	0.400	28%	
rilevato		v5	v9	3646.19	0.009	0.900	134.910	0.304	0.500	62%	
rilevato		v9	v15	2701.30	0.008	0.900	155.417	0.511	0.600	67%	
								0.511			
mezzacosta		v19	v18	190.85	0.025	0.382	53.198	0.044	0.400	23%	
rilevato		v19	v18	123.29	0.025	0.900	100.272	0.012	0.400	12%	
mezzacosta		v18	v17	117.33	0.013	0.427	103.479	0.049	0.400	29%	
rilevato		v18	v17	102.91	0.013	0.900	101.047	0.022	0.400	19%	
mezzacosta		v17	v15	293.29	0.006	0.460	172.484	0.060	0.400	40%	
rilevato		v17	v15	820.12	0.006	0.900	132.851	0.091	0.400	49%	
		tubazione attraversamento				0.010	0.000	0.000	3.013	1.200	59%
		tubazione attraversamento				0.013	0.000	0.000	0.603	0.600	64%
rilevato		a126	a123	834.63	0.018	0.900	48.976	0.123	0.400	42%	
mezzacosta		a126	a123	277.77	0.024	0.500	26.389	0.185	0.400	49%	
		rotazione cigli				0.005	0.000	0.000	0.123	0.400	62%
mezzacosta		a123	a122	141.26	0.009	0.801	25.768	0.335	0.500	68%	
mezzacosta		a122	a119	651.73	0.013	0.801	59.218	0.412	0.500	65%	
mezzacosta		a119	a117	770.00	0.009	0.900	69.528	0.546	0.600	67%	
mezzacosta		a117	a115	770.00	0.006	0.900	77.782	0.634	0.800	49%	
mezzacosta		a113	a115	860.99	0.003	0.858	76.888	0.094	0.400	64%	
								0.728			
		tubazione attraversamento				0.010	0.000	0.000	0.728	0.800	46%
trincea		a871/2	a89	342.65	0.010	0.500	44.919	0.030	0.400	24%	

trincea		a871/2	a89	442.00	0.010	0.900	37.446	0.076	0.400	39%
		rotazione cigli			0.079	0.000	0.000	0.030	0.400	14%
mezzacosta	I FOSSI IN TESTA ALLE	a89	a91	1167.51	0.017	0.900	52.284	0.272	0.500	49%
mezzacosta	TRINCEE, OVE POSSIBILE,	a91	a93	568.11	0.014	0.900	38.554	0.368	0.500	62%
mezzacosta	VERRANNO SCARICATI nei tombini	a93	a95	1025.80	0.011	0.900	65.963	0.552	0.600	64%
		a96	a95	424.60	0.014	0.900	37.305	0.073	0.400	60%
		tubazione attraversamento			0.116	0.000	0.000	0.625	0.600	34%
mezzacosta		a96	a99	2168.19	0.018	0.766	73.908	0.216	0.400	60%
mezzacosta		a99	a101	726.60	0.012	0.762	46.559	0.310	0.500	59%
mezzacosta		a101	a103	844.13	0.008	0.900	68.665	0.413	0.600	57%
mezzacosta		a103	a107	1060.34	0.006	0.900	86.044	0.527	0.800	47%
mezzacosta		A107	A110	954.63	0.002	0.900	100.844	0.621	0.800	70%
mezzacosta		A110	A113	673.11	0.002	0.785	65.269	0.074	0.400	61%
		tubazione attraversamento			0.165	0.000	0.000	0.694	0.800	22%
VPP8	Immacolata									
mezzacosta-lato monte		d81	d79	0.00	0.001	0.000	12.864	0.034	0.400	42%
mezzacosta-lato valle		d81	d79	640.93	0.002	0.900	93.862	0.066	0.400	62%
mezzacosta-lato monte		d79	d77	0.00	0.006	0.500	0.000	0.034	0.400	29%
mezzacosta-lato valle		d79	d77	649.45	0.006	0.900	63.710	0.148	0.400	67%
mezzacosta-lato monte		d77	d75	0.00	0.011	0.500	0.000	0.034	0.400	25%
mezzacosta-lato valle		d77	d75	525.45	0.011	0.900	47.489	0.227	0.500	49%
mezzacosta-lato monte		d75	d74	0.00	0.014	0.500	0.000	0.034	0.400	23%
mezzacosta-lato valle		d75	d74	533.20	0.014	0.900	45.363	0.310	0.500	55%
mezzacosta-lato monte		d74	d72	0.00	0.020	0.500	0.000	0.034	0.400	21%
mezzacosta-lato valle		d74	d72	636.43	0.015	0.900	50.466	0.402	0.500	64%
mezzacosta-lato monte		d72	d71	0.00	0.026	0.500	21.247	0.034	0.400	20%
mezzacosta-lato valle		d72	d71	391.69	0.026	0.900	33.508	0.474	0.500	59%
		rotazione cigli			0.008	0.000	0.000	0.474	0.600	64%
mezzacosta-lato monte		d71	d69	759.50	0.033	0.900	48.725	0.621	0.600	49%
mezzacosta-lato monte		d69	d67	491.40	0.015	0.900	53.307	0.690	0.600	67%
mezzacosta-lato monte		d67	d64 1/2	990.36	0.006	0.900	110.613	0.838	0.800	63%
				0.00						
trincea-lato sx		d57	d58	1340.87	0.020	0.618	28.723	0.184	0.400	52%
trincea-lato dx		d57	d58	0.00	0.019	0.000		0.000	0.400	25%
trincea-lato dx		d58	d59	0.00	0.021	0.000		0.059	0.400	38%
trincea-lato sx		d58	d59	407.88	0.026	0.900	43.744	0.249	0.400	58%
		rotazione cigli			0.045	0.000	0.000	0.059	0.400	23%
