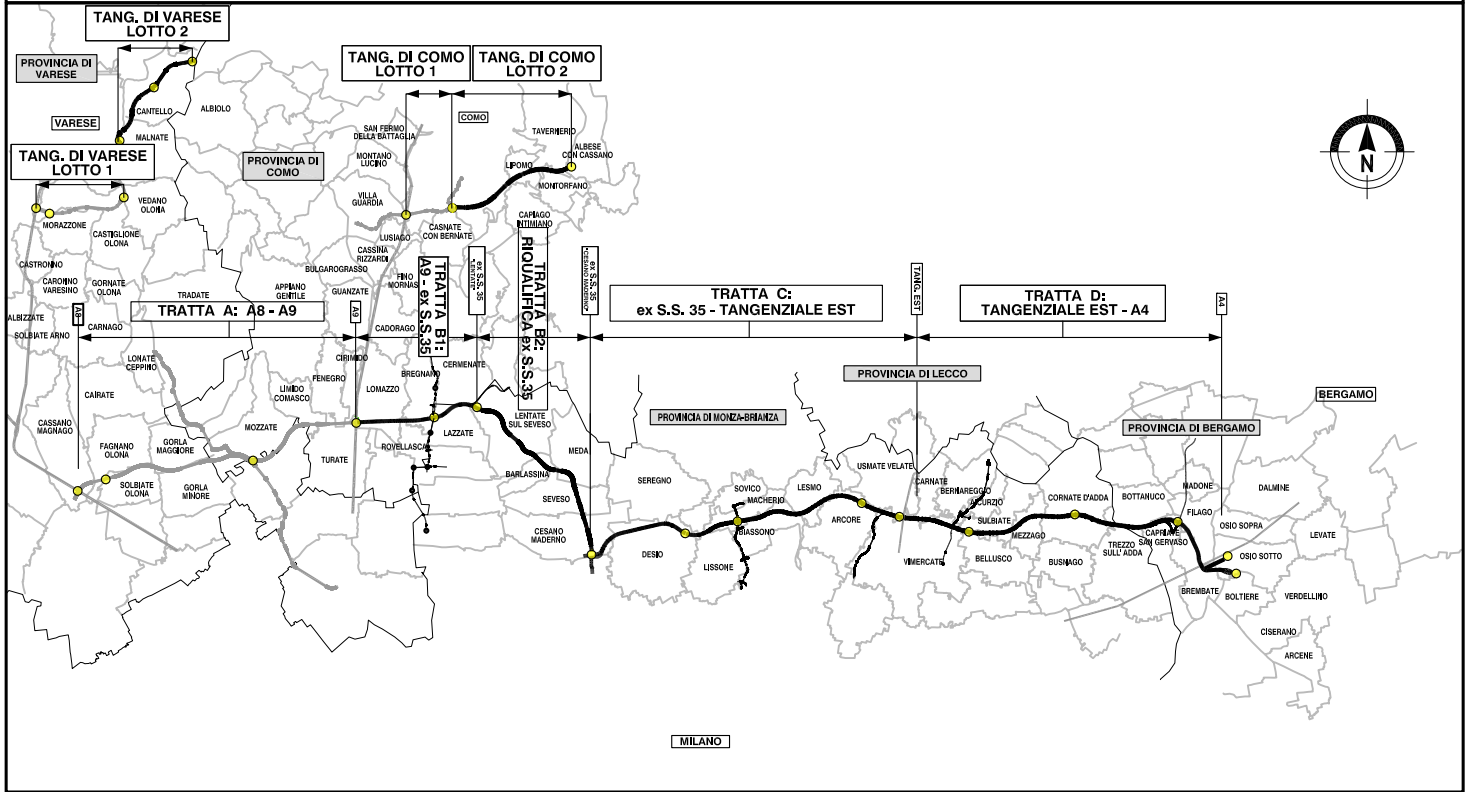


# QUADRO DI UNIONE GENERALE



## COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE DALMINE-COMO-VARESE-VALICO DEL GAGGIOLO E OPERE AD ESSO CONNESSE

CODICE C.U.P. F11B06000270007

### PROGETTO ESECUTIVO TRATTA B2

#### IDROLOGIA E IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA PARTE GENERALE RELAZIONE IDRAULICA

#### IDENTIFICAZIONE ELABORATO

FASE PROGETTUALE	AMBITO	TRATTA	CATEGORIA	OPERA	PARTE DI OPERA	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REVISIONE ESTERNA
E ID	B2	A00	GE00	000	ID	001	A	

DATA 31/08/2023  
SCALA -

#### CONCEDENTE



#### CONTRAENTE GENERALE

PEDELOMBARDA NUOVA S.c.p.A.

#### DATA REVISIONE

31/08/2023	Emissione	A01
31/08/2023	Revisione	A02

#### CONCESSIONARIO



#### ELABORAZIONE PROGETTUALE

<b>PROGETTISTI</b> Ing. Alberto Rinaldi	<b>RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Ing. Carlo Listori
Redatto Ing. Andrea Caprati	Visto Ing. Andrea Molteni
	Approvato Ing. Enrico Moretti

#### PROGETTISTA



Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto di Autostrada Pedemontana Lombarda S.p.A. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge. This document may not be copied, reproduced or published either in part or entirely without the written permission of Autostrada Pedemontana Lombarda S.p.A. Unauthorized use will be persecuted by law.



COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE  
DALMINE – COMO – VARESE – VALICO DEL GAGGIOLO  
E OPERE CONNESSE

## **PROGETTO ESECUTIVO**

TRATTA B2

# **TRATTA B2 IDROLOGIA ED IDRAULICA SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA**

## **RELAZIONE IDRAULICA**

## INDICE

<b>1. PREMESSE.....</b>	<b>6</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GENERALE .....</b>	<b>7</b>
2.1 Opere idrauliche in progetto .....	7
2.2 Riferimenti normativi.....	7
2.3 Acque di prima pioggia.....	8
<b>3. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE .....</b>	<b>10</b>
3.1 Stralcio del rapporto di ottemperanza alle prescrizioni CIPE.....	10
3.2 Modifiche apportate al progetto preliminare .....	17
3.3 Interconnessione limiti di tratta .....	19
<b>4. DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE .....</b>	<b>21</b>
4.1 Asse principale .....	22
4.1.1 <i>Viabilità in rilevato</i> .....	22
4.1.2 <i>Viabilità in trincea con scarpate</i> .....	24
4.1.3 <i>Viabilità tra muri</i> .....	29
4.1.4 <i>Viabilità in galleria</i> .....	31
4.1.5 <i>Viabilità in viadotto</i> .....	32
4.2 Svincoli .....	34
4.3 Opere connesse e viabilità' interferita.....	34
4.3.1 <i>Viabilità in rilevato</i> .....	34
4.3.2 <i>Viabilità in trincea</i> .....	36
4.3.3 <i>Viabilità in galleria</i> .....	37
4.3.4 <i>Viabilità in viadotto</i> .....	37
<b>5. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO .....</b>	<b>39</b>
5.1 Tempi di ritorno.....	39
5.2 Analisi pluviometrica.....	40
5.3 Calcolo del coefficiente di deflusso.....	41
5.4 Tempi di corrivazione .....	42
5.5 Calcolo delle portate di progetto.....	43

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

5.6	Dimensionamento dei singoli elementi del sistema di drenaggio dell'asse principale.....	44
5.6.1	<i>Canaletta grigliata</i> .....	45
5.6.2	<i>Verifica delle condotte</i> .....	48
5.6.3	<i>Fossi di guardia</i> .....	49
5.6.4	<i>Scarico degli impalcati</i> .....	50
5.7	Dimensionamento dei singoli elementi del sistema di drenaggio delle opere connesse e delle viabilità secondarie.....	52
5.7.1	<i>Collettori</i> .....	52
5.7.2	<i>Embrici</i> .....	53
5.7.3	<i>Cunette</i> .....	54
5.7.4	<i>Caditoie</i> .....	55
5.7.5	<i>Fossi di guardia</i> .....	58
5.7.6	<i>Scarichi degli impalcati</i> .....	59
5.8	Verifica statica dei collettori.....	59
5.8.1	<i>Premessa</i> .....	59
5.8.2	<i>Riferimenti normativi</i> .....	60
5.8.3	<i>Determinazione dell'elasticità della tubazione</i> .....	61
5.8.4	<i>4. Verifica tubazioni flessibili</i> .....	62
5.8.5	<i>5. Caratteristiche terreno</i> .....	63
5.8.6	<i>Calcolo e verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine</i> .....	64
5.8.7	<i>Calcolo del carico dovuto al terreno</i> .....	64
5.8.8	<i>Calcolo del carico dovuto ai sovraccarichi verticali mobili</i> .....	65
5.8.9	<i>Calcolo e verifica della sollecitazione o deformazione massima di flessione</i> .....	67
5.8.10	<i>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</i> .....	68
5.8.11	<i>Risultati</i> .....	69
<b>6.</b>	<b>SISTEMA DI DISPERSIONE</b> .....	<b>81</b>
6.1	Dimensionamento del sistema di dispersione.....	81
6.2	Infiltrazione da trincea disperdente.....	82
6.3	Infiltrazione da pozzi.....	83
6.4	Infiltrazione dal fosso.....	84
6.5	Infiltrazione dal bacino di laminazione.....	84

---

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

6.6	Dimensionamento del sistema di dispersione al piede della trincea stradale .....	86
<b>7.</b>	<b>TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA .....</b>	<b>87</b>
7.1	Impianti di progetto .....	87
7.2	Sistema di trattamento acque di prima pioggia .....	87
7.2.1	<i>Generalità</i> .....	87
7.2.2	<i>Caratteristiche delle acque da trattare</i> .....	88
7.2.3	<i>Linee guida di approccio alla progettazione</i> .....	90
7.3	Ciclo di trattamento: funzioni, caratteristiche e dimensionamento dei singoli stadi 93	
7.3.1	<i>Diagramma di flusso degli impianti di trattamento</i> .....	93
7.3.2	<i>Pozzetto misuratore della qualità del refluo</i> .....	94
7.3.3	<i>Pozzetto scolmatore e ripartitore</i> .....	94
7.3.4	<i>Vasca di accumulo delle acque di prima pioggia</i> .....	94
7.3.5	<i>Sedimentatori e disoleatori</i> .....	95
7.3.6	<i>Vasca di accumulo degli sversamenti accidentali</i> .....	97
7.3.7	<i>Eventuale sollevamento</i> .....	98
7.3.8	<i>Bacino di laminazione</i> .....	98
7.3.9	<i>Bacino di fitodepurazione</i> .....	98
7.3.10	<i>Settorizzazione del bacino a sub-infiltrazione</i> .....	100
7.4	Dimensionamento del comparto di sedimentazione e disoleazione .....	101
7.5	Dimensionamento del bacino di fitodepurazione .....	103
<b>8.</b>	<b>INVARIANZA IDRAULICA DEL TERRITORIO .....</b>	<b>106</b>
8.1	Premessa .....	106
8.2	Stima delle precipitazioni efficaci .....	107
8.3	Determinazione della portata in uscita dal sistema .....	108
8.4	Misure compensative per la mitigazione delle portate di piena .....	109
8.4.1	<i>Determinazione del volume del bacino di laminazione</i> .....	109
8.4.2	<i>Dimensionamento del pozzetto di scarico</i> .....	110
<b>9.</b>	<b>IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO .....</b>	<b>112</b>
9.1	Asse principale .....	112
9.2	Opere connesse e viabilità secondaria .....	116

---

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

9.2.1	<i>Criteri dimensionamento della vasca di accumulo nei sottopassi</i> .....	116
9.3	Criteri generali di dimensionamento degli impianti di sollevamento.....	116
<b>10.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>120</b>
<b>11.</b>	<b>TABULATI DI CALCOLO</b> .....	<b>121</b>
11.1	Dimensionamento dei collettori.....	121
11.1.1	<i>Asse principale</i> .....	121
11.1.2	<i>Collettori di scarico</i> .....	135
11.1.3	<i>Interconnessione Ex SS35 – Opera connessa TRC006</i> .....	146
11.1.4	<i>Viabilità secondarie interferite e di attraversamento</i> .....	153
11.2	Impianti di trattamento delle acque di piattaforma .....	168
11.3	Invarianza idraulica.....	169
11.3.1	<i>Bacini/Vasche di laminazione con impianto di sollevamento</i> .....	169
11.3.2	<i>Trincee disperdenti e pozzi tratti in trincea asse principale</i> .....	175
11.3.3	<i>Sistemi di smaltimento e dispersione viabilità secondarie</i> .....	177

## **1. PREMESSE**

La presente relazione idraulica fa parte integrante della progettazione definitiva del nuovo Collegamento autostradale Dalmine-Como-Varese-Valico del Gaggiolo e delle opere ad esso connesse ed ha come oggetto il sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma dell'asse principale del corpo autostradale. In particolare, riguarda la tratta B2 che si estende tra l'interconnessione con la SS n° 35 in comune di Lentate sul Seveso (esclusa) e l'interconnessione con la tratta C in comune di Meda (esclusa).

L'opera insiste su un territorio particolarmente antropizzato e fortemente sensibile, attraversando o affiancando aree di particolare pregio naturalistico come il Parco delle Groane, il Bosco delle Querce e corpi idrici superficiali quali il torrente Seveso e Certesa/Terrò.

In particolare i corsi d'acqua naturali presentano una situazione ambientale che è direttamente correlata alla presenza di insediamenti antropici sia civili che industriali, risultando fortemente inquinati.

Tale motivazione ha spinto che nella progettazione definitiva dell'opera sia valutata attentamente la modalità di captazione, raccolta, trattamento e allontanamento delle acque meteoriche afferenti il sedime autostradale che, se non opportunamente controllate, potrebbero aggravare lo stato qualitativo delle acque del corpo recettore già gravemente compromesso.

Le scelte di progetto sono rivolte al dimensionamento dei dispositivi di raccolta delle acque meteoriche, al loro convogliamento, al loro trattamento ed allo smaltimento finale.

In relazione alle caratteristiche della viabilità in oggetto, gli schemi di raccolta delle acque meteoriche proposti sono riconducibili essenzialmente alle seguenti tipologie:

- viabilità in rilevato;
- viabilità in trincea con scarpata;
- viabilità in galleria e trincea con muri;
- viadotti;
- svincoli e caselli;
- aree di servizio.

La presente relazione è rivolta, inoltre, al dimensionamento del sistema di drenaggio, eventuale trattamento e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento della viabilità minore in sottopasso, interferente con l'asse autostradale di progetto.

---

## **2. INQUADRAMENTO GENERALE**

Per quanto riguarda il corretto dimensionamento delle opere per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche, viene individuato il migliore assetto da assegnare al sistema rispetto al recapito finale tenendo conto:

- della sollecitazione meteorica di progetto;
- dei vincoli dettati dalle normative vigenti;
- dei vincoli dettati dalle prescrizioni degli Enti competenti;
- dall'analisi delle sensibilità del sistema (fascia delle risorgive, particolari aree di ricarica degli acquiferi, aree di salvaguardia di captazioni idropotabili, vocazione ittica);
- della funzionalità del sistema di trattamento delle acque;
- della particolare situazione morfologica ed idraulica dell'area.

### **2.1 OPERE IDRAULICHE IN PROGETTO**

Le opere idrauliche di progetto consistono in:

- opere per la raccolta delle acque di piattaforma: caditoie, cunette, ecc;
- opere per l'allontanamento delle acque di piattaforma: embrici, pluviali;
- opere per il trasporto delle acque: fossi, canali, condotte, pozzetti, tombini;
- opere per il trattamento delle acque di prima pioggia: impianti che trattano le acque di dilavamento e catturano gli sversamenti accidentali;
- opere che garantiscano l'invarianza idraulica del territorio: bacini di laminazione, fossi di guardia.

### **2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI**

I principali riferimenti normativi utilizzati per la presente progettazione vengono riassunti di seguito:

- Prescrizioni Delibera CIPE;



**PROGETTO ESECUTIVO**

---

- Regolamento regionale 24/03/2006 n°4 – Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'art. 52, comma1, lettera a) della legge regionale 12/12/2003 n°26.
- D.lgs. 3 aprile 2006 n.152, "Norme in materia ambientale";
- L.R. 62/85; L.R. 26/03, .
- Circolare Ministeriale LL. PP.: 7 gennaio 1974, n. 11633 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, Servizio Tecnico Centrale "Istruzioni per la compilazione degli elaborati dei progetti di fognature";
- Decreto Ministeriale 12 dicembre 1985 del Ministero Dei Lavori Pubblici "Norme tecniche relative alle tubazioni";
- Circolare Ministeriale LL. PP: 12 dicembre 1985, n. 27291 "Istruzioni relative alla normativa per le tubazioni".

### **2.3 ACQUE DI PRIMA PIOGGIA**

Con l'emanazione del D. Lgs. n. 152/99, successivamente modificato e integrato dal D.Lgs. n. 258/00, che ha recepito la direttiva 91/271/CEE, si sono fornite le disposizioni in materia di tutela delle acque dall'inquinamento. In particolare, è stato introdotto per la prima volta il concetto di "acque di prima pioggia".

La sopracitata normativa è stata abrogata dal Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", che riprende i principi del D. Lgs. n. 152/99 disciplinando le misure per tutela dei corpi idrici dall'inquinamento.

La vigente normativa demanda alle Regioni, allo scopo di prevenire i rischi idraulici ed ambientali, la disciplina e l'attuazione delle forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento. Alle Regioni spetta, quindi, il compito di prescrivere i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio di aree esterne siano canalizzate ed opportunamente trattate.

La predisposizione dei sistemi di raccolta delle acque di prima pioggia assolve al duplice intento di intercettare gli eventuali sversamenti di sostanze non compatibili con la rete

---

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

idrografica naturale in occasione di imprevisti inconvenienti di esercizio (ribaltamento mezzi, ecc.) e di raccogliere le inevitabili scorie prodotte da un intenso flusso veicolare.

E' evidente che l'accumulo di inquinanti in tempo secco ed il loro lavaggio operato dalla pioggia può raggiungere livelli non trascurabili su superfici interessate da intenso traffico veicolare, quali le autostrade. In questo caso il trasporto degli inquinanti nei collettori fognari e la loro immissione diretta nei corpi idrici ricettori può essere causa di notevoli danni all'ambiente, soprattutto se posta in relazione agli obiettivi di qualità dei corpi idrici stabiliti dal citato D. Lgs. n. 152/06.

Nell'ambito del presente progetto si darà pertanto grande rilevanza alla necessità di controllare e trattare il carico inquinante legato al dilavamento delle deposizioni secche, prima della restituzione delle acque di pioggia all'ambiente naturale. La stessa progettazione delle "infrastrutture stradali" è stata quindi condizionata dai vincoli imposti dai sistemi di raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia, in particolare per quanto riguarda l'estensione delle aree imposte e l'altimetria delle opere interferenti (attraversamenti stradali ed idraulici).

Entrando nel merito specifico del presente progetto, il primo problema che si pone è quello legato all'individuazione delle soglie di intervento del sistema, in altre parole la quantificazione delle acque di prima pioggia. La legislazione vigente in materia è estremamente vaga ed incompleta. L'unico riferimento normativo esistente, che offre un approccio sistematico e razionale al problema legato alla definizione di "acque di prima pioggia", è rappresentato dalla L.R. della Lombardia n. 62/85, dalla L.R. della Lombardia n. 26/03 e dal successivo Regolamento Regionale del 24/03/2006 – n. 4.

Viene pertanto adottata la definizione: *"Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti"*.

Il deflusso originato da un evento di precipitazione di queste caratteristiche, che insiste sull'asse autostradale, verrà, nell'ambito della presente progettazione definitiva, opportunamente separato dalla portata eccedente e destinato ad un trattamento, che permetta di ridurre il carico di inquinanti ai valori imposti dalla normativa vigente ai limiti allo scarico in corpi idrici superficiali.

### **3. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE**

Il progetto preliminare a valle della conferenza dei servizi ha ricevuto una serie di prescrizioni da parte del CIPE che hanno comportato la necessità di rivedere il sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche.

#### **3.1 STRALCIO DEL RAPPORTO DI OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE**

Si riportano di seguito le schede del rapporto di ottemperanza alle prescrizioni CIPE che danno una risposta alle diverse tematiche che hanno vincolato la progettazione del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche.

<b>Prescrizione n. 208</b>	<b>Tema: ACQUE SUPERFICIALI</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> Si dovrà prevedere il dimensionamento, la localizzazione delle vasche di raccolta, dei corpi recettori e le modalità di gestione dei sistemi di trattamento delle acque di dilavamento dalla piattaforma, anche in relazione al verificarsi di condizioni accidentali di sversamento di inquinanti sulla piattaforma stradale, prevedendo specifiche procedure d'emergenza, messa in sicurezza, caratterizzazione e bonifica delle aree interessate;	
<b>Ottemperanza:</b>  Le informazioni sul dimensionamento, la localizzazione delle vasche di raccolta, dei corpi recettori e le modalità di gestione dei sistemi di trattamento delle acque di dilavamento dalla piattaforma sono contenute all'interno degli elaborati di progetto, ai quali si rimanda. In particolare per gli sversamenti accidentali si sono messi in atto le seguenti precauzioni: - In affiancamento alle vasche di acculo per le acque di prima pioggia si è previsto l'installazione di vasche settiche di volume pari a 40 m <sup>3</sup> che saranno utilizzate per l'accumulo degli sversamenti accidentali. L'ingresso in tali vasche è governato da una paratoia che sarà controllata da remoto. In particolare permette la separazione efficace degli idrocarburi. - Il trattamento di tipo a gravità ha un otturatore galleggiante che seziona la vasca nel caso che la stessa si riempia di idrocarburi. Una volta che lo scarico si chiude il livello all'interno della vasca aumenta facendo sfiorare gli oli in eccesso nella vasca settica. Questo sistema è molto efficace in quanto si autobilancia in modo autonomo. - procedure specifiche d'emergenza di messa in sicurezza, caratterizzazione e bonifica delle aree interessate qualora lo sversamento interessasse liquidi tossici e nocivi.	

**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>Prescrizione n. 223</b>	<b>Tema: ACQUE SOTTERRANEE</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> Sistemi di trattamento degli scarichi: la progettazione di maggior dettaglio dovrà tenere conto sia delle indicazioni contenute nella l.r. 62/85, per quanto pertinenti e non in contrasto con il d.lgs.152/99, sia dei gradi di vulnerabilità dei territori ove se ne prevede la realizzazione.	
<b>Ottemperanza:</b>  Si sono seguite pedissequamente le normativa vigenti. <i>Lettura della L.R. 62/85</i> <i>ART. 7 – Recapito e valori limite di emissione delle acque di prima pioggia</i> a) nella rete fognaria nel rispetto dei valori limite di emissione adottati dal gestore approvati dall'Autorità (L.R. 26/2003); b) in corpo d'acque superficiale nel rispetto dei limiti della tab. 3 dell'allegato 5 al d.lgs 152/1999; c) nelle zone non direttamente servite da rete fognaria e non ubicate in prossimità di corsi d'acque superficiali ... sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo nel rispetto di tab. 4 dell'allegato 5 al d.lgs 152/1999; <i>ART. 5 – Sistemi di raccolta e convogliamento delle acque di prima pioggia</i> <i>Comma 2:</i> le acque di prima pioggia devono essere avviate a vasche di raccolta a perfetta tenuta di volume non inferiore a 50 m <sup>3</sup> per ettaro <i>Comma 3:</i> la rete deve essere dimensionata sulla base degli eventi meteorici di breve durata e di elevata intensità ... assumere che l'evento si verifichi in 15 minuti e che il coef. 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; <i>Comma 4:</i> ... in alternativa alla separazione delle acque di prima pioggia di cui al comma 2, possono essere sottoposte a trattamento in impianti con funzionamento in continuo, progettati sulla base della portata massima stimata in connessione agli eventi meteorici di cui al comma 3  Gli impianti di trattamento delle acque meteoriche sono stati dimensionati utilizzando un sistema di tipo discontinuo. Tale sistema consiste nella messa in serie dei seguenti trattamenti: - trattamento di tipo discontinuo: si è previsto l'accumulo del volume di acque piovane definito come acque di prima pioggia dalla normativa in vasche di volume pari a 50 m <sup>3</sup> /ha. Tale frazione ha la funzione di dilavare la sede stradale e porta con s'è la maggior parte degli inquinanti. Il volume delle vasche sarà svuotato nelle successive 96 ore e inviato nel collettore fognario più vicino con una portata tarata in uscita minore o uguale a 1 l/s ha. - disoleazione e sedimentazione: si è previsto un trattamento meccanico di separazione dei sedimenti e degli idrocarburi di 10 l/s ha; Ponendo a valle del trattamento discontinuo, quello continuo a gravità i rendimenti depurativi passano dal 60% di abbattimento dei SS al 90%.	

**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>Prescrizione n. 225</b>	<b>Tema: IDRAULICA</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> Dovranno essere individuati i punti di recapito finale delle acque di piattaforma; con riferimento a questi ultimi dovranno inoltre essere approfondite le valutazioni circa i possibili impatti sulla qualità delle acque.	
<b>Ottemperanza:</b>  I punti di recapito sono stati individuati univocamente negli elaborati di progetto ai quali si rimanda. Oltre a sistemi di controllo in remoto sui livelli idrici nelle vasche, sullo strato di oli, sullo strato di sedimenti, sono previsti degli interventi di manutenzione periodica degli impianti periodica mediamente ogni 6 mesi da parte degli operatori. Annualmente o all'occorrenza si prevede lo svuotamento e la pulizia degli impianti. Tutti gli scarichi sono preceduti a monte da un pozzetto di campionatura per permettere alla società di gestione ed agli enti preposti di effettuare le analisi sui reflui in uscita. Si garantiranno i limiti di scarico dettati dalla normativa sia per gli scarichi in fognatura che per gli scarichi nei corsi d'acqua naturale e nel sottosuolo a valle degli impianti continui.	

<b>Prescrizione n. 226</b>	<b>Tema: IDRAULICA</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> Dovranno essere indicate le localizzazioni delle vasche di raccolta di acque meteoriche e di dilavamento e dei corpi idrici recettori finali;	
<b>Ottemperanza:</b>  Tali informazioni sono state riportate nelle planimetrie di drenaggio delle acque meteoriche.	

<b>Prescrizione n. 227</b>	<b>Tema: IDRAULICA</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> Dovranno essere dimensionate le vasche di raccolta degli sversamenti accidentali, considerando la somma delle portate dell'evento accidentale e di quello meteorico;	
<b>Ottemperanza:</b>  Nel dimensionamento dei collettori si è ipotizzato di applicare in testa ad ogni condotta una portata pari 40 l/s. Quindi i collettori oltre ad essere dimensionati per la raccolta ed il trasporto delle acque meteoriche durante l'evento meteorico di progetto sono in grado di collettare in ogni punto della rete anche una portata aggiuntiva che tenga conto di un possibile sversamento.	

**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>Prescrizione n. 235</b>	<b>Tema: IDROGEOLOGIA</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> Dovrà essere predisposta una tavola grafica riportante l'ubicazione dei pozzi destinati al consumo umano, le rispettive zone di rispetto (definite dal d.lgs. 152/99) ed i pozzi privati esistenti, specificandone la destinazione d'uso. Successivamente dovrà essere verificato che il tracciato stradale non interessi le zone di tutela assoluta delle aree di salvaguardia delle risorse idriche destinate al consumo umano, di cui all' art. 21 del d.lgs. 152/99, così come modificato dall'art. 5 del d.lgs. 258/00;	
<b>Ottemperanza:</b> Si sono delimitate le zone di rispetto dei pozzi nelle planimetrie di drenaggio delle acque meteoriche in tali zone non è possibile effettuare infiltrazioni nel sottosuolo.	

<b>Prescrizione n. 258</b>	<b>Tema: ACQUE SOTTERANEE</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> All'interno delle fasce di tutela assoluta e delle fasce di rispetto dei pozzi dell'acqua potabile destinata al consumo umano, dovranno essere rispettati i vincoli ed i divieti previsti dalla normativa vigente (art. 21 del d. lgs. 152 del 1999 e succ. mod. ed int.);	
<b>Ottemperanza:</b> Una volta individuati i pozzi esistenti si delimiteranno le zone di salvaguardia (raggio di 200 m) dove non è possibile effettuare infiltrazioni nel sottosuolo.	

<b>Prescrizione n. 317</b>	<b>Tema: ACQUE SUPERFICIALI</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> E comunque lo scarico dovranno essere descritte le modalità di raccolta e smaltimento di acque meteoriche e di dilavamento, con indicazione esatta dei punti ove verranno installate vasche, condotti e manufatti di smaltimento, nonché del loro recapito finale.	
<b>Ottemperanza:</b> Tali informazioni saranno inserite nelle planimetrie di progetto dello smaltimento delle acque di piattaforma.	

**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>Prescrizione n. 318</b>	<b>Tema: ACQUE SUPERFICIALI</b>
<p><b>Descrizione della prescrizione:</b> Sistema di drenaggio e vasche di laminazione delle acque di piattaforma: le vasche dovranno essere puntualmente localizzate, esplicitando i sistemi di drenaggio e raccolta delle acque; nel dimensionamento idraulico delle zone di accumulo/trattamento e della rete di drenaggio dovrà essere considerata come portata di progetto la somma delle portate provenienti dalle acque meteoriche e dallo sversamento di oli e carburanti (gli attuali mezzi di trasporto di carburante hanno una portata max di 39.000 litri), supponendo quindi la contemporaneità dei due fenomeni. I manufatti di separazione delle acque di prima e seconda pioggia dovranno essere dotati di regolamentari pozzetti prelievo ed ispezione; i manufatti dovranno essere oggetto di interventi di manutenzione periodica, con relativo smaltimento dei residui rifiuti ai sensi della vigente legislazione in materia. All'uopo, si richiede che gli interventi di manutenzione e di controllo analitico dei reflui presenti nei succitati manufatti siano sistematicamente registrati. Le acque di prima pioggia devono prevedere la disoleazione, e comunque lo scarico</p>	
<p><b>Ottemperanza:</b> Gli impianti di trattamento delle acque meteoriche sono stati dimensionati utilizzando un sistema di tipo discontinuo. Tale sistema consiste nella messa in serie dei seguenti trattamenti:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- trattamento di tipo discontinuo: si è previsto l'accumulo del volume di acque piovane definito come acque di prima pioggia dalla normativa in vasche di volume pari a 50 m<sup>3</sup>/ha. Tale frazione ha la funzione di diluare la sede stradale e porta con s'è la maggior parte degli inquinanti. Il volume delle vasche sarà svuotato nelle successive 96 ore e inviato nel collettore fognario più vicino con una portata tarata in uscita minore o uguale a 1 l/s ha.</li><li>- disoleazione e sedimentazione: si è previsto un trattamento meccanico di separazione dei sedimenti e degli idrocarburi di 10 l/s ha. Ponendo a valle del trattamento discontinuo, quello continuo a gravità i rendimenti depurativi passano dal 60% di abbattimento dei SS al 90%.</li></ul> <p>Nel dimensionamento dei collettori si è ipotizzato di applicare in testa ad ogni condotta una portata pari 40 l/s. Quindi i collettori oltre ad essere dimensionati per la raccolta ed il trasporto delle acque meteoriche durante l'evento meteorico di progetto sono in grado di collettare in ogni punto della rete anche una portata aggiuntiva che tenga conto di un possibile sversamento.</p> <p>Tale precauzione nei riguardi degli sversamenti accidentali è stata mantenuta anche nei sistemi di trattamento sopra descritti nel seguente modo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- In affiancamento alle vasche di acculo per le acque di prima pioggia si è previsto l'istallazione di vasche settiche di volume pari a 40 m<sup>3</sup> che saranno utilizzate per l'accumulo degli sversamenti accidentali. L'ingresso in tali vasche è governato da una paratoia che sarà controllata da remoto In particolare permette la separazione efficace degli idrocarburi.</li><li>- Il trattamento di tipo a gravità ha un otturatore galleggiante che seziona la vasca nel caso che la stessa si riempia di idrocarburi. Una volta che lo scarico si chiude il livello all'interno della vasca aumenta facendo sfiorare gli oli in eccesso nella vasca settica. Questo sistema è molto efficace in quanto si autobilancia in modo autonomo.</li></ul> <p>Oltre a sistemi di controllo in remoto sui livelli idrici nelle vasche, sullo strato di oli, sullo strato di sedimenti, sono previsti degli interventi di manutenzione periodica degli impianti periodica mediamente ogni 6 mesi da parte degli operatori. Annualmente o all'occorrenza si prevede lo svuotamento e la pulizia degli impianti. Tutti gli scarichi sono preceduti a monte da un pozzetto di campionatura per permettere alla società di gestione ed agli enti preposti di effettuare le analisi sui reflui in uscita.</p>	

**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>Prescrizione n. 322</b>	<b>Tema: SVERSAMENTI ACCIDENTALI</b>
<p><b>Descrizione della prescrizione:</b> Relativamente agli sversamenti accidentali di sostanze pericolose, si evidenzia infine quanto segue:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- nei tratti in trincea, eventuali sversamenti di sostanze liquide dovranno essere in ogni caso trattenuti dal sistema di raccolta delle acque di pioggia, da smaltire tramite pompe che dovranno essere fermate per impedire la dispersione dei liquidi inquinanti;</li><li>- nei tratti in galleria, dovranno restare all'interno della struttura e potranno essere raccolte e smaltite con specifiche cautele;</li><li>- nei tratti in rilevato, che rappresentano il 22% del totale, si prevede che eventuali sversamenti accidentali di liquidi siano raccolti dalle canalette di drenaggio e inviati a vasche con capacità di 40 mc, di cui 10 mc potranno essere utilizzati per lo stoccaggio dei reflui del trattamento delle acque di piattaforma e 30 mc mantenuti normalmente vuoti. L'attivazione del by-pass sarà controllata da un sistema di monitoraggio in continuo, di cui però non vengono descritte affidabilità e modalità di controllo dell'efficienza. Sono stati previsti 58 impianti per la raccolta di sversamenti accidentali.</li></ul>	
<p><b>Ottemperanza:</b></p> <p>Il sistema di trattamento delle acque meteoriche prevede in ogni situazione l'installazione vasche settiche di volume pari a 40 m<sup>3</sup> che saranno utilizzate per l'accumulo degli sversamenti accidentali. L'ingresso in tali vasche è governato da una paratoia che sarà controllata da remoto.</p> <p>Le vasche di tipo continuo a gravità hanno un otturatore galleggiante che seziona la vasca nel caso che la stessa si riempia di idrocarburi. Una volta che lo scarico si chiude il livello all'interno della vasca aumenta facendo sfiorare gli oli in eccesso nella vasca settica. Questo sistema è molto efficace in quanto si autobilancia in modo autonomo.</p>	

<b>Prescrizione n. 373</b>	<b>Tema: ACQUE SUPERFICIALI</b>
<p><b>Descrizione della prescrizione:</b> Il sistema di raccolta delle acque di piattaforma dovrà essere adeguato al contesto forestale ed agroecosistemico attraversato. Potrebbe pertanto risultare opportuno rivedere il previsto sistema di raccolta e, ove possibile, verificare la realizzabilità di bacini di fitodepurazione. Tali sistemi infatti sono già ampiamente utilizzati, mostrando buone rese depurative, tanto che spesso le acque in uscita da tali sistemi depurativi vengono riutilizzate a scopi irrigui; inoltre, i bacini di fitodepurazione costituiscono opportunità per la creazione di neoecosistemi polivalenti, che offrono habitat per numerose specie acquatiche;</p>	
<p><b>Ottemperanza:</b></p> <p>Ove è stato possibile si sono posizionati nelle aree intercluse o nei relitti del piano particellare di esproprio i bacini di fitodepurazione. In ogni caso trattandosi di un trattamento di finissaggio del refluo in uscita si è valutato caso per caso sulla base di un adeguato inserimento ambientale dove utilizzare tale trattamento. In particolare lo si è evitato nei tratti urbani dell'autostradale principalmente per motivi di spazi e secondariamente per il pericolo legato alla formazione di zanzare, mentre lo si è favorito nelle zone di campagna.</p>	



**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>Prescrizione n. 374</b>	<b>Tema: ACQUE SUPERFICIALI</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> I manufatti di separazione delle acque di prima e seconda pioggia dovranno essere dotati di regolamentari pozzetti prelievo ed ispezione e dovrà esserne prevista la manutenzione periodica, con relativo smaltimento dei residui rifiuti ai sensi della vigente legislazione in materia. Tali interventi di manutenzione e di controllo analitico dei reflui presenti nei succitati manufatti dovranno essere sistematicamente registrati;	
<b>Ottemperanza:</b>  Oltre a sistemi di controllo in remoto sui livelli idrici nelle vasche, sullo strato di oli, sullo strato di sedimenti, sono previsti degli interventi di manutenzione periodica degli impianti periodica mediamente ogni 6 mesi da parte degli operatori. Annualmente o all'occorrenza si prevede lo svuotamento e la pulizia degli impianti. Tutti gli scarichi sono preceduti a monte da un pozzetto di campionatura per permettere alla società di gestione ed agli enti preposti di effettuare le analisi sui reflui in uscita.	

<b>Prescrizione n. 375</b>	<b>Tema: ACQUE SUPERFICIALI</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> Si dovrà prevedere la disoleazione delle acque di prima pioggia; in ogni caso, lo scarico dovrà rispettare per tutti i parametri i limiti previsti nel D.Lgs. 152/99;	
<b>Ottemperanza:</b>  Gli impianti di trattamento delle acque meteoriche sono stati dimensionati utilizzando un sistema di tipo misto. Tale sistema consiste nella messa in serie dei seguenti trattamenti: - trattamento di tipo discontinuo: si è previsto l'accumulo del volume di acque piovane definito come acque di prima pioggia dalla normativa in vasche di volume pari a 50 m <sup>3</sup> /ha. Tale frazione ha la funzione di dilavare la sede stradale e porta con sé la maggior parte degli inquinanti. Il volume delle vasche sarà svuotato nelle successive 96 ore e inviato nel collettore fognario più vicino con una portata tarata in uscita minore o uguale a 1 l/s ha. - disoleazione e sedimentazione: si è previsto un trattamento meccanico di separazione dei sedimenti e degli idrocarburi di 10 l/s ha. Ponendo a valle del trattamento discontinuo, quello continuo a gravità i rendimenti depurativi passano dal 60% di abbattimento dei SS al 90%.	

<b>Prescrizione n. 376</b>	<b>Tema: ACQUE SUPERFICIALI</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> Dovrà essere garantita la laminazione delle portate immesse nei recettori, in modo da renderle compatibili con gli stessi e da soddisfare comunque i requisiti (20 l/sec/ha) previsti dal vigente PRRA.	
<b>Ottemperanza:</b>  Prima dello scarico delle acque di piattaforma nel corpo recettore sono sempre previsti dei bacini di laminazione dimensionati come richiesto dal PRRA. Tali bacini sono stati verificati per un tempo di ritorno non inferiore ai 50 anni. Ove possibile si sono previsti dei sistemi di infiltrazione delle acque nel sottosuolo.	

<b>Prescrizione n. 377</b>	<b>Tema: ACQUE SUPERFICIALI</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> La progettazione definitiva dovrà garantire, nelle aree ad elevata vulnerabilità, la tutela delle acque superficiali e sotterranee da eventuali inquinamenti, dovendosi pertanto adottare in queste zone tutte le precauzioni del caso;	
<b>Ottemperanza:</b>  Si sono delimitate le zone di rispetto dei pozzi nelle planimetrie di drenaggio delle acque meteoriche in tali zone non è possibile effettuare infiltrazioni nel sottosuolo.	

<b>Prescrizione n. 380</b>	<b>Tema: ACQUE SUPERFICIALI</b>
<b>Descrizione della prescrizione:</b> L'attuazione di eventuali interventi nelle zone di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile dovrà essere conforme alle disposizioni contenute nel documento "Direttive per la disciplina delle attività all'interno delle zone di rispetto", approvato con d.g.r. 10 aprile 2003, n. 7/12693. Si rammenta in proposito che all'interno delle zone di rispetto dei pozzi o sorgenti ad uso idropotabile l'eventuale realizzazione di condotti fognari dovrà essere eseguita a tenuta "bidirezionale" ed avere le caratteristiche di cui alla d.g.r. sopra richiamata.	
<b>Ottemperanza:</b>  Una volta individuati i pozzi esistenti si sono delimitate le zone di salvaguardia (raggio di 200 m) dove non si è previsto l'infiltrazioni nel sottosuolo delle acque meteoriche, garantendo la tenuta delle condotte.	

### 3.2 MODIFICHE APPORTATE AL PROGETTO PRELIMINARE

Dall'analisi della totalità delle prescrizioni CIPE emerge che solo alcune hanno realmente vincolato le scelte che si sono effettuate nella stesura del progetto definitivo. Tali prescrizioni sono:

- la n° 227 e n° 318 per quanto riguarda il sistema di drenaggio e il sistema di regolazione degli impianti di trattamento;
- la n° 373 per quanto riguarda il sistema di finissaggio dei reflui a valle del trattamento meccanico;
- la n° 376 per quanto riguarda le scelte per il sistema di laminazione delle portate.

Entrando nel merito della questione nel progetto preliminare si cercava di laminare il più

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

possibile le portate di picco all'interno della rete di drenaggio delle acque meteoriche, questo avveniva grazie all'utilizzo di pozzetti sfioranti posizionati ai margini del ciglio erboso e in parte sulle caditoie dove non venivano posti dei sistemi di intercettazione della lama d'acqua quindi avendo quest'ultime una determinata efficienza parte dell'acqua veniva sfiorata direttamente sugli embrici.

Alla luce delle prescrizioni CIPE tale sistema non può essere adottato, in quanto imponendo quest'ultimo di considerare, non solo per i tratti in galleria ma anche per quelli all'aperto che vi sia la possibilità che accada uno sversamento accidentale e che lo si debba considerare nel dimensionamento del sistema di raccolta, non è più possibile effettuare una separazione delle acque di prima pioggia da quelle di seconda pioggia senza incorrere nel rischio di disperdere nell'ambiente lo sversamento accidentale. Quindi si è dovuto prevedere un sistema che raccolga l'intero evento meteorico e lo porti nei vari presidi idraulici dove saranno effettuate le operazioni di separazione e trattamento. Questo ha comportato la necessità di prevedere una rete di drenaggio con dei collettori di diametro mediamente maggiore rispetto a quelli del progetto preliminare. La concentrazione delle portate sugli impianti di trattamento ha a sua volta comportato una serie di inconvenienti tecnici che hanno fatto pendere per una rivisitazione del sistema previsto nella precedente progettazione. Avendo i collettori un costo che cresce esponenzialmente con il diametro si è ritenuto conveniente cercare di standardizzare gli impianti di trattamento e posizionarli con un passo più ravvicinato. Il materiale stesso dei collettori è stato cambiato, si è passato dal calcestruzzo al polietilene proprio per avere una minore scabrezza delle pareti e una migliore resistenza all'aggressione chimica.

Nel progetto preliminare si cita il possibile utilizzo di bacini di fitodepurazione ma non se ne ha evidenza poi sugli elaborati progettuali. La prescrizione CIPE n° 373 mette in luce la necessità di prevedere l'utilizzo di tali bacini per aumentare il rendimento depurativo degli impianti di trattamento. Tale prescrizione sarà recepita in tutte quelle zone dove ci sarà la reale necessità di provvedere un miglioramento delle caratteristiche qualitative del refluo in uscita per la presenza di zone sensibili o per la previsione di un riutilizzo della risorsa idrica a valle del trattamento. Questo ha comportato la necessità di recuperare nuove aree all'aperto dove andare a posizionare tali impianti di fitodepurazione che come è risaputo oltre ad avere un notevole pregio ambientale hanno come contro di essere il sistema di finissaggio che comporta il maggior consumo di suolo. Anche in questo caso tale prescrizione, dove recepita, ha evidenziato l'opportunità di creare delle vere e proprie aree polivalenti dove oltre ad effettuare una depurazione del refluo si possono usare le stesse aree anche per altri fini. Si è scelto, infatti di fare coincidere i bacini di fitodepurazione con le vasche di laminazione delle portate. La coesistenza dei due sistemi è infatti possibile

---

con gli opportuni accorgimenti. Durante gli eventi meteorici di normale intensità l'area, che a questo punto deve essere per forza all'aperto, può fungere da bacino di fitodepurazione, mentre durante gli eventi di forte intensità e di lunga durata può fungere da bacino di laminazione. Infatti è più che plausibile che durante quest'ultimi eventi il carico inquinante sia molto diluito e che l'efficacia del trattamento di fitodepurazione sarebbe compromessa, quindi il bacino lo si può pensare allagabile per brevi periodi (al massimo per circa 10 ore) durante gli enti di piena più estremi.