rilevato raccolta sx		d59	d61	506.00	0.025	0.900	50.057	0.381	0.500	53%
mezzac-lato sx		m26	m27	237.45	0.025	0.900	39.573	0.040	0.400	22%
trincea sx		m27	m29	190.11	0.010	0.900	31.508	0.076	0.400	39%
trincea sx		m29	m31	203.77	0.027	0.900	31.142	0.187	0.400	48%

trinceadx		m28	m31	16.56	0.033	0.500	71.333	0.001	0.400	5%	
mezzacosta-rilevato dx		m31	m33	155.80	0.033	0.900	31.522	0.031	0.400	19%	
mezzacosta-trincea sx		m31	m33	0.00	0.027	0.000		0.187	0.400	45%	
		rotazione cigli				0.009	0.000	0.000	0.187	0.400	68%
rilevato dx		m33	m36	350.68	0.038	0.900	53.115	0.237	0.400	50%	
mezzacosta-trincea dx		m36	m39	659.87	0.035	0.900	90.807	0.393	0.500	49%	
mezzacosta-trincea sx		m36	m39	0.00	0.035	0.500	0.000	0.130	0.400	37%	
		collettore scarico acque versante sx				0.010	0.500	0.000	0.130	0.400	52%
rilevato		m39	m40	85.64	0.031	0.900	43.269	0.536	0.500	61%	
queste quantità, da d64 1/2 a d61 sono una prosecuzione del tratto a monte											
viadotto		d61	d62	391.77	0.004	0.900	56.141	1.013	0.852	72%	
viadotto		d62	d63	305.11	0.004	0.900	47.143	0.959	0.852	69%	
rilevato		d63	d64 1/2	688.51	0.004	0.844	74.945	0.913	0.852	67%	
								1.930			
		tubazione attraversamento				0.010	0.000	0.000	1.394	0.852	65%
		tubazione allo scarico				0.010			1.930	1.030	58%
VPP9	Tombino 6.00x4.00 m alla Pk. 2+567.06										
mezzacosta-lato monte		d81	d83	0.00	0.002	0.000	0.000	0.000	0.400	59%	
mezzacosta-lato valle		d81	d83	534.75	0.002	0.900	60.989	0.070	0.400	58%	
mezzacosta-lato monte		d83	d85	0.00	0.006	0.000	0.000	0.000	0.400	70%	
mezzacosta-lato valle		d83	d85	624.96	0.006	0.900	59.229	0.153	0.400	68%	
mezzacosta-lato monte		d85	d87	0.00	0.009	0.500	0.000	0.068	0.500	28%	
mezzacosta-lato valle		d85	d87	550.25	0.009	0.900	51.052	0.232	0.500	53%	
mezzacosta-lato monte		d87	d90	1497.97	0.013	0.500	79.668	0.161	0.500	39%	
mezzacosta-lato valle		d87	d90	1095.85	0.013	0.900	76.192	0.359	0.500	62%	
mezzacosta-lato monte		t1	t3	0.00	0.037	0.000	0.000	0.161	0.500	30%	
mezzacosta-lato valle		t1	t3	864.59	0.019	0.900	69.864	0.463	0.500	65%	
mezzacosta-lato monte		t3	t5	0.00	0.048	0.500	0.000	0.216	0.500	32%	
mezzacosta-lato valle		t3	t5	861.26	0.025	0.900	61.056	0.576	0.600	50%	
		tubazione attraversamento				0.010	0.000	0.000	0.576	0.600	68%
		tubazione attraversamento				0.002	0.000	0.000	0.216	0.600	60%
rilevato (raccolta interno curva)		t5	t7	255.99	0.025	0.900	56.244	0.882	0.800	42%	
viadotto		t7	t11	1330.18	0.038	0.900	162.444	0.982	0.800	40%	
		rotazione cigli				0.016	0.000	0.000	0.982	0.800	51%
mezzacosta-lato monte		t11	t14	254.45	0.035	0.900	83.461	1.010	0.800	41%	
mezzacosta-lato monte		t14	t15	292.49	0.030	0.900	81.217	1.042	0.800	44%	
mezzacosta-lato monte		t15	t16	786.83	0.030	0.900	80.034	1.130	0.800	46%	
mezzacosta-lato monte		t16	t17	784.07	0.050	0.900	77.775	1.220	0.800	41%	
					0.005			1.220	0.800		
VPP10	Inalveazione S.Filippo Neri										
rilevato-lato monte		t17	t18	575.66	0.037	0.900	14.626	0.169	0.400	41%	

mezzacosta-lato monte		t18	t20	1379.10	0.036	0.900	39.305	0.400	0.500	49%
mezzacosta-lato monte		t20	t21	689.00	0.079	0.900	29.893	0.535	0.500	46%
mezzacosta-lato monte		t21	t22	1111.22	0.053	0.900	39.906	0.720	0.600	46%
mezzacosta-lato monte		t22	t24	574.06	0.075	0.669	31.190	0.801	0.600	44%
mezzacosta-lato monte		t24	t26	2237.24	0.075	0.726	43.417	1.087	0.600	53%
mezzacosta-lato monte		t26	t29	1409.14	0.036	0.755	47.856	1.265	0.800	46%
mezzacosta-lato monte		t29	t30	406.55	0.038	0.772	26.415	1.338	0.800	47%
		tubazione attraversamento			0.010	0.000	0.000	1.338	0.852	63%
		tubazione attraversamento			0.010	0.000	0.000	1.338	0.852	63%
		tubazione attraversamento			0.010	0.000	0.000	1.338	0.852	63%
mezzacosta-lato monte		s13	s15	1269.32	0.037	0.796	49.045	1.504	0.852	46%