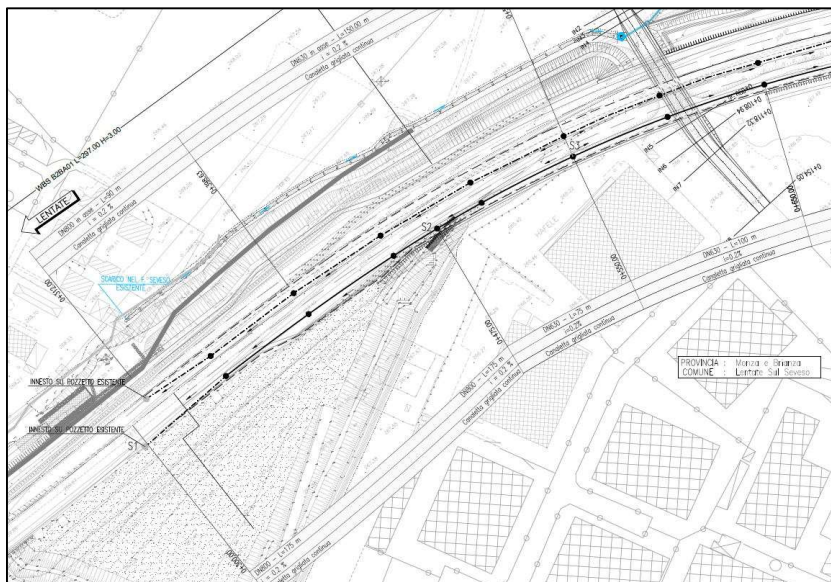
La laminazione delle portate nel progetto preliminare era stata prevista o in bacini in terra o in manufatti in CA rettangolari, quest'ultima soluzione è stata in parte accantonata nel progetto definitivo per dar spazio alla realizzazione di bacini aperti dove effettuare anche la fitodepurazione.

### 3.3 INTERCONNESSIONE LIMITI DI TRATTA

La tratta B2, oggetto della presente relazione, risulta essere posta tra la tratta B1, già realizzata, e la tratta C, da realizzare.

La connessione con la tratta B1 è stata realizzata collegando il tratto a nord della tratta B2 (da pk 0+312.00, inizio tratta, a pk 0+550.00), con le condotte realizzate per la tratta B1 e afferenti alla vasca di laminazione posta in corrispondenza dello svincolo e già dimensionata per tener conto anche dell'apporto proveniente dalla tratta B2 collegata.

Di seguito si riporta uno stralcio planimetrico del tratto a nord con indicate le connessioni alle tubazioni esistenti della tratta B1.



**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Per il tratto a sud, la rete della tratta B2, dalla progressiva Pk 7+213 a Pk 9+607, è connessa alla rete della tratta C, svincolo di Cesano Maderno.

Per garantire la continuità della rete della tratta B2, risulta necessario realizzare la rete della tratta C afferente alla vasca V14.

---

## **4. DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE**

La raccolta e l'allontanamento delle acque piovane dalle superfici stradali rappresentano problemi che potrebbero definirsi di idraulica minore, per le portate modeste e per la semplicità degli schemi di raccolta e di smaltimento. Tuttavia una non corretta e superficiale soluzione di tali problemi può causare una serie di problemi e di disagi quali:

- il ristagno delle acque e/o un loro troppo lento allontanamento che, oltre a provocare la formazione di traffico, provoca una ben più grave eccessiva riduzione delle condizioni di sicurezza dei veicoli;
- frequenti allagamenti di eventuali sottopassi e scantinati di fabbricati limitrofi ai tracciati.

Le portate che si utilizzeranno per il dimensionamento delle opere minori devono essere valutate in ragione delle superfici in servizio della sede stradale e delle sue pertinenze, anche in relazione a possibili ostruzioni, che si possono creare in seguito all'allargamento della strada in progetto, allo scolo naturale dei terreni limitrofi all'intervento.

La viabilità autostradale, oggetto della presente progettazione definitiva, si sviluppa tra le Province di Bergamo, Milano, Monza e Brianza, Varese e Como.

Come anticipato nelle premesse, essa è riconducibile alle seguenti tipologie:

- viabilità in rilevato;
- viabilità in trincea con scarpata;
- viabilità tra muri;
- viabilità in galleria
- viadotti;
- svincoli e caselli;
- aree di servizio;
- viabilità connessa ed interferita

alle quali corrispondono altrettanti schemi principali di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento.

Nei paragrafi successivi, viene riportata una descrizione degli schemi di raccolta e smaltimento acque adottati.

## 4.1 ASSE PRINCIPALE

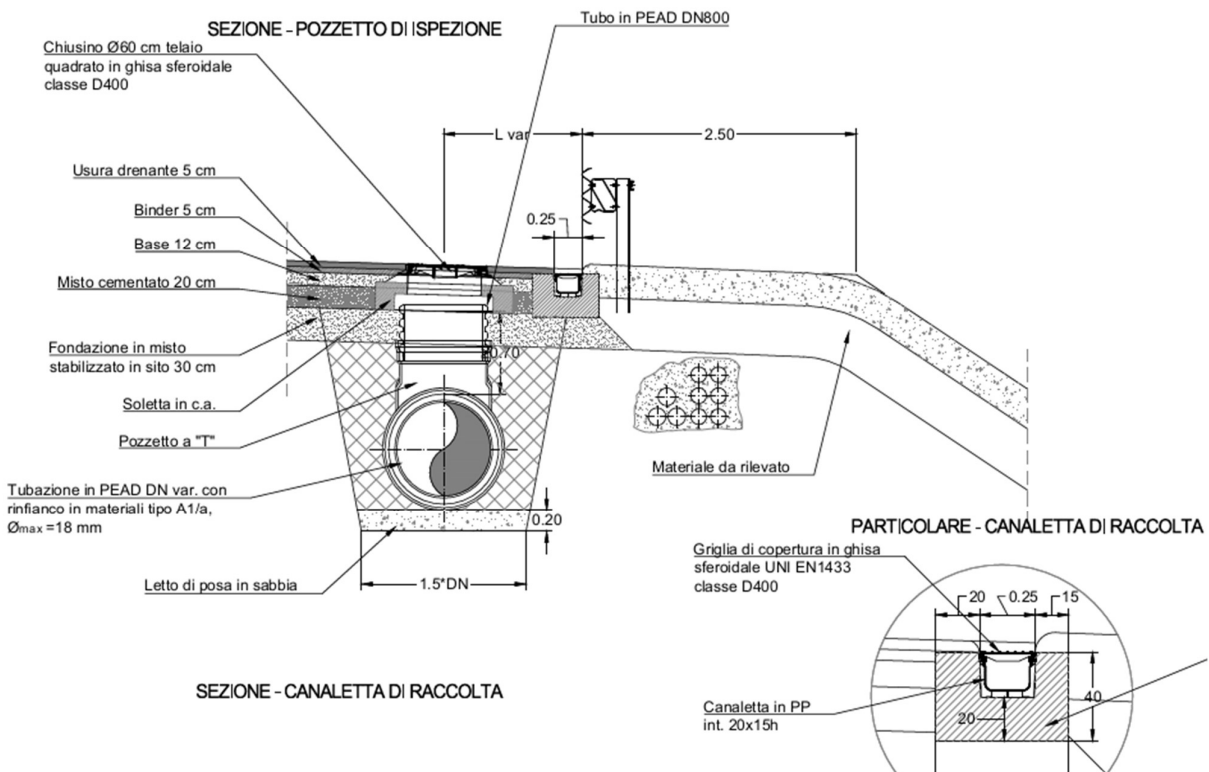
### 4.1.1 Viabilità in rilevato

Lo schema di raccolta e smaltimento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale si articola in una rete di collettori che raccolgono le acque meteoriche che insistono sulla piattaforma stradale, e in un sistema di fossi a piede rilevato che raccolgono le acque meteoriche che cadono sulle scarpate.

La rete di collettori si suddivide in più tratte, ciascuna confluyente in una piazzola idraulica, nella quale è prevista l'installazione di un impianto per il trattamento delle acque di prima pioggia, la laminazione delle portate e lo smaltimento nei corpi ricettori.

Le sezioni tipo del sistema di drenaggio sono riconducibili, all'andamento planimetrico dell'asse autostradale e, quindi, è stata sviluppata una sezione tipo in rettilineo e una sezione tipo in curva.

#### Descrizione degli elementi marginali



Per quanto riguarda i tratti in rilevato le acque defluenti dalla sede stradale verranno

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

raccolte ai margini della piattaforma stradale con l'utilizzo di canali in PP grigliati continui posati sotto la tripla onda della barriera di sicurezza, con griglia in ghisa di classe UNI EN 124 D400 che a determinati intervalli scaricano in collettori tramite l'utilizzo di tubi DN 160 in PE corrugato flessibili.

La rete di collettori è costituita da tubazioni in PEAD di diametro variabile da un minimo di DN 315 ad un massimo di DN 1600. I collettori saranno posati sotto la corsia di emergenza ad una profondità non inferiore a 1,5 m dal piano viario, avranno una rigidità anulare pari a SN 4 (4 kN/m<sup>2</sup>). Per gli attraversamenti della carreggiata si prevede l'utilizzo di tubazioni con rigidità anulare pari a SN 16 (16 kN/ m<sup>2</sup>).

I collettori saranno ispezionati tramite l'utilizzo di pozzetti in PE, aventi interasse massimo pari a 50 m, con base DN 800 per tubazioni di diametro che vanno dal diametro DN 315 al diametro DN 500, mentre per i collettori di diametro compreso tra il DN 630 e il DN 1200 si prevede l'utilizzo di una base stampata a T per l'ispezione e un torrino realizzato con una tubazione tagliata a misura di diametro DN 800, mentre per diametri superiore si prevede di realizzare l'ispezione direttamente sui collettori fresandoli ed utilizzando degli innesti speciali a tenuta.

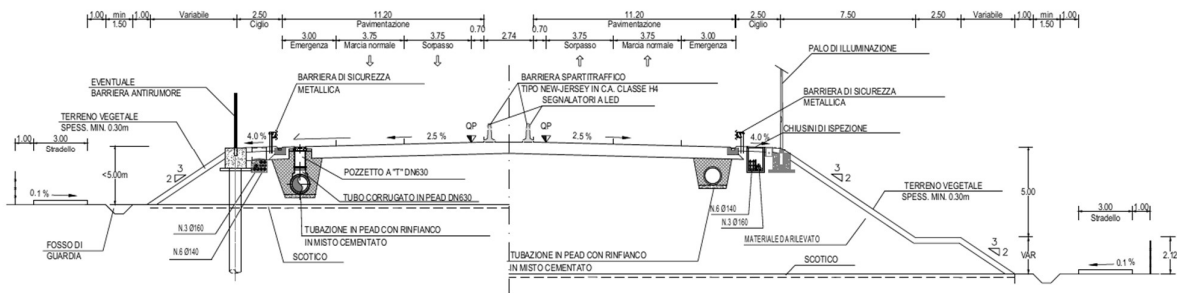
I pozzetti avranno un chiusino in ghisa di classe UNI EN 124 D400 carrabile posato un anello di ripartizione in calcestruzzo, di modo che in nessun caso il carico stradale vada ad incidere direttamente sul torrino del pozzetto evitando in questo modo di andare a compromettere le giunzioni pozzetto-collettori.

Nello spartitraffico centrale le acque meteoriche saranno raccolte da una canaletta griglia centrale in PP, con griglia in acciaio a maglia di classe UNI EN 124 B125, sotto la canaletta sarà posato, se necessario, un ulteriore collettore che permetta di aumentare il passo degli scarichi del drenaggio centrale e quindi il passo degli attraversamenti della sede stradale.

Le acque meteoriche ricadenti sulle scarpate saranno raccolte al piede nei fossi in terra delle dimensioni minime in sommità di 1,50 m. Le sponde avranno una pendenza di 1 su 1. La larghezza del fondo minima sarà di 0.50 m. Tale dimensione evita problemi di riduzione delle sezione idraulica dovuti ad ostruzioni che si possono creare a causa dei depositi, ed evita la necessità di una continua manutenzione. Localmente le dimensioni di tali elementi potranno variare, in quanto oltre a dovere garantire la laminazione delle portate, possono ricevere degli scarichi concentrati dagli impianti di trattamento. L'altezza minima sarà di 0.5 m, e comunque variabile in ragione dell'andamento del territorio.

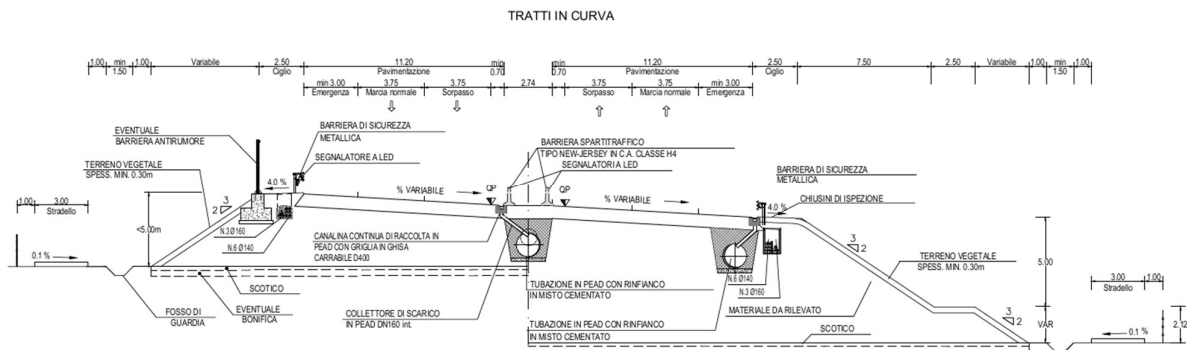


### Sezioni in rettifilo



Nei tratti in rettifilo si hanno sempre due collettori per lato, ognuno dei quali raccoglie metà piattaforma. Mentre all'interno dello spartitraffico centrale le acque sono raccolte con una griglia e collettate da collettori, che all'occorrenza scaricano in uno dei due collettori laterali.

### Sezione in curva



Nei tratti in curva si hanno sempre due collettori, ognuno dei quali raccoglie metà piattaforma. Quello che drena la metà piattaforma interno alla curva è posato sotto la corsia di emergenza, mentre quello che drena la metà piattaforma più esterna è posato all'interno dello spartitraffico. Anche in questo caso le acque meteoriche che cadono all'interno dello spartitraffico sono raccolte con una griglia e collettate da collettori, che all'occorrenza scaricano in uno dei due collettori laterali.

Al termine della curva il collettore centrale viene intercettato da un pozzetto, dal quale parte la condotta di collegamento con la linea esterna.

#### 4.1.2 Viabilità in trincea con scarpate

Lo schema di raccolta e smaltimento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale si articola in una rete di collettori che raccolgono le acque meteoriche che insistono sulla piattaforma stradale e delle scarpate.

Sulla sommità delle scarpate oltre al fossato di guardia sarà posto anche un arginello in

**PROGETTO ESECUTIVO**

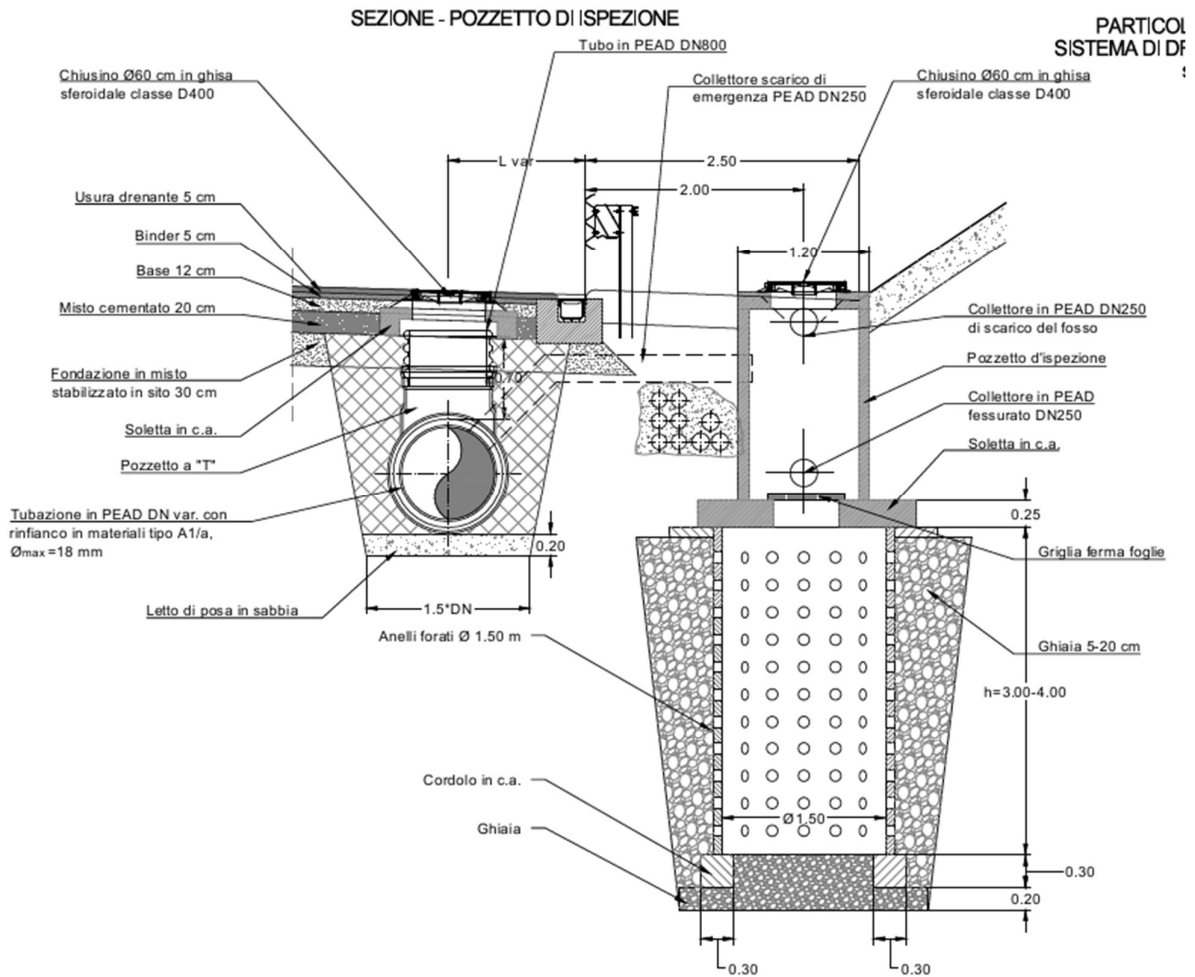
---

terra di altezza pari a 50 cm che avrà la funzione di presidio idraulico della trincea di modo che le acque di versante/esterne non possano entrare all'interno della trincea stradale.

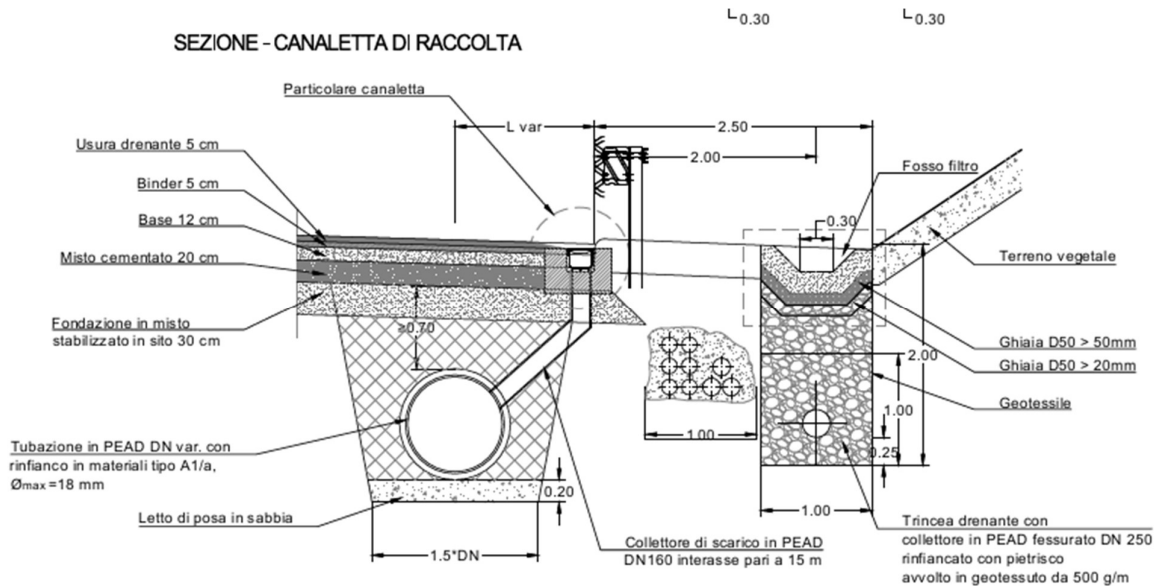
La rete di collettori si suddivide in più tratte, ciascuna confluyente in una piazzola idraulica, nella quale è prevista l'installazione di un impianto per il trattamento delle acque di prima pioggia, la laminazione delle portate e lo smaltimento nei corpi ricettori.

Le sezioni tipo del sistema di drenaggio sono riconducibili, all'andamento planimetrico dell'asse autostradale e, quindi, è stata sviluppata una sezione tipo in rettilineo e una sezione tipo in curva.

*Descrizione degli elementi marginali*



**PROGETTO ESECUTIVO**



Per quanto riguarda i tratti in trincea le acque defluenti dalla sede stradale verranno raccolte ai margini della piattaforma stradale con l'utilizzo di canali in PP grigliati continui posati ai margini della corsia di emergenza, con griglia in ghisa di classe UNI EN 124 D400 che a determinati intervalli scaricano in collettori tramite l'utilizzo di tubi DN 160 in PE corrugato flessibili.

La rete di collettori e i pozzetti di ispezioni sono analoghi al caso in rilevato, quindi si rimanda al paragrafo 4.1.1.

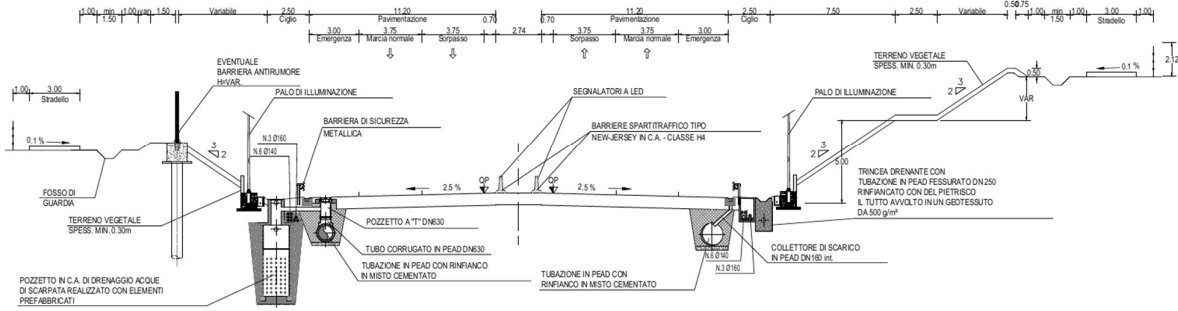
Come principio generale, i fossi in testa alla trincea saranno rivestiti in calcestruzzo per evitare che possano disperdere all'interno della trincea stradale e compromettere la stabilità della scarpata stessa.

Il caso in trincea fra scarpate differisce dal caso in rilevato solo per le acque meteoriche ricadenti sulle scarpate. In questo caso tali contributi saranno raccolti al piede della scarpata con fossi in terra delle dimensioni in sommità di 0,50 m. Le sponde avranno una pendenza di 1 su 1. La larghezza del fondo sarà di 0.30 m e l'altezza di 0.2 m. Sotto il fosso sarà realizzata una trincea perdente di dimensioni 100x100 cm. Allo scopo di evitare l'intasamento del mezzo poroso della trincea, oltre ad avvolgere la stessa con un geotessuto il fosso sopra la stessa sarà realizzato come un filtro rovescio in modo che riesca a trattenere il materiale fino proveniente dalle scarpate. All'interno della trincea perdente sarà posato un tubo fessurato in PE DN 250 con classe di rigidità anulare SN 2 (2kN/m<sup>2</sup>). I fossi e le trincee disperdenti sono collegati tra loro tramite delle caditoie posate ad intervalli di 25 m l'una dall'altra che alimentano il tubo che si trova al centro della trincea perdente. Le caditoie saranno costituite da un bozzetto in CA prefabbricato 50x50 cm di altezza pari a 1,5 m e da una griglia in ghisa di classe UNI EN 124 B250.

La trincea perdente ha la finalità di accumulare e disperdere le acque meteoriche che

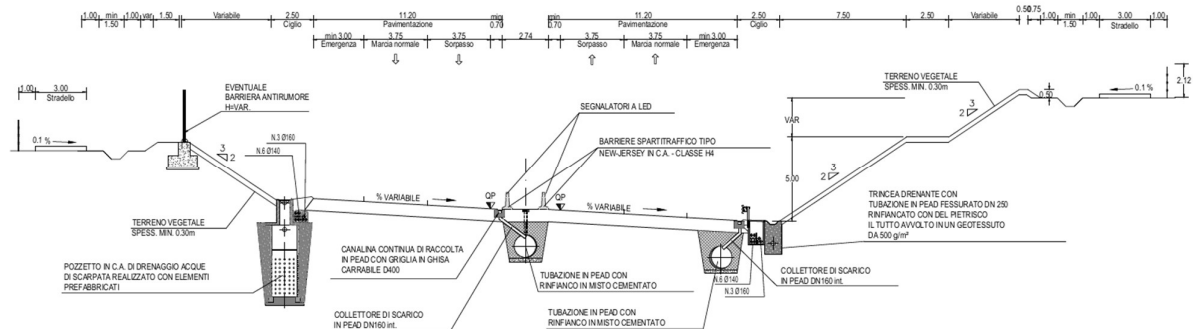
ricadono sulle scarpate in modo da laminare le portate di picco dei collettori posati sotto la corsia di emergenza. Qualora la trincea perdente da sola non riuscisse a disperdere il contributo proveniente dalla scarpate saranno posati anche dei pozzi perdenti in CA di altezza e diametro variabile. I pozzi saranno dotati di un chiusino che consente il passo d'uomo in ghisa di classe UNI EN 124 B250. Il sistema di dispersione avrà in ogni caso degli scarichi di emergenza collegati ai collettori nel caso in cui non dovesse funzionare localmente per ostruzioni del mezzo poroso o per un successiva perdita di efficienza del sistema.

### Sezioni in rettilineo



Nei tratti in rettilineo si hanno sempre due collettori per lato, ognuno dei quali raccoglie metà piattaforma. Mentre all'interno dello spartitraffico centrale le acque sono raccolte con una griglia e coltate da collettori, che all'occorrenza scaricano in uno dei due collettori laterali.

### Sezione in curva



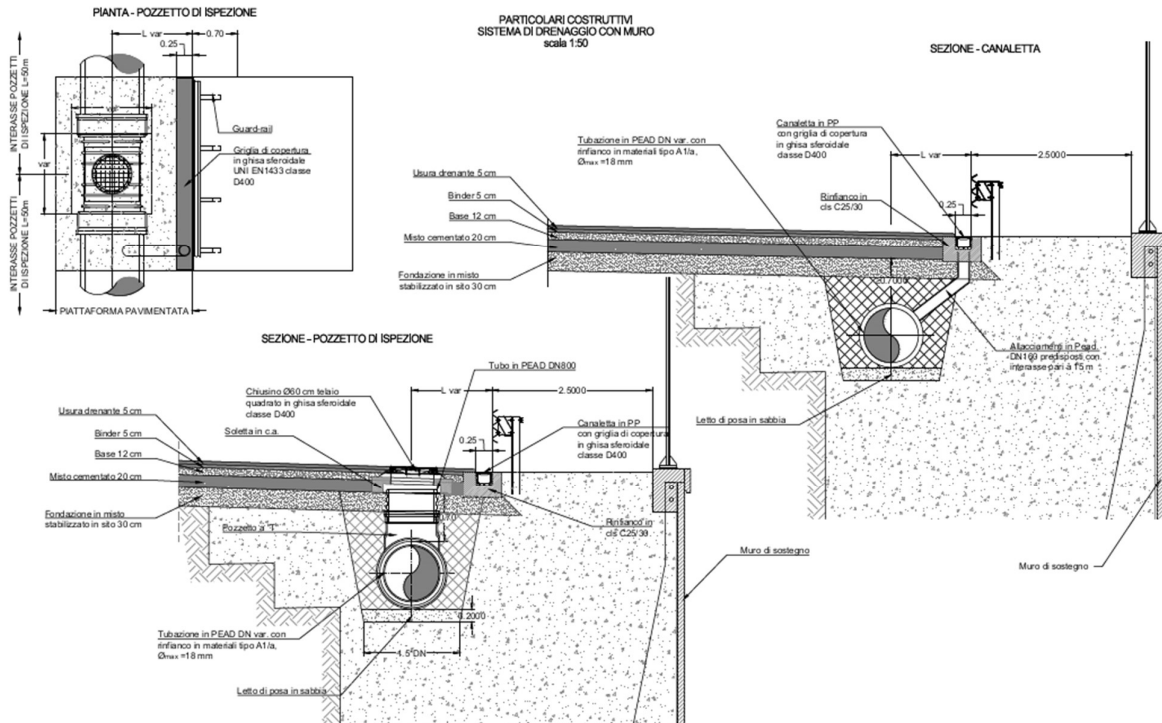
Nei tratti in curva si hanno sempre due collettori, ognuno dei quali raccoglie metà piattaforma. Quello che drena la metà piattaforma interno alla curva è posato sotto la corsia di emergenza, mentre quello che drena la metà piattaforma più esterna è posato

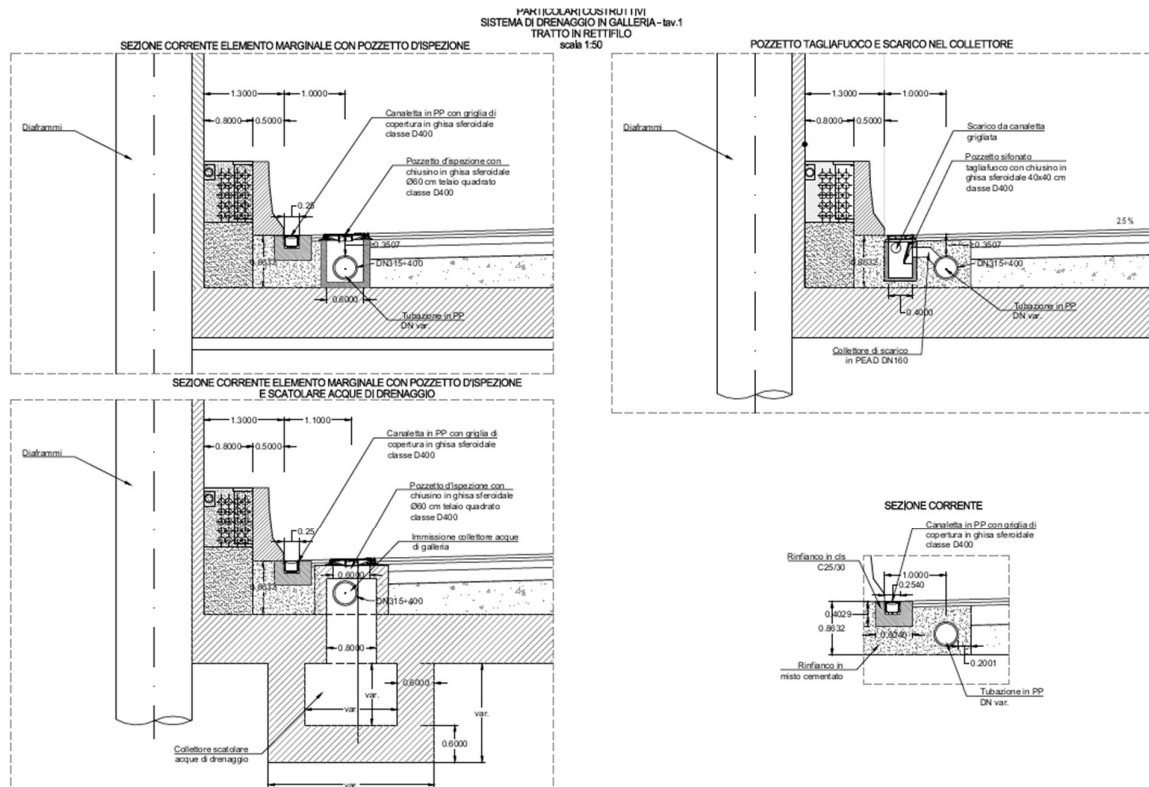
all'interno dello spartitraffico. Anche in questo caso le acque meteoriche che cadono all'interno dello spartitraffico sono raccolte con una griglia e collettate da collettori, che all'occorrenza scaricano in uno dei due collettori laterali.

Al termine della curva il collettore centrale viene intercettato da un pozzetto, dal quale parte la condotta di collegamento con la linea esterna.

#### 4.1.3 Viabilità tra muri

##### Descrizione degli elementi marginali

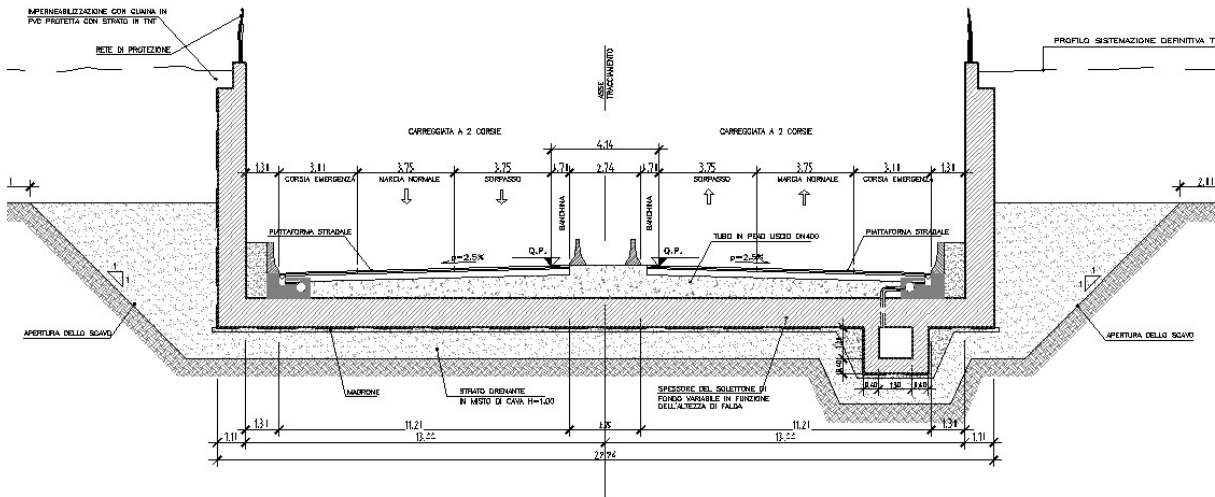




Per quanto riguarda i tratti in rilevato tra muri o in trincea tra diaframmi lo schema di raccolta delle acque defluenti dalla sede stradale non cambia rispetto a quanto descritto per i tratti in rilevato o in trincea.

L'unico caso che risulta essere differente rispetto agli altri è quello di trincea tra diaframmi profonda dove o per motivi statici o per motivi di falda deve essere realizzata una soletta di contrasto ai piedi dei diaframmi. In quest'ultimo caso i collettori in PEAD saranno sostituiti da scatolari in CA gettai in opera delle dimensioni opportune. Anche i pozzetti di ispezione saranno in CA con un chiusino in ghisa di classe UNI EN 124 D400 che possa consentire il passo d'uomo.

### Sezioni in rettilo



Nei tratti in rettilo si hanno sempre due collettori per lato, ognuno dei quali raccoglie metà piattaforma. Mentre all'interno dello spartitraffico centrale le acque sono raccolte con una griglia e collettate da collettori, che all'occorrenza scaricano in uno dei due collettori laterali.

### Sezione in curva

Nei tratti in curva si hanno sempre due collettori, ognuno dei quali raccoglie metà piattaforma. Quello che drena la metà piattaforma interno alla curva è posato sotto la corsia di emergenza, mentre quello che drena la metà piattaforma più esterna è posato all'interno dello spartitraffico. Anche in questo caso le acque meteoriche che cadono all'interno dello spartitraffico sono raccolte con una griglia e collettate da collettori, che all'occorrenza scaricano in uno dei due collettori laterali.

Al termine della curva il collettore centrale viene intercettato da un pozzetto, dal quale parte la condotta di collegamento con la linea esterna.

#### 4.1.4 Viabilità in galleria

La sezione tipo in galleria, pur non essendo da prevedere afflusso diretto di acque meteoriche, prevede, comunque, due tubazioni laterali, per collettare possibili sversamenti accidentali e la frazione di precipitazione che i veicoli provenienti dalla trincea trascinano con sé.



**PROGETTO ESECUTIVO**

---

In alcuni casi dove la vicinanza di gallerie è tale che non vale la pena di posizionare gli impianti di trattamento delle acque meteoriche tra gli imbocchi, per la piccola frazione di piattaforma scoperta che si trova tra le due opere d'arte, si prevede di dare continuità ai collettori delle acque meteoriche con scatolari in CA gettai in opera delle dimensioni opportune, in analogia con quanto previsto per i casi di trincea tra diaframmi.

Nei tratti in galleria il progetto prevede un sistema a margine della sede stradale di raccolta e smaltimento degli sversamenti accidentali provenienti dalla sede. La conformazione del sistema è costituita da pozzetti sifonati posti ad interasse di 50 m lungo le condotte di raccolta e convogliamento. Il sistema è stato studiato per permettere lo spegnimento delle eventuali fiamme del liquido in entrata, in modo da evitare il propagarsi dell'incendio anche a settori attigui delle gallerie.

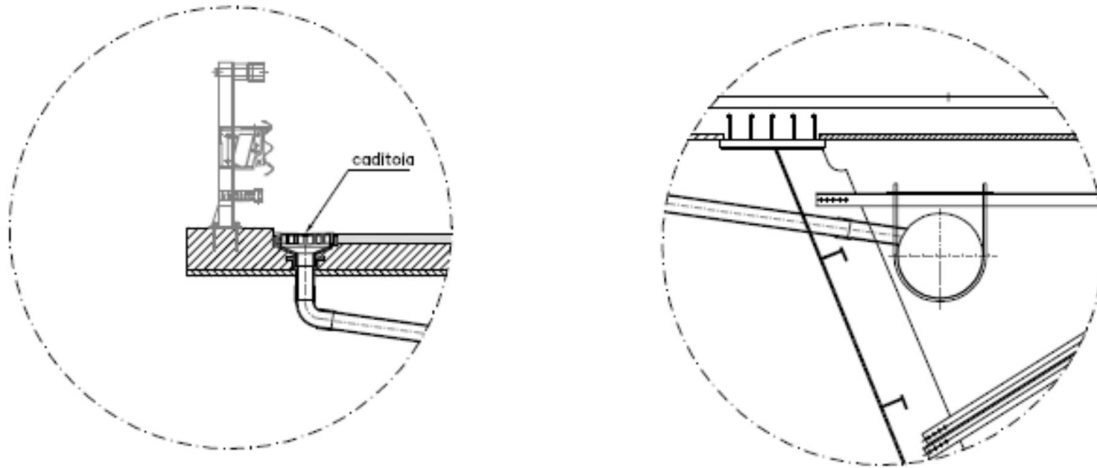
La raccolta degli sversamenti è effettuata tramite la canaletta in PP utilizzata anche per gli altri tratti di Pedemontana. I collettori saranno in PP con un diametro minimo di DN 400 con una rigidità anulare pari a SN 16 (16 kN/m<sup>2</sup>). Tale rigidità non è dettata da ragioni statiche, in quanto il tubo sarà annegato nel CA, ma per garantire che al loro interno possano transitare liquidi a temperature elevate senza che la struttura del collettore sia compromessa.

Le tubazioni sono ispezionabili in corrispondenza dei pozzetti sifonati rompitratta. Le acque raccolte sono poi convogliate verso le piazzole idrauliche dove subiscono la separazione delle prime piogge e la separazione di eventuali sversamenti accidentali.

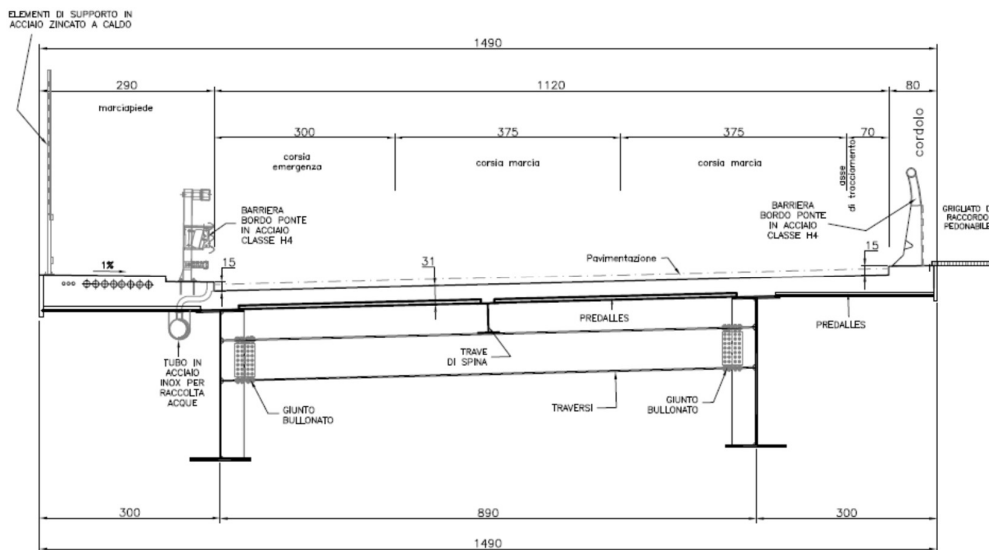
#### 4.1.5 *Viabilità in viadotto*

Lo schema di raccolta e smaltimento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale si articola in una rete di collettori che raccolgono le acque meteoriche che insistono sulla piattaforma stradale.

Le acque meteoriche saranno captate da appositi bocchettoni dotati di griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400 che scaricherà direttamente nelle tubazioni sottostanti, poste sul ciglio interno od esterno, rispettivamente in curva o in rettilineo, con interasse di 10 m. Le tubazioni correnti in acciaio inox verranno appese alla struttura dell'impalcato.



Poiché le condotte sono esposte agli sbalzi termici, il loro montaggio deve essere fatto tenendo conto delle dilatazioni proprie e di quelle della struttura alla quale sono ancorati. Si dovranno perciò prevedere opportuni manicotti che consentono la libera dilatazione della condotta.



Tutta l'acqua meteorica verrà raccolta nei collettori per poi oltrepassare le spalle.

## **4.2 SVINCOLI**

Il drenaggio delle acque meteoriche in corrispondenza delle piste di svincolo avviene nello stesso modo già descritto per i tratti di asse principale in rilevato e in trincea

## **4.3 OPERE CONNESSE E VIABILITA' INTERFERITA**

Lo schema di raccolta e smaltimento delle acque di dilavamento della piattaforma stradale nel caso delle opere connesse e la viabilità interferita è vincolato dal fatto che per queste opere non è previsto il trattamento delle acque meteoriche. Questo trova piena giustificazione nel fatto che tali viabilità non sono soggette a flussi stradali paragonabili con quelli autostradali. Resta però da considerare la necessità di laminare le portate allo scopo di garantire l'invarianza idraulica del territorio anche a fronte dell'impermeabilizzazione che si sta andando a compiere.

La viabilità connessa o interferita è riconducibile alle seguenti tipologie:

- viabilità in rilevato;
- viabilità in trincea;
- viabilità in galleria
- viabilità in viadotto;

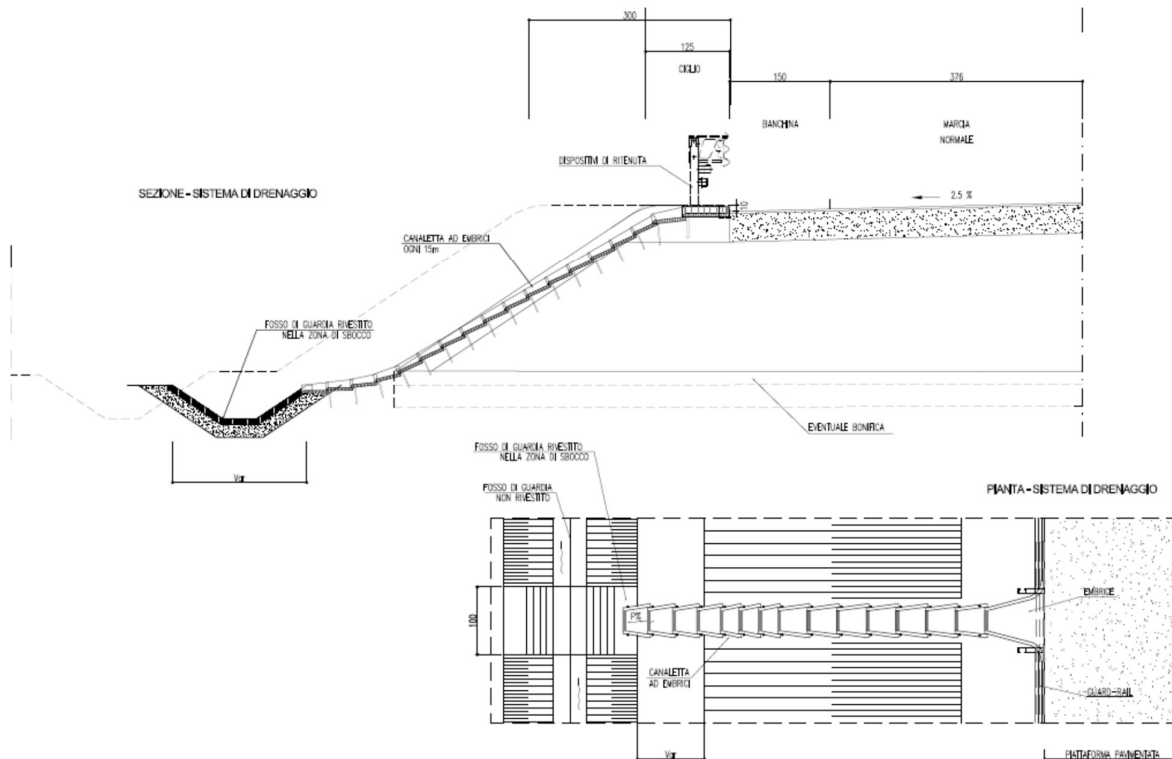
alle quali corrispondono altrettanti schemi principali di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche di dilavamento.

Nei paragrafi successivi, viene riportata una descrizione degli schemi di raccolta e smaltimento acque adottati.

### **4.3.1 Viabilità in rilevato**

*Descrizione degli elementi marginali*

**PROGETTO ESECUTIVO**



Per quanto riguarda i tratti in rilevato le acque defluenti dalla sede stradale verranno raccolte ai margini della piattaforma stradale sulla banchina con l'utilizzo a ridosso del ciglio erboso nei tratti extraurbani o del marciapiede per i tratti urbani.

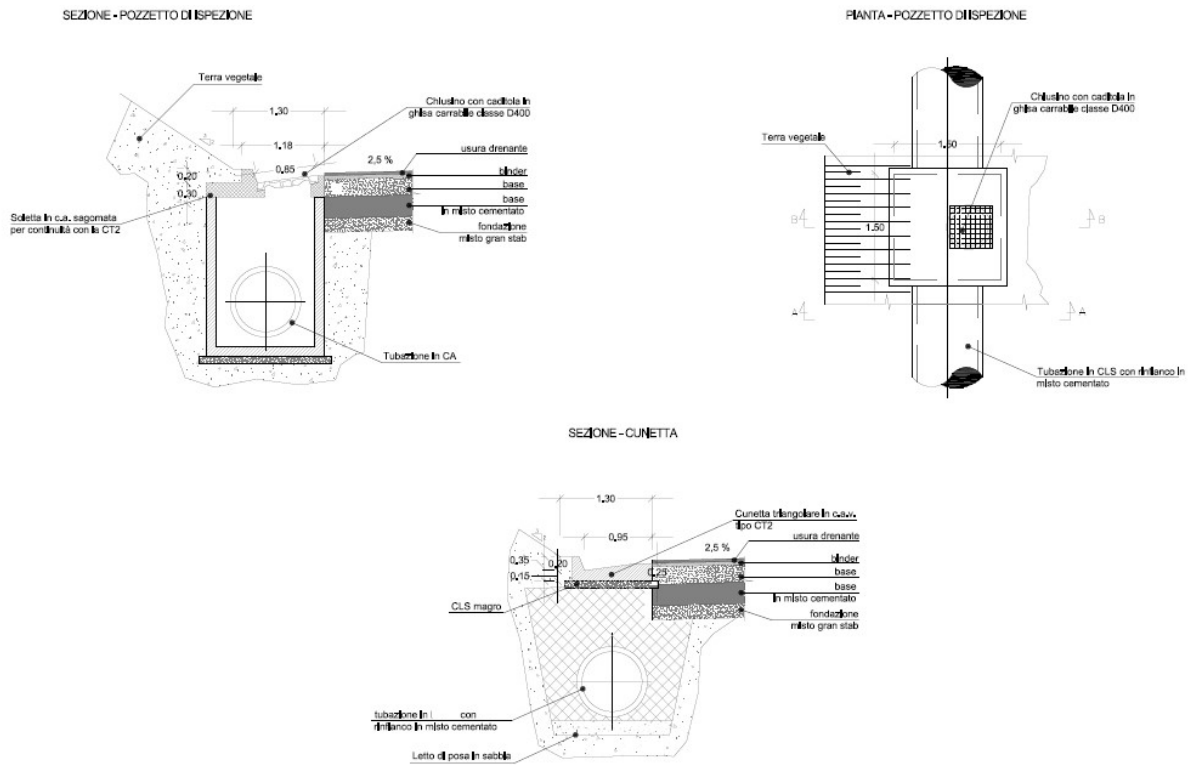
A determinati intervalli l'elemento marginale sarà interrotto e tramite l'utilizzo di embrici in CA le acque saranno convogliate all'interno dei fossi di guardia che si trovano ai piedi del rilevato. Tali fossi di guardia avranno delle dimensioni tali da garantire oltre al trasporto la laminazione dei picchi di piena. Saranno in terra delle dimensioni minime in sommità di 1,50 m. Le sponde avranno una pendenza variabile di 1 su 1 o 1.5 su 1. La larghezza del fondo minima sarà di 0.50 m. Tale dimensione evita problemi di riduzione della sezione idraulica dovuti ad ostruzioni che si possono creare a causa dei depositi, ed evita la necessità di una continua manutenzione. Localmente le dimensioni di tali elementi potranno variare, in quanto oltre a dovere garantire la laminazione delle portate, possono ricevere degli scarichi concentrati dagli impianti di trattamento. L'altezza minima sarà di 0.5 m, e comunque variabile in ragione dell'andamento del territorio.

Le sezioni tipo del sistema di drenaggio sono riconducibili, all'andamento planimetrico dell'asse autostradale e, quindi, è stata sviluppata una sezione tipo in rettilineo e una sezione tipo in curva, la prima sarà a schiena d'asino la seconda ad unica falda che scola

verso l'interno della curva.

#### 4.3.2 Viabilità in trincea

##### Descrizione degli elementi marginali



Per quanto riguarda i tratti in trincea le acque defluenti dalla sede stradale verranno raccolte ai margini della piattaforma stradale tramite l'utilizzo di una cunetta alla francese posata ai margini della banchina.

A determinati intervalli la cunetta sarà interrotta da caditoie che hanno al funzione di captare le acque e convogliare nei tubazioni in calcestruzzo di diametro variabile poste sotto della cunetta posate con un rinfianco di misto cementato. Le caditoie saranno dotate di una griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400.

Una volta raccolte dai collettori le acque di piattaforma saranno portate a recapito o a gravità o come più probabile tramite l'utilizzo di un sollevamento.

#### 4.3.3 Viabilità in galleria

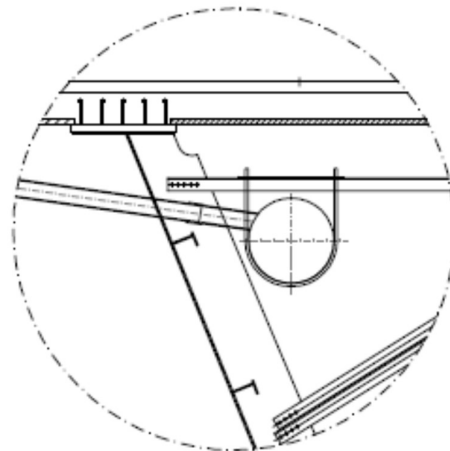
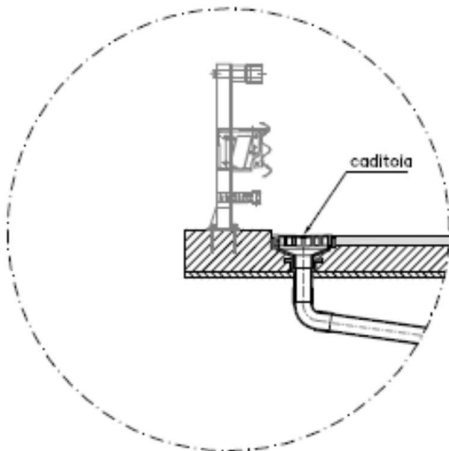
La sezione tipo in galleria per le viabilità connesse o interferite è simile quella dell'asse principale, fatta ad eccezione che al posto della canaletta continua si prevede l'utilizzo di bocche di lupo puntuali e che al posto di collettori in PP si prevedono collettori in CA.

Altrimenti anche in questo caso sarà necessario che le tubazioni siano dotate di pozzetti sifonati rompitratta per la raccolta degli sversamenti accidentali provenienti dalla sede. La conformazione del sistema è costituita da pozzetti sifonati posti ad interasse di 50 m lungo le condotte di raccolta e convogliamento. Il sistema permette, anche in questo caso, lo spegnimento delle eventuali fiamme del liquido in entrata, in modo da evitare il propagarsi dell'incendio anche a settori attigui delle gallerie.

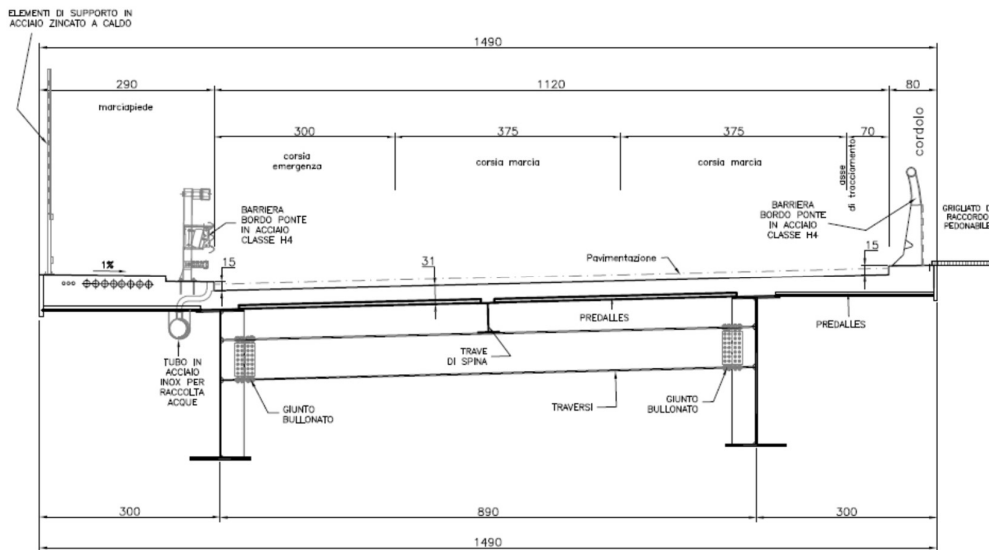
Le tubazioni sono ispezionabili in corrispondenza dei pozzetti sifonati rompitratta. I liquidi normalmente raccolti sono convogliati in una vasca d' idonea capacità posta in prossimità degli imbocchi delle gallerie, opportunamente disoleati essi sono immessi nella rete scolante superficiale o in caso di elevato volume (onda nera) dovuto a sversamenti accidentali trattenuto in vista di un loro successivo e corretto smaltimento a mezzo di autocisterna ogni qualvolta si renda necessario.

#### 4.3.4 Viabilità in viadotto

Le acque meteoriche saranno captate dal appositi bocchettoni dotati di griglia in ghisa carrabile di classe UNI EN 124 D400 che scaricherà direttamente nelle tubazioni sottostanti, poste sul ciglio interno od esterno, rispettivamente in curva o in rettilineo, con interasse massima di 15 m. Le tubazioni correnti in acciaio inox verranno appese alla struttura dell'impalcato.



Poiché le condotte sono esposte agli sbalzi termici, il loro montaggio deve essere fatto tenendo conto delle dilatazioni proprie e di quelle della struttura alla quale sono ancorati. Si dovranno perciò prevedere opportuni manicotti che consentono la libera dilatazione della condotta.



A differenza dell'asse principale dove la necessità di fare il trattamento delle acque meteoriche, in questo caso i collettori scaricheranno direttamente al suolo tramite l'utilizzo di pluviali in corrispondenza delle pile.

## **5. DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DRENAGGIO**

Nei paragrafi successivi si riportano i criteri generali di dimensionamento del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma, che sono stati applicati alle viabilità oggetto della presente relazione.

### **5.1 TEMPI DI RITORNO**

Il concetto di rischio idraulico è quantificato dal tempo di ritorno  $T_r$ , definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente eguagliato o superato.

$$T_r = 1 / [1 - P(h \leq H)]$$

Per il dimensionamento delle opere idrauliche si seguiranno le specifiche tecniche ANAS per la progettazione definitiva. Si utilizzeranno i dati relativi ad eventi critici con i seguenti tempi di ritorno:

- drenaggio acque di piattaforma - asse principale →  $T_r = 25$  anni
- drenaggio acque di piattaforma - strade secondarie →  $T_r = 10$  anni
- fossi di guardia e sistemi di laminazione - asse principale →  $T_r = 50$  anni
- fossi di guardia e sistemi di laminazione - strade secondarie →  $T_r = 25$  anni
- impianti di sollevamento - asse principale<sup>1</sup> →  $T_r = 100$  anni
- impianti di sollevamento – strade secondarie →  $T_r = 25$  anni

---

<sup>1</sup> Qualora l'impianto fosse dotato di uno scarico di emergenza a gravità l'impianto di sollevamento potrà essere verificato con un tempo di ritorno pari a 25 anni anche per l'asse principale.

---



## 5.2 ANALISI PLUVIOMETRICA

Le condizioni più critiche, che il sistema idraulico oggetto di studio deve essere in grado di affrontare, sono relative a:

- massima portata che la rete di drenaggio deve essere in grado di smaltire;
- massimo volume che i dispositivi di accumulo e laminazione devono essere in grado di immagazzinare.

Tali condizioni critiche si verificano rispettivamente quando (come verrà confermato nei paragrafi successivi):

- la durata dell'evento meteorico è dell'ordine dei minuti (pari al tempo di corrivazione del sottosistema idraulico in esame);
- la durata dell'evento meteorico è dell'ordine delle ore.

L'analisi pluviometrica è stata perciò svolta sia per precipitazioni di durata inferiore all'ora (scrosci), sia per precipitazioni di durata oraria.

Per un maggior dettaglio sulle valutazioni effettuate sull'analisi pluviometrica si rimanda all'elaborato denominato "Relazione Idrologica", qui si riportano solo i parametri della curva di possibilità climatica caratteristici della tratta in esame.

*Curva di possibilità climatica per gli eventi di durata inferiore all'ora*

<b>Tempo di ritorno (anni)</b>	<b>Curva di possibilità (h [mm], t [h])</b>
5	$h = 40,63 \cdot t^{0,464}$
10	$h = 47,73 \cdot t^{0,464}$
25	$h = 56,08 \cdot t^{0,464}$
50	$h = 63,53 \cdot t^{0,464}$
100	$h = 70,29 \cdot t^{0,464}$
200	$h = 77,07 \cdot t^{0,464}$

*Curva di possibilità climatica per gli eventi di durata superiore all'ora*

<b>Tempo di ritorno (anni)</b>	<b>Curva di possibilità (h [mm], t [h])</b>
5	$h = 40,63 \cdot t^{0,327}$
10	$h = 47,73 \cdot t^{0,327}$
25	$h = 56,08 \cdot t^{0,327}$
50	$h = 63,53 \cdot t^{0,327}$
100	$h = 70,29 \cdot t^{0,327}$
200	$h = 77,07 \cdot t^{0,327}$

### 5.3 CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

La precipitazione va depurata della componente destinata ad infiltrarsi nel terreno. Il coefficiente di deflusso esprime dunque la percentuale della pioggia caduta che contribuisce alla formazione delle portate. I tipi di superficie presi in considerazione ed i relativi coefficienti di deflusso sono riportati nella seguente tabella:

Tipo di pavimentazione	coefficiente di deflusso
Pavimentazione stradale	1.00
Scarpate erbose	0.60
Superfici a verde piane	0.30
Fosso di guardia	1.00

I valori assunti sono cautelativamente quelli relativi alle superfici già imbibite, e considerati costanti durante tutto l'evento meteorologico.

Il valore relativamente elevato assunto per le superfici erbose è giustificato dalla notevole pendenza delle scarpate.

Detto  $\varphi_i$  il coefficiente di deflusso relativo alla superficie  $S_i$ , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori  $\varphi$  si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i \cdot S_i}{\sum S_i}$$

## 5.4 TEMPI DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione relativo ad una determinata sezione della rete idraulica è l'intervallo di tempo necessario affinché nella sezione considerata giungano insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino.

Come noto in letteratura il tempo di corrivazione è dato da:

$$\tau_c = \tau_e + \tau_r$$

Dove:  $\tau_e$  è il tempo di entrata in rete, ovvero il tempo di scorrimento nei bacini elementari di ingresso al manufatto di captazione;

$\tau_r$  è tempo di rete, ovvero il tempo di transito all'interno del collettore di raccolta, sia esso tubazione che fosso di guardia.

Per il calcolo del tempo di corrivazione e dei due elementi che lo compongono si si è optato per l'utilizzo dell'espressione fornita da Mambretti e Paoletti (v. CSDU – Sistemi di fognatura Manuale di progettazione – Hoepli).

### *Calcolo del tempo di accesso alla rete*

L'espressione proposta fornisce il tempo di accesso in secondi, da valutarsi per i sottobacini drenanti dalle singole caditoie, tramite la seguente espressione:

$$\tau_e = \left( \frac{3600^{\frac{n-1}{4}} \cdot 0.5 \cdot l}{s^{0.375} \cdot (a \cdot \varphi \cdot S)^{0.25}} \right)^{\frac{4}{n+3}}$$

dove:

- $l$  è la massima lunghezza del deflusso superficiale del sottobacino [m];
- $s$  è la pendenza media del sottobacino [m/m];
- $S$  è la superficie del sottobacino [ha];
- $\varphi$  è il coefficiente di afflusso del sottobacino;

$a$  ed  $n$  sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica, con  $a$  espresso in mm/h<sup>n</sup>.

### Calcolo del tempo di rete

Il tempo di rete risulta essere stimabile con la seguente formula:

$$\tau_r = \sum_i \frac{L_i}{1.5 \cdot v_{ri}}$$

con:

$L_i$  lunghezza dell' $i$ -esima tubazione della rete di drenaggio a monte della sezione in esame [m];

$v_{ri}$  velocità di moto uniforme della corrente transitante nella  $i$ -esima tubazione con altezza pari al diametro interno della stessa (moto a sezione piena).

## 5.5 CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO

Gli eventi di pioggia più onerosi dal punto di vista della portata prodotta sono risultati essere quelli di durata inferiore all'ora (scrosci).

Il metodo razionale fornisce la seguente formula per il calcolo del coefficiente udometrico:

$$u = \frac{\varphi \cdot h}{\tau}$$

dove:

- $\varphi$  è il coefficiente di deflusso;
- $h$  è l'altezza di precipitazione;
- $\tau$  è la durata della precipitazione.

La precedente relazione può essere riscritta anche come:

$$u = \varphi \cdot a \cdot t^{n-1}$$

dove:

- $\varphi$  è il coefficiente di deflusso;
- $a, n$  sono i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica;

$\tau$  è la durata della precipitazione;

e nella quale:

$$j = a \cdot t^{n-1}$$

è l'intensità di precipitazione.

Determinato il coefficiente di deflusso  $u$ , la portata  $Q$  sarà pari a :

$$Q = u \cdot S$$

in cui  $S$  è la superficie scolante.

Per il dimensionamento dei collettori basta impostare nelle relazioni, la condizione:

$$\tau = \tau_c$$

ovvero che la durata della precipitazione sia pari al tempo di corrivazione, condizione che, sulla base del metodo razionale adottato, consente di massimizzare il valore della portata di deflusso per un evento meteorico di assegnato tempo di ritorno.

Alla portata idrologica così determinata si è aggiunta in testa ad ogni collettore una portata pari a 40 l/s che tiene conto del contributo di un possibile sversamento accidentale. Inoltre la rete di drenaggio ha comunque un volume libero (durante l'evento meteorico eccezionale di progetto le tubazioni hanno al massimo un grado di riempimento del 75%) notevole che può essere utilizzato per laminare il contributo proveniente dallo sversamento. La prescrizione del CIPE è vincolante per le tubazioni, solo nel loro tratto iniziale, dove effettivamente vi è il rischio di insufficienza idraulica. A tale proposito non si sono mai previsti collettori di diametro inferiore a DN 315 e la dove la pendenza del tratto fosse modesta (dove l'effetto di invaso nei collettori è più alto) si parte anche con collettori DN 400.

## **5.6 DIMENSIONAMENTO DEI SINGOLI ELEMENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DELL'ASSE PRINCIPALE**

Nei paragrafi successivi si riportano i criteri generali di dimensionamento di tutti gli elementi che costituiscono il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma dell'asse principale.

### 5.6.1 *Canaletta grigliata*

Le acque defluenti dalla piattaforma stradale vengono raccolte lateralmente da una canaletta in PP con copertura grigliata disposta parallelamente all'asse autostradale. La canaletta è interrotta, a prefissata distanza, da un pozzetto sifonato che cattura la portata fluente per avviarla alla sottostante tubazione in PEAD mediante uno scarico di collegamento con una tubazione sempre in PEAD.

L'elemento prefabbricato costituente la canaletta ha forma rettangolare con larghezza utile interna pari a  $L = 200$  mm e un'altezza utile  $H = 150$  mm (le dimensioni esterne, risultano pari a  $250 \times 200$  mm); il pozzetto sifonato ha uno scarico dal basso con tubo PEAD DN 160 mm.

Per la verifica idraulica delle canalette è necessario determinare la portata massima defluente dalla superficie stradale in caso di pioggia; il fenomeno di deflusso è retto dall'accoppiamento delle equazioni di continuità e delle equazioni del moto, che compongono un sistema di equazioni differenziali alle derivate parziali, noto come equazioni di De Saint Venant.

In letteratura esistono diverse formule, alcune delle quali di derivazione sperimentale, che forniscono la soluzione esatta delle equazioni con alcune semplificazioni ("teoria dell'onda cinematica"), per una superficie scolante interessata da pioggia netta di intensità costante nel tempo e nello spazio, partendo da condizioni iniziali di superficie asciutta e non interessata da immissione nella sezione iniziale.

Tali formule hanno come incognita l'altezza  $y$  del velo liquido in corrispondenza del ciglio stradale; una delle più note è quella proposta in Gran Bretagna dal Road Research Laboratory:

$$y = 0.0474 \cdot \sqrt{L \cdot j} \cdot I^{0.2}$$

Essendo:

- $y$  l'altezza del velo liquido in mm;
- $j$  l'intensità di precipitazione in mm/h riferita alla durata di pochi minuti (5-6 min);
- $L$  la lunghezza del percorso dell'acqua;
- $I$  la pendenza della strada lungo la linea di corrente.

La pendenza  $I$  e la lunghezza  $L$  del percorso della corrente sono legate alla geometria della sede stradale, in particolare alla sua larghezza e alla sua pendenza longitudinale e

---

trasversale.

Nel caso del nastro stradale in esame la pendenza della livelletta risulta essere mediamente piuttosto modesta (0,2% – 0,8%) con alcuni tratti addirittura sub-orizzontali e solo pochi tratti con pendenze longitudinali superiori all'1%, mentre la pendenza trasversale risulta nei tratti rettilinei pari a 2,5%.

Nel caso specifico il calcolo dell'altezza massima del velo liquido risulta di scarso interesse in quanto è previsto il rifacimento della pavimentazione stradale con asfalto drenante in grado di contenere entro valori di sicurezza tale altezza.

In ogni caso, adottando i valori di  $a$  ed  $n$  della curva di possibilità climatica con tempo di ritorno  $T=25$  anni, e ipotizzando una durata dello scroscio pari a 2-3 minuti, si ottiene una intensità di precipitazione di poco inferiore a  $j = 250$  mm/h; essendo inoltre la larghezza della carreggiata pari a  $b = 16,325$  m, con pendenza trasversale  $i_t = 2,5\%$  e assumendo una pendenza longitudinale  $i_l = 0,5\%$ , risulta un'altezza massima del velo liquido (in assenza teorica di asfalto drenante) pari a  $y_{max} = 7,0$  mm.

La portata specifica per unità di lunghezza è pari a:

$$q_o = \Phi \cdot j \cdot b$$

Da cui risulta (considerando un coefficiente di afflusso  $\phi = 1,0$ ) una portata specifica  $q_0 = 1,27$  l/s/m.

La capacità di assorbimento della griglia di copertura, che dipende dalla tipologia della griglia e dalla sua larghezza effettiva, per una larghezza di 200 mm risulta pari a circa 10,0 l/s, come risulta dal manuale tecnico delle griglie impiegate; tale valore risulta di gran lunga superiore alla portata specifica in ingresso, quindi la griglia è in grado di intercettare l'acqua in arrivo.

La canaletta si comporta, da un punto di vista idraulico, come un canale collettore di portate distribuite lungo il suo percorso con portata entrante costante per unità di lunghezza; poiché l'immissione è normale alla direzione del moto (quindi l'energia posseduta è di fatto dissipata all'atto della consegna alla canaletta), l'energia necessaria al moto deve essere acquistata con un sovrizzo del pelo libero a monte.

La soluzione del problema si ottiene con l'applicazione del teorema della quantità di moto in forma globale alla massa compresa tra la sezione di monte ( $m$ ) e quella di valle ( $v$ ) distanti  $L$ ; è possibile in questo modo ottenere l'altezza di monte  $y_m$  quando sia nota l'altezza di valle  $y_v$ .

Tale relazione si semplifica notevolmente nel caso della canaletta in oggetto in quanto nella sezione di valle la corrente defluisce con altezza critica  $y_c$  verso lo scarico; si ha quindi, indicando con  $b$  la larghezza del canale rettangolare:

---

$$y_v = y_c = \left[ \frac{1}{g} \cdot \left( \frac{q_o \cdot L}{b} \right)^2 \right]^{1/3}$$

L'altezza di monte, con l'ipotesi, a favore di sicurezza, di pendenza longitudinale nulla  $i = 0$ , risulta semplicemente pari a:

$$y_m = \sqrt{3} \cdot y_c$$

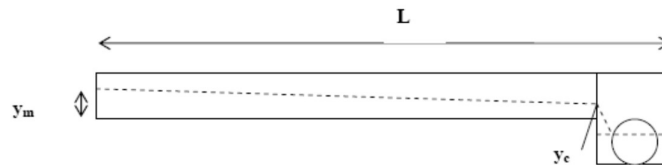
Volendo tenere in considerazione anche le perdite continue  $J$  lungo il tratto di lunghezza  $L$  si ha, utilizzando la formula di Gauckler-Strickler, con  $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ :

$$J = 0.85 \cdot \frac{g}{K_s^2 \cdot y_c^3}$$

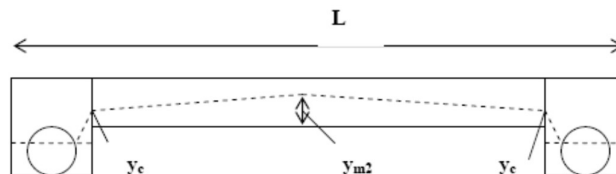
Da cui le perdite di carico  $\Delta h$  sullo sviluppo totale  $L$  risultano:

$$\Delta h = L \cdot J$$

Tutte le considerazioni precedenti sono valide per uno schema della canaletta con un solo scarico all'estremità, come sinteticamente illustrato nello schema seguente:



In realtà la canaletta ha due scarichi alle estremità con interasse pari a  $L$ , come di seguito indicato:



In questo caso, si può dimostrare che  $y_{m2} = 0,63 y_m$ .

Nota quindi la portata specifica  $q_0$ , la larghezza della canaletta  $b$ , e imponendo una altezza massima del tirante idrico  $y_{m2}$  pari all'altezza interna della canaletta, si ottiene l'interasse  $L$  per lo scarico delle camerette che risulta pari a  $L=22,83 \text{ m}$ ; in via cautelativa si pone l'interasse degli scarichi pari a  $15 \text{ m}$ .



**PROGETTO ESECUTIVO**

Bisogna infine verificare che lo scarico, costituito da una tubazione in PEAD DN 160 sia in grado di trasferire la portata in arrivo alla tubazione sottostante; il moto dell'acqua dopo l'uscita dal pozzetto avviene, nelle peggiori condizioni, con caduta libera e può essere correttamente assimilato al moto in un pluviale.

La verifica dello scarico può farsi trattandolo, a seconda del carico, come soglia sfiorante a pianta circolare di diametro D o come luce sotto battente; detto h il carico sulla soglia all'imbocco, la portata Q è:

$$Q_{sfioro} = C_q \cdot h \cdot \pi \cdot D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{con } C_q=0,35$$
$$Q_{sfioro} = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{con } C_q=0,60$$

Considerando che, in condizioni di massimo riempimento si ha un funzionamento a battente con carico h pari a circa 20 cm (15 cm di altezza utile della canaletta + circa 5 cm dovuti alla particolare geometria dello scarico), si ha che la capacità di smaltimento Q della tubazione di scarico, nelle condizioni peggiori di funzionamento, risulta pari a:

$$Q = 23,9 \text{ l/s}$$

superiore alla massima portata da smaltire  $Q = q_0 L = 19,00 \text{ l/s}$ .

Lo scarico risulta quindi verificato.

### 5.6.2 Verifica delle condotte

La verifica delle condotte viene effettuata ipotizzando che ciascun tratto di collettore sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, utilizzando nella determinazione della portata la formula di Gauckler –Strickler:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_h^{3/2} \cdot i^{1/2}$$

dove:

- Q è la portata;
- A è la sezione liquida;
- $K_s$  è il coefficiente di Strickler;
- $R_h$  è il raggio idraulico;
- i è la pendenza longitudinale.

**PROGETTO ESECUTIVO**

Fissati un coefficiente di scabrezza  $K_s$  ed una pendenza longitudinale  $i$ , si è in grado, con la formula precedente, di determinare la combinazione di diametro e grado di riempimento che danno luogo ad una portata  $Q$  pari a quella massima di progetto calcolata con il metodo razionale.

Il valore del coefficiente di scabrezza assunto è  $K_s=85 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , che il valore per le tubazioni in PEAD usurate, mentre sarà pari a  $K_s=60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per opere in CA. Valore che può essere assunto anche per la verifica dei collettori che si trovano appesi agli impalcati in acciaio.

La verifica consisterà nel rispettare le condizioni dettate dalla Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 11633 del 07/01/1974 contenente le istruzioni per la progettazione delle reti fognarie:

- $A_{rid} / A_c < 0,75$  il grado di riempimento delle condotte deve essere tale che il rapporto tra la sezione bagnata e la sezione piena della condotta sia minore di 0,75; si è considerato un valore così basso in quanto tali condotte con il tempo e durante gli eventi di minore intensità possono essere soggette a fenomeni di deposito di inerti.
- $0,60 < v_{eff} < 5,00 \text{ m/s}$  relazione valida per le fognature bianche e miste.

A margine della presente relazione si riportano nel paragrafo 11.1 “Dimensionamento dei collettori” le verifiche della rete di collettori dell’asse principale.

### 5.6.3 Fossi di guardia

E’ prevista la realizzazione di due fossi di guardia posizionati ai lati della carreggiata, a ridosso dell’unghia del rilevato o della trincea. I fossi di guardia devono avere una capacità tale da contenere la totalità delle acque che defluiscono dalle scarpate e dai terreni limitrofi. La portata che ricevono i fossi di guardia verrà in parte dispersa (nel caso in rilevato, in trincea i fossi sono impermeabilizzati) ed in parte trasferita negli opportuni recettori. La superficie scolante nei fossi è data dalle scarpate e dai terreni limitrofi quando la piattaforma si trova in rilevato, e solo dai terreni limitrofi quando la piattaforma si trova in trincea.

Per il dimensionamento del fosso si ipotizza di essere nel caso in rilevato con altezza dal piano campagna della sede stradale di 10 m (oltre la quale è plausibile pensare l’asse viario sia in viadotto) e si assume che nei fossi scolino i deflussi provenienti da un fascia di terreno di larghezza pari a 10 m, con coefficiente di deflusso 0.30.

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

L'altezza di pioggia con tempo di ritorno pari a 50 anni, assunto un tempo di corrivazione  $t_c = 5$  minuti, si valuta pari a  $h_{50} = 20$  mm.

Il volume meteorico che i fossi di guardia dovranno invasare per ogni chilometro di strada è pari a:

$$V_F = 0.020 \cdot (10 \cdot 1.5 \cdot 0.6 + 2.5 \cdot 0.6 + 10 \cdot 0.3) \cdot 1000 = 270m^3/km$$

La sezione del singolo fosso di guardia dovrà quindi avere un'area minima di:

$$A_{MIN} = 270/1000 = 0.189m^2$$

Assumendo un fosso a sezione trapezia di dimensioni minime, con base minore di 0.50 m, altezza 0.50 m, scarpa 1/1, la sua area è pari a 0.50 m<sup>2</sup>.

Il volume efficace, precipitato in  $t_c = 5$  minuti, da luogo alla portata

$$Q_F = 270/(5 \cdot 60) = 0.90m^3/s \cdot km$$

Assumendo un fosso a sezione trapezia, con base minore di 0.50 m, altezza 0.50 m, scarpa 1/1, pendenza del tratto più sfavorevole dell'0.8 % e scabrezza  $K_s = 40 m^{1/3}/s$ , si ottiene un area di 0.94 m<sup>2</sup>. Con un tirante di circa 47 cm, valutato a moto uniforme, una sezione di questo tipo garantisce un buon franco di sicurezza.

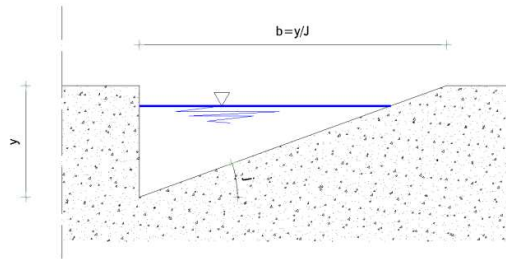
#### 5.6.4 Scarico degli impalcati

Il dimensionamento che occorre effettuare per determinare il passo degli scarichi dei viadotti delle prima passare del calcolo di quanta portata si riesce a trasportare sul ciglio della piattaforma senza rischiare che vi sia invasione della sede stradale da parte della linea d'acqua. Il calcolo idraulico delle cunette si può svolgere utilizzando le formule di moto uniforme con riferimento alla portata  $Q$  che compete alla sezione terminale del tratto compreso tra due punti di captazione della portata.

La portata massima  $Q_c$  transitante nella cunetta potrà essere calcolata con la formula di Gauckler-Strickler, assumendo:

$A = b^2 j / 2$  : area liquida nella cunetta  
 $Rh = b j / 2$  raggio idraulico  
 $i =$  pendenza longitudinale media della strada  
 $Q = K_s \cdot Rh^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A$  portata transitabile a moto uniforme secondo Gauckler - Strickler

dove “b” è la larghezza della cunetta e “j” la sua pendenza trasversale, come mostrato nella figura sottostante.



La portata “Qc” calcolata in questo modo dovrà essere maggiore o uguale alla portata “Q25” che defluisce dalla carreggiata.

Con qualche tentativo, assumendo

$$K_s = 75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1};$$

$$J = 0.025;$$

$$i = 0.002;$$

si stima una larghezza minima in sommità della cunetta  $b_0=1.60$  m. Per ragioni di progettazione stradale è stata imposta in definitiva la seguente geometria:

$$K_s = 75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1};$$

$$J = 0.025;$$

$$i = 0.002;$$

$$b = 1.60 \text{ m};$$

nell'ipotesi di moto uniforme la portata transitabile a piene rive risulta:

$$Q_c = 7.78 \text{ l/s}$$

Ipotizzando di posizionare gli scarichi ogni 5 m si ottiene una portata idrologica massima di 6,33 l/s. Quest'ultima riesce dunque a transitare nella cunetta senza invadere la piattaforma.

Bisogna infine verificare che lo scarico, costituito da un pluviale di diametro  $D=150$  mm sia in grado di trasferire la portata in arrivo alla tubazione sottostante; il moto dell'acqua dopo l'uscita dalla sede stradale avviene, nelle peggiori condizioni, con caduta libera.

La verifica dello scarico può farsi trattandolo, a seconda del carico, come soglia sfiorante a pianta circolare di diametro  $D$  o come luce sotto battente; detto  $h$  il carico sulla soglia all'imbocco, la portata  $Q$  è:

$$Q_{sfioro} = C_q \cdot h \cdot \pi \cdot D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{con } C_q=0,35$$
$$Q_{sfioro} = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{con } C_q=0,60$$

Considerando che, in condizioni di massimo riempimento si ha un funzionamento a battente con carico  $h$  pari a circa 4 cm, si ha che la capacità di smaltimento  $Q$  della tubazione di scarico, nelle condizioni peggiori di funzionamento, risulta pari a:

$$Q = 9,40 \text{ l/s}$$

superiore alla massima portata da smaltire.

Lo scarico risulta quindi verificato.

## **5.7 DIMENSIONAMENTO DEI SINGOLI ELEMENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE OPERE CONNESSE E DELLE VIABILITÀ SECONDARIE**

Nei paragrafi successivi si riportano i criteri generali di dimensionamento di tutti gli elementi che costituiscono il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma delle opere connesse o viabilità secondarie. Il dimensionamento sarà effettuato sulla piattaforma di categoria C1 che rappresenta le dimensioni più elevate.

### **5.7.1 Collettori**

La verifica delle condotte viene effettuata ipotizzando che ciascun tratto di collettore sia percorso tutto dalla stessa portata e in condizioni di moto uniforme, utilizzando nella

determinazione della portata la formula di Gauckler –Strickler:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_h^{3/2} \cdot i^{1/2}$$

dove:

- Q è la portata;
- A è la sezione liquida;
- K<sub>s</sub> è il coefficiente di Strickler;
- R<sub>H</sub> è il raggio idraulico;
- i è la pendenza longitudinale.

Fissati un coefficiente di scabrezza K<sub>s</sub> ed una pendenza longitudinale i, si è in grado, con la formula precedente, di determinare la combinazione di diametro e grado di riempimento che danno luogo ad una portata Q pari a quella massima di progetto calcolata con il metodo razionale.

Il valore del coefficiente di scabrezza assunto è K<sub>s</sub>=60 m<sup>1/3</sup>/s, che il valore per le tubazioni in CA usurate.

La verifica consisterà nel rispettare le condizioni dettate dalla Circolare del Ministero dei LL.PP. n. 11633 del 07/01/1974 contenente le istruzioni per la progettazione delle reti fognarie:

- Arid / Ac < 0,75 il grado di riempimento delle condotte deve essere tale che il rapporto tra la sezione bagnata e la sezione piena della condotta sia minore di 0,70; si è considerato un valore così basso in quanto tali condotte con il tempo e durante gli eventi di minore intensità possono essere soggette a fenomeni di deposito di inerti.
- 0,60 < v<sub>eff</sub> < 5,00 m/s relazione valida per le fognature bianche e miste.

A margine della presente relazione si riportano nel paragrafo 11.1 “Dimensionamento dei collettori” le verifiche della rete di collettori dell’asse principale.

### 5.7.2 Embrici

Le acque di carreggiata vengono trasportate nei fossi di guardia mediante delle luci di sfioro costituite dai classici embrici stradali. Si assume che tali embrici siano posizionati ad un interasse massimo di 20 m; in questo modo, la portata massima che l’embrice dovrà

**PROGETTO ESECUTIVO**

essere in grado di evacuare è  $Q_{10} = 9.3$  l/s. In caso di particolari esigenze geometriche, gli embrici potranno essere posizionati ad una mutua distanza inferiore a 20 m; in questo caso, evidentemente, la portata che li investirà sarà minore.

Il funzionamento idraulico di un embrice può essere assimilato, con una approssimazione sufficiente al caso, a quello di una soglia sfiorante. In questo caso la portata di sfioro è data dalla:

$$Q = C_q h \pi L \sqrt{2gh}$$

con “ $C_q$ ” coefficiente di portata pari a 0.35, “ $L$ ” larghezza dell’embrice ed “ $h$ ” altezza del velo liquido all’imbocco dell’embrice. Assumendo un velo liquido medio sull’embrice di 5 cm, ed una larghezza di imbocco pari 0.50 m, si ottiene una portata di 27 l/s.

L’embrice risulta essere verificato.

### 5.7.3 Cunette

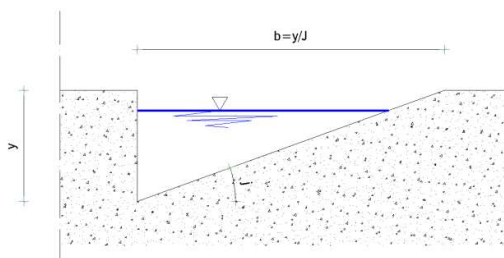
Il calcolo idraulico delle cunette si può svolgere utilizzando le formule di moto uniforme con riferimento alla portata  $Q$  che compete alla sezione terminale del tratto compreso tra due punti di captazione della portata.

La portata massima  $Q_c$  transitante nella cunetta potrà essere calcolata con la formula di Gauckler-Strickler, assumendo:

$A = b^2 j / 2 :$	area liquida nella cunetta
$R_h = b j / 2$	raggio idraulico
$i =$	pendenza longitudinale media della strada
$Q = K_s \cdot R_h^{2/3} \cdot i^{1/2} \cdot A$	portata transitabile a moto uniforme secondo Gauckler - Strickler

dove “ $b$ ” è la larghezza della cunetta e “ $j$ ” la sua pendenza trasversale, come mostrato nella figura sottostante.

**PROGETTO ESECUTIVO**



La portata “ $Q_c$ ” calcolata in questo modo dovrà essere maggiore o uguale alla portata “ $Q_{10}$ ” che defluisce dalla carreggiata.