mezzacosta-lato monte		s15	s19	2242.89	0.033	0.824	79.238	1.735	0.852	51%
VPP6	mare									
trincea-lato muro		c55 1/2	c54	155.89	0.002	0.900	25.181	0.034	0.400	39%
trincea-lato muro		c54	c52	574.60	0.009	0.900	51.972	0.116	0.400	51%
trincea-lato scarpata		c54	c52	37.41	0.009	0.500	104.871	0.002	0.400	6%
trincea-lato muro		c52	c49 1/2	744.48	0.012	0.900	68.678	0.207	0.400	66%
trincea-lato scarpata		c52	c49 1/2	120.37	0.019	0.500	93.570	0.009	0.400	11%
GALLERIA DA C49 1/2 A C23 CIRCA										
rilevato-raccolta int curva		C23	C22	547.40	0.024	0.900	44.857	0.094	0.400	34%
rilevato-raccolta int curva		c22	c21	601.16	0.019	0.900	44.117	0.188	0.400	54%
mezzacosta-raccolta int curva		d13 uscita galleria	d11	805.40	0.003	0.900	120.514	0.111	0.400	66%
		tubazione attraversamento			0.069	0.000	0.000	0.395	0.400	57%
mezzacosta-raccolta int curva		c21	c18	1407.68	0.015	0.900	67.736	0.568	0.600	58%
mezzacosta-raccolta int curva		c18	c16	1097.10	0.020	0.752	68.761	0.680	0.600	60%
mezzacosta-raccolta int curva		c16	c15	641.86	0.030	0.789	49.978	0.872	0.600	62%
mezzacosta-raccolta int curva		c15	c14	522.00	0.024	0.900	54.619	0.944	0.800	44%
mezzacosta-raccolta int curva		c14	c12	578.55	0.021	0.900	58.482	7.456	1.400	64%
trincea dx	TUBO DA METTERE IN CONTROPEND.	N3-13	N3-14	155.45	0.010	0.549	8.792	2.567	1.200	54%
rilevato sx		N3-13	N3-14	61.90	0.010	0.900	9.241	2.644	1.200	55%
rilevato dx		N3-13	N3-11	401.06	0.032	0.900	37.692	2.636	1.200	39%
rilevato sx		N3-13	N3-11	206.24	0.027	0.900	44.497	2.677	1.200	41%
		rotazione cigli			0.035			2.677	1.200	38%
rilevato dx		n3-11	n3-10	225.69	0.085	0.900	29.505	5.357	1.200	44%
trincea dx		n3-10	n3-8	458.58	0.122	0.900	28.662	5.449	1.200	40%
trincea dx		n3-8	n3-5	350.69	0.057	0.900	62.741	5.711	1.200	51%
trincea sx		n3-8	n3-5	455.57	0.084	0.900	42.475	0.073	0.400	19%
cunetta x sup suborizz.dx		n3-5	n3-4	402.08	0.058	0.300	17.576	5.747	1.200	51%
trincea sx-rotaz.tutta sx		n3-5	n3-4	1018.43	0.058	0.515	13.881	0.249	0.400	34%
		tubazione attraversamento			0.035	0.000	0.000	5.996	1.200	61%
trincea sx		n3-4	n3-2	1895.10	0.020	0.515	32.473	6.272	1.400	57%
trincea sx		n3-2	n3-1	731.07	0.020	0.521	18.844	6.434	1.400	59%

collettore alla VPP6	nostra opera di collegamento a terra	c12	c9	986.21	0.024	0.900	53.165	7.599	1.400	62%
viadotto - raccolta sx	nostra opera di collegamento	c12	c9	986.21	0.024	0.900	53.165	0.143	0.400	39%
raccolta dx		N4-1	N4-14	1720.28	0.016	0.548	90.947	0.109	0.400	44%
		tubazione attraversamento			0.005	0.000	0.000	0.109	0.400	62%
		tubazione IN INGRESSO A VPP6			0.010	0.000	0.000	7.942	1.800	55%
VPP7	mare									
ASSE M										
mezzacosta-raccolta lato trincea sx		m26	m25	167.88	0.002	0.900	55.945	0.023	0.400	32%
rilevato sx		m26	m23	305.12	0.016	0.900	54.012	0.066	0.400	32%
rilevato sx		m23	m21	517.85	0.038	0.900	72.285	0.127	0.400	35%
rilevato sx		m21	m20	466.20	0.046	0.648	41.379	0.182	0.400	41%
rilevato sx		m20	m19	172.50	0.037	0.900	44.711	0.209	0.400	47%
rilevato sx		m19	m18	172.50	0.016	0.900	50.731	0.234	0.400	65%
rilevato sx		m18	m17	172.50	0.006	0.900	61.586	0.256	0.500	65%
rilevato dx	metto collettore in contropendenza rispetto	N1-15	n1-17	221.00	0.015	0.900	27.574	3.675	1.200	59%
rilevato sx	a piattaforma	n1-15	n1-17	221.00	0.015	0.900	27.574	0.045	0.400	26%
rilevato/viadotto dx		n1-15	n1-11	521.73	0.065	0.900	65.930	3.741	1.200	39%
rilevato sx		n1-15	n1-11	521.73	0.069	0.900	65.182	0.111	0.400	28%
		rotazione cigli			0.032	0.000	0.000	3.741	1.200	48%
rilevato raccolta tutta in sx		n1-11	n1-9	347.13	0.112	0.900	48.208	3.903	1.200	34%
rilevato dx		n1-9	n1-8	133.92	0.106	0.900	14.521	0.039	0.400	15%
rilevato sx		n1-9	n1-8	133.92	0.093	0.900	41.192	3.925	1.200	36%
		rotazione cigli a dx			0.032	0.000	0.000	3.925	1.200	49%