Con qualche tentativo, assumendo

$$K_s = 75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1};$$

$$J = 0.10;$$

$$i = 0.01;$$

si stima una larghezza minima in sommità della cunetta  $b_0=0.40$  m. Per ragioni di progettazione stradale è stata imposta in definitiva la seguente geometria:

$$K_s = 75 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1};$$

$$J = 0.10;$$

$$i = 0.01;$$

$$b = 0.4 \text{ m};$$

nell'ipotesi di moto uniforme la portata transitabile a piene rive risulta:

$$Q_c = 5.93 \text{ l/s}$$

Ipotizzando di avere uno scarico ogni 15 m e mettendosi nell'ipotesi peggiore quando la piattaforma stradale è ad unica falda la portata che la cunetta è in grado di trasportare è superiore alla portata stimata dal punto di vista idrologico  $Q_{10}=5.58$  l/s. La cunetta riesce a garantire che la vena d'acqua non invada la sede viaria.

#### 5.7.4 Caditoie



Si sono scelte caditoie a griglia con pozzetto non sifonato. Il dimensionamento della caditoia riguarda pertanto la determinazione delle dimensioni di ingombro da assegnare alla griglia, e la determinazione delle relative aperture. Il calcolo viene eseguito per il caso più sfavorevole, che è quello di una caditoia sola nella sezione, come avviene per le sezioni in curva.

### *Criteri di dimensionamento*

Il problema relativo al calcolo della lunghezza “L” da assegnare alla caditoia per poter assicurare il drenaggio della portata “Q10” è stato affrontato nell’ipotesi di moto gradualmente vario con portata decrescente e con energia specifica costante lungo il percorso sulla grata, ipotizzando inoltre che la stessa sia posata con aperture ortogonali al senso del moto nella cunetta stradale. In tali ipotesi, assumendo una grata piana di larghezza “l” con un carico “y”, l’equazione del moto può scriversi nella forma:

$$H = y + \frac{V^2}{2g} = y + \frac{Q^2}{2g \times l^2 \times y^2} = \text{cost.}$$

dalla quale, posto  $q = Q / l$  e sapendo che:

$$q = y \times \sqrt{2g \times (H - y)}$$

si deduce l’espressione che consente di determinare, per  $y = 0$ , la lunghezza “L” da assegnare alla grata:

$$\frac{L}{H} = \frac{1}{2 \times C \times p} \times \left[ \sin^{-1} \sqrt{\frac{y_0}{H} + 3} \times \sqrt{\frac{y_0}{H} \times \left(1 - \frac{y_0}{H}\right)} \right]$$

in cui:

H energia specifica sulla grata;

$y_0$  battente idrico nella sezione iniziale di ingresso alla grata;

C coeff. di contrazione (assunto pari a 0,50);

p frazione efficace dell’area della griglia, rapporto tra la superficie totale delle fessure e la superficie complessiva della grata.

### *Calcolo delle dimensioni della caditoia*

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

La lunghezza da assegnare alla caditoia, o più precisamente alla grata della caditoia, è stata calcolata e assunta pari a  $l = 0.40$  m ( larghezza della caditoia ) ed  $y_0 = 0.10$  m ( carico sulla caditoia ) si ottiene  $H = 0.12$  m. Con  $p = 0.50$ , arrotondando per eccesso si ottiene

$$L = 0.40 \text{ m}$$

E' possibile calcolare anche "l'efficienza frontale" della caditoia come rapporto tra la portata intercettata frontalmente  $Q_1$  e quella totale  $Q$  proveniente da monte, attraverso la formula:

$$E_0 = \frac{Q_1}{Q} = 1 - \left(1 - \frac{l}{b}\right)^{\frac{8}{3}}$$

dove  $b$  è la larghezza della cunetta. Nel caso in esame, con  $b = 0.40$  m, si ottiene

$$E_0 = 1, \text{ e } Q_1 = 23.18 \text{ l/s}$$

L'efficienza frontale misura la capacità della caditoia di captare il deflusso frontalmente, nel caso in cui la portata  $Q_1$  venga captata integralmente. Perché questo avvenga è però necessario che sia soddisfatta la condizione

$$v_0 = 2.54L^{0.51} > v$$

dove  $v$  è la velocità di deflusso nella carreggiata, calcolata come precedentemente con la formula di Gauckler-Strickler, assumendo un deflusso triangolare di base  $0.40$  m ed altezza  $0.10$ . Nel caso in esame risulta, con  $L=0.40$ m

$$v_0 = 1.9 \text{ m/s} > 1.0 \text{ m/s}$$

Il rendimento della caditoia, pari al rapporto tra la portata frontale effettivamente captata e quella in arrivo è pertanto massimo e pari ad 1.

All'efficienza frontale, va sommata "l'efficienza laterale", che rappresenta la capacità della caditoia di captare il deflusso lateralmente, la quale si può calcolare come

$$E_1 = Q_2/Q = 1 - E_0 = 1$$

Essendo  $Q_2$  la portata che "passa" lateralmente, pari a  $Q - Q_1 = 1$  l/s.

Anche in questo caso è possibile calcolare il "rendimento laterale" della caditoia, con la seguente relazione empirica:

$$R_2 = 1 + \frac{0.083v^{1.8}}{jL^{2.3}}$$

dove  $J$  è la pendenza trasversale della carreggiata, che si assume pari al  $2.5$  %. Si ottiene

---

**PROGETTO ESECUTIVO**

allora  $R2 = 0.4$ ; cioè il 40% della portata che passa lateralmente ( 0 l/s) viene captato dalla caditoia.

La portata totale captata dalla caditoia è allora pari a 23.18 l/s, di cui 23.18 l/s captati frontalmente e circa 0 l/s captati lateralmente.

Avendo assunto  $p=0.50$  ( frazione efficace ai fini del deflusso della grata ), ed essendo “ $p = n \times a / l$ ”, con “ $r$ ” ed “ $t$ ” rispettivamente numero ed apertura delle fessure, si può disporre  $r=0.02$  m ed  $t = 8$  10, ottenendo una larghezza efficace di 0.24 m, compatibile con la larghezza totale della grata pari a 0.40 m. L’area efficace è allora  $0.24 \text{ m} \times 0.40 \text{ m} = 0.096 \text{ m}^2$  maggiore dei  $0.1 \text{ m}^2$  consigliati in letteratura.

In definitiva le caratteristiche geometriche delle caditoie sono le seguenti:

Caditoia a grata con luci parallele all’asse stradale

Larghezza caditoia = 0.40 m

Lunghezza caditoia = 0.40 m

Larghezza minima fessure = 0.02 m

Numero minimo fessure = 10

Il passo delle caditoie non sarà mai superiore a 20 m.

### 5.7.5 Fossi di guardia

Lo scarico delle acque insistenti sulle piattaforme stradali dell’asse secondario prevede il loro convogliamento, ove ciò è possibile, verso fossi di guardia posizionati ai lati della carreggiata, a ridosso dell’unghia del rilevato o della trincea. I fossi di guardia devono avere una capacità tale da contenere la totalità delle acque che vengono raccolte dalla superficie stradale.

Il fosso di guardia ha sezione trapezia, con base minore variabile e minima di 0.50 m, altezza variabile e minima di 0.50 m, scarpa variabile 1/1 per altezza del fosso fino a 0.5 m e 2/3 per altezze superiori.

Per verificare che tale fosso risulti sufficiente a disperdere nel terreno le acque meteoriche, viene valutata la sua capacità disperdente per metro lineare di lunghezza, unita ad altri elementi come le trincee disperdenti. Nel caso in cui il fosso sia accoppiato a una trincea disperdente non si considera nel calcolo il contributo del fosso.

Alla stregua delle valutazioni idrauliche effettuate per il dimensionamento dei bacini di laminazione, viene quindi verificato che il volume minimo di invaso necessario per l’accumulo delle acque meteoriche, prima che queste siano infiltrate nel fosso, sia inferiore al volume di invaso che la geometria del fosso rende disponibile.

Con riferimento alla metodologia di calcolo riportata al paragrafo 6.4 sono stati dimensionati tutti i fossi, i bacini di laminazione, le trincee e i pozzi che formano il sistema di smaltimento e dispersione delle acque delle viabilità secondarie. Il dimensionamento di tali elementi è riportato in allegato alla presente relazione.

### 5.7.6 Scarichi degli impalcati

Si ipotizza di utilizzare dei pluviali di diametro  $D=150$  mm posizionati a passo costante pari a 15 m l'uno dall'altro. Si deve ora verificare che siano in grado di trasferire la portata in arrivo alla tubazione sottostante; il moto dell'acqua dopo l'uscita dalla sede stradale avviene, nelle peggiori condizioni, con caduta libera.

La verifica dello scarico può farsi trattandolo, a seconda del carico, come soglia sfiorante a pianta circolare di diametro  $D$  o come luce sotto battente; detto  $h$  il carico sulla soglia all'imbocco, la portata  $Q$  è:

$$Q_{sfioro} = C_q \cdot h \cdot \pi \cdot D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{con } C_q=0,35$$
$$Q_{sfioro} = C_q \cdot A \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \quad \text{con } C_q=0,60$$

Considerando che, in condizioni di massimo riempimento si ha un funzionamento a battente con carico  $h$  pari a circa 4 cm, si ha che la capacità di smaltimento  $Q$  della tubazione di scarico, nelle condizioni peggiori di funzionamento, risulta pari a:

$$Q = 9,40 \text{ l/s}$$

superiore alla massima portata idrologica da smaltire che è pari a  $Q_{10} = 5.58 \text{ l/s}$ .

Lo scarico risulta quindi verificato.

## 5.8 VERIFICA STATICA DEI COLLETTORI

### 5.8.1 Premessa

Lo scopo delle verifiche di sicurezza è garantire che l'opera, cioè la struttura presa nel suo insieme ed in ciascuno dei suoi elementi costitutivi, sia in grado di resistere con adeguata sicurezza alle azioni cui potrà essere sottoposta, rispettando le condizioni necessarie per il suo esercizio normale e assicurando la sua conservazione nel tempo.

Nel caso specifico sono state verificate le tubazioni in Pead previste per lo smaltimento delle acque di piattaforma stradale dell'autostrada Pedemontana.

Per ogni tubazione è stata effettuata la verifica nei casi di minimo e massimo ricoprimento; la metodologia di calcolo seguita ed i risultati delle verifiche effettuate sono riportati in dettaglio nei paragrafi successivi.

La verifica statica è risultata positiva per tutte le tubazioni.

### *5.8.2 Riferimenti normativi*

Le verifiche statiche che seguono rispondono alle indicazioni contenute nelle seguenti norme e teorie scientifiche:

- Determinazione del carico accidentale – Teoria di Boussinesq
- Determinazione del carico del terreno – Metodo Spangler
- Valutazione deformazione verticale – Metodo Spangler
- Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) – Norma ANSI-AWWA C950/88
- Verifica alla sollecitazione massima di flessione – Norma ANSI-AWWA C950/88

Verifica tubazioni interrate in pressione – Norma ANSI-AWWA C950/88

---

### 5.8.3 *Determinazione dell'elasticità della tubazione*

E' necessario procedere ad una preliminare classificazione delle tubazioni in base all'elasticità, che non dipende solo dal materiale costituente il tubo, ma anche dalla natura del rinterro.

L'indice di questa proprietà è il coefficiente di elasticità in sito, esso varia al variare del terreno; una tubazione può essere elastica in un terreno relativamente rigido e rigida in un terreno deformabile.

Si definisce coefficiente d'elasticità di una tubazione di diametro esterno "De", spessore "t" e modulo elastico "Et", posata in un terreno di modulo elastico "Es", il numero dimensionale:

$$n = (Es/Et) \cdot (r/t)^3$$

dove  $r = (De-t)/2$  è il raggio medio della tubazione.

La tubazione interrata è flessibile (o deformabile) se risulta  $n > 1$ .

Questo coefficiente dipende dal rapporto dei moduli elastici del terreno e della tubazione e dalla snellezza della tubazione.

Questa verifica e le successive vanno effettuate considerando le caratteristiche di resistenza a lungo termine dei materiali; è noto infatti che i materiali plastici presentano un decadimento nel tempo delle caratteristiche meccaniche.

Per le tubazioni in PEaD considerate nella presente relazione, secondo quanto indicato dai vari produttori, si considera quindi un modulo elastico a lungo termine "Et" pari a 200 MPa.

Dalle analisi effettuate in numerosi studi e dai calcoli effettuati per il caso specifico, è risultato che tutte le tubazioni in PEaD sono considerabili tubazioni flessibili.

#### 5.8.4 4. *Verifica tubazioni flessibili*

Tutti i tubi flessibili soggetti a carico esterno interagiscono con il sistema “terreno di riempimento, pareti della trincea” (o pressione del terreno circostante nel caso di trincea larga o terrapieno), che si oppongono alla deformazione.

Il comportamento di una tubazione flessibile qualsiasi soggetta a carico può essere ricondotta a quella delle strutture ad arco, in cui i carichi sgravano sugli estremi.

Nelle teorie comunemente utilizzate per il calcolo della deformazione, l'analisi della struttura tubo-terreno viene semplificata assumendo che le deformazioni nel tubo siano piane ed il tubo sia equivalente ad un cilindro di lunghezza infinita e di piccolo spessore, e considerando inoltre che il terreno reagisca elasticamente.

Le operazioni da effettuare per la verifica statica delle tubazioni flessibili sono le seguenti:

- calcolo e verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine
- calcolo e verifica della sollecitazione o deformazione a flessione della sezione trasversale,
- calcolo e verifica del carico critico di collasso.

**5.8.5 5. Caratteristiche terreno**

Un aspetto fondamentale delle verifiche statiche per le tubazioni flessibili è dato dalla valutazione del modulo elastico “Es” del terreno di rinterro.

Da questo dato dipende infatti il comportamento strutturale del sistema tubo-terreno.

Per la sua determinazione si è fatto riferimento ai valori determinati dall’US Bureau of Reclamation, e la classificazione del suolo che avvolge la tubazione corrisponde all’ASTM D 2487. Tali valori sono rappresentati nella seguente tabella:

Tabella 13.2 - Valori medi del modulo di elasticità del terreno che avvolge la tubazione («modulus of soil reaction»).

TIPO DI MATERIALE CHE AVVOLGE LA TUBAZIONE	VALORI DI $E_s$ , IN FUNZIONE DEL GRADO DI COMPATTAZIONE DEL MATERIALE CHE AVVOLGE LA TUBAZIONE [MPa]			
	SCARICATO ALLA RINFUSA	COSTIPAMENTO LEGGERO < 85% PROCTOR < 40% DENSITÀ REL.	COSTIPAMENTO MODERATO 85+95% PROCTOR 40+70% DENS. REL.	COSTIPAMENTO ELEVATO > 95% PROCTOR > 70% DENS. REL.
a) Terreni a grana fine, con meno del 25% di particelle a grana grossolana; plasticità da media a nulla.	0,34	1,4	2,8	6,9
b) Terreni a grana fine, con più del 25% di particelle a grana grossolana; plasticità da media a nulla. Terreni a grana grossolana con più del 12% di fini.	0,69	2,8	6,9	13,8
c) Terreni a grana grossolana con pochi fini o nessuno (< 12% di fini).	1,4	6,9	13,8	20,7
d) Roccia frantumata.	6,9	-	20,7	-

Appartengono al gruppo a) i seguenti terreni:  
 argille inorganiche con plasticità da bassa a media - limo inorganico - sabbia molto fine.

Appartengono al gruppo b) i seguenti terreni:  
 quelli del gruppo a), ma con più del 25% di particelle a grana grossolana - miscele di ghiaia, sabbia e limo (o argilla) mal graduate - sabbie con limo.

Appartengono al gruppo c) i seguenti terreni:  
 misture di ghiaia e sabbia con pochi fini o nessuno - sabbie ghiaiose con pochi fini o nessuno.

Come è osservabile, risulta una grande variabilità di “Es” al variare della composizione granulometrica e del grado di compattazione: si passa da valori di 20 MPa per pietrisco compattato a valori di 0,3 MPa per terra a grana fine scaricata alla rinfusa.

I tipi di terreno scelti per il rinfianco e per il ricoprimento sono indicati nelle tabelle allegate di riassunto delle verifiche statiche.



### 5.8.6 *Calcolo e verifica dell'inflessione diametrale a lungo termine*

L'analisi del sistema strutturale "tubo flessibile-terreno" è stata sviluppata nell'Università dello Iowa da Spangler e Marston.

L'equazione di Spangler è stata poi modificata, sulla base degli studi di Barnard ed altri, nella forma comunemente accettata per il calcolo della deformazione dei tubi flessibili.

Tale formula si presenta come:

$$\Delta y = \frac{(d_1 \cdot p_0 + p_t) \cdot K_x}{8 \cdot SN + 0.061 \cdot E'}$$

in cui :

$\Delta y$  : deformazione, in m;

$d_1$  : fattore di autocompattazione (1,5 per compattazioni moderate e 2 per compattazioni medie con limitata altezza di copertura, vedi tabella b);

$p_0$  : carico del terreno per unità di lunghezza, in N/m;

$p_t$  : carico dovuto al traffico per unità di lunghezza, in N/m;

$K_x$  : costante di fondo (dipendente dall'angolo di appoggio, vedi tabella c);

$SN$  : rigidezza circonferenziale a lungo termine (riferita al diametro), in Pa;

$E'$  : modulo secante del terreno, in Pa (vedi tabella a);

Per tubazioni in HDPE, l'inflessione diametrale a lungo termine non deve superare, usualmente, il 5% del diametro iniziale della condotta, a meno di condizioni particolari che impongono deformazioni più contenute.

### 5.8.7 *Calcolo del carico dovuto al terreno*

Il carico del terreno gravante sulla unità di lunghezza di tubo si può esprimere con la formula seguente:

$$P_t = C \cdot \gamma_t \cdot D_e \cdot B$$

in cui:

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

C : coefficiente di carico del terreno ;

$\gamma_t$  : peso specifico del materiale di riempimento gravante sul tubo, in N/m<sup>3</sup>;

De : diametro esterno del tubo, in m;

B : larghezza dello scavo misurato in corrispondenza dell'estradosso superiore della tubazione, in m.

Nella notazione corrente,

$$C = \frac{1 - e^{\left(\frac{-2 \cdot K \cdot \mu \cdot H}{B}\right)}}{2 \cdot K \cdot \mu}$$

in cui:

H : altezza della copertura misurata dall'estradosso superiore del tubo, in m;

$\varphi$  : coefficiente di attrito tra il materiale di riempimento e quello del fianco dello scavo;

K :  $(1 - \sin\varphi)/(1 + \sin\varphi)$  = coefficiente di Rankine, con  $\varphi$  uguale all'angolo di attrito interno del terreno di riporto.

#### 5.8.8 *Calcolo del carico dovuto ai sovraccarichi verticali mobili*

L'effetto di un sovraccarico mobile concentrato può essere calcolato, secondo la norma UNI 7517, con l'espressione:

$$P_m = p_v D e \varphi$$

dove:

$P_m$  : è il carico verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto ai sovraccarichi mobili concentrati di convogli tipo, in N/m;

$p_v$  : è la pressione verticale al livello della generatrice superiore del tubo, dovuta ai sovraccarichi mobili concentrati, in N/m<sup>2</sup>. La pressione "pv" si determina, a seconda del tipo di carico, dal "grafico 1" riportato di seguito.

De : è il diametro esterno del tubo, in m;

$\varphi$  : □ è il fattore dinamico.

Il fattore dinamico □ può essere calcolato con le seguenti formule:

---

**PROGETTO ESECUTIVO**

$\varphi = 1 + 0,3/H$  per strade e autostrade;

$\varphi = 1 + 0,6/H$  per ferrovie;

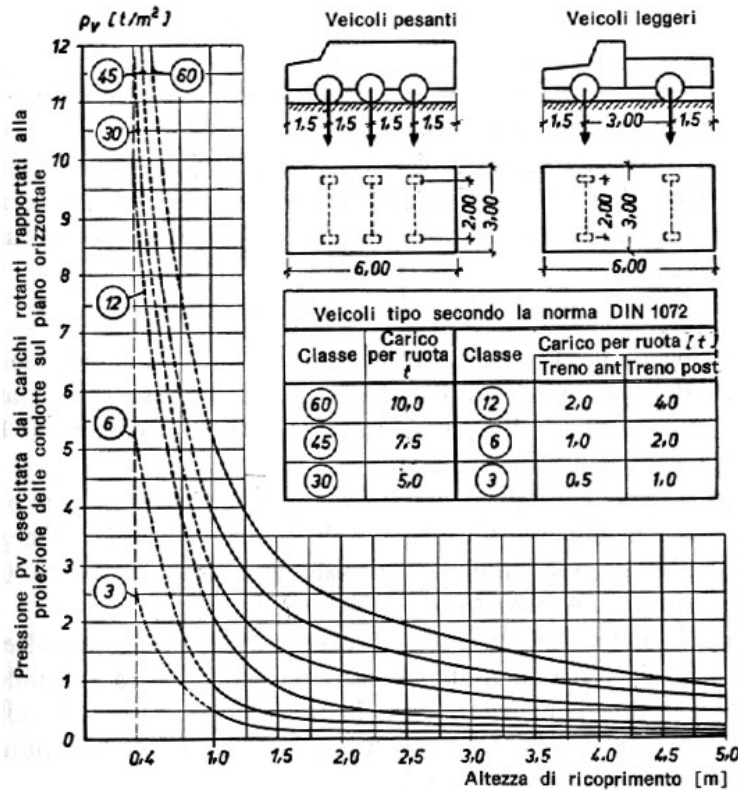
dove H è l'altezza del rinterro in m sulla generatrice superiore del tubo.

- *Fattore di ritardo d'inflexione dI*

TIPO DI RINTERRO E GRADO DI COSTIPAMENTO	dI
Rinterro poco profondo con grado di costipamento da moderato a elevato	2,0
Materiale scaricato alla rinfusa o grado di costipamento leggero (scarso)	1,5

- *Coefficiente d'inflexione  $K_x$*

TIPO D'INSTALLAZIONE	ANGOLO EQUIVAL. DI LETTO [gradi]	COEFFICIENTE $K_x$
Fondo sagomato con materiale di riempimento ben costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor $\geq 95\%$ ) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso leggermente costipato (densità Proctor $\geq 70\%$ )	180	0,083
Fondo sagomato con materiale di riempimento moderatamente costipato ai fianchi del tubo (densità Proctor $\geq 85\%$ e $< 95\%$ ) o materiale di letto e rinfianco di tipo ghiaioso	60	0,103
Fondo piatto con materiale di riempimento sciolto posato ai fianchi del tubo (non raccomandato)	0	0,110



### 5.8.9 Calcolo e verifica della sollecitazione o deformazione massima di flessione

La sollecitazione o deformazione massima di flessione che risulta dall'inflessione del tubo non deve eccedere la resistenza a flessione a lungo termine del materiale, ridotta di un fattore di sicurezza. Dovrà cioè risultare:

$$\sigma = D_f \cdot E_t \cdot \left( \frac{\Delta y}{D_e} \right) \cdot \left( \frac{s}{D_e} \right) \leq \frac{\sigma_{lim}}{\mu}$$

$$\varepsilon = D_f \cdot \left( \frac{\Delta y}{D_e} \right) \cdot \left( \frac{s}{D_e} \right) \leq \frac{\varepsilon_{lim}}{\mu}$$

dove:

$\sigma$  : è la tensione dovuta alla deflessione diametrale (N/cm<sup>2</sup>);

$\sigma_{lim}$  : è la tensione limite ultima;

$D_f$  : è un fattore di forma, privo di dimensioni, i cui valori sono stati parametrizzati dalla norma ANSI-AWWA C950/88 (tabella d) in funzione dell'indice di rigidità RG (o SN) della tubazione e delle caratteristiche geotecniche del rinterro (cioè composizione granulometrica e grado di costipamento);

dove

$$RG = \frac{E_t \cdot I}{D_m^3} \quad D_m = D_e - s \quad e ;$$

(RD è comunemente indicato con la sigla SN ed è ricavato dalle indicazioni delle produzioni commerciali delle tubazioni)

$\Delta y$  : deformazione;

$D_e$  : è il diametro esterno del tubo;

$s$  : è lo spessore del tubo;

$\mu$  : è un coefficiente di sicurezza, fissato dalla norma in 1,5;

$\varepsilon$  : è la deformazione massima risultante;

$\varepsilon_{lim}$  : è la deformazione limite ultima;

I valori di  $\sigma_{lim}$  e di  $\varepsilon_{lim}$  devono essere forniti dalla ditta produttrice della tubazione.

**PROGETTO ESECUTIVO**

- Fattore di forma  $D_f$ .

INDICE DI RIGIDEZZA DELLA TUBAZIONE  $RG [N/M^2]$	TIPO DI MATERIALE DI SOTTOFONDO E RINFIANCO E GRADO DI COSTIPAMENTO			
	GHIAIOSO		SABBIOSO	
	DA NATURALE A LEGGERO	DA MODERATO A ELEVATO	DA NATURALE A LEGGERO	DA MODERATO A ELEVATO
1150	5,5	7,0	6,0	8,0
2300	4,5	5,5	5,0	6,5
4600	3,8	4,5	4,0	5,5
9200	3,3	3,8	3,5	4,5

**5.8.10 Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico**

Una tubazione sollecitata da forze radiali uniformemente distribuite e dirette verso il centro di curvatura, dapprima rimane circolare, poi, all'aumentare delle forze, si flette ovalizzandosi con una deformata a due lobi, per poi progressivamente deformarsi a tre lobi, ecc...In una tubazione interrata, la pressione che determina l'instabilità elastica ("pressione di buckling") dipende dall'indice di rigidezza della tubazione  $RG$  (o  $SN$ ) e dal modulo elastico  $E_s$  del suolo che circonda la tubazione, in quanto il sistema terreno tubazione si comporta come un'unica entità. La norma ANSI-AWWA C950/88 fornisce la seguente espressione di stima della pressione ammissibile di buckling:

$$q_a = \left( \frac{1}{FS} \right) \cdot \left( 32 R_w B' E_s \frac{E_t I}{D_e^3} \right)^{1/2}$$

$q_a$  : è la pressione ammissibile di bulcking in  $N/cm^2$ ;

$FS$  : è il fattore di progettazione, pari a 2,5;

$R_w$  : è il fattore di spinta idrostatica della falda eventualmente presente con

$$R_w = 1 - 0,33(H_w/H) \quad \text{con } 0 \leq H_w \leq H;$$

$B'$  : è il coefficiente empirico di supporto elastico (dimensionale) fornito dalla relazione:

$$B' = 1 / (1 + 4e^{-0,213H})$$

$H$  : è l'altezza di rinterro in  $cm$ ;

$D_e$  : è il diametro esterno del tubo;

$H_w$  : è l'altezza della superficie libera della falda sulla sommità della tubazione in  $cm$ .

In presenza di sovraccarichi mobili dovrà risultare:

$$\gamma_w H_w + R_w \frac{P_t}{D_e} + \frac{P_m}{D_e} \leq q_a$$

**PROGETTO ESECUTIVO**

**5.8.11 Risultati**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 400 mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
Carico del terreno - Metodo Spangler  
Deformazione verticale - Metodo Spangler  
Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica tubazioni interrato in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE					SCAVO			POSA
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	400	343	400	0.00	1.30	0.93	1.00	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rinfianco	Grado di costipamento del rinfianco	Modulo elastico del terreno di rinfianco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
6.25	31.83	0.01	56.52	0.61	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.3%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma$ [N/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma$ lim [N/cm <sup>2</sup> ] / $\mu$	
0.61	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
qa [N/cm <sup>2</sup> ]		$R_w(W_r/De) + (W_l/De)$ [N/cm <sup>2</sup> ]	
56.52	>	9.52	VERIFICATO

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 500 mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
Carico del terreno - Metodo Spangler  
Deformazione verticale - Metodo Spangler  
Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica tubazioni interrato in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE					SCAVO			POSA
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	500	433	500	0.00	1.40	0.93	1.10	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rinfiacco	Grado di costipamento del rinfiacco	Modulo elastico del terreno di rinfiacco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
7.96	39.41	0.01	51.54	0.57	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.3%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma$ [N/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma$ lim [N/cm <sup>2</sup> ] / $\mu$	
0.57	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
qa [N/cm <sup>2</sup> ]		$R_w(W_d/De) + (W_l/De)$ [N/cm <sup>2</sup> ]	
51.54	>	9.47	VERIFICATO

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Tratte B2  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 630 mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
 Carico del terreno - Metodo Spangler  
 Deformazione verticale - Metodo Spangler  
 Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
 Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
 Verifica tubazioni interrato in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE					SCAVO			POSA
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	630	535	630	0.00	1.53	0.95	1.23	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rinfianco	Grado di costipamento del rinfianco	Modulo elastico del terreno di rinfianco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
10.33	48.32	0.01	61.53	0.63	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.2%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma [N/cm^2]$ $\sigma_{lim} [N/cm^2] / \mu$			
0.63	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
$q_a [N/cm^2]$ $R_w(W_d/De) + (W_l/De) [N/cm^2]$			
61.53	>	9.31	VERIFICATO



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 800 mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
Carico del terreno - Metodo Spangler  
Deformazione verticale - Metodo Spangler  
Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica tubazioni interrato in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE					SCAVO			POSA
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	800	678	800	0.00	1.70	0.96	1.40	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rinfianco	Grado di costipamento del rinfianco	Modulo elastico del terreno di rinfianco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
13.51	59.73	0.01	62.57	0.63	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.2%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma$ [N/cm <sup>2</sup> ] $\sigma$ lim [N/cm <sup>2</sup> ] / $\mu$			
0.63	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
$q_a$ [N/cm <sup>2</sup> ] $R_w(W_d/De) + (W_l/De)$ [N/cm <sup>2</sup> ]			
62.57	>	9.16	VERIFICATO

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Tratte B2  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 1000 mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
 Carico del terreno - Metodo Spangler  
 Deformazione verticale - Metodo Spangler  
 Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
 Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
 Verifica tubazioni interrato in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE					SCAVO			POSA
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	1000	852	1000	0.00	1.90	0.97	1.80	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rifianco	Grado di costipamento del rifianco	Modulo elastico del terreno di rifianco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
17.59	72.73	0.01	59.82	0.61	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.2%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma$ [N/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma$ lim [N/cm <sup>2</sup> ] / $\mu$	
0.61	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
qa [N/cm <sup>2</sup> ]		$R_w(W_r/De) + (W_i/De)$ [N/cm <sup>2</sup> ]	
59.82	>	9.03	VERIFICATO

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 1200 mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
Carico del terreno - Metodo Spangler  
Deformazione verticale - Metodo Spangler  
Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica tubazioni interrato in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE					SCAVO			POSA
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	1200	1030	1200	0.00	2.10	0.99	2.00	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rifianco	Grado di costipamento del rifianco	Modulo elastico del terreno di rifianco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
21.53	85.32	0.01	56.03	0.58	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.2%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma$ [N/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma$ lim [N/cm <sup>2</sup> ] / $\mu$	
0.58	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
qa [N/cm <sup>2</sup> ]		$R_w(W_r/De) + (W_t/De)$ [N/cm <sup>2</sup> ]	
56.03	>	8.90	VERIFICATO

49.50	>	10.10	VERIFICATO
-------	---	-------	------------

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Tratte B2  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 1800sp mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
 Carico del terreno - Metodo Spangler  
 Deformazione verticale - Metodo Spangler  
 Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
 Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
 Verifica tubazioni interrato in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE					SCAVO			POSA
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	1800sp	1800	2070	0.00	2.84	0.90	2.87	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rifianco	Grado di costipamento del rifianco	Modulo elastico del terreno di rifianco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
35.10	173.88	0.03	49.50	0.59	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.3%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma$ [N/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma$ lim [N/cm <sup>2</sup> ] / $\mu$	
0.59	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
qa [N/cm <sup>2</sup> ]		$R_w(W_r/De)+(W_t/De)$ [N/cm <sup>2</sup> ]	
49.50	>	10.10	VERIFICATO

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 1700sp mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
Carico del terreno - Metodo Spangler  
Deformazione verticale - Metodo Spangler  
Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica tubazioni interrato in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE					SCAVO			POSA
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	1700sp	1700	1955	0.00	2.73	0.90	2.76	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rinfianco	Grado di costipamento del rinfianco	Modulo elastico del terreno di rinfianco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
33.07	164.22	0.03	49.50	0.59	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.3%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma$ [N/cm <sup>2</sup> ]			
$\sigma$ lim [N/cm <sup>2</sup> ] / $\mu$			
0.59	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
$q_a$ [N/cm <sup>2</sup> ]			
$R_w(W_d/De) + (W_l/De)$ [N/cm <sup>2</sup> ]			
49.50	>	10.09	VERIFICATO

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Tratte B2  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 1600sp mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
 Carico del terreno - Metodo Spangler  
 Deformazione verticale - Metodo Spangler  
 Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
 Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
 Verifica tubazioni interrato in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE					SCAVO			POSA
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	1600sp	1600	1840	0.00	2.62	0.90	2.64	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rifianco	Grado di costipamento del rifianco	Modulo elastico del terreno di rifianco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
31.04	154.56	0.02	49.50	0.59	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.3%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma$ [N/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma$ lim [N/cm <sup>2</sup> ] / $\mu$	
0.59	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
qa [N/cm <sup>2</sup> ]		$R_w(W_r/De)+(W_i/De)$ [N/cm <sup>2</sup> ]	
49.50	>	10.09	VERIFICATO

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Tratte B2  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 1500sp mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
 Carico del terreno - Metodo Spangler  
 Deformazione verticale - Metodo Spangler  
 Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
 Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
 Verifica tubazioni interrato in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE					SCAVO			POSA
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	1500sp	1500	1725	0.00	2.51	0.90	2.53	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rifianco	Grado di costipamento del rifianco	Modulo elastico del terreno di rifianco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
29.01	144.90	0.02	49.50	0.59	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.3%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma$ [N/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma$ lim [N/cm <sup>2</sup> ] / $\mu$	
0.59	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
qa [N/cm <sup>2</sup> ]		$R_w(W_r/De)+(W_t/De)$ [N/cm <sup>2</sup> ]	
49.50	>	10.08	VERIFICATO

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2  
**PROGETTO ESECUTIVO**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 1400sp mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
Carico del terreno - Metodo Spangler  
Deformazione verticale - Metodo Spangler  
Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica tubazioni interrato in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE					SCAVO			POSA
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	1400sp	1400	1600	0.00	2.40	0.90	2.40	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rinfianco	Grado di costipamento del rinfianco	Modulo elastico del terreno di rinfianco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
26.82	134.40	0.02	46.44	0.56	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.3%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma$ [N/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma$ lim [N/cm <sup>2</sup> ] / $\mu$	
0.56	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
qa [N/cm <sup>2</sup> ]		$R_w(W_d/De) + (W_l/De)$ [N/cm <sup>2</sup> ]	
46.44	>	10.08	VERIFICATO



**PROGETTO ESECUTIVO**

**VERIFICA TUBAZIONE DN 1200sp mm**

**Metodi e norme utilizzate:**

Carico accidentale - Teoria di Boussinesq  
Carico del terreno - Metodo Spangler  
Deformazione verticale - Metodo Spangler  
Verifica all'instabilità all'equilibrio elastico (Buckling) - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica alla sollecitazione massima di flessione - Norma ANSI-AWWA C950/88  
Verifica tubazioni interrate in pressione - Norma ANSI-AWWA C950/88

TUBAZIONE				SCAVO			POSA	
Materiale	Diametro nominale (DN)	Diametro interno (Di)	Diametro esterno (De)	Pressione massima interna (Pw)	Profondità fondo condotta	Ricoprimento estradosso	Larghezza scavo	Situazione di posa
	mm	mm	mm	N/cm <sup>2</sup>	m	m	m	
PEAD SN8	1200sp	1200	1380	0.00	2.19	0.90	2.18	Strada (carichi di 1° cat.)

ELEMENTI DI CALCOLO								
Tipo di materiale per il rinfiacco	Grado di costipamento del rinfiacco	Modulo elastico del terreno di rinfiacco	Terreno di ricoprimento	Peso specifico terreno di ricoprimento	Angolo di attrito terreno di ricoprimento	Coeff. di inflessione (Kx)	Fattore di ritardo d'inflessione (d1)	Altezza massima di falda sopra tubo
		MPa		kN/m <sup>3</sup>	gradi			m
Misture di ghiaia e sabbia	Costipamento Elevato	13.80	Misture di ghiaia e sabbia	20	30	0.103	2.00	0

RISULTATI DI CALCOLO					
Carico terreno sovrastante (Pt)	Carico accidentale (Pm)	deformazione diametrale verticale ( $\Delta y$ )	Pressione ammissibile di bulking (qa)	Tensione dovuta alla deflessione diametrale ( $\sigma$ )	Tensione massima dovuta ai carichi combinati ( $\sigma_c$ )
kN/m	kN/m	cm	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>	N/cm <sup>2</sup>
22.97	115.92	0.02	49.50	0.59	0.00

VERIFICA			
<b>Verifica dell'inflessione diametrale</b>			
$\Delta y / De$			
1.3%	<	5%	VERIFICATO
<b>Verifica della sollecitazione massima di flessione</b>			
$\sigma$ [N/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma$ lim [N/cm <sup>2</sup> ] / $\mu$	
0.59	<	1'600.00	VERIFICATO
<b>Verifica dell'instabilità all'equilibrio elastico</b>			
qa [N/cm <sup>2</sup> ]		$R_w(W_e/De)+(W_i/De)$ [N/cm <sup>2</sup> ]	
49.50	>	10.06	VERIFICATO

## **6. SISTEMA DI DISPERSIONE**

### **6.1 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DISPERSIONE**

In base allo studio geologico la permeabilità dei territori attraversati dell'infrastruttura varia, e la costante di permeabilità  $K$  può essere assunta variabile da  $10^{-5}$  a  $10^{-6}$  m/s.

Il sistema di dispersione sarà composto dai seguenti elementi:

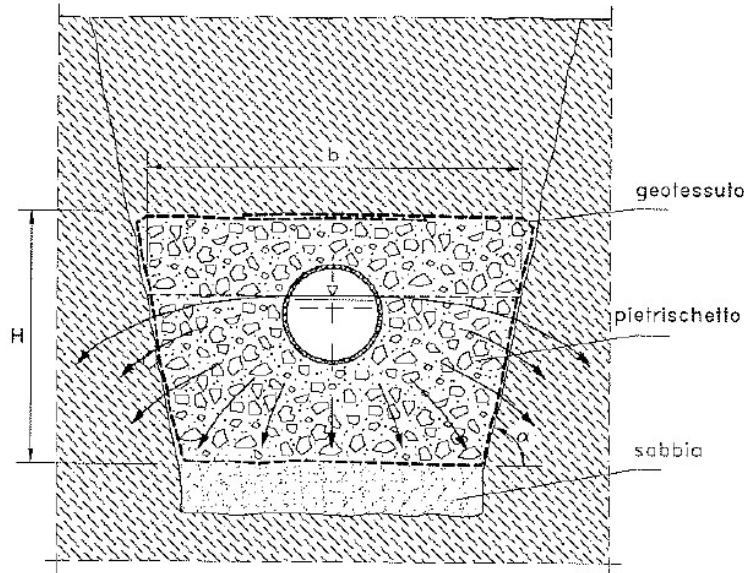
- trincee disperdenti posate ad una profondità maggiore del metro rispetto al piano di campagna di larghezza e altezza pari a 1 m, composte da uno strato di ghiaia avvolto in un geotessuto con al loro interno una tubazione finestrata;
- pozzi perdenti di raggio interno pari a 1,50 e altezza variabile a seconda delle circostanze;
- fossi non impermeabilizzati dove è possibile ipotizzare che avvenga una dispersione nel sottosuolo;
- bacino di laminazione non impermeabilizzati dove è possibile ipotizzare che avvenga una dispersione nel sottosuolo.

Fatto ad eccezione delle zone di rispetto dei pozzi esistenti destinati al consumo umano e alle zone di tutela assoluta delle aree di salvaguardia delle risorse idriche destinate al consumo umano, i sistemi di dispersione saranno utilizzati su tutto il tracciato.

Nei paragrafi successivi si andranno a descrivere le metodologie adottate nel dimensionamento del sistema di dispersione.

## 6.2 INFILTRAZIONE DA TRINCEA DISPERDENTE

Il calcolo della portata dispersa da una trincea in un mezzo permeabile si effettuerà nell'ipotesi che la falda sia ad una profondità indefinita, tale ipotesi è confermata anche dai livelli di falda misurati nelle prove effettuate nello studio geologico.



La portata filtrata si ricava con la formula del moto filtrante che utilizza uno schema del tipo riportato nell'immagine sovrastante:

$$Q = \left[ \frac{b}{H} + 2 \right] \times H \times K$$

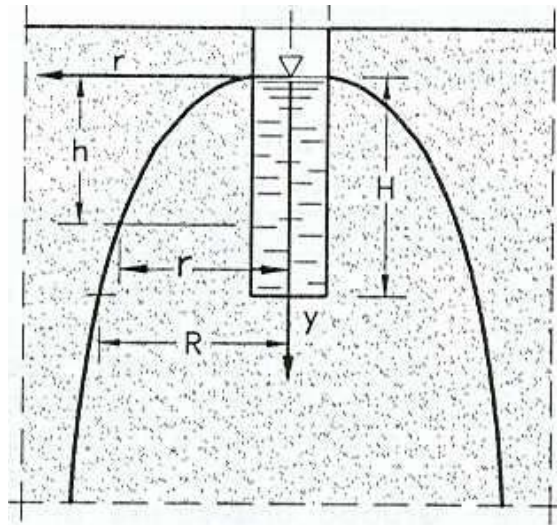
Le trincee disperdenti saranno posate ad una profondità di un metro rispetto al piano di campagna, avranno larghezza e altezza pari a 1 m, composte da uno strato di ghiaia avvolto in un geotessuto con al loro interno una tubazione finestrata.

A tale sistema di dispersione si associa un'efficienza pari al 70% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine.

### 6.3 INFILTRAZIONE DA POZZI

Il calcolo della portata dispersa da un pozzo in un mezzo permeabile non è del tutto agevole. Tuttavia alcune ragionevoli e ammesse ipotesi consentono la trattazione in modo relativamente semplice.

Nel nostro caso la falda si trova ad una profondità variabile da zona e zona, ma comunque tale da non influenzare il moto di filtrazione dal pozzo.



Per il calcolo della portata dispersa si sono effettuate le seguenti ipotesi:

- falda a profondità illimitata
- H = variabile            altezza d'acqua all'interno del pozzo
- $r_0 = 0.75$  m            raggio del pozzo

la formula adottata è la seguente:

$$Ql = \frac{2 \cdot \pi \cdot K \cdot (H^2)}{\ln(R/ r_0)}$$

dove:

- K            coefficiente di filtrazione
- H            altezza dell'acqua all'interno del pozzo
- $r_0$             raggio del pozzo

La formula fa riferimento allo schema di moto filtrante riportato nella figura in alto ed a essa si deve aggiungere la portata dispersa dal fondo del pozzo.

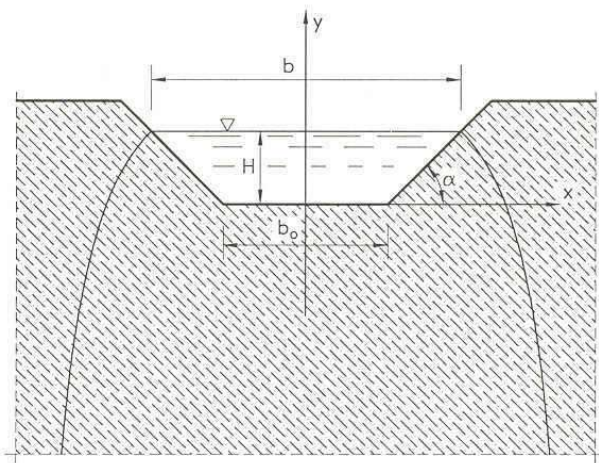
$$Qf = \pi \cdot K \cdot r_o^2$$

A tale sistema di dispersione si associa un'efficienza pari al 70% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine.