rilevato dx		n1-8	n1-6	462.94	0.104	0.900	36.062	4.046	1.200	36%
trincea dx		n1-6	n1-5	435.20	0.048	0.495	31.319	4.092	1.200	44%
trincea sx		n1-6	n1-5	141.31	0.068	0.900	16.200	0.039	0.400	17%
		rotazione cigli a sx			0.025	0.000	0.000	4.092	1.200	54%
trincea sx		n1-5	n1-2	390.24	0.034	0.864	44.750	4.214	1.200	50%
RILEVATO sx		n1-2	n1-1	198.36	0.025	0.900	45.348	4.245	1.200	55%
trincea sx		L2	L3	172.75	0.017	0.900	23.021	0.039	0.400	24%
trincea dx		L2	L3	172.75	0.006	0.900	33.384	0.032	0.400	29%
trincea sx		L3	L8	1462.80	0.013	0.900	88.288	0.226	0.500	47%
trincea dx		L3	L8	0.00	0.008	0.000		0.077	0.400	42%
trincea sx		L8	L10	508.80	0.012	0.900	38.415	0.312	0.500	58%
trincea dx		L8	L10	0.00	0.015	0.000		0.077	0.400	34%
trincea sx		L10	L11	292.88	0.022	0.900	44.710	1.166	0.800	51%
trincea dx		L10	L11	0.00	0.022	0.000		0.113	0.400	39%
rilevato sx		L11	L13	575.58	0.029	0.900	56.320	1.244	0.800	48%

trincea dx		L11	L13	54.20	0.030	0.500	78.414	0.116	0.400	36%
rilevato sx		L13	L15	592.75	0.032	0.900	56.463	1.325	0.800	49%
trincea dx		L13	L15	55.82	0.031	0.500	76.636	0.120	0.400	36%
rilevato sx		L15	L16	287.31	0.029	0.900	43.156	1.371	0.800	51%
trincea dx		L15	L16	6.24	0.029	0.500	66.507	0.120	0.400	37%
rilevato sx		L16	L17	174.92	0.029	0.900	44.542	1.654	0.800	57%
trincea dx		L16	L17	119.72	0.029	0.879	45.823	0.138	0.400	40%
		rotazione cigli			0.005	0.000	0.000	1.654	1.030	66%
rilevato dx		L17	L21	670.67	0.010	0.900	123.436	1.851	1.030	56%
rilevato dx		L21	L22	171.39	0.010	0.900	61.683	1.874	1.030	57%
rilevato dx		L22	L28	767.82	0.012	0.900	126.025	2.099	1.030	58%
		tubazione attraversamento			0.008	0.000	0.000	2.099	1.030	66%
viadotto-rotazione dx		B53	B49	1263.08	0.015	0.900	122.454	0.111	0.400	43%
rilevato dx		B49	B48	241.96	0.011	0.900	71.468	0.140	0.400	53%
rilevato dx		B48	B47 1/2 CIRCA	160.27	0.007	0.900	65.328	0.160	0.400	66%
rilevato dx		B47 1/2 CIRCA	B42	417.83	0.009	0.900	93.044	0.203	0.500	48%
		rotazione cigli			0.032	0.000	0.000	0.203	0.500	34%
rilevato dx		B42	B41	188.94	0.007	0.900	69.224	0.226	0.500	56%
trincea dx		B41	B40	439.42	0.014	0.817	79.000	2.370	1.030	59%
trincea sx		B41	B40	64.38	0.014	0.500	76.151	0.004	0.400	8%
trincea dx		B40	B38	593.61	0.025	0.900	94.677	2.488	1.030	51%
trincea sx		B40	B38	0.00	0.025	0.000		0.062	0.400	27%
trincea dx(da sezB37 a imbocco galleria)		B37	B33	593.61	0.025	0.900	94.677	2.673	1.030	53%
trincea sx(da sezB37 a imbocco galleria)		B37	B33	0.00	0.030	0.000		0.186	0.400	46%
GALLERIA DA SEZ.B33 A B12 CIRCA		VADO AVANTI CON GLI STESSI COLLETTORI INDICATI NEL TRATTO PRECEDENTE MA INSERENDO CADITOIE SIFONATE OGNI 25 m E POZZETTI DI ISPEZIONE OGNI 40 m								
GALLERIA DA SEZ.B33 A B12 CIRCA		VADO AVANTI CON GLI STESSI COLLETTORI INDICATI NEL TRATTO PRECEDENTE MA INSERENDO CADITOIE SIFONATE OGNI 25 m E POZZETTI DI ISPEZIONE OGNI 40 m								
trincea dx		B12	B10	480.81	0.010	0.900	115.923	2.716	1.200	56%
trincea dx		A23	A21	929.40	0.001	0.900	115.332	0.116	0.600	52%
		rotazione cigli		0.00	0.005	0.000	0.000	0.302	0.600	56%
canaletta grigliata lungo ciglio dx		B10	B9	609.68	0.012	0.900	90.485	3.508	1.200	62%
trincea dx		B9	B7	2245.77	0.015	0.851	76.298	3.752	1.200	60%
trincea dx		B7	B5	885.11	0.020	0.900	84.011	3.849	1.200	56%
trincea dx		B5	B2	1867.65	0.025	0.900	101.373	8.276	1.400	65%
		tubazione attraversamento			0.025	0.000	0.000	8.276	1.400	65%
trincea dx		B2	B1	485.88	0.000	0.900	59.039	8.341	1.600	64%
viadotto dx		A12	A10	986.21	0.024	0.900	94.969	0.100	0.400	51%
trincea dx		N2-1	N2-6 + 11.9	1655.01	0.012	0.900	95.651	0.168	0.400	57%
trincea dx		N2-8	N2-6 + 11.9	460.97	0.019	0.900	67.770	0.057	0.400	28%

RILEVATO/TRINCEA	RECAPITO	Sezione monte	Sezione valle	L	Sscarpata	Ssubor	i	φ medio	k	Qtot	int fosso	int canaletta
		N.°	N.°	[m]	[m ²]	[m ²]	[-]	[-]	[s]	[m ³ /s]	[m]	[m]
TRINCEA SX (TOTALE)	STRADA IN C133	C137	C133	64.30	214.72	0.00	0.011	0.500	97.549	0.012		318.863
TRINCEA SX (TOTALE)	PRESTIANNI	C127	C123	86.67	247.63	0.00	0.023	0.500	103.005	0.013		558.095
TRINCEA SX (TOTALE)	Valle Tombino su asse C pk 2+826.55	C120	C119	24.73	135.17	0.00	0.017	0.500	31.555	0.014		129.157
TRINCEA SX (TOTALE)	Zagarella2	C110	C107	79.58	776.11	0.00	0.015	0.500	84.992	0.047		116.737
TRINCEA SX (TOTALE)	STRADA	B51	B46	110.10	1553.16	0.00	0.001	0.500	266.747	0.049		40.258
TRINCEA SX (1 BANCA)	STRADA	B51	B46	110.10	951.06	0.00	0.001	0.500	302.454	0.028	273.610	
TRINCEA SX (TOTALE)	STRADA	B39	B38	30.91	269.14	0.00	0.106	0.500	21.119	0.036		635.610
TRINCEA SX (TOTALE)	STRADA	B37	B38	25.00	217.68	0.00	0.011	0.500	33.676	0.058		101.343
TRINCEA SX (TOTALE)	STRADA	B37	B35	39.42	343.24	0.00	0.196	0.500	23.128	0.043		911.114
TRINCEA SX (TOTALE)	STRADA	B34	B35	22.96	199.92	0.00	0.337	0.500	12.492	0.079		380.824
TRINCEA SX (TOTALE)	STRADA	B34bis	B33/B32	46.74	406.98	0.00	0.157	0.500	28.417	0.046		917.594
TRINCEA DX (TOTALE)	STRADA	B39 1/2	B38 1/2	40.00	575.88	0.00	0.148	0.500	23.200	0.072		479.162
TRINCEA DX (TOTALE)	STRADA	B36	B37	33.88	487.77	0.00	0.110	0.500	21.107	0.065		392.554
TRINCEA DX (TOTALE)	STRADA	B36	B33	34.48	496.40	0.00	0.121	0.500	21.037	0.066		410.117
TRINCEA SX (1 BANCA) x 2	fosso 50x50x50 che scarica nel Campanella	ASSE M SOPRA GALLERIA		45.72	394.94	0.00	0.028	0.500	43.238	0.035	90.810	
TRINCEA SX (TOTALE)	STRADA			98.40	1184.32	0.00	0.028	0.500	82.082	0.073		96.530
TRINCEA DX(TOTALE)	STRADA	m36	m39	83.15	1288.25	0.00	0.025	0.500	69.412	0.087		339.403
TRINCEA SX (totale)	STRADA	m36	m39	79.20	662.38	0.00	0.026	0.500	73.528	0.130	42.114	221.175
TRINCEA DX(TOTALE)	STRADA	D13	D7	120.5	4297.24	0.00	0.001	0.500	229.399	0.147		58.322
TRINCEA DX (1 BANCA)	STRADA	D13	D7	120.5	1037.69	0.00	0.001	0.500	327.805	0.176	47.306	
TRINCEA SX(TOTALE)	STRADA	D74	D86	236.5	3280.21	0.00	0.040	0.500	164.651	0.136		124.287
TRINCEA SX(TOTALE)	STRADA	D66	D64	49.12	465.60	0.00	0.001	0.500	144.223	0.021		168.722
TRINCEA SX(TOTALE)	STRADA	D64	D74	226.3	1304.93	0.00	0.073	0.500	157.476	0.055		2524.894
TRINCEA DX(1 BANCA)	STRADA	D57	D59	41.69	374.22	0.00	0.021	0.500	42.984	0.033	399.137	
TRINCEA DX(TOTALE)	STRADA	D57	D59	75	413.21	0.00	0.021	0.500	80.830	0.059		788.643
RILEVATO SX(TOTALE)	FOSSO 50X50X50 con scarico nell'Immacolata	D59	D61	33.8	130.15	0.00	0.024	0.500	40.841	0.012		1758.972
TRINCEA SX(1 banca)	STRADA	d80	t3	252.7	1240.06	0.00	0.036	0.500	215.493	0.044	2384.553	
TRINCEA SX (sul bordo strada)	STRADA	t1	t6	153.9	1388.67	0.00	0.030	0.500	128.166	0.110		99.555
TRINCEA SX (1 banca)	fosso 50x50x50 tra sez.D88 e T5	t1	t6	153.9	1388.67	0.00	0.030	0.500	128.166	0.066	965.868	
rilevato SX (piede)	fosso 50x50x50 tra sez.T5 e T7	T5	T7	91.5	352.18	0.00	0.570	0.500	46.512	0.030	1274.470	

TRINCEA SX(TOTALE)	TOMBINO PK 2+832.17	T13	T17	93.15	589.70	0.00	0.151	0.500	57.272	0.044		996.6718594
TRINCEA 1banca (TESTA PARATIA)	TOMBINO PK 2+832.17	T19	T24 - T25	176.3	1071.76	0.00	0.110	0.500	112.308	0.055	2324.494	
TRINCEA DX(1 BANCA)	STRADA	A117	A118	25	182.68	0.00	0.010	0.500	35.802	0.018		860.203
TRINCEA DX(1 BANCA)	STRADA	A119	A118	25	222.16	0.00	0.010	0.500	34.403	0.022		691.529
TRINCEA DX(1 BANCA)	STRADA	A119	A123	50.04	463.71	0.00	0.005	0.500	80.888	0.029		1076.783
TRINCEA DX(1 BANCA)	IMPLUVIO/FIUMARA	A123	A118	96	921.15	0.00	0.101	0.500	60.580	0.034		203.850
TRINCEA DX (1 BANCA)	IMPLUVIO/FIUMARA	A115	A113	50.26	506.51	0.00	0.015	0.500	55.777	0.019		185.209
TRINCEA DX (1 BANCA)	IMPLUVIO/FIUMARA	A115	A117	45.74	460.96	0.00	0.137	0.500	28.084	0.052		
TRINCEA DX (1 BANCA)	IMPLUVIO/FIUMARA	A107	A109	49.14	495.22	0.00	0.006	0.500	74.840	0.032		109.402