## 6.4 INFILTRAZIONE DAL FOSSO

Si è previsto che una aliquota, seppur ridotta delle acque meteoriche se ne possa andare

per dispersione nei fossi di guardia in erba. Si ipotizza che la falda sia a profondità indefinita. Lo schema di moto filtrante adottato in questo caso è riportato nell'immagine che segue:



$$q = (b / H + C) \cdot K \cdot H$$

Dove:

$b_o$  è la larghezza del fondo

$H$  è l'altezza utile

$H_t$  è il livello idrico massimo che

l'acqua può raggiungere all'interno del bacino

$n$  è la pendenza delle scarpate

$k$  è il coefficiente di filtrazione

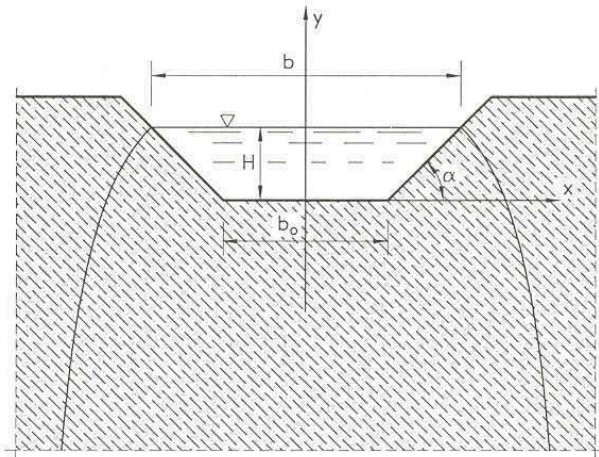
A tale sistema di dispersione si associa un'efficienza pari al 50% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine.

## 6.5 INFILTRAZIONE DAL BACINO DI LAMINAZIONE

Oltre alla dispersione che si ottiene nei pozzi e nelle trincee si è previsto di realizzare un bacino di laminazione in erba capace di disperdere nel sottosuolo parte dell'acqua caduta sulla piattaforma stradale. Normalmente i bacini di laminazione si trovano in prossimità degli impianti di trattamento.

**PROGETTO ESECUTIVO**

Si ipotizza che la falda sia a profondità indefinita. Lo schema di moto filtrante adottato in questo caso è riportato nell'immagine che segue:



$$q = (b / H + C) \cdot K \cdot H$$

Dove:

$b_0$  è la larghezza del fondo

$H$  è l'altezza utile

$H_t$  è il livello idrico massimo che l'acqua può raggiungere all'interno del bacino

$n$  è la pendenza delle scarpate

$k$  è il coefficiente di filtrazione

A tale sistema di dispersione si associa un'efficienza pari al 50% per tenere conto del suo funzionamento a lungo termine.

## **6.6 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI DISPERSIONE AL PIEDE DELLA TRINCEA STRADALE**

Come detto ai paragrafi precedenti nel caso in cui la piattaforma principale si trovi in trincea ai piedi delle scarpate sarà realizzato un sistema di dispersione per le sole acque meteoriche ricadenti sulle scarpate stesse. Per un maggior dettaglio sul sistema si rimanda al paragrafo 4.1.2 dove viene descritto.

Gli elementi che costituiscono il sistema di dispersione sono:

- trincea perdente di dimensioni 100x200 cm;
- pozzi perdenti di diametro interno pari a 150 cm e altezza variabile tra 3 e 5 m.

Le caratteristiche del sistema trincea-pozzi dipendono da due fattori, la permeabilità del terreno caratteristica del sito in cui ci si trova e l'altezza della scarpata del progetto stradale.

Il dimensionamento dovrà garantire che vi sia un equilibrio tra la portata in ingresso al sistema e la portata dispersa in uscita al sistema. Il sistema di dispersione funziona dopo che si è riempito il mezzo poroso delle trincee perdenti e il volume dei pozzi. Questo fa sì che vi sia un certo ritardo di corrivazione nella formazione della portata di picco dovuto al riempimento di tali volumi.

Il tutto è giustificato dal fatto che tutto il sistema rispetta un franco di 1 m dal piano viario e che possiede uno scarico di emergenza nei collettori delle acque di piattaforma. Tale scarico entrerà in funzione solo quando il volume del sistema di dispersione sarà riempito, quindi non si prevedono un sovraccarico della rete di drenaggio della piattaforma in quanto è plausibile che l'onda di piena sulla quale si dimensionano i collettori sia già transita.

Le verifiche sono state effettuate nelle seguenti ipotesi:

- altezza delle scarpate variabile;
- coefficiente di afflusso pari a 0.6;
- diametro dei pozzi fisso;
- indice dei vuoti del mezzo poroso che costituisce la trincea disperdente pari a 0.35;

I risultati del dimensionamento sono riportati in allegato alla presente relazione.

## 7. TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

### 7.1 IMPIANTI DI PROGETTO

In questo capitolo si vuole fare una breve descrizione degli impianti previsti nel progetto elencandone le caratteristiche principali in forma tabellare. Si rimanda ai capitoli successivi la descrizione del trattamento e i criteri utilizzati per il loro dimensionamento.

COD. WBS IMPIANTO	Progr	S.	S eq. Imp.	V 1° P	V 1° P tipo	Q. tr	Q. fito	As[1] fito/fondo	V LAM	hu	Scarico
	[Km]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[l/s]	[l/s]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m]	
B2A00TA02	2+160	42686	42686	213	250	4	4	1976	3353	2,10	Canale verso F. Seveso
B2A00TA03	3+925	71977	71977	360	400	7			6289	2,90	Canale verso F. Seveso
B2A00TA05	6+900	108223	108223	541	600	11			12848	2,40	Fognatura comunale via della Roggia

Si vuole precisare che i bacini di fitodepurazione non sono stati previsti su tutti gli impianti, ma solo dove era necessario un trattamento del refluo in uscita più spinto per la presenza di vincoli ambientali particolari o dove il contesto paesaggistico ed ambientale lo permettevano. Quindi nei tratti urbani non si sono previsti bacini di fitodepurazione.

### 7.2 SISTEMA DI TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

#### 7.2.1 Generalità

Le superfici della nuova viabilità che saranno soggette al trattamento delle acque di prima pioggia sono le seguenti:



- pavimentazioni stradale;
- aree di sosta;
- aree di servizio;
- barriere e caselli;
- piste di svincolo.

La L.R. della Lombardia n. 62/85 e la successiva Del. del C.R. della Lombardia n. IV/1946 del 21.03.1990 impongono di assumere i seguenti valori dei coefficienti di afflusso:

- pari a 1 per le superfici impermeabili, quale il manto stradale;
- pari a 0,30 per le superfici permeabili, quali le aree sistemate a verde e le scarpate.

Le acque provenienti dalle scarpate finiscono nel sistema di dispersione al piede delle trincee o nei fossi ai piedi dei rilevati, non saranno quindi considerate nel calcolo dei volumi delle vasche di prima pioggia.

Le acque di prima pioggia saranno raccolte insieme alle altre acque meteoriche, esse saranno separate, in seguito dalle acque così dette di “seconda pioggia” in testa alla vasche di trattamento con un sistema di paratoie. Successivamente le acque di prima pioggia saranno raccolte in una vasca e poi sollevate al collettore fognario più vicino, le acque di seconda pioggia andranno direttamente nel recettore finale dopo essere state laminate. Il trattamento sarà descritto in modo più approfondito nei successivi paragrafi.

Gli scarichi degli impianti dovranno garantire il rispetto dei limiti di emissioni in acque superficiali previsti dall'allegato n. 5 del Dgr. Lgs. n. 152 del 11/05/1999.

### **7.2.2 Caratteristiche delle acque da trattare**

Le acque di prima pioggia sono costituite dalle acque di scorrimento superficiale di eventi pluviometrici e sono caratterizzate da elevate concentrazioni di inquinanti, spesso superiori addirittura a quelle che caratterizzano reflui “ordinari” civili e/o industriali. In conseguenza dell'evento pluviometrico, infatti, le acque meteoriche operano il dilavamento delle deposizioni secche dalle superfici urbane e stradali, causando il trasporto in fognatura di sostanze inquinanti, quali solidi sedimentabili (organici ed inorganici), sostanze nutritive, batteri, idrocarburi, oli minerali, grassi, metalli pesanti ecc. Tale fenomeno si presenta con particolare intensità nelle prime fasi dell'evento pluviometrico

**PROGETTO ESECUTIVO**

stesso ed è noto con il termine di first flush.

Le caratteristiche delle acque di prima pioggia, per la natura stessa dei processi idrologici che originano il dilavamento delle sostanze inquinanti dalle superfici urbane e stradali, risultano estremamente variabili e dipendenti dalla specificità del sito in esame ed in particolare dal regime pluviometrico, oltre che dalle caratteristiche climatiche e morfologiche dell'area drenata. I valori del carico inquinante veicolato in fognatura variano in funzione, oltre che della natura dell'area esaminata (aree urbane, superfici stradali con intensità di traffico variabile ecc.), anche dell'intervallo di tempo intercorso dall'ultimo evento piovoso significativo che ha dato origine ad un fenomeno di dilavamento significativo e possono essere compresi tra 5 e 15 kg/ha/giorno di solidi sedimentabili.

Ciò premesso e facendo riferimento a dati medi riportati nella letteratura tecnica, le concentrazioni minime, medie e massime dei principali composti inquinanti che caratterizzano le acque di prima pioggia si possono così riassumere:

*Tabella 1 - Valori minimi, massimi e medi delle concentrazioni dei nutrienti eutrofizzanti nel 2001*

<b>Parametro</b>	<b>Con. min.</b>	<b>Con. max.</b>	<b>Con. media</b>	<b>D.Lgs 152/99</b>
	<b>[mg/l]</b>	<b>[mg/l]</b>	<b>[mg/l]</b>	<b>[mg/l]</b>
SS	200	435	320	80
COD	80	680	380	160
BOD	40*	340*	190*	20
TKN	2	88	24	
Cu	0,10	0,19	0,15	0,10
Pb	0,01	0,19	0,10	0,20
Zn	0,33	0,87	0,87	0,50

(\*) I valori di BOD sono stati stimati sulla base dei risultati analitici relativi alla caratterizzazione sperimentale di acque di dilavamento di 7 punti vendita di carburanti a seguito di un evento meteorico, riportati nel manuale UNICHIM, che rileva un rapporto di BOD/COD massimo pari al 50%.

In linea generale si può affermare che il fenomeno del first flush si manifesta principalmente con i parametri SS, COD, Azoto e metalli pesanti (in particolare Cu, Zn e Pb), con un'entità tanto più pronunciata quanto maggiore è il periodo di tempo secco

antecedente e quanto maggiore è l'intensità di precipitazione negli istanti iniziali dell'evento.

### 7.2.3 *Linee guida di approccio alla progettazione*

Il recapito finale del collettore di trasferimento è costituito dall'impianto di trattamento.

Il refluo in ingresso all'impianto di trattamento passerà da prima in un pozzetto dove sarà effettuata una misura della sua qualità per constatare che non sia avvenuto uno sversamento accidentale. L'impianto avrà un comportamento diverso a seconda che sia avvenuto o meno lo sversamento accidentale. Per comodità nella trattazione denomineremo il funzionamento *normale* quando non si verifica lo sversamento accidentale ed *anomalo* quando si riscontra uno sversamento.

Durante il funzionamento normale il refluo in ingresso può essere distinto in due frazioni che saranno denominate per comodità:

- *acque di prima pioggia*: è la frazione delle acque meteoriche come è definita dalla normativa vigente la L.R. della Lombardia n. 62/85 e successive modifiche: *“Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti”*.
- *acque di seconda pioggia*: è la frazione delle acque meteoriche che eccede dalla precedente.

Le acque di prima pioggia, così definite, sono convogliate da prima in una vasca di sollevamento di volume pari a 50 m<sup>3</sup>/ha. Tale frazione ha la funzione di dilavare la sede stradale e porta con s'è la maggior parte degli inquinanti. Il volume della vasca sarà svuotato nelle successive 96 ore, come previsto dalla normativa. In tale frazione di tempo si lascia sedimentare la maggior parte dei solidi sospesi all'interno della vasca. Il sollevamento avrà una portata tarata in uscita minore o uguale a 1 l/s ha. La mandata scaricherà in un impianto di disoleazione caratterizzato da un funzionamento di tipo a gravità dove avverrà la separazione degli oli e degli altri idrocarburi. La potenzialità dell'impianto sarà pari a circa 10 volte la portata in ingresso, questo è necessario per rendere il processo di disoleazione efficace in quanto la presenza a monte di un sollevamento causa l'emulsione degli idrocarburi nell'acqua. Il recapito del refluo così

---

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

trattato sarà o un corso idrico o il più prossimo collettore fognario.

Ponendo a valle del trattamento discontinuo, quello a gravità i rendimenti depurativi passano dal 60% di abbattimento dei SS al 90%.

La manutenzione di queste vasche sarà fatta manualmente ogni circa 6 mesi; la manutenzione comporta l'asportazione degli oli, delle sostanze flottanti e delle sabbie depositate, nonché la pulizia e la raschiatura delle pareti e del fondo delle vasche.

Il comparto dei trattamenti primari e secondari si sviluppa su un'unica linea.

A valle del trattamento descritto è stato previsto, in accordo con il committente, la possibilità di installare un trattamento di filtrazione spinta. Questo è stato il motivo per il quale si è scelto il trattamento di tipo discontinuo, la portata in uscita dal sollevamento risulta infatti ridotta e quindi più facilmente gestibile qualora si decidesse in futuro di elevare gli standard qualitativi del refluo in uscita. Tale trattamento terziario non è stato previsto in questa fase in quanto già il solo trattamento meccanico di disoleazione e sedimentazione permette di rispettare i limiti qualitativi degli scarichi in uscita. Inoltre, in accordo con quanto richiesto dalle prescrizioni CIPE, si è scelto come possibile trattamento terziario la fitodepurazione.

Il trattamento terziario di fitodepurazione sarà composto da un bacino a flusso sub-superficiale "a canneto", in cui si attua la degradazione delle sostanze inquinanti disciolte nelle acque di dilavamento da parte dell'apparato radicale delle piante. La conformazione del bacino e la sua estensione consentono di smaltire per evapo-traspirazione la quasi totalità dell'acqua in ingresso. Tuttavia, in considerazione del fatto che per lunghi periodi dell'anno le condizioni climatiche riducono fortemente la cinetica biologica e conseguentemente anche il fenomeno di evapo-traspirazione, è previsto un collegamento di "troppo pieno" tra il canneto e il corpo ricettore finale, o tra il canneto e gli eventuali bacini di laminazione.

La scelta di utilizzare un trattamento così spinto deriva dalla volontà di evitare infiltrazioni di acque inquinate nel sottosuolo. Però non sempre è possibile trovare lo spazio per realizzare i bacini di fitodepurazione, in questi casi, si cerca di limitare le aree drenate in ingresso agli impianti e di trovare dei recettori idonei sul territorio (reti fognarie) in modo da rispettare in ogni caso i limiti di emissioni in acque superficiali previsti dal Dgr. Lgs. n. 152/06.

La manutenzione dei bacini di fitodepurazione sarà fatta manualmente ogni 6 mesi essa comporta la pulizia delle sponde e la rimozione dei canneti morti.

Le acque di seconda pioggia, non subiranno nessun trattamento e andranno direttamente nei bacini di laminazione e dai lì laminate nei corpi recettori.

**PROGETTO ESECUTIVO**

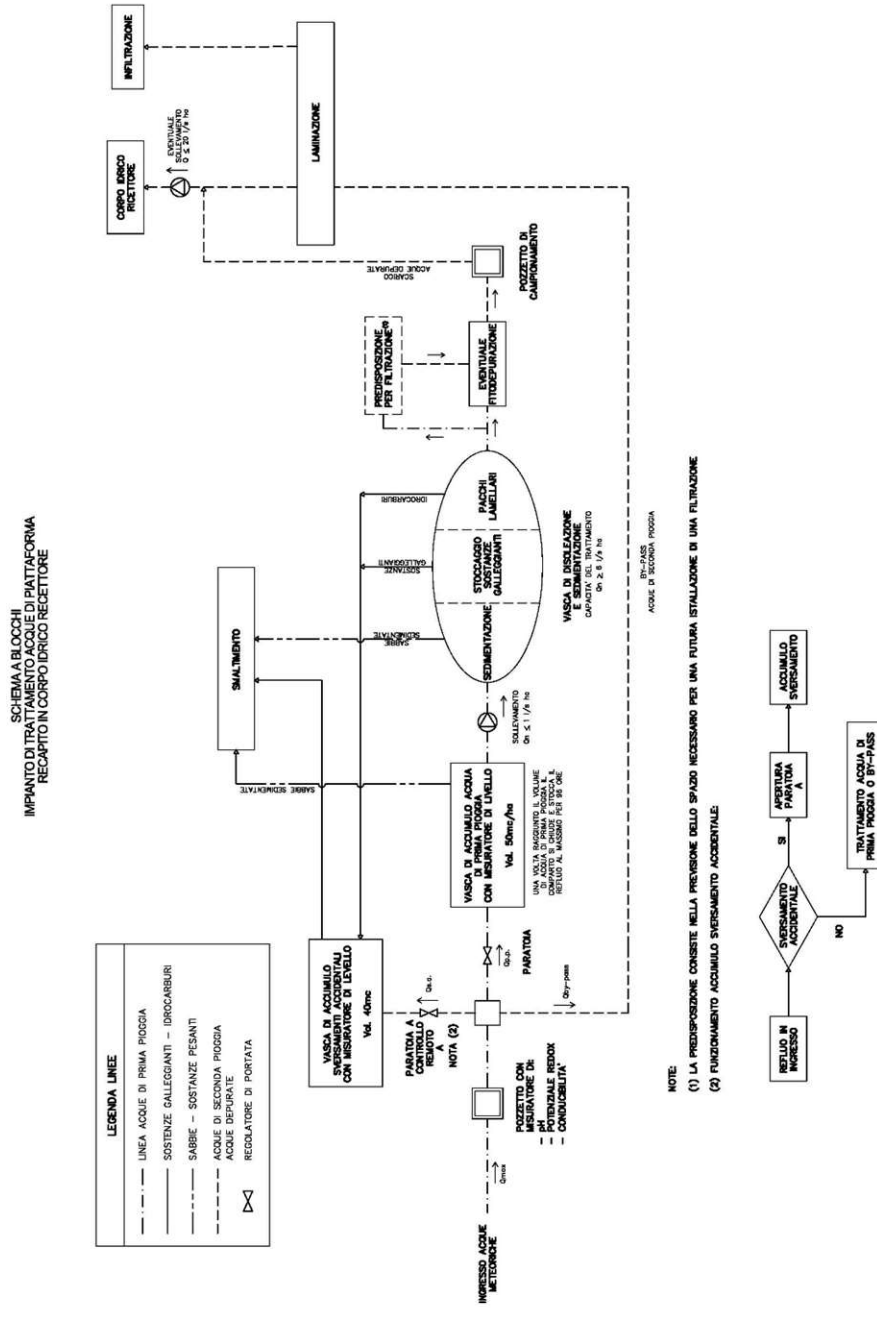
---

Durante il funzionamento anomalo si riscontra nel sistema l'avvenuta dello sversamento accidentale. Tale sversamento può essere rilevato in due modi. Nel primo caso in modo automatico dalle sonde poste nel pozzetto misuratore di qualità in testa all'impianto, nel secondo caso da remoto, all'avvenuta dell'incidente che ha provocato lo sversamento sulla base della tipologia dello stesso l'operatore, tempestivamente avvisato, potrà agire direttamente sugli organi di manovra elettromeccanici.

Una volta avvenuta la segnalazione il sistema è dotato di paratoie elettromeccaniche che provvederanno ad effettuare una settorizzazione dell'impianto ed a deviare il flusso verso la vasca settica di accumulo degli sversamenti accidentali di volume complessivo pari a 40 m<sup>3</sup>. Una volta riempito tale volume sarà cura del gestore provvedere al suo svuotamento e pulizia. Il refluo spurgato sarà poi convogliato a smaltimento. Tali operazioni potranno essere effettuate o dal personale specializzato del gestore o da ditte specializzate. La scelta di una o dell'altra soluzione, come la scelta della tipologia di smaltimento da effettuare, dovrà essere effettuata in ragione della tipologia di sversamento che si è verificata.

**7.3 CICLO DI TRATTAMENTO: FUNZIONI, CARATTERISTICHE E DIMENSIONAMENTO DEI SINGOLI STADI**

**7.3.1 Diagramma di flusso degli impianti di trattamento**



---

### *7.3.2 Pozzetto misuratore della qualità del refluo*

Il pozzetto sarà posto in testa all'impianto di trattamento. Sarà realizzato in CA avrà delle dimensioni che potranno variare in ragione del diametro del collettore in ingresso. Al suo interno saranno alloggiare tre tipologie di sonde rilevatrici di inquinanti:

- misuratore di pH;
- misuratore di potenziale redox;
- cella di misura di conducibilità.

La natura dello sversamento accidentale può essere molteplice, con caratteristiche chimiche, fisiche ed organiche totalmente disomogenee. Questa grande casistica fa sì che non sia possibile con una unica tipologia di sonda rilevatrice definire in modo soddisfacente le caratteristiche del liquido in ingresso, da qui nasce la necessità di prevederne di almeno tre tipologie.

Le sonde dovranno, per non danneggiarsi prematuramente essere poste sempre al bagnato, quindi il pozzetto dove sono alloggiare deve avere un sifone che permetta la stagnazione del refluo anche al termine dell'evento meteorico. Il sifone avrà delle dimensioni tali che non permettano la sedimentazione o la cattura di oli al suo interno.

### *7.3.3 Pozzetto scolmatore e ripartitore*

Tale pozzetto avrà la funzione di ripartire la portata in ingresso all'impianto di trattamento nei diversi comparti. La funzione di scolmatore in testa agli impianti di tipo continuo è importantissima in quanto risulta essere una sicurezza contro i fenomeni di overflow che possono rimettere in circolo le sostanze inquinanti catturate. In testa all'impianto avviene perciò la separazione delle acque di prima pioggia da quelle di seconda pioggia.

### *7.3.4 Vasca di accumulo delle acque di prima pioggia*

La vasca di accumulo delle acque di prima pioggia sarà interamente realizzata in CA in parte gettata in opera ed in parte ad elementi prefabbricati. Avrà un volume utile complessivo pari a 50 m<sup>3</sup>/ha impermeabile di superficie scolante.

La definizione della tipologia di vasca da adottare per ogni singola tratta, con riferimento alle dimensioni delle stesse previste dai tipologici di progetto, è stata effettuata scegliendo

**PROGETTO ESECUTIVO**

il tipologico di progetto disponibile con volume di invaso superiore a quello definito dai calcoli.

Nella tabella seguente sono rappresentate le grandezze utilizzate per il dimensionamento e la scelta della vasca di prima pioggia:

<b>COD. WBS IMPIANTO</b>	<b>(A) Sup. scolante complessiva</b>	<b>(B) Sup. scolante complessiva</b>	<b>(C) Volume 1° Pioggia C=Bx50</b>	<b>(D) Volume 1° Pioggia tipologico</b>
	<b>[ha]</b>	<b>[ha]</b>	<b>[m<sup>3</sup>]</b>	<b>[m<sup>3</sup>]</b>
B2A00TA02	4.2686	4.2686	213	250
B2A00TA03	7.1977	7.1977	360	400
B2A00TA05	10.8223	10.8223	541	600

La vasca di prima pioggia sarà dotata di un gruppo di sollevamento che ha la funzione di svuotare la vasca nelle successive 96 ore con una portata in uscita pari al massimo a 1 l/s ha. Il refluo in uscita sarà convogliato tramite l'utilizzo di una condotta in pressione al trattamento di disoleazione e da lì una volta depurato al recapito finale.

La vasca sarà dotata di un fondo sagomato e di una tramoggia cattura sedimenti, per agevolare le operazioni di pulizia.

La vasca si completa di una paratoia elettromeccanica che chiude automaticamente la vasca una volta accumulato il volume desiderato e la tiene chiusa fino al suo completo svuotamento. Tale paratoia ha la funzione di sezionare la vasca durante un possibile funzionamento anomalo.

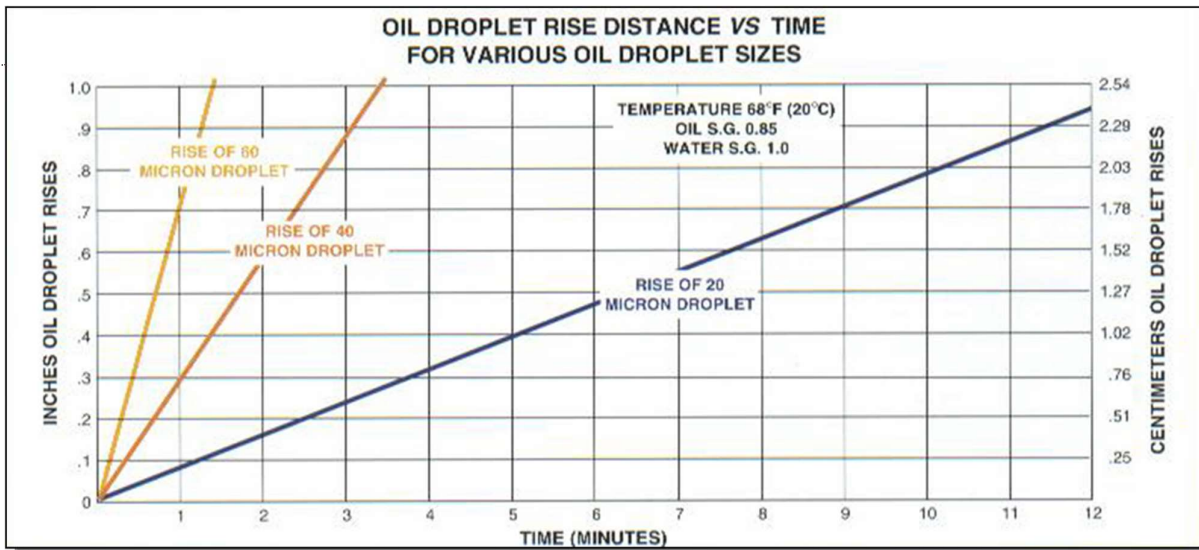
### 7.3.5 *Sedimentatori e disoleatori*

I trattamenti primari e secondari di dissabbiatura e disoleatura sono, come detto in precedenza, stati dimensionati per una portata pari a 10 l/s ha. Buona parte della sedimentazione avviene già nella vasca di accumulo dell'impianto di sollevamento.

La capacità di trattamento del disoleatore è stata fissata in 10 l/s ha e quindi superiore 6 volte la portata sollevata, per tenere conto delle considerazioni che vengono riportate di seguito.

La norma EN 858-1 cita: "Per evitare turbolenza all'interno del separatore, dovrebbero essere installati impianti di pompaggio e sollevamento a valle del separatore".....Gli

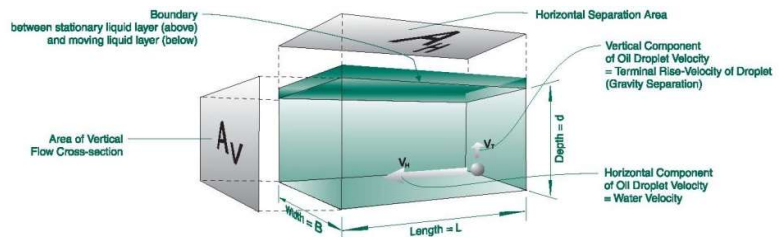
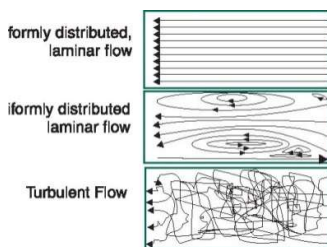




scarichi e le condotte collegate devono essere installati a caduta verso l'impianto di separazione”.

Le normative nazionali estere inoltre definiscono che qualora per ragioni tecniche vi sia la necessità di posare un impianto di sollevamento a monte del disoleatore questo debba essere dimensionato 6 volte la portata scelta per le pompe. La goccia d'olio infatti viene frantumata e passa da 60 a 20 micron aumentando il tempo di risalita di un metro da 40 secondi a 5 minuti. Questo perché come ben visibile nei seguenti grafici e tabelle i vortici creati dalle pompe creano un moto turbolento e frantumano le gocce d'olio aumentando di più di sei volte il tempo di separazione.

Tempo necessario per la risalita di un metro delle particelle d'olio (0.85 Sp. Gr.)	
Misura delle particelle di olio, microns	Tempo di separazione
300	12 sec
150	42 sec
60	4 min 12 sec
30	17 min 24 sec
15	1 hour 8 min 54 sec
5	10 hour 2 min 9 sec



Tali trattamenti dovranno garantire una efficace separazione tra sabbie, che devono sedimentare e sostanze grasse che devono invece flottare e rimanere in superficie. Per impedire la fuoriuscita di queste sostanze si sono previsti dei deflettori in uscita da

entrambi i trattamenti. In ingresso al sedimentatore è stato previsto l'inserimento di una paratoia manuale che permetta l'interruzione del flusso in ingresso durante le operazioni di manutenzione.

Il manufatti sono previsti in cemento armato prefabbricati.

Le sabbie sedimentate sul fondo della vasca vengono estratte manualmente ogni 6 mesi.

La rimozione degli olii e delle sostanze galleggianti (disoleatura) avviene nella stessa vasca dove avviene la sedimentazione. Al suo interno è previsto l'inserimento di pacchi lamellari che facilitano il fenomeno di aggregazione delle particelle delle sostanze oleose. I pacchi lamellari potranno essere sostituiti nelle successive fasi di progettazione con dei filtri a coalescenza, qualora fossero maggiormente graditi dall'ente gestore.

Le sostanze rimosse verranno trasportate in impianti centralizzati in grado di attuare un adeguato trattamento (smaltimento controllato).

#### **7.3.6 Vasca di accumulo degli sversamenti accidentali**

La vasca di accumulo degli sversamenti accidentali sarà interamente realizzata in CA gettata in opera. Avrà un volume utile complessivo pari a 40 m<sup>3</sup>. Dovrà essere mantenuta vuota durante il funzionamento normale dell'impianto e si potrà riempire solo durante il funzionamento anomalo.

Al verificarsi di uno sversamento accidentale entrerà in funzione una paratoia elettromeccanica normalmente chiusa in testa alla vasca che si aprendosi permetterà che lo sversamento sia convogliato all'interno della stessa.

Verso questa vasca saranno convogliati anche gli oli separati dalle acque di seconda pioggia che attraversano il disoleatore, in ottemperanza alla prescrizione CIPE n° 322 che dice che dei 40 m<sup>3</sup>, 10 m<sup>3</sup> potranno essere utilizzati per lo stoccaggio dei reflui del trattamento delle acque di piattaforma e 30 m<sup>3</sup> dovranno essere mantenuti normalmente vuoti.

Al suo interno, la vasca sarà dotata di due galleggianti che permetteranno di inviare a remoto i segnali di allarme per massimo invaso e per un allarme di massimo riempimento intermedio dovuto ai agli oli provenienti dal trattamento.

### 7.3.7 *Eventuale sollevamento*

Al termine della fase di trattamento meccanico è prevista, qualora la morfologia del sito non permetta il deflusso a gravità, la costruzione di un impianto di rilancio, in grado di sollevare le acque trattate ad una quota idonea a consentire il successivo deflusso nella rete di drenaggio. Per maggiori dettagli sui metodi adottati per il dimensionamento degli impianti di sollevamento si rimanda al capitolo successivo *“Impianti di sollevamento”*.

### 7.3.8 *Bacino di laminazione*

I bacini di laminazione non solo altro che delle vasche di accumulo a cielo aperto dove avviene la laminazione delle portate. Tali volumi permettono di garantire l'invarianza idraulica del territorio attraversato dalle opere in progetto e quindi non creare dei pericolosi dissesti idrologici localizzati o per lo meno di aggravare la situazione esistente. Per un maggior dettaglio si rimanda al capitolo specifico *“Invarianza idraulica del territorio”*.

### 7.3.9 *Bacino di fitodepurazione*

Il trattamento di fitodepurazione (bacino a sub-infiltrazione – “canneto”) viene circondata da un arginello in argilla compattata sporgente di 1,00 m ca. ed immerso per ~ 0,50÷1,00 m al di sotto del fondo del bacino. La funzione è quella di interrompere qualsiasi comunicazione sui piani orizzontali con le falde freatiche superficiali presenti o con lenti di sabbia che potrebbero caricarsi d'acqua in occasione di forti e perduranti precipitazioni.

Il fondo del bacino a flusso sub-superficiale è leggermente degradante verso la sezione di chiusura e si trova ad una quota compresa tra 0,80 m e 1,20 m dalla sommità del rilevato arginale perimetrale. La superficie occupata con profondità di poco inferiore e mediamente pari a 1,00 m. Quest'ultima è collegata attraverso uno sfioro di troppo pieno o con il fosso di guardia del rilevato stradale, nei casi in cui lo scarico possa avvenire a gravità o con l'impianto di sollevamento.

Sull'intera superficie è steso uno strato di ghiaia lavata omogenea, sottesa da uno strato di 10- 15 cm di sabbia fine (eventualmente recuperata in situ in seguito all'esecuzione degli scavi), per uno spessore complessivo finale di 0,80 m o 0,60 m.

Durante lo scorticamento del terreno, necessario per preparare il letto di ghiaia, si avrà modo di verificare l'assenza di eventuali lenti di sabbia e di intervenire di conseguenza,

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

rimuovendo la sabbia e sigillando il fondo con uno strato di circa 30 cm di argilla compattata, così da garantire continuità spaziale di uno strato impermeabile argilloso.

La ghiaia nello stadio a sub-infiltrazione viene conservata costantemente sommersa, quindi l'argilla del fondo è sempre espansa e bagnata, il che evita la formazione di crepe che potrebbero consentire percolamenti verso le falde superficiali.

Lo stadio di sub-infiltrazione è dimensionato per avere un bilancio tra l'acqua in ingresso e quella che persa per evapotraspirazione, per cui non si dovrebbe verificare lo scarico di acqua depurata in uscita dal bacino; tuttavia, considerato che, soprattutto durante la stagione invernale, le cinetiche biochimiche risultano notevolmente rallentate, è previsto che, in corrispondenza del punto idraulicamente più lontano dalla sezione di alimentazione del bacino, sia disposta una condotta di "troppo pieno" in grado di far affluire ai bacini di laminazione l'acqua eventualmente in eccesso.

Si è scelto di fare coincidere i bacini di fitodepurazione con le vasche di laminazione delle portate. La coesistenza dei due sistemi è infatti possibile con gli opportuni accorgimenti. Durante gli eventi meteorici di normale intensità l'area, che a questo punto deve essere per forza all'aperto, può fungere da bacino di fitodepurazione, mentre durante gli eventi di forte intensità e di lunga durata può fungere da bacino di laminazione. Infatti è più che plausibile che durante quest'ultimi eventi il carico inquinante sia molto diluito e che l'efficacia del trattamento di fitodepurazione sarebbe compromessa, quindi il bacino lo si può pensare allagabile per brevi periodi (al massimo per circa 10 ore) durante gli enti di piena più estremi.

Per quanto riguarda la stima dell'abbattimento delle sostanze inquinanti in soluzione e che quindi non sono state rimosse per sedimentazione o adsorbimento, si è fatto riferimento ai dati di letteratura di seguito riportati.

Apporto minimo di ossigeno =  $4,5 - 9,0 \text{ O}_2 / \text{mq} \times \text{d}$  (Brix, 1994)

Azoto ammoniacale nitrificabile =  $0,5 - 1,9 \text{ g N/d}$  (Tanner 1994)

Apporto di C organico da parte delle radici =  $0,7 - 1,5 \text{ g/mq} \times \text{d}$  (Radtke, 1985)

Denitrificazione = variabile (diminuisce drasticamente a  $T < 5 \text{ C}^\circ$ ); il solo apporto di C organico da parte delle radici consente di abbattere circa  $0,3 - 0,7 \text{ gr N/mq} \times \text{d}$  (Radtke 1995).

Tenendo conto di tutte le fonti di carbonio organico, il dato più probabile per l'abbattimento di azoto ossidato può essere assunto cautelativamente pari a  $2,23 \text{ mg N/l}$  (Piatzer 1996).

La letteratura scientifica non è invece ancora in grado di dare indicazioni attendibili cui fare riferimento per prevedere l'abbattimento di fosforo. Si può comunque far conto sul fosforo rimosso dalle canne per sintesi biologica, cui si aggiunge quello rimosso per adsorbimento

---

e cattura da parte dei "medium".

#### **7.3.10 Settorizzazione del bacino a sub-infiltrazione**

Per poter controllare al meglio il flusso di alimentazione ed evitare eventuali cortocircuitazioni dello stesso, si può eventualmente, in fase di realizzazione del bacino, prevedere una settorizzazione attraverso la realizzazione di arginelli in materiale impermeabile (argilla o altro materiale reperito in loco), di piccolo spessore (30 - 40 cm) realizzati in fase di messa in opera del letto di sabbia, sviluppati lungo la dimensione maggiore del bacino stesso.

La settorizzazione consente eventualmente di coltivare in superficie canne di tipo diverso (phragmites, typha, scirpus) allo scopo di verificarne sperimentalmente l'effetto. Gli arginelli dei "settori" emergendo di circa 20 cm sulla superficie del letto di ghiaia rappresentano siti preferenziali per la nidificazione ed argini di contenimento per eventuali fenomeni di scorrimento superficiale che dovessero verificarsi accidentalmente.

I bacini verranno fatti colonizzare da macrofite le cui radici saranno in grado di trasferire ossigeno al di sotto della superficie di impregnazione totale con acqua. La phragmites è una canna autoctona molto resistente ed infestante, in grado di eliminare altre essenze competendo con esse, quindi ha anche il pregio di non richiedere particolare manutenzione. Si opta quindi per questo tipo di canna, pur non escludendo la possibilità di effettuare qualche sperimentazione con altre essenze, anche per il fatto che essa non rappresenta un cibo appetito dalle nutrie (che potrebbero perforare gli argini con i loro nidi) e non dà luogo ad un ambiente adatto alla proliferazione di ratti.

La piantumazione con canne consente di esaltare la capacità di un letto a flusso sub-superficiale ad abbattere i patogeni, sia per la formazione di microambienti ossidati (presso le radici) alternati ad altri anossici, sia per l'osservata capacità delle radici di emettere biocidi specifici. La riduzione prevedibile di patogeni fecali è, cautelativamente, di 100 – 1.000 volte (Green 1997, Decamp 1999). Anche la capacità di abbattimento di uova di parassiti è molto efficiente, specialmente nei primi 25 m del letto lungo la direzione del flusso (Stott, 1999).

Infine, giova ricordare che i bacini a flusso subsuperficiale, per la loro stessa struttura, non favoriscono lo sviluppo di zanzare.

## 7.4 DIMENSIONAMENTO DEL COMPARTO DI SEDIMENTAZIONE E DISOLEAZIONE

Il dimensionamento adottato per gli impianti è stato eseguito secondo i criteri di pianificazione della L.R. n. 62 della Lombardia, delle direttive delle NORME DIN 1999 e della Norma europea 858/1, assumendo i seguenti parametri:

### *Impianti di tipo discontinuo*

- superficie  $S = (\text{variabile}) \text{ mq}$
- quantità di pioggia caduta  $q = 0,015 \text{ l/s x mq}$
- quantità totale di pioggia caduta  $Q_t = S \times q \text{ l/s}$
- altezza d'acqua di prima pioggia uniformemente distribuita  $h_{pp} = 5 \text{ mm}$
- tempo considerato come durata di prima pioggia  $t_{pp} = 15 \text{ min}$
- volume acque di prima pioggia  $V_{pp} = S \times h_{pp} / 1000 = \text{mc}$
- portata istantanea di prima pioggia  $Q_i = (V_{pp} \times 1000) / (t_{pp} \times 60) = \text{l/s}$
- tempo di decantazione  $t_{dec} = 24 \text{ h}$
- tempo di svuotamento  $t_s = 24 \text{ h}$
- portata equalizzata  $Q_e = V_{pp} \times 1000 / (24 \times 3600) \text{ l/s}$

### *Impianti di tipo continuo a gravità*

- superficie  $S = (\text{variabile}) \text{ mq}$
- quantità di pioggia caduta  $q = 10 \text{ l/s x ha}$
- portata da trattare  $Q_t = S \times q \text{ l/s}$
- grandezza separatore oli adottata  $NG = 2 Q_e$

Gli impianti di tipo continuo a gravità sono normalmente di tipo prefabbricato dimensionati secondo i criteri della normativa europea EN 858. Si ritiene opportuno prevedere degli impianti che siano realizzati con una combinazione di trattamenti del tipo S-II-I-P. Tali impianti prefabbricati devono essere accompagnati dalle certificazioni dei costruttori che attestano il rispetto della normativa vigente nazionale in materia degli scarichi.

Si riportano di seguito i criteri generali per il dimensionamento dei disoleatori secondo la EN 858.

**PROGETTO ESECUTIVO**

*Dimensionamento - EN 858*

Secondo la EN 858 il dimensionamento di un disoleatore si basa sulla natura e la portata dei liquidi da trattare tenendo presente:

- la massima portata di pioggia (nel nostro caso si è preso un evento meteorico di progetto che portasse ad un coefficiente udometrico pari a 56 l/s ha)
- la massima portata di effluente
- la densità del liquido oleoso
- la presenza di sostanze che possono impedire la separazione come i detergenti.

La formula per il dimensionamento è la seguente:  $NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) \cdot f_d$

Dove

- NS è la taglia nominale del separatore;
- $Q_r$  è la massima portata di pioggia, in l/s;
- $Q_s$  è la massima portata di refluo, in l/s;
- $f_d$  è il fattore di densità per il tipo di olio;
- $f_x$  è il fattore di impedimento.

La taglia nominale NS è un numero, espresso in unità, approssimativamente equivalente alla portata massima effluente in litri/sec del separatore sottoposto al test di cui al paragrafo 8.3.3. della EN. Una volta calcolato l'NS attraverso la formula si richiederà al fornitore un impianto avente la taglia nominale più vicina.

Qualora si debba trattare solo acqua di pioggia dall'equazione si toglierà il parametro  $f_x \cdot Q_s$ .

Il fattore di densità varia da 1 a 2 a seconda della densità degli idrocarburi e della combinazione dei componenti il separatore.

Densità g/cm <sup>3</sup>	Fino a 0,85	da 0,85 fino a 0,90	da 0,90 fino a 0,95
Combinazione	Fattore di densità $f_d$		
S II P	1	2	3
S I P	1 a	1,5 a	2 a
S II I P	1 b	1 b	1 b
S per sludge trap; I o II per la classe del separatore; P per pozzetto di ispezione e prelievo.			
a Per i separatori di classe I che operano solo con la gravità si utilizza il $f_d$ della classe II.			
b Sia per la classe I che per la classe II.			

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Per la raccolta del sedimento che potrebbe portare ad occludere le condotte del separatore si utilizza un'anticamera come parte integrante dello stesso oppure un contenitore a sé stante. Per il dimensionamento della "sludge trap" la EN 858, a seconda della prevedibile formazione di sedimento, richiede di moltiplicare la NS per un fattore 100, 200 o 300 e poi dividere il risultato per il fd. Il fattore 100 è consigliato per strade.

Il volume di raccolta dell'olio deve essere 10 volte la NS qualora il separatore sia munito di otturatori automatici per prevenire tracimazioni o di 15 volte la NS in caso contrario.

Qualora si tratti di realizzare un disoleatore in situ la EN 858 stabilisce alcuni requisiti che ricordano l'API 421. Per primo si parte da una NS 150 determinata attraverso il test oppure, più concretamente, costruendo il separatore in accordo con le seguenti linee guida:

- Il rapporto tra profondità e lunghezza del separatore deve stare tra 1:1,5 e 1:5. ( $L = 5W$  secondo API 421). La profondità minima  $H_{min}$  dell'acqua deve essere di 2,5 m compresa una profondità di 0,15 m per lo stoccaggio dell'olio e di 0,35 m per il sedimento.
- La superficie minima orizzontale in mq si calcola con  $A_{min} = 0,2 \times NS$ .
- Il volume minimo totale in mc si calcola con  $V_{min} = H \times A = 0,5 \times NS$ .
- Il volume per l'olio in mc si calcola con  $V_1 \text{ min} = 0,03 \times NS$

A margine della presente relazione si riportano nel paragrafo 11.2 "Impianti di trattamento delle acque di piattaforma" i dimensionamenti specifici degli impianti presenti nella tratta in oggetto di studio.