TRINCEA DX (1 BANCA)	IMPLUVIO/FIUMARA	A107	A105	22	221.71	0.00	0.075	0.500	16.372	0.034		46.215
TRINCEA DX (1 BANCA)	IMPLUVIO/FIUMARA	A102	A99	78	786.07	0.00	0.001	0.500	214.001	0.028		198.489
TRINCEA DX (1 BANCA)	IMPLUVIO/FIUMARA	A96	A88	161.9	1631.10	0.00	0.097	0.500	99.092	0.090		128.276
TRINCEA DX (testa muro)	strada	A96	A88	161.9	1033.74	0.00	0.097	0.500	106.016	0.055		210.302
CANALETTA PIEDE SCARPA	STRADA	D12 (C22)	D7(C18)	67.97	703.19	0.00	0.006	0.500	95.712	0.040		308.166
RILEVATO SX(TOTALE)	Prolungamento tombino Pk. 2+372.81	C101	C99	62.2	979.61	0.00	0.001	0.500	156.049	0.042	402.654	
BANCA PEGGIORE (1 BANCA)	Prolungamento tombino Pk. 2+372.81	C101	C99	34.59	316.90	0.00	0.001	0.500	106.614	0.017	142.830	
RILEVATO SX(TOTALE)	Prolungamento tombino Pk. 2+372.81	C104	C101	43.5	2923.94	0.00	0.001	0.500	79.068	0.200	58.787	
BANCA PEGGIORE (1 BANCA)	Prolungamento tombino Pk. 2+372.81	C104	C101	78.88	737.75	0.00	0.001	0.500	220.356	0.026	211.167	
RILEVATO SX(banca)	Prolungamento tombino Pk. 1+863.64 su C	F7	F13	80.36	787.01	0.00	0.027	0.500	71.521	0.052		570.148
RILEVATO SX	Prolungamento tombino Pk. 1+863.64 su C	F11	F13	21.45			0.001	0.000	0.000	0.052	111.051	
RILEVATO SX(banca)	Prolungamento tombino Pk. 1+192.82 su C	F13	F31	422.8	5283.23	0.00	0.034	0.500	298.471	0.156		1129.361
RILEVATO SX(tot)	Prolungamento tombino Pk. 1+863.64 su C	C67/U19	C72/U14	100.2	1111.69	0.00	0.030	0.500	83.129	0.068		577.699
RILEVATO SX(BANCA)	Prolungamento tombino Pk. 1+442.84	G12	G21	181.4	1901.74	0.00	0.001	0.500	448.482	0.045	281.804	
RILEVATO PIEDE SCARPA	Prolungamento tombino Pk. 1+442.84	G21	G20	25.73	0.00	0.00	0.198	0.000	0.000	0.045	2195.742	
RILEVATO DX(BANCA+CRITICA)	Rio Femia	N1-16	N1-7	117.2	1787.82	0.00	0.001	0.500	276.340	0.055	147.142	
RILEVATO DX(tot)	Rio Femia	N1-16	N1-7	160.2	4361.09	0.00	0.168	0.500	78.207	0.365	1537.666	
trincea dx asse N3	strada	N3-10	N3-8	45.63	0.00	912.60	0.105	0.300	28.943	0.061		550.454
trincea dx asse N3 (PIEDE SCARPA)	strada	N3-8	N3-5	65.55	667.74	0.00	0.057	0.500	48.120	0.116	295.543	304.340
trincea sx asse N3 (PIEDE SCARPA)	strada	N3-8	N3-5	65.55	525.34	0.00	0.084	0.500	45.532	0.045		951.261
trincea sx asse N3 (PIEDE SCARPA)	strada	N3-5	N3-1	86.29	529.08	0.00	0.030	0.500	101.789	0.074		453.378
trincea sx asse N3 (BANCA)	FOSSO	N3-8	N3-1	81.42	364.57	0.00	0.059	0.500	67.201	0.025		1785.928
trincea dx asse L (PIEDE SCARPA)	strada	L2	L5	58.75	693.14	0.00	0.003	0.500	101.108	0.038		204.487
trincea dx asse L (PIEDE SCARPA)	strada	L6	L11	86.84	599.74	0.00	0.024	0.500	84.853	0.036		842.981
trincea sx asse L (PIEDE SCARPA)	strada	L2	L13	163.6	3107.32	0.00	0.009	0.500	166.293	0.128		273.866
trincea sx asse L (PIEDE SCARPA)	strada	L22	L26	86.31	518.27	149.53	0.009	0.455	114.943	0.159		116.395
trincea sx asse A (PIEDE SCARPA)	strada	a23	a21	51.98	0.00	1143.56	0.001	0.300	139.192	0.031		118.744
trincea dx asse N2 e B (1 banca)	strada	b11	n2-6 circa	163.5	1538.94	0.00	0.095	0.500	101.310	0.084	1318.347	

trincea dx asse N2 e B (PIEDE SCARPA)	strada	b12	b10	51.15	119.25	267.00	0.003	0.362	113.597	0.014		439.564
trincea dx asse N2 e B (PIEDE SCARPA)	strada	N2-1	n2-6 circa	63.9	593.19	483.13	0.012	0.410	68.971	0.060		263.862
trincea dx asse N2 e B (PIEDE SCARPA)	strada	N2-8	n2-6 circa	29.75	368.10	99.81	0.012	0.457	33.715	0.201		37.197
RILEVATO SX(BANCA)	Prolungamento tombino Pk. 1+921.82	C95	C78	181.4	1901.74	0.00	0.001	0.500	448.482	0.045	281.804	
trincea sx asse N1 (sup suborizz)	strada	n1-7	n1-5	86.17	0.00	838.78	0.030	0.300	81.386	0.031		1091.608
trincea sx asse N1 (scarpa duna)	strada	n1-7	n1-5	86.17	535.21	0.00	0.030	0.500	80.416	0.033		1019.501
trincea sx asse N1 (tot)	strada	n1-7	n1-4	86.17	0.00	0.00	0.030	0.000	0.000	0.064		527.162
RILEVATO DX(tot) CON CONTRIBUTO CED	Rio Femia	N1-16	N1-7	227	11229.62	0.00	0.168	0.500	102.970	0.606	1313.065	