## **7.5 DIMENSIONAMENTO DEL BACINO DI FITODEPURAZIONE**

Il dimensionamento dei bacini di fitodepurazione si basa tutt'ora su criteri di natura semiempirica. Ciò è dovuto alla difficoltà di rappresentare in modo matematico i complessi meccanismi di rimozione degli inquinanti e il ruolo giocato dai fattori ambientali, quali la temperatura e il medium utilizzato.

Si procederà al dimensionamento dei bacini di fitodepurazione sulla base di questi parametri:

- Determinazione dell'area trasversale per garantire il deflusso idraulico;
- Determinazione dell'area superficiale per la rimozione del BOD<sub>5</sub>;



**PROGETTO ESECUTIVO**

---

La portata massima che i bacini di fitodepurazione saranno in grado di trattare sarà pari alla portata laminata in uscita dall'impianto. Qualora questa venisse superata i bacini di fitodepurazione, che saranno posti, il più delle volte, sulla base dei bacini di laminazione, sarebbero sommersi quindi sarebbe inutile dimensionarli per una portata superiore. In quest'ultimo caso si dà precedenza alla laminazione delle portate rispetto al loro trattamento, in quanto la prima è legata ad un concetto di sicurezza idraulica dell'opera mentre il secondo alla qualità del refluo in uscita.

*Determinazione dell'area trasversale per garantire il deflusso idraulico*

Il flusso idraulico, Q, nei sistemi SFS è descritto dalla equazione di Darcy, che si applica nel caso di flussi in mezzi porosi. Considerato una porosità media del mezzo poroso saturo (ghiaia mista a sabbia) del 35 % ca. ed una conducibilità idraulica di 5000 m/giorno, nota la pendenza di 1,2 % che si vuole imporre al bacino, è stato possibile calcolare l'area trasversale attraverso la relazione:

$$AT = \frac{Q}{(K_s \times S)}$$

dove: Q = portata trattata;  
AT = area (trasversale) attraversata dal flusso idraulico;  
Ks = conducibilità idraulica  
S = gradiente idraulico.

*Determinazione dell'area superficiale per la rimozione del BOD<sub>5</sub>*

Per il dimensionamento dell'area superficiale si schematizza il sistema di fitodepurazione SFS (sistema a flusso subsuperficiale) come un reattore plug-flow con cinetica di primo ordine; l'equazione risultante è:

$$\frac{BOD_{OUT}}{BOD_{IN}} = \exp[-K_T \cdot t_i]$$

Dove  $t_i$  è il tempo di ritenzione idraulico e può essere determinato con:

$$t_i = \frac{n \cdot L \cdot d \cdot W \cdot 0.95}{Q}$$

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

Dove	n	=	porosità del medium
	L	=	lunghezza del bacino
	W	=	larghezza del bacino
	d	=	profondità del bacino
	Q	=	portata trattata

Dall'equazione del modello cinematica, tramite semplici passaggi si ottiene l'area superficiale,  $A_s$ :

$$A_s = \frac{(\ln BOD_{in} - \ln BOD_{OUT}) \cdot Q}{n \cdot K_T \cdot 0.95 \cdot d} (m^2)$$

Dove  $K_T$  è la costante cinematica di primo ordine

Per quanto concerne le costanti cinematiche si hanno i seguenti valori proposti da EPA (1993):

$$K_T = K_{20} \cdot \phi^{(T-20)}$$

$$\phi = 1,06$$

$$K_{20} = 1,104 (d^{-1})$$

Il limite di emissione di BOD per le acque reflue urbane ed industriali che recapitano sul suolo secondo la Tabella 4 dell'allegato 5 del Decreto Legislativo n. 152 del 11/05/99 è pari a 20 mg  $O_2/l$ . Si ipotizzerà di utilizzare un valore di progetto di BOD<sub>5</sub> in uscita di 15 mg  $O_2/l$ .

. Si ricorda solo che il rapporto L/W consigliato varia tra 0,4 e 3, si consiglia perciò di suddividere la superficie in due o più bacini SFS posti in parallelo tra loro.

A margine della presente relazione si riportano nel paragrafo 11.2 "Impianti di trattamento delle acque di piattaforma" i dimensionamenti specifici dei bacini di fitodepurazione presenti nella tratta in oggetto di studio.

## **8. INVARIANZA IDRAULICA DEL TERRITORIO**

### **8.1 PREMESSA**

La realizzazione dell'opera stradale in progetto comporta l'impermeabilizzazione di superfici agricole mettendo in evidenza diverse problematiche connesse con lo smaltimento delle acque meteoriche; in particolare si possono avere conseguenze idraulico-quantitative, date dall'insufficienza dei corsi d'acqua ricettori e delle reti di fognatura esistenti.

Il ciclo naturale delle acque subisce, a seguito della costruzione dell'opera stradale, due tipi di alterazioni di tipo idraulico-quantitativo riconducibili ad:

- una modifica del regime idrologico locale dovuto ad una minore infiltrazione delle acque piovane nel sottosuolo;
- la maggiore impermeabilizzazione aumenta le velocità dei deflussi superficiali e quindi riduce i tempi di corrivazione dei bacini con il conseguente aumento delle portate consegnate ai ricettori;

Queste conseguenze possono essere controllate inserendo nei sistemi di raccolta dei volumi di invaso che abbiano la funzione di laminare i picchi di portata in modo da ottenere un rilascio controllato delle portate in uscita verso i recettori.

Il presente progetto si prefigge perciò di garantire l'invarianza idraulica del territorio, essa è definita come "la trasformazione di un area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dalla stessa".

Nel caso specifico dell'opera stradale in progetto l'incremento di portata dovuto alla nuova impermeabilizzazione viene assorbito dal sistema di drenaggio attraverso l'invaso in bacini di laminazione opportunamente collocati e nei fossi di guardia, essi infatti hanno una sezione idraulica dimensionata non per la funzione di drenaggio delle portate bensì per la loro funzione di invaso delle acque.

L'invarianza idraulica sarà garantita per tutto il futuro nastro stradale sia dell'asse principale sia delle viabilità secondarie.

## 8.2 STIMA DELLE PRECIPITAZIONI EFFICACI

Per precipitazione efficace s'intende la frazione della precipitazione complessiva, non trattenuta dal terreno e dalla vegetazione, che partecipa alla formazione del deflusso superficiale. Il rapporto fra precipitazione efficace e precipitazione lorda prende il nome di coefficiente di afflusso.

Il valore della precipitazione efficace dipende principalmente da tre fattori:

- *il grado di saturazione del terreno superficiale al momento del verificarsi dell'evento meteorico*: maggiore è il grado di saturazione, legato ad eventi meteorici precedenti, minore è la capacità del terreno di assorbire altra acqua e di conseguenza maggiore è la frazione del volume d'acqua precipitato che va ad alimentare il deflusso superficiale;
- *la permeabilità delle litologie superficiali*: ovviamente una maggiore permeabilità dei terreni superficiali favorisce l'infiltrazione dell'acqua meteorica, comportando una conseguente diminuzione del deflusso superficiale;
- *l'uso del suolo*: la destinazione del suolo influisce notevolmente sul volume del deflusso superficiale: una fitta copertura vegetale, per esempio, tende a diminuirlo, un'intensa urbanizzazione, diminuendo la permeabilità superficiale del terreno, tende viceversa ad aumentarlo.

I tipi di superficie presi in considerazione ed i relativi coefficienti di deflusso sono riportati nella seguente tabella:

Tipo di pavimentazione	coefficiente di deflusso
Pavimentazione stradale	1.00
Scarpate erbose	0.60
Superfici a verde piane	0.30
Fosso di guardia	1.00

I valori assunti sono cautelativamente quelli relativi alle superfici già imbibite, e considerati costanti durante tutto l'evento meteorologico.

Il valore relativamente elevato assunto per le superfici erbose è giustificato dalla notevole pendenza delle scarpate.

Detto  $\varphi_i$  il coefficiente di deflusso relativo alla superficie  $S_i$ , il valore medio del coefficiente

relativo ad aree caratterizzate da differenti valori  $\varphi$  si ottiene con una media ponderata:

$$\varphi = \frac{\sum \varphi_i \cdot S_i}{\sum S_i}$$

### **8.3 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA IN USCITA DAL SISTEMA**

Prima di procedere con lo studio idrologico dell'area in esame nella sua sistemazione finale a termine dei lavori di allargamento della strada esistente, si vuole determinare la capacità di deflusso dell'area che incide sulla rete di scolo locale.

In questo modo si va a definire la situazione all'istante zero, determinando in una seconda fase le reali variazioni delle grandezze idrologiche a seguito del cambiamento d'uso del territorio.

Per la determinazione della portata in uscita dalla sezione di chiusura dell'ipotetico bacino imbrifero, non si sono effettuate valutazioni idrologiche particolari, ma si è partiti dal presupposto di scaricare nel recettore finale una portata pari a quella che arriverebbe nelle condizioni indisturbate del territorio. Il valore della portata specifica è pari a 20 l/s ha, come riportato dal PRRA della regione Lombardia (prescrizione CIPE n° 376). Tale valore in alcuni casi di riqualificazione di arterie stradali esistenti è molto cautelativo in quanto è tipico di terreni agricoli.

Al di là della portata specifica richiesta dal PRRA caso per caso si valuterà la possibilità o di aumentare tale valore tramite l'utilizzo di sistemi di infiltrazione o di ridurli qualora non vi siano dei corpi recettori di adeguate dimensioni.

Cautelativamente i sistemi di dispersione lungo i tratti in trincea aperta non saranno considerati nel dimensionamento dei volumi di laminazione, mentre saranno considerate le superfici ad essi afferenti, ipotizzando che il loro contributo seppur laminato arrivi al bacino tramite i collettori stradali.

## 8.4 MISURE COMPENSATIVE PER LA MITIGAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

L'incremento idrico dovuto alle opere stradali è di notevole entità, quindi saranno necessarie misure compensative per non alterare l'attuale equilibrio idraulico che regimenta i flussi alla rete idrica superficiale.

In questo paragrafo si vogliono confrontare i risultati ottenuti tra lo stato di fatto e lo stato di progetto.

Le misure compensative che si intendono adottare per mantenere invariato l'equilibrio idraulico dell'area consistono sostanzialmente nella realizzazione di bacini di laminazione e di fossi di guardia del volume tale che permettano l'accumulo temporaneo degli eccessi meteorici con progressivo rilascio controllato nella rete idrica superficiale.

### 8.4.1 Determinazione del volume del bacino di laminazione

Il dimensionamento degli invasi sarà effettuato con il metodo delle sole piogge che risulta essere il più cautelativo tra i metodi che si possono trovare in letteratura.

Il volume di laminazione sarà determinato dalla differenza tra il volume in ingresso e quello in uscita, integrando rispetto il tempo la portata in ingresso e quella in uscita ai bacini nel seguente modo:

- volume in ingresso al bacino di laminazione:

$$V_i(t) = \sum_{t=0}^{tf} Q_i(t) \cdot dt [m^3]$$

- volume in uscita al bacino di laminazione:

$$V_u(t) = \sum_{t=0}^{tf} Q_u(t) \cdot dt [m^3]$$

Il volume complessivo necessario per la laminazione sarà perciò dato dal valore massimo della seguente differenza variabile nel tempo:

$$\Delta V = V_i(t) - V_u(t) [m^3]$$

A tale volume calcolato verrà sottratto il volume perso per infiltrazione su suolo del bacino considerato, calcolato applicando la procedura di calcolo riportata al paragrafo 6.5.

Il volume così determinato non sarà aumentato per tenere conto che tale metodo si basa

su ipotesi semplificative e considera eventi di progetto isolati, in quanto per la conformazione dei bacini e del sistema di raccolta delle acque meteoriche si hanno comunque dei margini notevoli:

- il tempo di ritorno dell'evento di progetto è elevato e varia da 50 a 100 in funzione che ci si trovi in rilevato o in trincea profonda;
- non si considera il contributo dei sistemi di dispersione lungo la trincea autostradale;
- il franco di sicurezza rispetto al piano viario o ai territori limitrofi varia da 1 m a 2 m rispettivamente per i casi in rilevato e per i casi in trincea profonda, che tradotto in termini di aumento di volume lo si può stimare variabile caso per caso dal 30 al 50%.

Si fa notare che a fronte di questi margini notevoli di sicurezza per l'infrastruttura, sarà ammesso che la parte terminale della rete di drenaggio possa risultare essere rigurgitata. Questo per limitare l'eccessivo e ingiustificato approfondimento dei bacini di laminazione.

A margine della presente relazione si riportano nel paragrafo 11.3 "Invarianza idraulica" i dimensionamenti specifici dei bacini di laminazione presenti nella tratta in oggetto di studio.

Nella determinazione della sezione del fosso necessaria per sopperire alle esigenze della laminazione si è considerata la perdita di volume dovuta alla pendenza del fondo. Inoltre, la sezione del fosso è stata maggiorata rispetto a quella che sarebbe bastata per garantire l'invarianza idraulica. Per il loro dimensionamento si rimanda ai paragrafi specifici 5.6.3 e 5.7.5.

#### **8.4.2 Dimensionamento del pozzetto di scarico**

Nei casi in rilevato con scarico del sistema di laminazione delle portate a gravità in uscita ai bacini di laminazione si ha un pozzetto di regolazione della portata in uscita. Il bacino sarà dotato anche di una soglia sfiorante di sicurezza posta ad un metro dalla quota di massimo invaso. Nei tratti in trincea questi elementi non ci sono e la portata in uscita dall'impianto è regolata dall'impianto di sollevamento.

La portata scaricata dai bacini di laminazione o dai fossi ai corpi recettori potrà essere regolata da una bocca di scarico di fondo a battente con tubo. Il valore della portata è dato dalla seguente formula:

$$q(t) = \mu \cdot A(h) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h(t)}$$

**PROGETTO ESECUTIVO**

Dove  $q$  portata in uscita in  $m^3/s$

$A$  area della luce

$h$  carico idraulico al centro della figura

$\mu$  coefficiente di efflusso che nel nostro caso vale 0,61 in quanto si considera una luce con spigolo vivo.

Ovviamente nelle successive fasi di progettazione si affinerà il dimensionamento adattando la luce di efflusso per le diverse portate in uscita che si dovranno rispettare per singolo tratto.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva con indicati il riepilogo degli scarichi degli invasi di laminazione:

<b>COD. WBS IMPIANTO</b>	<b>Progressi va [Km]</b>	<b>Q. scaricata 1° pioggia [l/s]</b>	<b>Q. scaricata 2° pioggia [l/s]</b>	<b>Scarico</b>
B2A00TA02	2+200	4	96	Canale verso F. Seveso
B2A00TA03	3+900	7	130	Canale verso F. Seveso
B2A00TA05	6+900	11	54+50	Fognatura comunale via della Roggia + infiltrazione



## **9. IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO**

### **9.1 ASSE PRINCIPALE**

Gli impianti di sollevamento sull'asse principale si trovano in corrispondenza degli impianti di trattamento delle acque meteoriche e naturalmente nei punti più depressi del tracciato.

Il tempo di ritorno che è stato assunto per il dimensionamento degli impianti di sollevamento dell'asse principale è stato ipotizzato pari a:

- TR 100 per i tratti in trincea profonda dove non si ha la possibilità di prevedere uno scarico di emergenza a gravità, senza garantire un adeguato franco di sicurezza di un metro rispetto alla piattaforma viaria.
- TR 25 per i tratti in trincea poco profonda o in rilevato dove si ha la possibilità di prevedere uno scarico di emergenza.

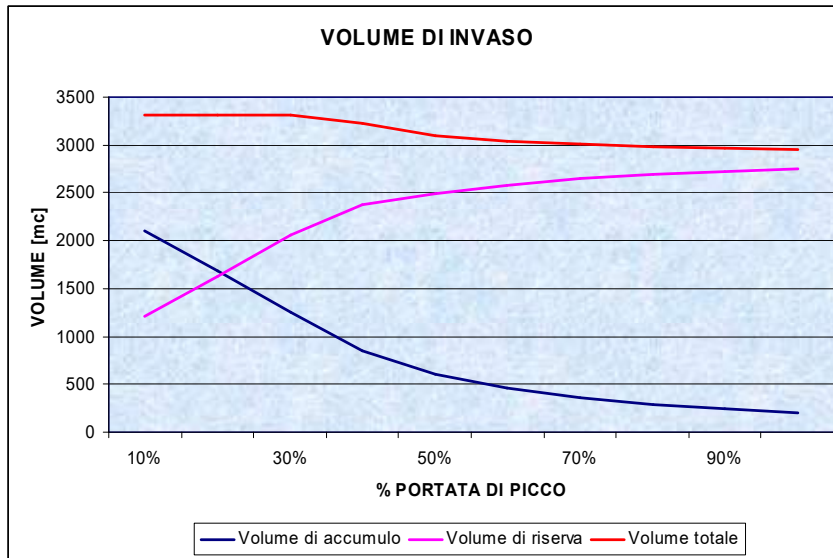
Il volume da assegnare alloco a vasca viene calcolato recependo quanto prescritto nel D.P.C.M. 16/05/2003; la vasca viene dimensionata in modo da garantire la piena transitabilità del tratto stradale nei 120 minuti successivi ad una eventuale avaria del sistema di sollevamento acque.

Si ipotizza che il volume di riserva sia quel volume che diventa necessario una volta terminato il volume utile al funzionamento delle pompe. Si ipotizza perciò che le due ore di fermo impianto partano una volta che scatta l'allarme di massimo invaso.

Tale ipotesi risulta essere plausibile in quanto l'impianto sarà dotato di molti dispositivi di sicurezza tra i quali:

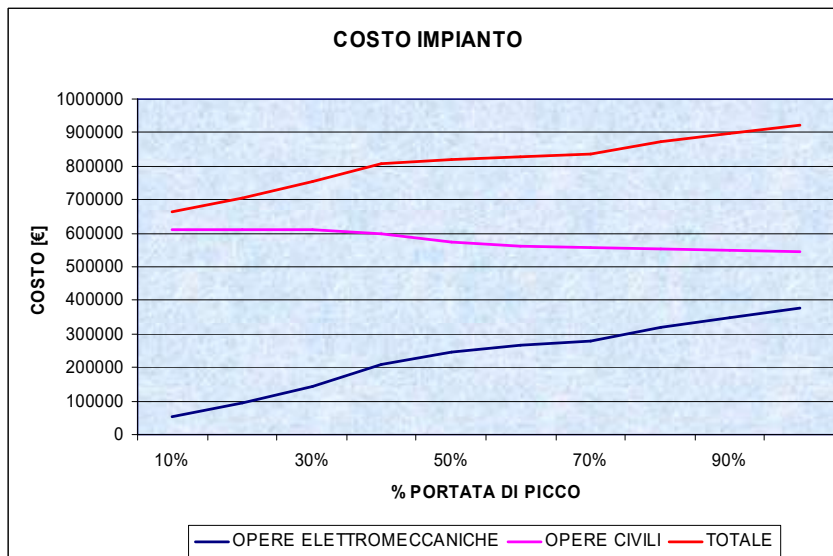
- gruppo elettrogeno
- impianto semaforico nei punti di corda molla della livelletta stradale
- sensoristica su ogni elettropompa che segnala i possibili guasti che possono portare ad un malfunzionamento della stessa

In questo caso il volume di riserva non è più un valore fisso ma varia anch'esso in funzione della portata in uscita dall'impianto. Si riporta di seguito un grafico che mette in luce tali variazioni per un tratto di strada significativo di 1 km.



Come si può vedere il volume di riserva tende a diminuire al crescere del volume utile. Questo è dovuto al fatto che maggiore è il volume utile maggiore è il tempo che ci impiega l'evento meteorico a raggiungere il livello di massimo invaso.

In questo caso il volume complessivo dell'impianto non varia molto in funzione della portata sollevata, quindi anche l'incidenza delle opere civili sul costo complessivo dell'impianto non varia molto della variazione della porta in uscita. Di seguito si riporta un grafico che evidenzia tale aspetto (esempio su 1 km di tratta a tre corsie).

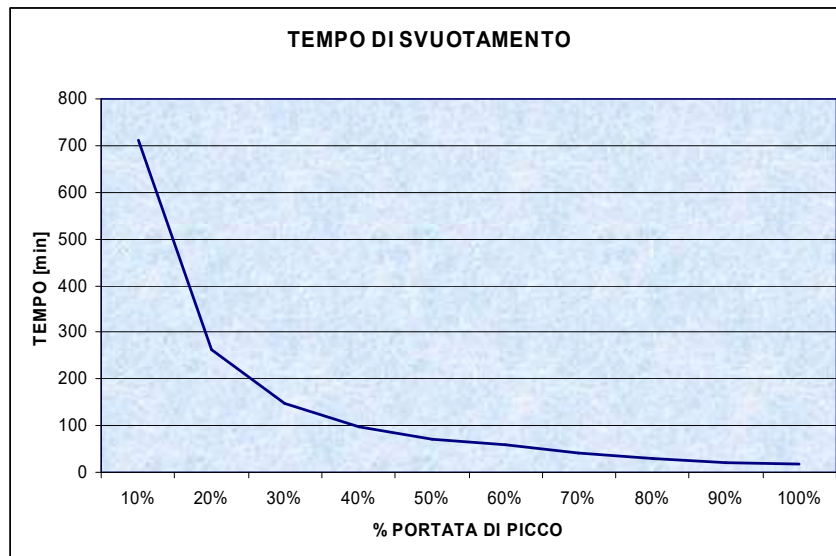


**PROGETTO ESECUTIVO**

Il grafico mette in luce come il costo complessivo dell'impianto con tale ipotesi dipenda più del costo delle opere elettromeccaniche che da quelle civili. Ovviamente quest'ultimo diminuisce al diminuire della potenza installata.

L'investimento iniziale è minimo utilizzando un impianto che sollevi circa il 10% della portata di picco.

A questo punto risulta interessante vedere qual è il tempo di svuotamento del volume utile, cioè quando l'evento critico di progetto cessa di essere pericoloso per l'impianto di sollevamento, diventa gestibile da quest'ultimo senza dover impiegare la piena potenza installata e svuota completamente il volume della vasca. Se ne riporta un grafico di esempio.



Il grafico mostra che al 10% della portata di progetto il tempo di svuotamento assume dei valori che risultano essere ancora accettabili sull'ordine delle 10-11 ore.

L'aleatorietà delle analisi statistiche, l'incertezza delle misure sui campioni di dati, la mutazione delle condizioni climatiche del territorio (ci stiamo sempre spostando verso un clima di tipo tropicale), e le possibili infiltrazioni non rilevabili, fa sì che anche lo studio effettuato fatto sui presupposti più cautelativi, possa fra 10-20 anni avere qualche problema. In questa fase si preferisce avere delle vasche con volumi importanti rispetto ad installare sollevamenti dimensionati sulla portata di picco, in quanto si dà la possibilità al gestore con un semplice intervento di sostituzione delle opere elettromeccaniche di far fronte all'eventuale insorgere di problemi localizzati.

Avendo in ogni caso uno scarico controllato e vincolato a 20 l/s ha, si è deciso di dimensionare l'impianto su questa portata, che risulta essere pari a circa il 20% della

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

portata di picco.

Il volume viene ricavato con la seguente formula:

$$V_{TOT} = V_{UTILE} + V_{RISERVA}$$

dove  $V_{UTILE} = S * h (D)$

S è pari alla superficie equivalente del bacino scolante

h (D) è l'altezza di pioggia cumulativa calcolata al tempo D.

D è la durata dell'evento necessaria perché vi sia l'equilibrio tra la portata in ingresso e la portata in uscita, è quindi il punto temporale dove vi è l'inversione, la vasca smette di riempirsi e inizia a svuotarsi.

$$V_{RISERVA} = S * [h (D+2h)-h(D)]$$

S è pari alla superficie equivalente del bacino scolante

h (D) è l'altezza di pioggia cumulativa calcolata al tempo D, che corrisponde al volume utile.

h (D+2h) è l'altezza di pioggia cumulativa complessiva calcolata al tempo D+2h

D+2h è la durata dell'evento critico che tiene conto di un fermo impianto di 2 h dovuta al mal funzionamento dell'impianto di sollevamento.

Il volume così ricavato sarà, nella maggior parte dei casi, in minima parte ricavato con vasche in cemento armate gettate in opera, mentre la maggior parte sarà ricavata con vasche aperte scavate a lato della piattaforma stradale. Qualora ci fossero problemi di falda o di spazi, il volume sarà ricavato interamente con vasche in cemento armato, posizionate al di sotto della sede stradale. Le vasche in CA saranno dotate di un sistema di pulizia automatizzato analogo a quello previsto per le vasche di accumulo delle acque di prima pioggia. A fine evento l'acqua di lavaggio, che può essere carica di inquinanti, verrà gradualmente inviata alla fognatura più vicina utilizzando il collettore di mandata degli

vasche di accumulo delle acque di prima pioggia.

A margine della presente relazione si riportano nel paragrafo 11.3 “Impianti di sollevamento” i dimensionamenti specifici delle vasche di sollevamento dell’asse principale presenti nella tratta in oggetto di studio.

## **9.2 OPERE CONNESSE E VIABILITÀ SECONDARIA**

### *9.2.1 Criteri dimensionamento della vasca di accumulo nei sottopassi*

In corrispondenza dei sottopassi previsti nelle viabilità secondarie, per lo smaltimento e allontanamento delle acque meteoriche di piattaforma, è previsto l’inserimento di una vasca di accumulo con impianto di sollevamento.

La vasca di accumulo viene posizionata nel punto più depresso. Le acque meteoriche accumulate all’interno della vasca verranno opportunamente sollevate ed inviate ai canali recettori. In questo caso non è previsto un impianto di trattamento

Il tempo di ritorno che è stato assunto per il dimensionamento degli impianti di sollevamento è pari in tutti i casi a 25 anni.

Il volume da assegnare alla vasca viene calcolato recependo quanto prescritto nel D.P.C.M. 16/05/2003; la vasca viene dimensionata in modo da garantire la piena transitabilità del tratto stradale nei 120 minuti successivi ad una eventuale avaria del sistema di sollevamento acque.

## **9.3 CRITERI GENERALI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI DI SOLLEVAMENTO**

Il motore elettrico, con cui è equipaggiata ogni pompa dell’impianto di sollevamento, durante l’avviamento può essere caratterizzato da una coppia non molto grande e da un assorbimento di corrente notevolmente elevato. È quindi necessario, per assicurare una lunga durata dei motori elettrici, che le pompe operino con un adeguato intervallo di tempo tra un avviamento ed il successivo, essendo il servizio da svolgere intermittente. Ciò da modo agli avvolgimenti di dissipare il calore prodotto dalla corrente di spunto. Il risultato si ottiene, oltre che con determinati accorgimenti costruttivi per le pompe, dimensionando opportunamente la capacità delle vasche di raccolta.

Il numero di avviamenti/ora varia normalmente tra 12 e 4 in dipendenza dal tipo di pompa

**PROGETTO ESECUTIVO**

e dalla sua potenza, diminuendo il numero di attacchi con l'aumentare della potenza. Nelle stazioni equipaggiate con più pompe sono possibili due sequenze di attacco-stacco delle pompe: una sequenza, chiamata "sequenza 1", prevede l'attacco di ogni pompa quando il livello dell'acqua raggiunga nella vasca una prefissata quota e il suo stacco quando il livello scenda fino a quello per il quale è previsto l'avviamento della pompa che opera al livello inferiore; l'altra, definita "sequenza 2", prevede ancora l'attacco di ogni pompa ad un prefissato livello, ma lo stacco avviene per tutte le pompe una volta che il livello sia disceso fino al minimo previsto nella vasca di raccolta. Le due sequenze di funzionamento sono rappresentate graficamente nella figura sottostante.

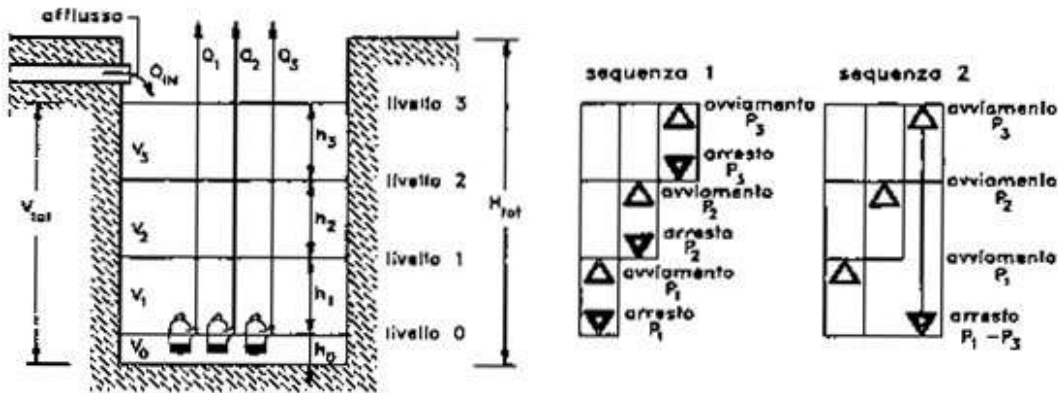


Figura - Schema di stazione di sollevamento con le possibili sequenze di funzionamento delle pompe (Tratto da "Fognature", Da Deppo-Datei, Seconda Edizione)

Per il progetto degli impianti di sollevamento da provvedere nella vasca di accumulo si è scelta la sequenza 2, la quale consente di assegnare il minor volume alla vasca.

Per non appesantire al di là del necessario la trattazione, ci si limita a riportare le relazioni che consentono di fissare i volumi nel caso di un impianto con un numero di qualsivoglia pompe uguali, che è la condizione che si verifica nella maggioranza delle applicazioni.

Nella figura sottostante sono riportati, in maniera adimensionale, i volumi richiesti con la sequenza 1 e 2 per un numero di pompe uguali variabile da 1 a 5 . Nell'asse delle ordinate è riportato il valore del rapporto :

$$\sum_{i=1}^k V_i / V_1$$

dove:

$$V_1 = Tc_1 \cdot \frac{Q_1}{4}$$

è il volume d'invaso afferente alla prima pompa che attacca, con Tc1 e Q1 pari rispettivamente al tempo di ciclo ed alla portata sollevata dalla stessa pompa. Vi è invece il volume di invaso afferente alla i-esima pompa. Una volta definito il numero di pompe che si intendono installare, ed utilizzando l'abaco della figura sottostante, il calcolo del volume da assegnare al locale pompe è immediato.

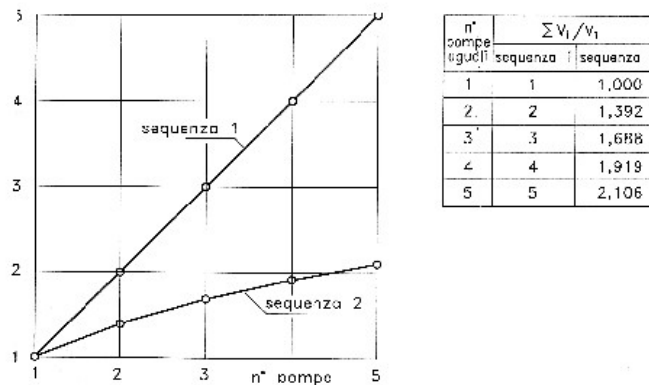


Figura – Abaco per l'assegnazione dei volumi utili utilizzando la sequenza di funzionamento 1 o 2 nel caso di pompe tutte uguali (Tratto da "Fognature", Da Deppo-Datei, Seconda Edizione)

Infatti tale volume sarà pari a:

$$V_{TOT} = \frac{\sum V_i}{V_1} \cdot V_1$$

dove il valore di  $\sum_{i=1}^k V_i/V_1$

si legge dall'abaco sopra riportato, a seconda della sequenza di funzionamento scelta.

Stabilita la massima portata che affluisce alla vasca di raccolta, e che da questa deve quindi essere allontanata per sollevamento, è da stabilire tra quante pompe sia opportuno dividere la portata stessa. A parità di portata sollevata, fra due possibili impianti, quello con il maggior numero di pompe risulta generalmente più costoso, col vantaggio, però, di avere una mandata più regolare e di poter corrispondere al fabbisogno in maniera più puntuale. Gli impianti devono inoltre essere provvisti di almeno una pompa di riserva con caratteristiche pari alla pompa che solleva la maggiore portata.

Una volta definita la portata da sollevare, per il dimensionamento delle pompe occorre

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

conoscere la prevalenza da superare.

E' noto che la prevalenza "DH" è definita dalla somma di due termini:

$$DH = DH_{geo} + DH_f$$

dove:  $DH_{geo}$  è il dislivello compreso tra la quota minima cui si trova l'acqua da sollevare (nella fattispecie la quota cui si trova il girante della pompa) e la quota massima che deve raggiungere l'acqua.

$DH_f$  sono le perdite di carico, divise in perdite di carico continue e localizzate

Il dislivello geodetico è dato dalla geometria del problema. Le perdite di carico si possono invece calcolare con le seguenti relazioni.

Per le perdite di carico continue si può usare una delle numerose formule presenti in letteratura, ad esempio la formula di Colebrook :

$$DH_{jc} = J \cdot L = (\beta_c \cdot Q^2 \cdot D^{-5}) \cdot L$$

dove :

L = lunghezza totale della tubazione

$\beta_c$  = valore della scabrezza della tubazione secondo Colebrook (da opportune tabelle)

Q = portata sollevata dalla pompa

D = diametro della tubazione

Le perdite localizzate si possono invece esprimere con la seguente relazione:

$$DH_{fl} = K \cdot \frac{v^2}{2g}$$

dove:

K : coefficiente numerico di perdita di carico (da Tabella 2.V)

---



v : velocità nella condotta

Tabella – Perdite di carico localizzate: valori del coefficiente K

Installazione	Coefficiente K
Gomito a 90°	0.75
Giunto a T	2.00
Valvola a saracinesca	0.25
Valvola di controllo	0.30

## **10. BIBLIOGRAFIA**

ANAS S.p.a (2003), Capitolato d'oneri per la redazione del progetto definitivo, Direzione Centrale Programmazione Progettazione

Edizioni Libreria Cortina (2000), Fognature Seconda Edizione, Luigi Da Deppo, Claudio Datei.

Edizioni Bios (1999), Le opere idrauliche nelle costruzioni stradali Seconda Edizione, Luigi Da Deppo, Claudio Datei

Hoepli (2001), Sistemi di fognatura – Manuale di progettazione, Centro Studi Deflussi Urbani.

Hoepli (2002), Depurazione Biologica – Teoria e processi Terza Edizione, Renato Vismara.

Hoepli (2000), Acquedotti – Guida alla progettazione, Valerio Milano.

Calderoni, Depurazione delle Acque, Luigi Masotti.

**PROGETTO ESECUTIVO**

**11. TABULATI DI CALCOLO**

**11.1 DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI**

**11.1.1 Asse principale**

TRATTA	PAR Z.	PROGR.	S imp	S per	S equ	i	tco r	TR	Q	MAT.	DN	B	H	HC	v	GR
M	V	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m/m]	[s]	[l/s]		[mm]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[%]
<b>IMPIANTO DI TRATTAMENTO TA01 - TRATTA B1</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	47,33	47,33	266		266	0,20%	18	TR25	111	PE	630			1,00	50%
A2	A3	50,15	97,48	2042		2308	0,20%	65	TR25	349	PE	800			1,31	71%
A3	A4	50,11	147,59	994		3302	0,25%	103	TR25	385	PE	800			1,46	70%
A4	A5	37,20	184,79	677		3979	0,25%	138	TR25	396	PE	800			1,46	72%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	46,54	46,54	219		219	0,20%	17	TR25	101	PE	630			0,98	47%
B2	B3	49,55	96,09	1315		1534	0,20%	64	TR25	247	PE	800			1,22	56%
B3	B4	49,70	145,79	654		2188	0,20%	105	TR25	267	PE	800			1,24	59%
B4	B5	51,72	197,51	649		2837	0,20%	145	TR25	287	PE	800			1,26	62%
<b>IMPIANTO DI TRATTAMENTO TA02 - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	46,83	46,83	196		196	0,22%	17	TR25	94	PE	500			0,98	64%
C2	C3	49,31	96,14	1298		1494	0,44%	65	TR25	241	PE	630			1,62	62%
C3	C4	49,31	145,45	665		2159	0,33%	95	TR25	276	PE	800			1,51	52%
C4	C5	45,56	191,01	600		2759	0,20%	128	TR25	298	PE	800			1,27	64%
C5	C6	50,40	241,41	603		3362	0,20%	163	TR25	315	PE	800			1,28	66%
C6	C7	50,19	291,60	609		3971	0,20%	203	TR25	329	PE	800			1,29	68%
C7	C8	26,36	317,96	315		4286	0,25%	241	TR25	324	PE	800			1,41	63%
C8	C9	30,74	348,70	367		4653	0,25%	260	TR25	336	PE	800			1,42	64%
C9	C10	43,14	391,84	524		5177	0,25%	282	TR25	356	PE	800			1,44	67%
C10	C11	50,35	442,19	608		5785	0,78%	312	TR25	375	PE	800			2,26	49%
C11	C12	50,35	492,54	615		6400	1,33%	334	TR25	397	PE	800			2,81	43%
C12	C13	49,99	542,53	620		7020	1,93%	352	TR25	420	PE	800			3,28	41%
C13	C14	50,74	593,27	627		7647	2,53%	367	TR25	445	PE	800			3,67	39%
C14	C15	44,79	638,06	605		8252	3,13%	381	TR25	469	PE	800			4,02	38%
C15	C16	49,33	687,39	665		8917	3,19%	392	TR25	496	PE	800			4,12	39%
C16	C17	63,31	750,70	842		9759	2,74%	404	TR25	531	PE	800			3,96	42%
C17	C18	21,80	772,50			9759	2,29%	420	TR25	521	PE	800			3,68	43%
C18	C19	39,09	811,59	323		10082	0,50%	426	TR25	533	PE	800			2,05	69%
C19	C20	33,98	845,57			10082	0,50%	445	TR25	522	PE	800			2,05	68%
C20	C21	45,93	891,50			10082	0,50%	462	TR25	512	PE	800			2,04	67%
C21	C22	13,54	905,04			10082	2,18%	484	TR25	500	PE	800			3,58	43%
C22	D21	12,92	917,96			10082	2,60%	488	TR25	498	PE	800			3,83	41%
<b>RAMO D</b>																
D1	D2	47,90	47,90	259		259	0,42%	18	TR25	109	PE	500			1,31	57%
D2	D3	50,16	98,06	1805		2064	0,64%	54	TR25	344	PE	630			2,01	70%
D3	D4	50,15	148,21	946		3010	0,47%	79	TR25	403	PE	800			1,90	59%
D4	D5	50,15	198,36	943		3953	0,20%	106	TR25	448	PE	1000			1,41	56%
D5	D6	50,15	248,51	938		4891	0,20%	141	TR25	472	PE	1000			1,43	58%
D6	D7	50,14	298,65	942		5833	0,20%	176	TR25	498	PE	1000			1,45	60%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

D7	D8	45,93	344,58	874		6707	0,28%	211	TR25	518	PE	1000				1,67	55%
D8	D9	54,35	398,93	983		7915	0,53%	238	TR25	569	PE	1000				2,18	48%
D9	D10	50,14	449,07	906		8821	1,12%	263	TR25	599	PE	1000				2,93	41%
D10	D11	50,13	499,20	849		9670	1,70%	280	TR25	632	PE	1000				3,45	38%
D11	D12	50,15	549,35	849		10519	2,28%	295	TR25	667	PE	1000				3,89	36%
D12	D13	50,15	599,50	851		11370	2,86%	308	TR25	702	PE	1000				4,29	35%
D13	D14	50,15	649,65	848		12218	3,24%	319	TR25	737	PE	1000				4,55	35%
D14	D15	50,16	699,81	848		13066	2,88%	330	TR25	772	PE	1000				4,41	36%
D15	D16	38,06	737,87	639		13705	2,53%	342	TR25	794	PE	1000				4,25	38%
D16	D17	25,90	763,77	488		14193	2,51%	351	TR25	810	PE	1000				4,26	39%
D17	D18	22,17	785,94			14193	1,00%	357	TR25	803	PE	1000				3,01	49%
D18	D19	39,04	824,98	696		14889	0,50%	364	TR25	832	PE	1000				2,32	62%
D19	D20	49,96	874,94	815		15704	0,50%	381	TR25	855	PE	1000				2,33	63%
D20	D21	42,88	917,82	738		16442	2,42%	402	TR25	869	PE	1000				4,28	41%
D21	D22	56,78	974,60	1202		27726	2,20%	412	TR25	1420	PE	1000				4,65	54%
D22	D23	49,70	1024,30	946		28672	1,88%	425	TR25	1445	PE	1000				4,39	58%
D23	D24	28,70	1053,00	547		29219	1,52%	436	TR25	1451	PE	1000				4,04	62%
D24	G6	11,22	1064,22	0		29219	3,57%	443	TR25	1439	PE	1000				5,60	48%
<b>RAMO E</b>																	
E1	D8	14,01	14,01	225		225	1,93%	300	TR25	53	PE	400				1,94	35%
<b>RAMO F</b>																	
F1	F2	34,25	34,25			0	1,25%	300	TR25	40	PE	315				1,54	47%
F2	F3	49,76	84,01			0	1,68%	322	TR25	40	PE	315				1,72	44%
F3	F4	49,75	133,76			0	2,23%	351	TR25	40	PE	315				1,92	41%
F4	F5	49,85	183,61			0	2,57%	377	TR25	40	PE	315				2,03	39%
F5	F6	49,89	233,50			0	3,44%	402	TR25	40	PE	315				2,25	36%
F6	F7	49,77	283,27			0	2,94%	424	TR25	40	PE	315				2,12	38%
F7	F8	29,90	313,17			0	2,82%	447	TR25	40	PE	315				2,10	38%
F8	D16	12,84	326,01			0	5,42%	461	TR25	40	PE	315				2,67	33%
<b>RAMO G</b>																	
G1	G2	49,82	49,82	195		195	3,08%	25	TR25	83	PE	315				2,59	56%
G2	G3	49,39	99,21	1308		1503	2,67%	45	TR25	286	PE	500				3,34	58%
G3	G4	49,03	148,24	790		2293	2,15%	60	TR25	362	PE	630				3,29	49%
G4	G5	49,04	197,28	628		2921	1,78%	74	TR25	404	PE	630				3,13	56%
G5	G6	28,26	225,54	363		3284	1,62%	90	TR25	409	PE	630				3,02	58%
G6	G7	70,81	296,35			32503	1,36%	443	TR25	1596	PE	MANZONI	1,5 0	0,8 0	0,5 5	1,94	69%
G7	G8	48,06	344,41	623		33126	1,03%	480	TR25	1560	PE	1200				3,57	54%
G8	G9	24,49	368,90	323		33449	0,86%	493	TR25	1552	PE	1200				3,34	57%
G9	G10	49,12	418,02			34769	0,68%	500	TR25	1600	CA	MIRABEL LO	1,5 0	1,0 0	0,6 0	1,78	60%
G10	G11	48,89	466,91			34769	0,30%	528	TR25	1555	CA	MIRABEL LO	1,5 0	1,0 0	0,6 5	1,60	65%
G11	G12	49,35	516,26			34769	0,30%	559	TR25	1510	CA	MIRABEL LO	1,5 0	1,0 0	0,6 5	1,55	65%
G12	G13	49,32	565,58			34769	0,30%	591	TR25	1467	CA	MIRABEL LO	1,5 0	1,0 0	0,6 5	1,50	65%
G13	G14	67,74	633,32	814		35583	0,20%	623	TR25	1459	PE	1200S				1,88	67%
G14	G15	50,04	683,36	561		36144	0,20%	659	TR25	1439	PE	1200S				1,88	66%
G15	G16	35,00	718,36	392		36536	0,20%	686	TR25	1424	PE	1200S				1,88	65%
G16	G17	46,63	764,99	521		37057	0,20%	705	TR25	1424	PE	1200S				1,88	65%
G17	G18	49,92	814,91	560		37617	0,20%	729	TR25	1419	PE	1200S				1,87	65%
G18	G19	24,99	839,90	280		37897	0,20%	756	TR25	1403	PE	1200S				1,87	65%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

G19	TA02	10,00	849,90			42686	0,20%	769	TR25	1560	PE	1200S				1,90	70%
<b>RAMO H</b>																	
H1	H2	48,70	48,70	296		296	1,09%	19	TR25	117	PE	500				1,92	45%
H2	H3	24,72	73,42	569		865	0,96%	44	TR25	183	PE	500				2,04	60%
H3	G9	11,15	84,57	455		1320	5,29%	56	TR25	231	PE	500				4,11	42%
<b>RAMO J</b>																	
J1	J2	15,16	15,16			0	0,97%	300	TR25	40	PE	400				1,40	36%
J2	H3	13,36	28,52			0	3,21%	311	TR25	40	PE	400				2,15	27%
<b>RAMO K</b>																	
K1	K2	51,03	51,03	273		273	0,34%	23	TR25	104	PE	500				1,19	59%
K2	K3	49,98	101,01	874		1147	0,48%	65	TR25	193	PE	630				1,60	53%
K3	K4	49,99	151,00	837		1984	0,64%	97	TR25	255	PE	630				1,90	58%
K4	K5	49,98	200,98	207		2191	0,78%	123	TR25	249	PE	630				2,04	53%
K5	K6	50,00	250,98	212		2403	0,93%	147	TR25	248	PE	630				2,18	51%
K6	K7	24,97	275,95	217		2620	1,03%	170	TR25	249	PE	630				2,28	49%
K7	G19	11,93	287,88	111		4789	0,98%	181	TR25	410	PE	630				2,48	68%
<b>RAMO L</b>																	
L1	L2	50,00	50,00	251		251	0,86%	29	TR25	92	PE	400				1,64	59%
L2	L3	37,40	87,40	687		938	0,88%	60	TR25	172	PE	500				1,94	60%
L3	L4	45,00	132,40	419		1357	1,01%	79	TR25	204	PE	500				2,12	64%
L4	L5	17,58	149,98	504		1861	1,07%	100	TR25	238	PE	500				2,23	70%
L5	K7	12,18	162,16	197		2058	0,20%	108	TR25	250	PE	800				1,22	57%
<b>IMPIANTO DI TRATTAMENTO TA03 - TRATTA B2</b>																	
<b>RAMO A</b>																	
A0	A1	25,01	25,01	203		203	1,09%	22	TR25	88	PE	400				1,78	53%
A1	A2	33,44	58,45	553		756	1,09%	36	TR25	178	PE	500				2,12	57%
A2	A3	50,03	108,48	599		1355	1,09%	52	TR25	244	PE	500				2,26	71%
A3	A4	50,04	158,52	631		1986	1,09%	74	TR25	288	PE	630				2,40	53%
A4	A5	50,00	208,52	642		2628	1,09%	95	TR25	327	PE	630				2,47	57%
A5	A6	50,00	258,52	635		3263	1,09%	115	TR25	361	PE	630				2,53	60%
A6	A7	38,13	296,65	459		3722	1,09%	135	TR25	377	PE	630				2,55	62%
A7	A8	37,20	333,85	522		4244	1,09%	150	TR25	403	PE	630				2,58	65%
A8	A9	37,09	370,94			4244	5,13%	165	TR25	386	PE	630				4,63	41%
A9	A10	12,72	383,66			4244	5,13%	173	TR25	377	PE	630				4,61	40%
A10	A11	29,40	413,06	566		5425	1,14%	175	TR25	467	PE	630				2,70	71%
A11	A12	50,17	463,23	962		6387	1,22%	186	TR25	527	PE	800				2,92	52%
A12	A13	58,11	521,34	1230		7617	1,20%	203	TR25	594	PE	800				2,97	56%
A13	A14	2,01	523,35			14949	0,94%	223	TR25	1074	PE	1000				3,14	60%
A14	A15	30,30	553,65	521		15470	0,94%	224	TR25	1109	PE	1000				3,17	61%
A15	A16	25,48	579,13	430		15900	0,94%	233	TR25	1114	PE	1000				3,17	61%
A16	A17	10,34	589,47			15900	0,94%	241	TR25	1095	PE	1000				3,16	60%
A17	A18	37,78	627,25			15900	0,37%	245	TR25	1087	CA	MONTEG RAPPÀ	1,20	0,80	0,60	1,51	75%
A18	A19	50,88	678,13			15900	0,37%	270	TR25	1034	CA	MONTEG RAPPÀ	1,20	0,80	0,60	1,44	75%
A19	A20	49,98	728,11			15900	1,70%	305	TR25	970	CA	MONTEG RAPPÀ	1,20	0,80	0,60	1,35	75%
A20	A21	49,05	777,16			15900	1,70%	342	TR25	915	CA	MONTEG RAPPÀ	1,20	0,80	0,40	1,91	50%
A21	A22	39,05	816,21			15900	1,54%	368	TR25	881	CA	MONTEG RAPPÀ	1,20	0,80	0,35	2,10	44%
A22	A23	57,06	873,27	864		16765	0,35%	386	TR25	904	PE	1000				2,02	75%
A23	A24	47,97	921,24	680		17445	0,35%	415	TR25	905	PE	1000				2,02	75%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

A24	A25	47,96	969,20	747		18192	1,18%	438	TR25	916	PE	1000				3,31	51%
A25	A26	48,03	1017,23	676		18868	0,92%	453	TR25	933	PE	1000				3,02	55%
A26	A27	55,23	1072,46	784		19652	0,92%	469	TR25	953	PE	1000				3,03	56%
A27	A28	37,94	1110,40			23127	0,82%	487	TR25	1093	CA	LENTATE	1,5 0	0,8 0	0,4 5	1,62	56%
A28	A29	53,14	1163,54			23127	0,64%	511	TR25	1066	CA	LENTATE	1,5 0	0,8 0	0,4 5	1,58	56%
A29	A30	12,81	1176,35			23127	0,97%	544	TR25	1032	PE	1200				3,16	44%
A30	A31	51,23	1227,58	975		24102	0,97%	548	TR25	1070	PE	1200				3,18	45%
A31	A32	50,19	1277,77	919		25021	0,97%	564	TR25	1092	PE	1200				3,20	45%
A32	A33	50,24	1328,01	1030		26051	2,86%	580	TR25	1120	PE	1200				4,82	35%
A33	A34	40,37	1368,38	851		26902	2,86%	590	TR25	1144	PE	1200				4,85	35%
A34	A35	60,04	1428,42	1172		28074	2,40%	599	TR25	1184	PE	1200				4,59	37%
A35	A36	16,15	1444,57			28074	2,86%	612	TR25	1171	PE	1200				4,88	35%
A36	A37	37,92	1482,49			35609	1,20%	615	TR25	1470	CA	COLOMBO	1,5 0	0,8 0	0,4 5	2,18	56%
A37	A38	49,28	1531,77			35609	1,00%	633	TR25	1449	CA	COLOMBO	1,5 0	0,8 0	0,5 0	1,93	63%
A38	A39	49,61	1581,38			35609	0,80%	658	TR25	1419	CA	COLOMBO	1,5 0	0,8 0	0,5 5	1,72	69%
A39	A40	50,29	1631,67			35609	0,20%	687	TR25	1388	CA	COLOMBO	1,5 0	0,9 4	0,7 0	1,32	74%
A40	A41	44,60	1676,27			35609	0,20%	725	TR25	1350	CA	COLOMBO	1,5 0	0,9 4	0,7 0	1,29	74%
A41	A42	33,52	1709,79	596		36205	0,20%	760	TR25	1339	PE	1200s				1,85	63%
A42	A43	33,51	1743,30	499		36704	0,20%	778	TR25	1340	PE	1200s				1,85	63%
A43	A44	24,22	1767,52			42263	0,20%	796	TR25	1518	PE	1200s				1,90	68%
A44	TA03	8,12	1775,64			71977	0,46%	809	TR25	2536	PE	1200s				2,92	74%
<b>RAMO B</b>																	
B0	B1	27,40	27,40	203		203	1,12%	22	TR25	88	PE	400				1,80	53%
B1	B2	45,00	72,40	850		1052	1,12%	37	TR25	229	PE	500				2,26	67%
B2	B3	45,00	117,40	658		1710	1,12%	57	TR25	285	PE	630				2,42	52%
B3	B4	44,96	162,36	653		2363	1,12%	76	TR25	331	PE	630				2,50	57%
B4	B5	45,00	207,36	654		3017	1,12%	94	TR25	372	PE	630				2,57	61%
B5	B6	45,00	252,36	656		3673	1,12%	111	TR25	409	PE	630				2,62	65%
B6	B7	55,92	308,28	812		4485	1,12%	129	TR25	457	PE	630				2,67	70%
B7	B8	35,92	344,20	487		4972	1,38%	150	TR25	466	PE	630				2,92	66%
B8	B9	30,62	374,82	381		5353	1,38%	162	TR25	480	PE	630				2,94	68%
B9	B10	49,52	424,34	681		6034	1,38%	172	TR25	519	PE	630				2,97	72%
B10	B11	49,26	473,60	808		6842	1,38%	189	TR25	557	PE	800				3,10	52%
B11	B12	32,41	506,01	490		7332	1,38%	205	TR25	571	PE	800				3,11	52%
B12	A13	12,44	518,45			7332	0,50%	215	TR25	557	PE	800				2,07	72%
<b>RAMO C</b>																	
C1	C2	25,78	25,78	270		270	1,08%	17	TR25	114	PE	500				1,90	44%
C2	C3	49,39	75,17	1181		1451	1,13%	31	TR25	330	PE	630				2,50	57%
C3	C4	49,42	124,59	951		2402	1,06%	51	TR25	408	PE	630				2,56	66%
C4	C5	56,40	180,99	1074		3476	1,07%	70	TR25	488	PE	800				2,72	52%
C5	A27	12,30	193,29			3476	3,17%	91	TR25	430	PE	800				3,95	36%
<b>RAMO D</b>																	
D1	D2	50,80	50,80	248		248	2,42%	26	TR25	94	PE	400				2,45	44%
D2	D3	49,44	100,24	1083		1330	2,75%	47	TR25	253	PE	500				3,28	53%
D3	D4	49,20	149,44	631		1961	2,94%	62	TR25	310	PE	500				3,53	59%
D4	D5	49,17	198,61	623		2584	2,96%	76	TR25	359	PE	500				3,65	65%
D5	E7	9,94	208,55			2584	0,55%	89	TR25	332	PE	630				1,88	72%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

RAMO E																
E1	E2	25,48	25,48	120		120	5,00%	15	TR25	75	PE	400			3,03	33%
E2	E3	48,47	73,95	763		883	8,00%	24	TR25	242	PE	400			4,84	54%
E3	E4	45,38	119,33	715		1598	6,00%	34	TR25	343	PE	500			4,76	51%
E4	E5	48,51	167,84	837		2435	6,00%	43	TR25	445	PE	500			5,05	59%
E5	E6	47,86	215,70	813		3248	6,00%	53	TR25	525	PE	500			5,22	66%
E6	E7	49,64	265,34	680		3928	6,00%	62	TR25	579	PE	500			5,31	71%
E7	A36	47,14	312,48	1022		7534	1,72%	72	TR25	999	PE	800			3,82	70%
RAMO F																
F1	F2	29,63	29,63	210		210	0,50%	24	TR25	88	PE	500			1,33	48%
F2	A44	33,48	63,11	801		1011	1,00%	47	TR25	202	PE	500			2,11	64%
RAMO G																
G1	G2	27,00	27,00	300		4306	0,20%	385	TR25	262	ACCIAIO	700			1,24	56%
G2	G3	22,95	49,95	741		5047	0,20%	407	TR25	293	PE	800			1,27	63%
G3	G4	37,60	87,55	906		5953	0,20%	425	TR25	332	ACCIAIO	700			1,30	65%
G4	G5	52,29	139,84	1184		7137	0,20%	454	TR25	377	PE	1000			1,36	51%
G5	G6	47,86	187,70	1119		8256	0,20%	492	TR25	414	PE	1000			1,39	53%
G6	G7	49,98	237,68	1191		9447	0,20%	527	TR25	452	PE	1000			1,42	56%
G7	G8	29,20	266,88	761		10208	0,15%	562	TR25	470	ACCIAIO	800			1,26	71%
G8	G9	41,68	308,56	452		10660	0,15%	585	TR25	480	PE	1000			1,28	64%
G9	G10	49,85	358,41	472		11132	0,15%	617	TR25	486	PE	1000			1,29	65%
G10	G11	50,02	408,43	496		11628	0,15%	656	TR25	491	PE	1000			1,29	65%
G11	G12	50,07	458,50	575		12203	2,00%	695	TR25	499	PE	1000			3,45	32%
G12	G13	50,22	508,72	766		12969	1,50%	709	TR25	523	PE	1000			3,13	35%
G13	K6	20,14	528,86			15180	0,50%	725	TR25	598	PE	1000			2,16	51%
RAMO H																
H1	H2	31,91	31,91	158		158	0,20%	24	TR25	76	PE	500			0,91	57%
H2	H3	50,00	81,91	733		890	2,28%	59	TR25	165	PE	500			2,75	44%
H3	H4	50,95	132,86	411		1301	2,28%	78	TR25	198	PE	500			2,89	49%
H4	H5	50,65	183,51	408		1709	1,50%	95	TR25	227	PE	500			2,54	60%
H5	G13	50,45	233,96	502		2211	0,50%	115	TR25	258	PE	630			1,73	63%
RAMO J																
J1	J2	50,00	50,00	248		248	0,37%	33	TR25	87	PE	400			1,15	77%
J2	J3	50,00	100,00	1165		1412	0,75%	77	TR25	213	PE	500			1,89	73%
J3	J4	50,00	150,00	640		2052	1,31%	103	TR25	254	PE	500			2,45	68%
J4	J5	50,00	200,00	631		2683	1,90%	124	TR25	295	PE	500			2,94	66%
J5	J6	50,00	250,00	619		3302	2,44%	141	TR25	332	PE	500			3,33	66%
J6	J7	50,00	300,00	640		3942	2,58%	156	TR25	371	PE	500			3,47	70%
J7	J8	50,00	350,00	642		4584	2,46%	170	TR25	407	PE	630			3,56	51%
J8	J9	37,50	387,50	470		5054	1,99%	184	TR25	427	PE	630			3,31	56%
J9	A43	37,54	425,04	505		5559	0,50%	196	TR25	453	PE	800			1,99	62%
RAMO K																
K1	K2	49,70	49,70	215		215	0,20%	34	TR25	81	PE	500			0,92	59%
K2	K3	50,00	99,70	1108		7951	0,30%	87	TR25	948	PE	1200			1,98	58%
K3	K4	50,00	149,70	757		8708	0,35%	113	TR25	909	PE	1200			2,08	54%
K4	K5	50,00	199,70	856		9564	1,21%	137	TR25	900	PE	1200			3,33	39%
K5	K6	25,00	224,70	450		10014	1,65%	152	TR25	892	PE	1200			3,71	35%
K6	K7	50,00	274,70	775		25969	2,08%	158	TR25	2198	PE	1200			5,07	54%
K7	K8	50,00	324,70	768		26737	2,53%	168	TR25	2191	PE	1200			5,48	51%
K8	K9	50,00	374,70	613		27350	2,39%	177	TR25	2179	PE	1200			5,34	52%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

K9	K10	50,00	424,70	665		28015	1,88%	187	TR25	2171	PE	1200				4,87	55%
K10	A44	50,00	474,70	688		28703	1,38%	197	TR25	2162	PE	1200				4,32	61%
<b>RAMO I</b>																	
I1	I2	42,61	42,61	308		308	0,14%	19	TR25	119	ACCIAIO	600				0,89	50%
I2	I3	49,59	92,20	1866		2173	0,14%	67	TR25	326	PE	1000				1,15	52%
I3	I4	49,61	141,81	1018		3191	0,15%	111	TR25	362	PE	1000				1,21	53%
I4	I5	49,58	191,39	1013		4204	0,15%	151	TR25	398	PE	1000				1,24	57%
I5	I6	38,26	229,65	785		4989	0,10%	191	TR25	415	PE	1000				1,07	66%
I6	I7	28,46	258,11	555		5544	0,10%	227	TR25	420	ACCIAIO	900				1,08	61%
I7	I8	57,36	315,47	920		6464	0,12%	254	TR25	457	PE	1000				1,16	67%
I8	K2	11,04	326,51	165		6629	3,33%	303	TR25	429	PE	1000				3,93	26%
<b>RAMO L</b>																	
L1	L2	50,93	50,93			0	1,85%	300	TR25	40	PE	400				1,79	31%
L2	L3	51,46	102,39			0	2,76%	328	TR25	40	PE	400				2,05	28%
L3	L4	41,42	143,81			0	2,59%	354	TR25	40	PE	400				2,01	28%
L4	A34	14,33	158,14			0	5,26%	374	TR25	40	PE	400				2,54	23%
<b>RAMO M</b>																	
M1	A10	20,66	20,66	615		615	1,00%	27	TR25	171	PE	500				2,03	57%
<b>RAMO N</b>																	
N1	N2	51,42	51,42			0	1,13%	300	TR25	40	PE	315				1,49	49%
N2	N3	13,23	64,65			0	0,96%	335	TR25	40	PE	315				1,40	51%
N3	N4	26,07	90,72			0	1,18%	344	TR25	40	PE	315				1,51	48%
N4	A17	10,34	101,06			0	0,50%	361	TR25	40	PE	400				1,09	43%
<b>RAMO O</b>																	
O1	O2	29,30	29,30	297		297	0,10%	120	TR25	69	PE	630				0,68	46%
O2	O3	49,71	79,01	893		1190	0,10%	163	TR25	138	PE	630				0,80	71%
O3	O4	59,55	138,56	1108		2298	0,10%	225	TR25	198	PE	800				0,89	61%
O4	O5	28,01	166,57	921		3219	0,10%	292	TR25	233	ACCIAIO	700				0,92	64%
O5	O6	31,29	197,86	557		3776	0,10%	322	TR25	254	PE	800				0,93	73%
O6	G1	6,32	204,18	230		4006	0,10%	356	TR25	256	ACCIAIO	700				0,94	69%
<b>IMPIANTO DI TRATTAMENTO TA05 - TRATTA B2</b>																	
<b>RAMO A</b>																	
A1	A2	30,50	30,50	305		305	0,20%	19	TR25	119	ACCIAIO	600				1,02	45%
A2	A3	27,96	58,46	1030		1334	0,20%	49	TR25	248	PE	800				1,22	57%
A3	A4	27,50	85,96	566		1900	0,20%	72	TR25	281	PE	800				1,26	61%
A4	A5	49,77	135,73	962		2862	0,20%	94	TR25	355	PE	800				1,31	72%
A5	A6	24,96	160,69	453		3315	0,20%	132	TR25	344	PE	800				1,30	70%
A6	A7	14,88	175,57			3315	0,20%	151	TR25	323	PE	800				1,29	67%
A7	A8	53,65	229,22	866		4181	0,20%	162	TR25	383	PE	1000				1,37	51%
A8	A9	15,35	244,57	183		4364	0,20%	202	TR25	359	ACCIAIO	800				1,34	54%
A9	A10	34,04	278,61	519		4883	0,20%	213	TR25	386	PE	1000				1,37	51%
A10	A11	49,99	328,60	632		5515	0,20%	238	TR25	408	PE	1000				1,39	53%
A11	A12	49,99	378,59	641		6156	0,20%	274	TR25	421	PE	1000				1,39	54%
A12	A13	65,30	443,89	936		7092	0,20%	310	TR25	451	PE	1000				1,42	56%
A13	A14	20,76	464,65	276		7368	0,20%	356	TR25	437	ACCIAIO	800				1,40	61%
A14	A15	41,93	506,58	654		8022	0,20%	371	TR25	463	PE	1000				1,43	57%
A15	A16	49,99	556,57	780		8802	0,20%	400	TR25	485	PE	1000				1,44	59%
A16	A17	50,00	606,57	772		9574	0,20%	435	TR25	503	PE	1000				1,45	60%
A17	A18	58,06	664,63	916		10490	0,20%	469	TR25	527	PE	1000				1,47	62%
A18	A19	46,41	711,04	954		11444	0,20%	509	TR25	549	ACCIAIO	800				1,46	72%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

A19	A20	22,15	733,19	274		11718	0,20%	541	TR25	544	PE	1000				1,48	63%
A20	A21	23,41	756,60	273		11991	0,46%	556	TR25	549	PE	1000				2,05	50%
A21	A22	49,79	806,39	658		12649	1,05%	567	TR25	571	PE	1000				2,81	41%
A22	A23	49,15	855,54	713		13362	1,36%	585	TR25	591	PE	1000				3,12	39%
A23	A24	48,55	904,09	785		14147	1,69%	601	TR25	616	PE	1000				3,42	37%
A24	A25	48,05	952,14	786		14933	1,77%	615	TR25	640	PE	1000				3,51	38%
A25	A26	24,01	976,15	353		15286	1,92%	628	TR25	647	PE	1000				3,63	37%
A26	A27	32,59	1008,74	607		15893	2,34%	635	TR25	667	ACCIAIO	800				3,95	39%
A27	A28	2,80	1011,54			15893	2,00%	643	TR25	663	PE	1000				3,71	37%
A28	A29	35,80	1047,34	561		16454	2,83%	644	TR25	685	PE	1000				4,25	34%
A29	A30	50,81	1098,15	967		17421	2,26%	652	TR25	718	PE	1000				3,96	37%
A30	A31	48,15	1146,30	390		17811	1,96%	665	TR25	726	PE	1000				3,78	39%
A31	A32	36,26	1182,56	324		18135	2,16%	678	TR25	731	PE	1000				3,92	38%
A32	A33	37,34	1219,90	396		18531	1,76%	687	TR25	741	PE	1000				3,65	41%
A33	A34	41,96	1261,86	448		18979	1,19%	697	TR25	753	PE	1000				3,16	45%
A34	A35	31,44	1293,30	337		19316	0,53%	711	TR25	758	PE	1000				2,33	57%
A35	A36	44,01	1337,31	239		19555	0,29%	724	TR25	760	PE	1000				1,84	70%
A36	A37	19,91	1357,22	225		19780	0,30%	748	TR25	755	PE	1000				1,85	69%
A37	A38	23,36	1380,58	518		20298	0,30%	759	TR25	768	PE	1000				1,86	70%
A38	A39	11,87	1392,45			23026	2,12%	772	TR25	859	PE	1000				4,05	42%
A39	B37	8,50	1400,95	158		25152	0,98%	774	TR25	933	PE	1000				3,09	54%
<b>RAMO B</b>																	
B1	B2	58,62	58,62	1110		1110	0,20%	29	TR25	270	PE	800				1,25	60%
B2	B3	50,00	108,62	939		2049	0,20%	76	TR25	293	PE	800				1,27	63%
B3	B4	50,06	158,68	875		2924	0,20%	115	TR25	328	PE	800				1,29	68%
B4	B5	25,03	183,71	395		3319	0,20%	154	TR25	320	PE	800				1,29	67%
B5	B6	10,83	194,54	166		3485	0,20%	173	TR25	316	PE	800				1,28	66%
B6	B7	23,89	218,43	323		3808	0,20%	182	TR25	334	ACCIAIO	700				1,31	65%
B7	B8	18,26	236,69	278		4086	0,20%	200	TR25	340	PE	800				1,30	70%
B8	B9	50,01	286,70	739		4825	0,20%	214	TR25	381	PE	1000				1,37	51%
B9	B10	50,01	336,71	623		5448	0,20%	251	TR25	394	PE	1000				1,37	52%
B10	B11	50,00	386,71	626		6074	0,20%	287	TR25	407	PE	1000				1,38	53%
B11	B12	24,95	411,66	312		6386	0,20%	323	TR25	402	PE	1000				1,38	53%
B12	B13	14,08	425,74			6386	0,20%	341	TR25	392	PE	1000				1,37	52%
B13	B14	18,84	444,58	252		6638	0,20%	352	TR25	400	PE	1000				1,38	52%
B14	B15	45,32	489,90	758		7396	0,20%	365	TR25	433	ACCIAIO	800				1,40	61%
B15	B16	35,87	525,77	566		7962	0,28%	398	TR25	444	PE	1000				1,62	50%
B16	B17	50,04	575,81	785		8747	0,56%	420	TR25	471	PE	1000				2,11	43%
B17	B18	50,11	625,92	1042		9789	1,01%	444	TR25	508	PE	1000				2,69	39%
B18	B19	50,18	676,10	1124		10913	1,37%	462	TR25	551	PE	1000				3,07	37%
B19	B20	50,23	726,33	1144		12057	1,59%	479	TR25	594	PE	1000				3,31	37%
B20	B21	18,04	744,37	392		12449	1,85%	494	TR25	602	PE	1000				3,51	36%
B21	B22	28,81	773,18	701		13150	1,92%	499	TR25	631	ACCIAIO	800				3,63	40%
B22	B23	53,64	826,82	971		14121	2,31%	507	TR25	669	PE	1000				3,91	36%
B23	B24	50,23	877,05	833		14954	2,57%	520	TR25	697	PE	1000				4,12	36%
B24	B25	50,23	927,28	830		16921	2,54%	533	TR25	774	PE	1000				4,22	38%
B25	B26	50,23	977,51	830		17751	2,06%	545	TR25	801	PE	1000				3,95	41%
B26	B27	50,23	1027,74	848		18599	1,54%	557	TR25	828	PE	1000				3,56	44%
B27	B28	50,21	1077,95	947		19546	1,02%	571	TR25	857	PE	1000				3,08	51%
B28	B29	50,16	1128,11	442		19988	0,50%	588	TR25	863	PE	1000				2,34	63%



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

B29	B30	11,35	1139,46			19988	1,60%	609	TR25	847	PE	1000				3,63	45%
B30	B31	49,64	1189,10	687		23475	0,44%	612	TR25	985	PE	1000				2,27	73%
B31	B32	49,95	1239,05	631		49258	0,44%	634	TR25	1986	PE	1200S				2,75	63%
B32	B33	50,00	1289,05	632		49890	0,44%	652	TR25	1981	PE	1200S				2,75	63%
B33	B34	6,91	1295,96	266		50156	0,44%	671	TR25	1963	PE	1200S				2,74	62%
B34	B35	8,43	1304,39			51250	0,44%	673	TR25	2001	PE	1200S				2,75	63%
B35	B36	18,15	1322,54	483		52405	0,44%	676	TR25	2040	PE	1200S				2,76	64%
B36	B37	25,04	1347,58	511		52916	0,44%	683	TR25	2050	PE	1200S				2,76	64%
B37	B38	18,70	1366,28			52916	0,44%	692	TR25	2035	PE	1200S				2,76	64%
B38	B39	49,95	1416,23	1085		54001	0,39%	699	TR25	2066	PE	1200S				2,64	67%
B39	B40	49,85	1466,08	1134		55135	0,39%	718	TR25	2079	PE	1200S				2,64	68%
B40	B41	49,80	1515,88	1141		56276	0,39%	736	TR25	2092	PE	1200S				2,64	68%
B41	B42	49,80	1565,68	1027		57303	0,39%	755	TR25	2102	PE	1200S				2,64	68%
B42	B43	49,85	1615,53	962		58265	0,39%	774	TR25	2109	PE	1200S				2,64	68%
B43	B44	49,92	1665,45	944		59209	0,39%	793	TR25	2115	PE	1200S				2,65	68%
B44	B45	24,98	1690,43	469		59678	0,39%	812	TR25	2105	PE	1200S				2,64	68%
B45	B46	15,32	1705,75			59678	2,15%	821	TR25	2093	PE	1200S				5,10	41%
B46	B47	50,00	1755,75	854		60532	0,58%	824	TR25	2118	PE	1200S				3,11	60%
B47	B48	49,92	1805,67	852		61384	0,66%	840	TR25	2125	PE	1200S				3,26	58%
B48	B49	49,59	1855,26	745		62129	0,66%	856	TR25	2131	PE	1200S				3,27	58%
B49	B50	49,30	1904,56	742		62871	0,66%	871	TR25	2136	PE	1200S				3,27	58%
B50	B51	18,42	1922,98	275		63146	0,66%	886	TR25	2126	PE	1200S				3,26	58%
B51	B52	19,95	1942,93	339		63485	0,66%	892	TR25	2130	PE	1200S				3,27	58%
B52	B53	49,44	1992,37	926		64411	0,32%	898	TR25	2152	PE	1200S				2,44	75%
B53	B54	20,45	2012,82	349		64760	0,32%	918	TR25	2138	PE	1200S				2,44	74%
B54	B55	40,12	2052,94	595		65355	0,32%	926	TR25	2147	PE	1200S				2,44	75%
B55	B56	49,97	2102,91	748		66103	0,32%	943	TR25	2152	PE	1200S				2,44	75%
B56	B57	15,94	2118,85			66103	0,32%	963	TR25	2127	PE	1200S				2,44	74%
B57	B58	19,50	2138,35			10195 3	1,00%	970	TR25	3248	PE	1200S				4,21	66%
B58	TA05	10,00	2148,35			10822 3	1,00%	975	TR25	3436	PE	1200S				4,25	69%
<b>RAMO C</b>																	
C1	C2	48,82	48,82	186		186	2,59%	14	TR25	96	PE	400				2,52	44%
C2	C3	48,83	97,65	1045		1231	2,09%	34	TR25	275	PE	500				3,01	61%
C3	C4	48,82	146,47	611		1842	1,58%	50	TR25	324	PE	630				2,85	51%
C4	C5	48,92	195,39	613		2455	0,87%	67	TR25	363	PE	630				2,31	65%
C5	B36	49,38	244,77	345		2800	0,35%	88	TR25	358	PE	800				1,65	60%
<b>RAMO D</b>																	
D1	D2	17,90	17,90	90		90	3,50%	17	TR25	64	PE	400				2,55	33%
D2	D3	18,12	36,02	145		235	0,20%	25	TR25	93	PE	500				0,95	65%
D3	D4	23,47	59,49	171		406	0,20%	44	TR25	107	PE	500				0,97	72%
D4	D5	6,98	66,47			721	0,50%	68	TR25	134	PE	500				1,47	61%
D5	D6	35,71	102,18	228		949	3,00%	73	TR25	160	PE	500				3,04	41%
D6	B30	30,32	132,50			1137	1,00%	84	TR25	173	PE	500				2,04	58%
<b>RAMO E</b>																	
E1	D4	23,34	23,34	315		315	2,17%	23	TR25	114	PE	400				2,47	51%
<b>RAMO F</b>																	
F1	D6	30,76	30,76	188		188	0,50%	24	TR25	83	PE	400				1,30	66%
<b>RAMO G</b>																	
G1	G2	17,27	17,27	98		98	0,20%	32	TR25	59	PE	400				0,84	72%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

G2	G3	19,36	36,63	147		244	0,20%	53	TR25	77	PE	500				0,91	57%
G3	G4	25,03	61,66	166		410	0,20%	74	TR25	91	PE	500				0,95	64%
G4	G5	25,02	86,68	170		580	0,20%	100	TR25	102	PE	500				0,96	69%
G5	G6	23,99	110,67	162		742	0,20%	126	TR25	110	PE	500				0,97	73%
G6	G7	11,52	122,19	77		819	0,20%	151	TR25	110	PE	500				0,97	73%
G7	G8	8,44	130,63	100		919	0,20%	163	TR25	115	PE	630				1,01	51%
G8	G9	19,36	149,99			919	0,20%	171	TR25	113	PE	630				1,01	50%
G9	G10	22,91	172,90	284		1203	0,20%	190	TR25	131	PE	630				1,04	54%
G10	G11	25,04	197,94	258		1461	0,20%	212	TR25	144	PE	630				1,06	58%
G11	G12	19,99	217,93	244		1705	0,20%	236	TR25	154	PE	630				1,08	60%
G12	G13	20,04	237,97	182		3020	0,20%	254	TR25	235	PE	800				1,20	55%
G13	G14	19,82	257,79	200		3220	0,20%	271	TR25	241	PE	800				1,21	56%
G14	G15	22,77	280,56	235		3455	0,20%	287	TR25	249	PE	800				1,22	57%
G15	G16	24,04	304,60	235		3690	1,50%	306	TR25	255	PE	800				2,62	34%
G16	G17	34,14	338,74	334		4024	0,20%	315	TR25	271	PE	800				1,25	60%
G17	G18	17,42	356,16	180		4204	0,20%	343	TR25	271	PE	800				1,25	60%
G18	G19	15,10	371,26	210		4414	0,20%	357	TR25	277	PE	800				1,25	61%
G19	G20	10,66	381,92	68		7125	0,20%	369	TR25	416	PE	1000				1,39	54%
G20	G21	12,00	393,92	68		7193	0,20%	376	TR25	416	PE	1000				1,39	54%
G21	G22	23,32	417,24	143		7336	2,70%	385	TR25	419	PE	1000				3,64	27%
G22	G23	24,47	441,71	139		7475	2,70%	391	TR25	423	PE	1000				3,65	27%
G23	G24	53,50	495,21	299		7774	7,50%	398	TR25	434	PE	1000				5,24	21%
G24	G25	8,09	503,30			7774	2,50%	408	TR25	429	PE	1000				3,59	28%
G25	G26	21,19	524,49	232		8173	7,50%	411	TR25	448	PE	1000				5,28	21%
G26	G27	20,89	545,38	144		8317	2,50%	415	TR25	453	PE	1000				3,66	29%
G27	G28	27,95	573,33	316		8867	1,50%	420	TR25	477	PE	1000				3,06	34%
G28	G29	34,24	607,57	243		9110	1,00%	429	TR25	484	PE	1000				2,64	38%
G29	G30	49,84	657,41	391		9501	1,00%	442	TR25	495	PE	1000				2,66	38%
G30	G31	36,74	694,15	257		9758	0,45%	461	TR25	497	PE	1000				1,98	47%
G31	G32	24,41	718,56	154		9912	0,45%	480	TR25	495	PE	1000				1,97	47%
G32	G33	50,02	768,58	405		10317	0,44%	492	TR25	507	PE	1000				1,97	48%
G33	G34	38,06	806,64	389		10706	0,44%	517	TR25	512	PE	1000				1,97	48%
G34	G35	49,74	856,38	501		11207	0,30%	537	TR25	524	PE	1000				1,71	55%
G35	G36	24,94	881,32	268		11475	0,30%	566	TR25	522	PE	1000				1,71	54%
G36	G37	16,36	897,68	226		11701	0,30%	580	TR25	525	PE	1000				1,71	55%
G37	G38	8,54	906,22			12043	0,30%	590	TR25	535	PE	1000				1,72	55%
G38	G39	31,83	938,05	202		12245	0,30%	595	TR25	541	PE	1000				1,73	56%
G39	G40	25,00	963,05	159		12404	0,30%	613	TR25	539	PE	1000				1,73	55%
G40	G41	43,02	1006,07	273		12677	0,20%	628	TR25	544	PE	1000				1,48	63%
G41	G42	8,47	1014,54			12677	0,20%	657	TR25	532	PE	1000				1,47	62%
G42	G43	23,69	1038,23	318		13445	0,20%	663	TR25	559	PE	1000				1,49	64%
G43	S16	13,35	1051,58			13923	0,20%	679	TR25	571	PE	1000				1,49	65%
<b>RAMO H</b>																	
H1	H2	39,51	39,51	98		98	0,20%	18	TR25	66	PE	400				0,85	78%
H2	H3	5,50	45,01	294		391	0,20%	65	TR25	92	PE	500				0,95	65%
H3	H4	17,66	62,67	117		781	0,20%	71	TR25	140	PE	630				1,06	57%
H4	H5	20,36	83,03	137		918	0,20%	88	TR25	145	PE	630				1,07	58%
H5	H6	20,00	103,03	138		1056	0,20%	107	TR25	148	PE	630				1,07	59%
H6	H7	13,75	116,78	77		1133	0,20%	125	TR25	147	PE	630				1,07	58%
H7	G12	12,85	129,63			1133	0,20%	138	TR25	141	PE	630				1,06	57%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

RAMO J																	
J1	J2	39,94	39,94	98		98	0,20%	18	TR25	66	PE	400				0,85	78%
J2	H3	1,04	40,98	176		273	0,20%	66	TR25	76	PE	500				0,91	57%
RAMO K																	
K1	K2	21,98	21,98	173		173	2,13%	16	TR25	89	PE	400				2,30	44%
K2	K3	14,71	36,69	412		584	4,40%	26	TR25	169	PE	400				3,54	52%
K3	K4	15,59	52,28	249		833	4,40%	30	TR25	209	PE	400				3,73	59%
K4	K5	6,38	58,66			833	1,50%	34	TR25	198	PE	500				2,46	55%
K5	K6	11,76	70,42	118		951	0,30%	37	TR25	213	PE	630				1,36	65%
K6	K7	13,22	83,64	145		1096	0,30%	45	TR25	218	PE	630				1,36	66%
K7	K8	8,68	92,32			1096	0,20%	55	TR25	201	PE	630				1,13	72%
K8	K9	16,43	108,75	119		1215	0,20%	63	TR25	206	PE	630				1,14	74%
K9	K10	7,75	116,50			1215	0,20%	77	TR25	189	PE	630				1,12	69%
K10	K11	29,64	146,14	214		2643	0,20%	84	TR25	349	PE	800				1,31	71%
K11	G19	8,30	154,44			2643	0,20%	107	TR25	312	PE	800				1,28	66%
RAMO I																	
I1	I2	37,39	37,39	330		330	0,20%	30	TR25	107	PE	500				0,97	72%
I2	I3	1,45	38,84	509		839	0,40%	69	TR25	149	PE	500				1,37	71%
I3	K10	15,32	54,16	375		1214	0,70%	70	TR25	197	PE	500				1,81	71%
RAMO L																	
L1	L2	19,94	19,94	220		220	0,50%	29	TR25	85	PE	400				1,30	67%
L2	L3	1,59	21,53	122		342	6,05%	44	TR25	96	PE	400				3,46	35%
L3	L4	17,77	39,30	476		818	6,05%	45	TR25	174	PE	400				4,03	48%
L4	L5	22,07	61,37	263		1081	6,05%	49	TR25	208	PE	400				4,20	54%
L5	L6	15,09	76,46	191		1272	6,05%	54	TR25	227	PE	400				4,29	56%
L6	L7	15,00	91,46	186		1458	6,05%	58	TR25	248	PE	400				4,38	59%
L7	L8	15,00	106,46	198		1656	6,05%	61	TR25	269	PE	400				4,45	63%
L8	L9	15,00	121,46	197		1853	6,05%	65	TR25	289	PE	400				4,52	66%
L9	L10	15,00	136,46	200		2053	6,05%	68	TR25	308	PE	400				4,57	69%
L10	L11	15,00	151,46	193		2246	6,05%	71	TR25	326	PE	400				4,61	72%
L11	L12	15,00	166,46	194		2440	0,20%	75	TR25	344	PE	800				1,30	70%
L12	L13	15,00	181,46	150		2590	0,20%	86	TR25	338	PE	800				1,30	70%
L13	L14	15,00	196,46	138		2728	0,20%	98	TR25	334	PE	800				1,30	69%
L14	A38	18,80	215,26			2728	0,20%	109	TR25	317	PE	800				1,29	66%
RAMO M																	
M1	M2	14,92	14,92	114		114	6,05%	16	TR25	73	PE	400				3,24	31%
M2	M3	15,08	30,00	129		243	6,05%	20	TR25	101	PE	400				3,50	36%
M3	M4	15,00	45,00	127		370	6,05%	25	TR25	123	PE	400				3,71	40%
M4	M5	15,00	60,00	148		518	6,05%	29	TR25	148	PE	400				3,86	44%
M5	M6	15,00	75,00	145		663	6,05%	33	TR25	169	PE	400				4,00	47%
M6	M7	15,00	90,00	140		803	6,05%	36	TR25	187	PE	400				4,11	50%
M7	M8	15,00	105,00	140		943	6,05%	40	TR25	204	PE	400				4,18	53%
M8	M9	15,00	120,00	143		1086	6,05%	44	TR25	220	PE	400				4,25	55%
M9	M10	15,00	135,00	139		1225	6,05%	47	TR25	235	PE	400				4,32	58%
M10	M11	16,57	151,57	145		1370	6,05%	51	TR25	250	PE	400				4,39	60%
M11	M12	17,79	169,36	101		1634	0,20%	54	TR25	281	PE	800				1,26	61%
M12	M13	14,99	184,35	142		1776	0,20%	68	TR25	271	PE	800				1,25	60%
M13	M14	15,01	199,36	94		1870	0,20%	81	TR25	263	PE	800				1,24	59%
M14	M15	14,91	214,27	98		1968	0,20%	93	TR25	258	PE	800				1,23	58%
M15	A39	21,06	235,33			1968	0,20%	105	TR25	244	PE	800				1,22	56%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

RAMO N																
N1	N2	8,38	8,38	120		120	0,50%	25	TR25	67	PE	400			1,24	57%
N2	N3	6,56	14,94	43		163	0,50%	31	TR25	72	PE	400			1,26	60%
N3	M11	5,78	20,72			163	0,50%	36	TR25	70	PE	400			1,25	59%
RAMO O																
O1	O2	7,26	7,26	83		83	2,00%	23	TR25	59	PE	400			2,03	37%
O2	O3	19,80	27,06	113		195	4,25%	27	TR25	82	PE	400			2,91	36%
O3	O4	24,74	51,80	228		423	4,25%	33	TR25	121	PE	400			3,22	44%
O4	O5	18,24	70,04	85		508	4,25%	41	TR25	127	PE	400			3,26	45%
O5	O6	18,05	88,09	124		632	4,25%	47	TR25	141	PE	400			3,35	47%
O6	O7	12,49	100,58	112		744	4,25%	52	TR25	152	PE	400			3,42	50%
O7	O8	14,47	115,05	96		1003	4,25%	56	TR25	186	PE	400			3,57	56%
O8	O9	14,58	129,63	91		1094	0,50%	60	TR25	193	PE	630			1,62	52%
O9	B40	14,64	144,27			1094	0,50%	69	TR25	182	PE	630			1,60	51%
RAMO P																
P1	P2	9,33	9,33	83		83	3,35%	23	TR25	59	PE	400			2,46	32%
P2	P3	11,41	20,74	94		176	3,35%	27	TR25	78	PE	400			2,63	37%
P3	P4	10,53	31,27	72		248	3,35%	31	TR25	89	PE	400			2,74	40%
P4	P5	10,97	42,24	77		325	3,35%	35	TR25	101	PE	400			2,82	42%
P5	P6	22,35	64,59	167		492	3,35%	39	TR25	127	PE	400			2,98	48%
P6	P7	22,33	86,92	180		672	3,35%	46	TR25	148	PE	400			3,09	52%
P7	B41	14,86	101,78			672	0,50%	54	TR25	140	PE	500			1,48	63%
RAMO Q																
Q1	O7	18,32	18,32	163		163	0,50%	25	TR25	77	PE	400			1,28	63%
RAMO R																
R1	R2	12,61	12,61	90		90	0,50%	24	TR25	61	PE	400			1,21	54%
R2	G27	8,03	20,64	144		234	0,50%	34	TR25	84	PE	400			1,30	67%
RAMO S																
S1	S2	50,33	50,33	249		249	1,32%	27	TR25	93	PE	400			1,94	52%
S2	S3	16,13	66,46	827		1076	0,70%	53	TR25	200	PE	500			1,82	72%
S3	S4	33,94	100,40	623		1699	0,81%	62	TR25	273	PE	630			2,11	56%
S4	S5	8,31	108,71			1699	0,50%	78	TR25	246	PE	630			1,71	61%
S5	S6	25,00	133,71	343		2042	0,50%	83	TR25	280	PE	630			1,76	66%
S6	S7	50,00	183,71	686		2728	0,50%	97	TR25	334	PE	800			1,86	52%
S7	S8	49,87	233,58	653		3381	0,50%	124	TR25	360	PE	800			1,89	54%
S8	S9	49,52	283,10	612		3993	0,50%	151	TR25	381	PE	800			1,92	56%
S9	S10	49,21	332,31	641		4634	0,50%	176	TR25	404	PE	800			1,94	58%
S10	S11	49,09	381,40	702		5336	0,50%	202	TR25	430	PE	800			1,97	60%
S11	S12	49,07	430,47	762		6098	0,50%	227	TR25	458	PE	800			2,00	62%
S12	S13	49,39	479,86	799		6897	0,50%	251	TR25	488	PE	800			2,02	65%
S13	S14	49,74	529,60	804		7701	0,50%	276	TR25	516	PE	800			2,04	68%
S14	S15	49,98	579,58	888		8589	0,50%	300	TR25	547	PE	800			2,06	71%
S15	S16	49,94	629,52	896		9485	0,50%	324	TR25	577	PE	1000			2,14	50%
S16	S17	15,60	645,12			23408	0,50%	348	TR25	1317	PE	1200			2,61	61%
S17	S18	50,05	695,17	1018		24426	0,50%	354	TR25	1360	PE	1200			2,62	62%
S18	S19	50,11	745,28	1034		25460	0,50%	373	TR25	1378	PE	1200			2,63	63%
S19	S20	50,12	795,40	1052		26512	0,50%	392	TR25	1396	PE	1200			2,64	64%
S20	S21	50,11	845,51	1062		27574	0,50%	411	TR25	1415	PE	1200			2,64	64%
S21	S22	50,07	895,58	1320		28894	0,50%	430	TR25	1447	PE	1200			2,66	65%
S22	B63	49,95	945,53	1208		30102	0,50%	448	TR25	1472	PE	1200			2,66	66%