RILEVATO/TRINCEA/MEZZACOSTA	RECAPITO	Sezione monte	Sezione valle	S _{tot}	i	φ medio	k	Q _{tot}	D	Gr
		N.°	N.°	[m ²]	[-]	[-]	[s]	[m ³ /s]	[m]	[%]
ROTATORIA SVINCOLO VILLA S.GIOVANNI										
trincea dx		1-1	1-10	933.97	0.064	0.900	57.070	0.341	0.400	53%
trincea sx		1-1	1-6	355.30	0.067	0.900	34.196	0.158	0.400	34%
trincea sx ext		1-6	1-9	450.65	0.065	0.409	51.065	0.184	0.400	37%
raccolta carregg. sx int		1-6	1-9	231.08	0.067	0.900	37.957	0.034	0.400	16%
da sx int in 1-9 a ext		rotazione cigli		0.00	0.002	0.000	0.000	0.034	0.400	38%
rotatoria-raccolta interna		R1	R3	180.00	0.015	0.900	22.307	0.036	0.400	24%
rotatoria ciglio dx esterno		R1	R3	0.00	0.015	0.000	0.000	0.341	0.500	58%
rotatoria-raccolta interna		R3	R5	206.00	0.035	0.900	16.969	0.084	0.400	29%
rotatoria ciglio dx esterno		R3	R5	0.00	0.035	0.000	0.000	0.341	0.500	45%
rotatoria-raccolta ext	in R6 mi raccordo ad asse 2	rotazione cigli		0.00	0.007	0.000	0.000	0.084	0.400	46%
		R5	R6	104.23	0.030	0.876	36.785	0.436	0.500	54%
raccolta corona ext rotatoria		R7	R8	114.23	0.016	0.878	11.058	0.033	0.400	22%
rotatoria-raccolta interna		R14	R13	107.37	0.010	0.900	43.472	0.015	0.400	17%
rotatoria-raccolta interna		R13	R11	180.00	0.030	0.900	33.170	0.043	0.400	22%
rotatoria ciglio sx esterno		R13	R11	10.59	0.030	0.500	17.463	0.219	0.400	51%
rotatoria ciglio sx esterno		rotazione cigli		0.00	0.001	0.500	0.000	0.043	0.400	51%
		R11	R9	188.23	0.031	0.887	45.182	0.287	0.400	60%
rotatoria ciglio sx esterno		R9	R8	96.23	0.016	0.874	26.591	0.304	0.500	53%
ciglio dx esterno		2-3	2-4	86.00	0.054	0.900	16.366	0.457	0.500	47%
ciglio sx interno		2-3	2-4	86.00	0.013	0.900	13.056	0.056	0.400	30%
ciglio dx esterno		rotazione cigli in 2-4 da sx int a dx		0.00	0.035	0.000	0.000	0.056	0.400	24%
		2-4	2-7	500.03	0.054	0.900	28.178	0.600	0.600	41%
ciglio sx esterno		2-7	2-9	163.39	0.075	0.900	28.670	0.304	0.500	34%
ciglio dx esterno		2-7	2-9	163.39	0.066	0.900	50.614	0.621	0.600	40%
ciglio sx esterno		rotazione cigli in 2-9 da dx int a sx		0.00	0.025	0.900	0.000	0.621	0.600	53%
		2-9	2-13	669.37	0.070	0.900	49.802	1.009	0.600	52%
ciglio dx esterno		2-13	2-15	160.44	0.061	0.900	24.324	0.030	0.400	15%
ciglio sx esterno		2-13	2-15	160.44	0.061	0.900	43.430	1.031	0.600	55%

RILEVATO/TRINCEA	RECAPITO	Sezione monte	Sezione valle	L	Scarpata	Ssubor	i	φ medio	k	Qtot	int fosso	int canaletta
		N.°	N.°	[m]	[m ²]	[m ²]	[-]		[s]	[m ³ /s]	[m]	[m]
TRINCEA DX (1 BANCA)	TERRENO	1-1	1-10	96.70	1239.60	0.00	0.055	0.500	68.70	0.073	685.499	258.265
TRINCEA DX (TOT)	STRADA	1-1	1-10	105.09	2774.18	0.00	0.064	0.500	70.93	0.232		
TRINCEA SX (1 BANCA)	TERRENO	1-1	1-6	70.75	934.65	0.00	0.060	0.500	50.11	0.065	74.847	363.408
TRINCEA SX (1 BANCA)	STRADA	1-1	1-6	65.00	561.48	0.00	0.065	0.500	55.71	0.102		316.654
TRINCEA (rotatoria dx)	STRADA	R1	R6	60.00	1150.24	0.00	0.035	0.500	50.79	0.080		316.654
corona circolare (TOT)	R7			30.00	30.00	17.21	0.00	0.035	0.500	0.001	7149.693	

RILEVATO/TRINCEA/MEZZACOSTA	RECAPITO	Sezione monte	Sezione valle	S _{tot}	i	φ medio	k	Q _{tot}	D	Gr
		N.°	N.°	[m ²]	[-]	[-]	[s]	[m ³ /s]	[m]	[%]
SVINCOLO SANTA TRADA										
rilevato dx		ST3-9	ST3-3	775.22	0.041	0.900	85.307	0.072	0.400	26%
canaletta sx piede muro		ST3-5	ST3-3	96.80	0.017	0.300	59.017	0.004		
	collettore a sx sotto strada in ST3-3	ATTRAVERSAMENTO			0.070	0.300		0.004	0.400	6%
rilevato dx		ST3-3	ST3-2	124.34	0.008	0.900	61.709	0.090	0.400	45%
rilevato dx		ST1-1	ST1-3	188.00	0.095	0.900	28.326	0.033	0.400	14%
rilevato sx		ST1-1	ST1-3	188.00	0.100	0.900	27.992	0.033	0.400	14%
rilevato sx		ST1-3	ST1-8	880.50	0.088	0.900	69.911	0.125	0.400	28%
trincea dx per acque versante		ST1-3	ST1-8	383.83	0.089	0.500	84.194	0.053	0.400	18%
rilevato interno curva contro "isola spartitraffico"		ST1-7	ST1-8	123.54	0.031	0.900	15.443	0.030	0.400	18%
collettore interno curva ST1-8 scarica in R1		ATTRAVERSAMENTO		0.00	0.019	0.900		0.030	0.400	20%
collettore sx ST1-8 scarica tra R9 e R8		ATTRAVERSAMENTO		0.00	0.019	0.900		0.125	0.400	42%
rilevato int rotatoria		R1	R3	276.00	0.018	0.900	30.199	0.077	0.400	33%
trincea ext rotatoria		R2	R3	1174.06	0.024	0.500	23.685	0.178	0.400	48%
le acque int rotatoria vanno all'ext e da R3 finiscono in ST2-3		rotazione cigli			0.002	0.500		0.077	0.400	62%
raccolta ext rotatoria		R3	R4	198.54	0.032	0.900	19.063	0.043	0.400	21%
								0.298		
raccolta ext rotatoria		R4	R5	77.46	0.008	0.900	12.331	0.023	0.400	21%
raccolta interno rot	prende anche acque da ST1-7 a ST1-8	R9	R7	255.12	0.020	0.900	27.301	0.170	0.400	49%
le acque int rotatoria vanno all'ext		rotazione cigli			0.005	0.900		0.170	0.500	53%
raccolta ext rotatoria		R7	R5	262.11	0.026	0.900	34.620	0.211	0.500	37%
raccolta interno curva		ST2-3	ST2-4	188.90	0.053	0.900	13.200	0.051	0.400	20%
raccolta sx est		ST2-3	ST2-4	141.75	0.061	0.900	22.329	0.239	0.500	32%
raccolta dx est		ST2-3	ST2-4	49.53	0.043	0.300	32.231	0.301	0.400	56%
	acque da interno a ext curva	ROTAZIONE CIGLI			0.052	0.000		0.051	0.400	21%
raccolta sx est		ST2-4	ST2-5	192.67	0.083	0.900	22.232	0.365	0.500	37%
cunetta in dx		ST2-4	ST2-5	0.00	0.105			0.301	0.400	43%
	acque da sx a dx	ROTAZIONE CIGLI			0.009	0.000		0.365	0.600	51%
trincea dx		ST2-5	ST2-8	3595.80	0.120	0.563	30.883	1.039	0.600	45%
trincea dx	ATTACCO A RETE ESISTENTE	ST2-8	ST2-9	254.72	0.096	0.623	29.686	1.091	0.600	49%
rilevato sx	ATTACCO A RETE ESISTENTE	ST2-8	ST2-9	78.30	0.101	0.900	12.370	0.022	0.400	12%
rilevato sx		S6	S2	243.80	0.035	0.900	56.010	0.029	0.400	17%
rilevato sx	scarica in ST2-5	S2	S1	43.44	0.118	0.900	27.195	0.037	0.400	14%

RILEVATO/TRINCEA	RECAPITO	Sezione monte	Sezione valle	L	Sscarpata	Ssubor	i	φ medio	k	Qtot	int fosso
		N.°	N.°	[m]	[m²]	[m²]	[-]		[s]	[m³/s]	[m]
RILEVATO SX (1 BANCA)	TERRENO	ST3-1	ST3-4	41.87	446.43	0.00	0.022	0.500	42.550	0.034	393.226
RILEVATO SX (1 BANCA)	TERRENO	ST2-3	ST2-6	55.00	636.41	0.00	0.078	0.500	38.041	0.052	644.345
RILEVATO SX (TOT)	TERRENO	ST2-3	ST2-4	24.10	238.04	0.00	0.078	0.500	18.155	0.030	496.250
corona circolare interna rotatoria(TOT)	R4			30.00	17.21	0.00	0.020	0.500	62.833	0.001	6068.062

RILEVATO/TRINCEA/MEZZACOSTA	RECAPITO	Sezione monte	Sezione valle	S _{tot}	i	φ medio	k	Q _{tot}	D	Gr
		N.°	N.°	[m ²]	[-]	[-]	[s]	[m ³ /s]	[m]	[%]
STRADA LITORANEA CANNITELLO										
raccolta dx		W8	W3	730.94	0.001	0.900	182.249	0.044	0.400	50%
raccolta capanna dx	allaccio a rete esistente/scarico in mare	W3	W1	149.52	0.003	0.900	102.087	0.057	0.400	45%
raccolta capanna sx	allaccio a rete esistente/scarico in mare	W3	W1	149.52	0.010	0.900	51.055	0.019	0.400	19%
raccolta ciglio dx		W8		87.28	0.002	0.900	57.393	0.010	0.400	21%
raccolta ciglio Sx		W8	W10	87.28	0.001	0.900	64.214	0.010	0.400	23%
IN DX		rotazione cigli in W10 DA EXT A INT CURVA		0.00	0.002	0.900		0.010	0.400	20%
raccolta ciglio dx int		W10	W19	714.25	0.002	0.900	326.56	0.041	0.400	45%
raccolta ciglio sx		W10		714.25	0.002	0.900	332.09	0.031	0.400	39%
IN DX		rotazione cigli in W19 da int a ext CURVA			0.024	0.900		0.041	0.400	22%
raccolta ciglio dx ext		W19	W26	525.60	0.002	0.900	253.86	0.067	0.400	62%
raccolta ciglio sx		W19	W26	525.60	0.001	0.900	298.42	0.055	0.400	62%
raccolta lato sx finisce in dx		rotazione cigli			0.025	0.900		0.055	0.400	25%
raccolta ciglio dx		W26	W37	1530.00	0.003	0.900	283.24	0.194	0.500	68%
raccolta ciglio dx ext	allaccio a rete esistente/scarico in mare	W37	W39	92.28	0.004	0.900	112.80	0.201	0.500	55%
raccolta ciglio sx	allaccio a rete esistente/scarico in mare	W37	W39	92.28	0.006	0.900	41.448	0.013	0.400	18%