**PROGETTO ESECUTIVO**

RAMO U																
U1	G25	28,16	28,16	167		167	0,50%	24	TR25	78	PE	400			1,28	63%
RAMO T																
T1	G43	36,10	36,10	478		478	0,50%	29	TR25	139	PE	500			1,48	62%
RAMO V																
V1	V2	9,55	9,55	90		90	5,00%	17	TR25	65	PE	400			2,93	31%
V2	V3	9,55	19,10	83		173	5,00%	20	TR25	83	PE	400			3,11	35%
V3	G37	27,24	46,34	169		342	3,00%	24	TR25	119	PE	400			2,82	48%
RAMO X																
X1	X2	8,97	8,97	90		90	5,50%	15	TR25	66	PE	400			3,06	30%
X2	X3	9,90	18,87	85		175	5,50%	18	TR25	86	PE	400			3,25	34%
X3	X4	23,81	42,68	149		324	5,50%	21	TR25	119	PE	400			3,54	40%
X4	G42	20,77	63,45	126		450	2,50%	28	TR25	134	PE	400			2,70	54%
RAMO Z																
Z1	Z2	41,14	41,14	150		150	0,50%	29	TR25	71	PE	400			1,26	59%
Z2	Z3	49,97	91,11	930		1080	0,50%	62	TR25	188	PE	630			1,61	52%
Z3	Z4	46,29	137,40	368		1448	1,30%	93	TR25	200	PE	630			2,35	41%
Z4	Z5	4,91	142,31			1448	1,30%	113	TR25	184	PE	630			2,30	40%
Z5	Z6	29,17	171,48			1448	1,30%	115	TR25	183	PE	630			2,30	39%
Z6	Z7	24,75	196,23			1448	1,50%	127	TR25	175	PE	630			2,39	37%
Z7	B64	48,08	244,31			1448	1,50%	138	TR25	170	PE	630			2,36	36%
RAMO W																
W1	W2	50,42	50,42			0	0,35%	300	TR25	40	PE	315			0,94	70%
W2	B62	50,23	100,65			0	0,59%	354	TR25	40	PE	315			1,16	59%
RAMO Y																
Y1	Y2	48,89	48,89	303		303	2,75%	20	TR25	117	PE	400			2,71	48%
Y2	Y3	49,82	98,71	1701		2004	1,95%	38	TR25	399	PE	630			3,23	54%
Y3	Y4	38,50	137,21	758		2762	1,17%	53	TR25	452	PE	630			2,71	69%
Y4	Y5	49,82	187,03	984		3746	0,62%	67	TR25	532	PE	800			2,24	64%
Y5	Y6	49,87	236,90	1006		4752	0,50%	90	TR25	576	PE	800			2,08	74%
Y6	B63	50,02	286,92	996		5748	0,60%	114	TR25	611	PE	800			2,27	72%
RAMO AA																
AA1	AA2	48,37	48,37	224		224	2,75%	17	TR25	102	PE	400			2,62	45%
AA2	AA3	49,08	97,45	1255		1479	2,45%	35	TR25	314	PE	500			3,30	63%
AA3	AA4	37,99	135,44	619		2098	1,60%	50	TR25	362	PE	630			2,93	54%
AA4	AA5	48,99	184,43	884		2982	0,68%	63	TR25	445	PE	800			2,23	56%
AA5	AA6	49,28	233,71	906		3888	0,58%	85	TR25	491	PE	800			2,15	62%
AA6	B64	49,51	283,22	934		4822	0,58%	108	TR25	532	PE	800			2,18	66%
IMPIANTO DI TRATTAMENTO TA14 - TRATTA C																
RAMO A																
A1	A2	16,77	16,77	225		225	0,40%	25	TR25	90	PE	500			1,23	51%
A2	A3	19,85	36,62	378		603	0,40%	39	TR25	147	PE	500			1,37	70%
A3	A4	50,16	86,78	928		1531	0,40%	53	TR25	268	PE	630			1,59	69%
A4	A5	20,38	107,16	341		1872	0,40%	85	TR25	257	PE	630			1,58	67%
A5	A6	24,80	131,96	432		2304	0,40%	98	TR25	288	PE	630			1,61	73%
A6	A7	32,36	164,32	583		2887	0,40%	113	TR25	327	ACCIAIO	600			1,68	67%
A7	A8	30,42	194,74	516		3403	0,40%	132	TR25	351	PE	800			1,73	57%
A8	A9	3,40	198,14			3403	0,40%	150	TR25	331	PE	800			1,70	55%
A9	A10	15,67	213,81			7764	0,38%	152	TR25	700	PE	1000			2,01	60%
A10	A11	17,77	231,58			7764	0,38%	160	TR25	682	PE	1000			2,00	60%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

A11	A12	48,64	280,22			7764	0,38%	169	TR25	664	PE	1000				1,98	59%
A12	A13	49,71	329,93			7764	0,38%	193	TR25	620	PE	1000				1,95	56%
A13	A14	50,00	379,93			7764	0,38%	219	TR25	583	PE	1000				1,92	54%
A14	A15	19,01	398,94			7764	0,38%	245	TR25	551	PE	1000				1,90	52%
A15	A16	17,65	416,59			7764	0,38%	255	TR25	540	PE	1000				1,89	52%
A16	A17	49,00	465,59	814		8578	0,40%	264	TR25	582	PE	1000				1,96	53%
A17	A18	47,46	513,05	829		9407	0,40%	289	TR25	606	PE	1000				1,98	55%
A18	A19	24,27	537,32	501		9908	0,40%	313	TR25	612	ACCIAIO	900				1,99	50%
A19	A20	53,27	590,59	949		10857	0,40%	325	TR25	654	PE	1000				2,02	57%
A20	A21	3,60	594,19			10857	0,40%	352	TR25	628	PE	1000				2,00	56%
A21	A22	50,00	644,19	848		11705	0,40%	353	TR25	673	PE	1000				2,03	58%
A22	A23	50,00	694,19	848		12553	0,40%	378	TR25	694	PE	1000				2,04	59%
A23	A24	49,96	744,15	885		13438	0,40%	402	TR25	717	PE	1000				2,06	60%
A24	A25	26,32	770,47	466		13904	0,60%	427	TR25	719	PE	1000				2,41	54%
A25	A26	9,99	780,46			13904	0,80%	438	TR25	710	PE	1000				2,68	49%
A26	A27	46,76	827,22	1241		15574	0,90%	441	TR25	787	PE	1000				2,88	50%
A27	A28	25,02	852,24	579		16153	1,00%	458	TR25	800	PE	1000				3,01	49%
A28	A29	50,00	902,24	1130		17283	1,20%	466	TR25	846	PE	1000				3,26	48%
A29	A30	25,00	927,24			17283	1,40%	481	TR25	832	PE	1000				3,44	46%
A30	A31	25,01	952,25	579		17862	1,60%	489	TR25	852	ACCIAIO	900				3,64	41%
A31	A31A	2,58	954,83			17862	1,80%	495	TR25	846	PE	1000				3,79	43%
A31 A	A32	50,02	1004,85	1012		18874	2,00%	496	TR25	891	PE	1000				4,00	43%
A32	A33	50,09	1004,92	1053		18915	2,20%	496	TR25	892	PE	1000				4,15	42%
A33	A34	17,33	1022,25	512		19427	2,40%	508	TR25	904	PE	1000				4,30	41%
A34	A35	23,04	1045,29			19427	2,60%	512	TR25	901	PE	1000				4,44	41%
A35	A36	51,89	1097,18	1095		34596	0,40%	517	TR25	1564	PE	1200				2,45	75%
A36	A37	50,06	1147,24	898		35494	0,40%	539	TR25	1571	PE	1200				2,45	75%
A37	A38	50,01	1197,25	954		36448	0,40%	569	TR25	1566	PE	1200				2,45	75%
A38	A39	50,07	1247,32	1063		37511	0,40%	609	TR25	1554	PE	1200				2,45	74%
A39	A40	50,07	1297,39	905		38416	2,50%	630	TR25	1563	PE	1200				5,01	43%
A40	A41	50,06	1347,45	891		39307	3,00%	640	TR25	1586	PE	1200				5,39	41%
A41	A42	50,05	1397,50	885		40192	3,00%	649	TR25	1608	PE	1200				5,41	41%
A42	A43	14,01	1411,51	287		40479	3,00%	658	TR25	1607	PE	1200				5,41	41%
A43	A44	14,83	1426,34			40479	3,00%	661	TR25	1604	PE	1200				5,40	41%
A44	A45	35,92	1462,26			45799	3,00%	664	TR25	1806	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,3 5	3,44	44%
A45	A46	49,98	1512,24			45799	3,00%	674	TR25	1791	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,3 5	3,41	44%
A46	A47	50,00	1562,24			45799	2,70%	689	TR25	1771	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,3 5	3,37	44%
A47	A48	50,02	1612,26			45799	2,40%	704	TR25	1751	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,3 5	3,34	44%
A48	A49	50,05	1662,31			45799	2,10%	719	TR25	1732	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,4 0	2,89	50%
A49	A50	50,00	1712,31			45799	1,80%	736	TR25	1711	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,4 0	2,85	50%
A50	A51	50,00	1762,31			45799	1,50%	754	TR25	1690	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,4 0	2,82	50%
A51	A52	50,00	1812,31			45799	1,20%	771	TR25	1669	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,4 5	2,47	56%
A52	A53	50,01	1862,32			45799	0,80%	792	TR25	1647	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,5 0	2,20	63%
A53	A54	50,04	1912,36			45799	0,60%	814	TR25	1623	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,6 0	1,80	75%
A54	A55	49,74	1962,10			45799	1,00%	842	TR25	1594	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,4 5	2,36	56%

TRATTA B2  
Relazione idraulica

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

A55	A56	26,66	1988,76			45799	1,00%	863	TR25	1574	CA	C. MADER.	1,5 0	0,8 0	0,4 5	2,33	56%
<b>RAMO B</b>																	
B1	B2	74,00	74,00	293		293	0,40%	28	TR25	102	PE	500				1,27	55%
B2	B3	60,74	134,74	2725		3017	0,40%	86	TR25	388	PE	800				1,77	60%
B3	B4	33,45	168,19	750		3767	0,40%	120	TR25	403	ACCIAIO	700				1,78	58%
B4	B5	29,29	197,48	594		4361	0,40%	139	TR25	428	PE	800				1,80	64%
B5	A9	17,00	214,48			4361	0,40%	155	TR25	406	PE	800				1,78	62%
<b>RAMO C</b>																	
C1	C2	48,92	48,92	290		290	0,40%	28	TR25	101	PE	500				1,27	55%
C2	C3	31,47	80,39	1285		1574	0,40%	66	TR25	249	PE	630				1,57	66%
C3	C4	23,59	103,98	478		2052	0,40%	86	TR25	276	ACCIAIO	600				1,62	60%
C4	C5	19,94	123,92	374		2426	0,40%	101	TR25	297	PE	630				1,62	75%
C5	C6	50,01	173,93	849		3275	0,40%	113	TR25	366	PE	800				1,74	58%
C6	C7	2,60	176,53			3275	0,40%	142	TR25	329	PE	800				1,70	54%
C7	C8	50,01	226,54	853		4128	0,40%	143	TR25	402	PE	800				1,78	62%
C8	C9	49,99	276,53	898		5026	0,40%	171	TR25	440	PE	800				1,81	66%
C9	C10	50,01	326,54	962		5988	0,60%	199	TR25	480	PE	800				2,17	61%
C10	C11	9,63	336,17			5988	0,80%	222	TR25	455	PE	800				2,39	54%
C11	C12	50,10	386,27	1375		8113	1,00%	226	TR25	597	PE	800				2,78	59%
C12	C13	50,04	436,31	1239		9352	1,20%	244	TR25	656	PE	800				3,04	59%
C13	C14	31,26	467,57	719		10071	1,40%	261	TR25	681	PE	800				3,26	58%
C14	C15	31,08	498,65	725		10796	1,60%	270	TR25	714	PE	800				3,46	57%
C15	C16	2,62	501,27			10796	1,80%	279	TR25	702	PE	800				3,61	55%
C16	C17	24,86	526,13	587		11383	2,00%	280	TR25	737	ACCIAIO	700				3,81	52%
C17	C18	2,63	528,76			11383	2,20%	286	TR25	729	PE	800				3,94	53%
C18	C19	62,76	591,52	1247		12630	2,40%	287	TR25	803	PE	800				4,16	54%
C19	C20	49,93	641,45	984		13614	2,40%	302	TR25	840	PE	800				4,20	56%
C20	C21	23,11	664,56	460		14074	2,40%	314	TR25	850	PE	800				4,22	56%
C21	A35	16,78	681,34			14074	2,40%	320	TR25	843	PE	800				4,21	56%
<b>RAMO D</b>																	
D1	D2	25,08	25,08	203		203	0,20%	25	TR25	85	PE	500				0,93	61%
D2	C11	25,12	50,20	548		750	0,20%	52	TR25	153	PE	630				1,08	60%
<b>RAMO E</b>																	
E1	A26	26,54	26,54	429		429	0,35%	20	TR25	149	PE	500				1,29	75%
<b>RAMO F</b>																	
F1	F2	36,63	36,63	304		304	3,00%	21	TR25	114	PE	400				2,78	46%
F2	F3	49,68	86,31	573		877	3,00%	35	TR25	205	PE	400				3,18	66%
F3	F4	49,58	135,89	745		1622	3,00%	50	TR25	290	PE	500				3,50	57%
F4	F5	49,57	185,46	744		2366	3,00%	64	TR25	359	PE	500				3,67	65%
F5	F6	49,57	235,03	744		3110	3,00%	78	TR25	418	PE	500				3,77	72%
F6	F7	49,61	284,64	744		3854	3,00%	91	TR25	471	PE	630				3,97	52%
F7	F8	48,13	332,77	744		4598	3,00%	103	TR25	520	PE	630				4,05	55%
F8	A44	15,57	348,34	722		5320	3,00%	115	TR25	564	PE	630				4,13	58%

## 11.1.2 Collettori di scarico

### Scarico prima pioggia V2

#### CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO

##### DATI

Z a =	232 m slm	quota aspirazione girante
Z s =	243.5 m slm	quota scarico/punto più alto della mandata
hg =	11.5 m	

##### Perdite di carico distribuite

<i>Tratto mandate separate</i>	v =	0.89 m/s
n° pompe	2	Q = 3 l/s
DN =	75	Ks = 95
$\beta = \frac{10^{-3}}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$	D =	65.6
	$\beta =$	0.0028
	J =	0.0210
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$	L =	10 m lunghezza collettori
	$\Delta h_1 =$	0.2 m

<i>Tratto mandate unica</i>	v =	1.78 m/s
n° pompe	1	Q = 6 l/s
DN =	75	Ks = 95
$\beta = \frac{10^{-3}}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$	D =	65.6
	$\beta =$	0.0028
	J =	0.0839
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$	L =	36 m lunghezza collettori
	$\Delta h_1 =$	3.0 m



**PROGETTO ESECUTIVO**

**Perdite di carico concentrate**

*Tratto mandate separate*

$$z = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	1 piede acc.	ξ =	0.3	0.3
n°	1 saracinesca	ξ =	0.15	0.15
n°	1 innesco a T	ξ =	0.6	0.6
n°	1 valvola di ritegno	ξ =	0.3	0.3
n°	0 sbocco	ξ =	1	0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
			ξ tot=	3.95

z = 0.2 m

*Tratto mandate unica*

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	0 piede acc.	ξ =	0.3	0
n°	0 saracinesc	ξ =	0.15	0
n°	0 innesco a	ξ =	0.6	0
n°	0 valvola di ri	ξ =	0.3	0
n°	1 sbocco	ξ =	1	1
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
			ξ tot=	3.6

z = 0.6 m

Potenza Impianto installata = 1 KW

## **Scarico seconda pioggia V2**

### **CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO**

#### **DATI**

Z a =	232 m slm	quota aspirazione girante
Z s =	243.5 m slm	quota scarico/punto più alto della mandata
hg =	11.5 m	

#### **Perdite di carico distribuite**

##### *Tratto mandate separate*

n° pompe	3	Q =	40 l/s
DN =	200	Ks =	95
$\beta = \frac{10^{,3}}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$		D =	170.6
		$\beta =$	0.0021
		J =	0.0228
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$		L =	10 m lunghezza collettori
		$\Delta h_1 =$	0.2 m

##### *Tratto mandate unica*

n° pompe	1	Q =	120 l/s
DN =	315	Ks =	95
$\beta = \frac{10^{,3}}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$		D =	268.6
		$\beta =$	0.0018
		J =	0.0182
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$		L =	36 m lunghezza collettori
		$\Delta h_1 =$	0.7 m

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Perdite di carico concentrate**

*Tratto mandate separate*

$$z = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	1 piede acc.	ξ =	0.3	0.3
n°	1 saracinesca	ξ =	0.15	0.15
n°	1 innesco a T	ξ =	0.6	0.6
n°	1 valvola di ritegno	ξ =	0.3	0.3
n°	0 sbocco	ξ =	1	0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
			ξ tot=	3.95

z = 0.6 m

*Tratto mandate unica*

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	0 piede acc.	ξ =	0.3	0
n°	0 saracinesc	ξ =	0.15	0
n°	0 innesco a	ξ =	0.6	0
n°	0 valvola di ri	ξ =	0.3	0
n°	1 sbocco	ξ =	1	1
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
			ξ tot=	3.6

z = 0.8 m

Potenza Impianto installata = 25 KW

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

**Scarico prima pioggia V3**

**CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO**

**DATI**

Z a =	212 m slm	quota aspirazione girante
Z s =	225 m slm	quota scarico/punto più alto della mandata
hg =	13 m	

**Perdite di carico distribuite**

<i>Tratto mandate separate</i>	v =	1.78 m/s
n° pompe	1	Q = 6 l/s
DN =	75	Ks = 95
$\beta = \frac{10,3}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$	D =	65.6
	$\beta =$	0.0028
	J =	0.0839
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$	L =	10 m lunghezza collettori
	$\Delta h_1 =$	0.8 m

<i>Tratto mandate unica</i>	v =	1.78 m/s
n° pompe	1	Q = 6 l/s
DN =	75	Ks = 95
$\beta = \frac{10,3}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$	D =	65.6
	$\beta =$	0.0028
	J =	0.0839
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$	L =	36 m lunghezza collettori
	$\Delta h_1 =$	3.0 m

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Perdite di carico concentrate**

*Tratto mandate separate*

$$z = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	1 piede acc.	ξ =	0.3	0.3
n°	1 saracinesca	ξ =	0.15	0.15
n°	1 innesco a T	ξ =	0.6	0.6
n°	1 valvola di ritegno	ξ =	0.3	0.3
n°	0 sbocco	ξ =	1	0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
				ξ tot= 3.95

z = 0.6 m

*Tratto mandate unica*

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	0 piede acc.	ξ =	0.3	0
n°	0 saracinesc	ξ =	0.15	0
n°	0 innesco a	ξ =	0.6	0
n°	0 valvola di ri	ξ =	0.3	0
n°	1 sbocco	ξ =	1	1
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
				ξ tot= 3.6

z = 0.6 m

Potenza Impianto installata = 2 KW

## **Scarico seconda pioggia V3**

### **CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO**

#### **DATI**

Z a =	212 m slm	quota aspirazione girante
Z s =	225 m slm	quota scarico/punto più alto della mandata
hg =	13 m	

#### **Perdite di carico distribuite**

<i>Tratto mandate separate</i>	v =	1.75 m/s
n° pompe	3	Q = 40 l/s
DN =	200	Ks = 95
$\beta = \frac{10,3}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$	D =	170.6
	$\beta =$	0.0021
	J =	0.0228
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$	L =	10 m lunghezza collettori
	$\Delta h_1 =$	0.2 m

<i>Tratto mandate unica</i>	v =	1.31 m/s
n° pompe	1	Q = 120 l/s
DN =	400	Ks = 95
$\beta = \frac{10,3}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$	D =	341.2
	$\beta =$	0.0016
	J =	0.0051
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$	L =	157 m lunghezza collettori
	$\Delta h_1 =$	0.8 m

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Perdite di carico concentrate**

*Tratto mandate separate*

$$z = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	1 piede acc.	ξ =	0.3	0.3
n°	1 saracinesca	ξ =	0.15	0.15
n°	1 innesco a T	ξ =	0.6	0.6
n°	1 valvola di ritegno	ξ =	0.3	0.3
n°	0 sbocco	ξ =	1	0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
			ξ tot=	3.95

z = 0.6 m

*Tratto mandate unica*

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	0 piede acc.	ξ =	0.3	0
n°	0 saracinesc	ξ =	0.15	0
n°	0 innesco a	ξ =	0.6	0
n°	0 valvola di ri	ξ =	0.3	0
n°	1 sbocco	ξ =	1	1
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
			ξ tot=	3.6

z = 0.3 m

Potenza Impianto installata = 27.10 KW

**PROGETTO ESECUTIVO**

---

**Scarico prima pioggia V5**

**CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO**

**DATI**

Z <sub>a</sub> =	204.95 m slm	quota aspirazione girante
Z <sub>s</sub> =	208.7 m slm	quota scarico/punto più alto della mandata
hg =	3.75 m	

**Perdite di carico distribuite**

*Tratto mandate separate*

n° pompe	1	Q =	9.9891 l/s
DN =	110	K <sub>s</sub> =	95
$\beta = \frac{10^{,3}}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$		D =	96.6
		$\beta =$	0.0025
		J =	0.0295
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$		L =	3 m lunghezza collettori
		$\Delta h_1 =$	0.09 m

*Tratto mandate unica*

n° pompe	1	Q =	9.9891 l/s
DN =	110	K <sub>s</sub> =	95
$\beta = \frac{10^{,3}}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$		D =	96.6
		$\beta =$	0.0025
		J =	0.0295
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$		L =	40 m lunghezza collettori
		$\Delta h_1 =$	1.18 m



**PROGETTO ESECUTIVO**

**Perdite di carico concentrate**

*Tratto mandate separate*

$$z = \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	1 piede acc.	ξ =	0.3	0.3
n°	1 saracinesca	ξ =	0.15	0.15
n°	1 innesco a T	ξ =	0.6	0.6
n°	1 valvola di ritegno	ξ =	0.3	0.3
n°	0 sbocco	ξ =	1	0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
				ξ tot= 3.95

z = 0.37 m

*Tratto mandate unica*

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	0 piede acc.	ξ =	0.3	0
n°	0 saracinesc	ξ =	0.15	0
n°	0 innesco a	ξ =	0.6	0
n°	0 valvola di r	ξ =	0.3	0
n°	1 sbocco	ξ =	1	1
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
				ξ tot= 3.6

z = 0.34 m

Potenza Impianto installata = 2 KW

## **Scarico seconda pioggia V5**

### **CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO**

#### **DATI**

Z a =	203.2 m slm	quota aspirazione girante
Z s =	215 m slm	quota scarico/punto più alto della mandata
hg =	11.8 m	

#### **Perdite di carico distribuite**

##### *Tratto mandate separate*

n° pompe	2	Q =	20 l/s
DN =	160	Ks =	95
$\beta = \frac{10,3}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$		D =	136.4
		$\beta =$	0.0022
		J =	0.0188
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$		L =	10 m lunghezza collettori
		$\Delta h_1 =$	0.19 m

##### *Tratto mandate unica*

n° pompe	1	Q =	40 l/s
DN =	200	Ks =	95
$\beta = \frac{10,3}{K^2 \cdot D^{\frac{1}{3}}}$		D =	170.6
		$\beta =$	0.0021
		J =	0.0228
$J = \beta \cdot \frac{Q^2}{D^5}$		L =	120 m lunghezza collettori
		$\Delta h_1 =$	3 m

**PROGETTO ESECUTIVO**

**Perdite di carico concentrate**

Tratto mandate separate

$$z = \sum \xi \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	1 piede acc.	ξ =	0.3	0.3
n°	1 saracinesca	ξ =	0.15	0.15
n°	1 innesco a T	ξ =	0.6	0.6
n°	1 valvola di ritegno	ξ =	0.3	0.3
n°	0 sbocco	ξ =	1	0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
				ξ tot= 3.95

z = 0 m

Tratto mandate unica

n°	2 curva 90°	ξ =	0.8	1.6
n°	curva 30°	ξ =	0.5	0
n°	2 curva 45°	ξ =	0.5	1
n°	0 piede acc.	ξ =	0.3	0
n°	0 saracinesc.	ξ =	0.15	0
n°	0 innesco a T	ξ =	0.6	0
n°	0 valvola di ri	ξ =	0.3	0
n°	1 sbocco	ξ =	1	1
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
n°	altro	ξ =		0
				ξ tot= 3.6

z = 1 m

Potenza Impianto installata = 9.40 KW

**11.1.3 Interconnessione Ex SS35 – Opera connessa TRC006**

TRATTA	PARZ.	PROGR.	S imp	S per	S equ	i	tcor	TR	Q	MATERIALE	DN	B	H	HC	v	GR
M	V	[m]	[m]	[m²]	[m²]	[m²]	[m/m]	[s]	[l/s]		[mm]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[%]
<b>OPERA CONNESSA TRC006 - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	30,02	30,02	30	377	143	0,20%	17	TR10	73	CA	500			0,98	55%
A2	A3	30,02	60,04	30	348	278	0,30%	48	TR10	77	CA	500			1,17	50%
A3	A4	30,03	90,07	30	463	446	0,40%	74	TR10	88	CA	500			1,34	50%
A4	A5	30,02	120,09	30	461	615	0,50%	96	TR10	97	CA	500			1,49	49%
A5	A6	30,02	150,11	30	491	792	0,60%	116	TR10	106	CA	500			1,64	49%
A6	A7	30,02	180,13	30	437	953	0,70%	135	TR10	114	CA	500			1,76	49%
A7	A8	30,02	210,15	30	352	1089	0,80%	152	TR10	119	CA	500			1,87	48%
A8	A9	30,03	240,18	30	546	1283	0,90%	168	TR10	128	CA	500			1,99	49%
A9	A10	30,02	270,20	30	380	1427	1,00%	183	TR10	133	CA	500			2,10	49%
A10	A11	30,01	300,21	77	271	1585	1,10%	197	TR10	140	CA	500			2,20	49%
A11	A12	15,00	315,21	80	110	1698	1,20%	211	TR10	143	CA	500			2,28	48%
A12	A13	15,00	330,21	93	99	1821	1,30%	217	TR10	149	CA	500			2,37	48%
A13	A14	15,00	345,21	94	84	1940	1,40%	224	TR10	154	CA	500			2,46	48%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

A14	A15	15,00	360,21	94		2034	1,50%	230	TR10	158	CA	500				2,54	48%
A15	A16	15,00	375,21	94		2128	1,60%	236	TR10	162	CA	500				2,62	47%
A16	A17	14,99	390,20	96		2224	1,70%	241	TR10	166	CA	500				2,70	47%
A17	A18	15,00	405,20	101		2325	1,80%	247	TR10	170	CA	500				2,77	47%
A18	A19	7,68	412,88			2325	2,00%	252	TR10	168	CA	500				2,87	46%
A19	A20	7,32	420,20	143	17	8237	2,20%	255	TR10	491	CA	600				3,87	63%
A20	A21	14,99	435,19	187	51	8439	2,40%	257	TR10	501	CA	600				4,02	62%
A21	A22	14,99	450,18	193	58	8649	2,60%	261	TR10	509	CA	600				4,16	61%
A22	A23	14,98	465,16	199	63	8867	2,80%	264	TR10	517	CA	600				4,30	60%
A23	A24	14,97	480,13	211	61	9097	3,00%	268	TR10	526	CA	600				4,43	59%
A24	A25	14,98	495,11	212	59	9326	3,20%	271	TR10	535	CA	600				4,56	59%
A25	A26	14,97	510,08	211	60	9555	3,40%	274	TR10	544	CA	600				4,68	58%
A26	A27	14,97	525,05	215	54	9787	3,60%	278	TR10	553	CA	600				4,80	58%
A27	A28	14,97	540,02	213	39	10011	3,80%	281	TR10	561	CA	600				4,92	57%
A28	A29	14,97	554,99	221	19	10238	4,00%	284	TR10	570	CA	600				5,04	57%
A29	A30	14,97	569,96	214		10452	4,20%	287	TR10	578	CA	600				5,15	57%
A30	A31	14,97	584,93	215		10667	4,40%	290	TR10	586	CA	600				5,26	56%
A31	A32	13,45	598,38	205		10872	4,60%	292	TR10	594	CA	600				5,37	56%
A32	A33	34,97	633,35	609		12490	4,80%	295	TR10	673	ACCIAIO	600				5,18	49%
A33	A34	38,29	671,64	675		13165	5,00%	302	TR10	699	ACCIAIO	600				5,32	49%
A34	A35	35,27	706,91	627		13792	5,00%	309	TR10	722	ACCIAIO	600				5,37	50%
A35	A36	22,45	729,36	241		14033	5,25%	315	TR10	726	CA	600				5,92	61%
A36	A37	10,70	740,06			14641	5,25%	319	TR10	751	CA	600				5,96	62%
A37	FOSSO	8,19	748,25			14641	5,25%	321	TR10	749	CA	600				5,96	62%
<b>RAMO B</b>																	
B1	B2	14,97	14,97	242	214	306	0,26%	17	TR10	112	CA	500				1,19	66%
B2	B3	14,98	29,95	230	221	603	0,45%	29	TR10	145	CA	500				1,57	65%
B3	B4	14,97	44,92	223	220	892	0,50%	39	TR10	174	CA	600				1,72	52%
B4	B5	14,98	59,90	225	219	1182	0,50%	48	TR10	199	CA	600				1,78	57%
B5	B6	14,98	74,88	222	223	1471	0,60%	56	TR10	222	CA	600				1,95	57%
B6	B7	14,97	89,85	222	222	1760	0,70%	64	TR10	243	CA	600				2,12	58%
B7	B8	14,97	104,82	216	219	2041	0,80%	71	TR10	262	CA	600				2,27	58%
B8	B9	14,97	119,79	222	219	2329	0,90%	77	TR10	282	CA	600				2,41	58%
B9	B10	14,97	134,76	217	221	2612	1,00%	84	TR10	300	CA	600				2,55	59%
B10	B11	14,97	149,73	215	222	2894	1,10%	89	TR10	318	CA	600				2,68	59%
B11	B12	14,97	164,70	217	222	3178	1,20%	95	TR10	336	CA	600				2,81	59%
B12	B13	14,98	179,68	206	220	3450	1,30%	100	TR10	352	CA	600				2,93	60%
B13	B14	14,92	194,60	202	218	3717	1,40%	105	TR10	367	CA	600				3,04	60%
B14	B15	14,98	209,58	197	228	3982	1,50%	110	TR10	382	CA	600				3,15	60%
B15	B16	14,99	224,57	186	228	4237	1,60%	115	TR10	396	CA	600				3,26	60%
B16	B17	14,99	239,56	181	225	4485	1,70%	120	TR10	409	CA	600				3,36	60%
B17	B18	14,99	254,55	93	227	4646	1,80%	124	TR10	414	CA	600				3,45	60%
B18	B19	15,00	269,55	89	231	4805	2,00%	129	TR10	420	CA	600				3,60	58%
B19	B20	15,00	284,55	89	224	4961	2,20%	133	TR10	426	CA	600				3,74	57%
B20	B21	15,00	299,55	90	226	5119	2,40%	137	TR10	432	CA	600				3,88	56%
B21	B22	15,00	314,55	90	231	5278	2,60%	141	TR10	438	CA	600				4,02	55%
B22	B23	15,00	329,55	90	233	5438	2,80%	144	TR10	444	CA	600				4,15	55%
B23	B24	15,00	344,55	90	241	5600	3,00%	148	TR10	451	CA	600				4,27	54%
B24	B25	15,00	359,55	90	245	5764	3,20%	151	TR10	458	CA	600				4,40	53%
B25	A19	11,96	371,51			5764	2,50%	155	TR10	453	CA	600				3,99	57%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

RAMO C																	
C1	C2	30,02	30,02	60	760	288	2,40%	21	TR10	100	CA	400			2,70	45%	
C2	C3	30,02	60,04	30	77	341	2,60%	32	TR10	97	CA	400			2,76	43%	
C3	C4	30,02	90,06	30	533	531	2,80%	43	TR10	115	CA	400			2,97	47%	
C4	C5	30,02	120,08	30	499	711	3,00%	53	TR10	130	CA	400			3,15	49%	
C5	C6	30,02	150,10	30	515	895	3,20%	63	TR10	144	CA	400			3,30	51%	
C6	C7	15,02	165,12	15	330	1009	3,40%	72	TR10	149	CA	400			3,41	51%	
C7	A32	13,61	178,73			1009	3,40%	76	TR10	146	CA	400			3,39	51%	
RAMO D																	
D1	D2	29,88	29,88	380		380	3,87%	17	TR10	130	CA	400			3,45	46%	
D2	D3	26,73	56,61	228		608	3,87%	25	TR10	155	CA	400			3,62	51%	
D3	A36	12,17	68,78			608	3,87%	33	TR10	140	CA	400			3,52	48%	
INTERCONNESSIONE EX SS 35 - TRATTA B2																	
RAMO A																	
A1	A2	22,67	22,67	230		230	0,20%	23	TR25	94	PE	500			0,95	65%	
A2	A3	46,53	69,20	949		1178	0,10%	47	TR25	228	PE	800			0,91	67%	
A3	A4	46,74	115,94	720		1898	0,10%	98	TR25	244	PE	800			0,92	71%	
A4	A5	27,87	143,81	217		2115	0,10%	148	TR25	222	PE	800			0,91	66%	
A5	A6	27,87	171,68	558		3135	0,10%	179	TR25	284	PE	1000			0,98	53%	
A6	A7	49,81	221,49	1020		4155	0,10%	208	TR25	338	PE	1000			1,02	58%	
A7	A8	49,93	271,42	908		5063	0,10%	257	TR25	365	PE	1000			1,03	61%	
A8	B9	8,38	279,80			7594	0,10%	305	TR25	484	PE	1000			1,09	75%	
RAMO B																	
B1	B2	31,61	31,61	135		135	0,50%	29	TR25	68	PE	400			1,24	58%	
B2	B3	32,54	64,15	577		712	2,00%	54	TR25	145	PE	400			2,53	60%	
B3	B4	54,58	118,73	575		1287	4,00%	67	TR25	209	PE	400			3,59	61%	
B4	B5	45,62	164,35	481		1768	5,00%	83	TR25	248	PE	400			4,06	63%	
B5	B6	50,15	214,50	536		2304	5,00%	94	TR25	293	PE	400			4,18	71%	
B6	B7	50,11	264,61	547		2851	1,50%	106	TR25	334	PE	630			2,81	52%	
B7	B8	17,30	281,91			2851	1,50%	124	TR25	310	PE	630			2,76	50%	
B8	B9	16,96	298,87	183		3034	0,20%	130	TR25	320	PE	800			1,29	67%	
B9	B10	49,50	348,37	854		11482	0,10%	318	TR25	696	PE	1200			1,20	68%	
B10	B11	49,70	398,07	1371		12853	0,10%	359	TR25	728	PE	1200			1,21	71%	
B11	B12	49,65	447,72	1457		14310	0,10%	400	TR25	763	PE	1200			1,22	73%	
B12	B13	49,60	497,32	1423		15733	0,11%	441	TR25	795	PE	1200			1,28	73%	
B13	B14	26,12	523,44	921		16654	0,11%	480	TR25	804	PE	1200			1,28	74%	
B14	B15	39,01	562,45			16654	0,11%	500	TR25	787	CA	SOT EX SS35	1,30	1,20	0,90	0,67	75%
B15	B16	32,97	595,42	868		17522	0,11%	558	TR25	781	CA	SOT EX SS35	1,30	1,20	0,90	0,67	75%
B16	B17	35,61	631,03			17522	0,11%	608	TR25	748	CA	SOT EX SS35	1,30	1,20	0,90	0,64	75%
B17	B18	65,67	696,70	959		18481	0,20%	663	TR25	752	PE	1200			1,61	57%	
B18	B19	50,00	746,70	720		19201	0,20%	704	TR25	757	PE	1200			1,61	58%	
B19	B20	51,74	798,44	753		19954	0,20%	735	TR25	768	PE	1200			1,62	58%	
B20	B21	32,90	831,34	420		20374	0,20%	767	TR25	766	PE	1200			1,62	58%	
B21	N6	12,06	843,40			20374	0,20%	787	TR25	756	PE	1200			1,61	58%	
RAMO C																	
C1	C2	27,07	27,07	135		135	0,50%	29	TR25	68	PE	400			1,24	58%	

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

C2	C3	49,92	76,99	810		945	3,00%	51	TR25	184	PE	400				3,12	62%
C3	C4	49,92	126,91	534		1479	6,00%	67	TR25	235	PE	400				4,31	58%
C4	C5	50,06	176,97	529		2008	6,00%	78	TR25	283	PE	400				4,49	65%
C5	A8	49,98	226,95	523		2531	1,50%	90	TR25	325	PE	630				2,79	52%
<b>RAMO D</b>																	
D1	D2	7,78	7,78	135		135	0,50%	29	TR25	68	PE	400				1,24	58%
D2	D3	12,36	20,14	37		172	1,00%	35	TR25	72	PE	400				1,65	49%
D3	D4	49,96	70,10	578		750	2,50%	43	TR25	166	PE	400				2,84	61%
D4	D5	50,00	120,10	564		1314	4,00%	60	TR25	223	PE	400				3,63	64%
D5	D6	50,00	170,10	559		1873	5,90%	74	TR25	274	PE	400				4,42	64%
D6	D7	47,05	217,15	522		2395	4,00%	86	TR25	317	PE	500				3,99	55%
D7	D8	28,10	245,25	522		5540	2,00%	221	TR25	425	PE	630				3,31	55%
D8	D9	24,86	270,11	344		5884	0,50%	230	TR25	440	PE	800				1,98	61%
D9	D10	49,90	320,01	597		6481	0,50%	242	TR25	469	PE	800				2,01	63%
D10	D11	50,00	370,01	588		7069	1,50%	267	TR25	484	PE	800				3,08	47%
D11	D12	49,79	419,80	593		7662	2,42%	283	TR25	506	PE	800				3,73	42%
D12	D13	50,15	469,95	618		8280	1,80%	297	TR25	531	PE	800				3,38	47%
D13	D14	49,93	519,88	610		8890	1,35%	312	TR25	554	PE	800				3,06	52%
D14	D15	34,50	554,38	367		9257	1,35%	328	TR25	560	PE	800				3,07	52%
<b>RAMO E</b>																	
E1	E2	26,29	26,29	205		205	0,50%	31	TR25	81	PE	400				1,29	65%
E2	FOSSO	12,84	39,13			205	0,50%	51	TR25	71	PE	400				1,26	60%
<b>RAMO F</b>																	
F1	F2	27,74	27,74	135		135	0,50%	24	TR25	70	PE	400				1,26	59%
F2	F3	23,46	51,20	697		832	0,50%	47	TR25	173	PE	500				1,54	73%
F3	FOSSO	19,36	70,56			1298	0,50%	62	TR25	218	PE	630				1,67	56%
<b>RAMO G</b>																	
G1	F3	21,89	21,89	466		466	0,50%	24	TR25	145	PE	500				1,50	64%
<b>RAMO H</b>																	
H1	J3	20,80	20,80	444		444	0,50%	24	TR25	140	PE	500				1,49	63%
<b>RAMO J</b>																	
J1	J2	25,53	25,53	135		135	0,50%	24	TR25	70	PE	400				1,26	59%
J2	J3	26,32	51,85	664		799	0,50%	45	TR25	171	PE	500				1,54	72%
J3	FOSSO	21,94	73,79			1243	0,50%	62	TR25	211	PE	630				1,65	55%
<b>RAMO K</b>																	
K1	K2	50,00	50,00	180		180	0,20%	32	TR25	75	PE	500				0,90	57%
K2	K3	50,00	100,00	1209		1389	0,20%	88	TR25	198	PE	630				1,13	72%
K3	K4	50,00	150,00	693		2082	0,20%	132	TR25	231	PE	800				1,20	54%
K4	K5	44,00	194,00	541		2623	0,20%	173	TR25	248	PE	800				1,22	57%
K5	D7	11,68	205,68			2623	0,20%	209	TR25	228	PE	800				1,20	54%
<b>RAMO I</b>																	
I1	I2	49,43	49,43	98		98	1,01%	22	TR25	63	PE	315				1,58	67%
I2	I3	49,77	99,20	739		836	1,01%	53	TR25	165	PE	500				2,02	56%
I3	L7	24,86	124,06	209		1045	1,80%	78	TR25	167	PE	500				2,53	48%
<b>RAMO L</b>																	
L1	L2	32,63	32,63	1073		1073	6,45%	74	TR25	174	PE	315				4,04	71%
L2	L3	24,49	57,12	278		1351	4,00%	82	TR25	199	PE	400				3,55	59%
L3	L4	24,20	81,32	207		1558	1,50%	89	TR25	216	PE	500				2,51	58%
L4	L5	23,84	105,16	196		1754	0,50%	99	TR25	227	PE	630				1,68	58%
L5	L6	6,00	111,16			1754	0,20%	113	TR25	214	PE	800				1,18	52%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

L6	L7	24,89	136,05	205		1959	0,20%	118	TR25	230	PE	800			1,20	54%
L7	M6	20,81	156,86			3004	0,20%	139	TR25	308	PE	800			1,28	65%
<b>RAMO M</b>																
M1	M2	42,97	42,97	120		120	1,01%	22	TR25	69	PE	315			1,60	71%
M2	M3	34,21	77,18	511		631	1,01%	48	TR25	139	PE	400			1,89	74%
M3	M4	50,00	127,18	417		1048	1,01%	66	TR25	179	PE	500			2,06	59%
M4	M5	50,00	177,18	413		1461	1,01%	91	TR25	204	PE	500			2,12	64%
M5	M6	39,80	216,98	333		1794	1,01%	114	TR25	217	PE	500			2,15	67%
M6	M7	34,33	251,31	263		5061	1,68%	158	TR25	462	PE	630			3,16	62%
<b>RAMO N</b>																
N1	N2	26,69	26,69	135		135	1,00%	26	TR25	69	PE	315			1,59	72%
N2	N3	50,00	76,69	707		842	3,00%	43	TR25	181	PE	400			3,11	61%
N3	N4	50,00	126,69	532		1374	5,00%	59	TR25	234	PE	400			4,01	61%
N4	N5	50,05	176,74	537		1911	5,00%	71	TR25	283	PE	400			4,16	69%
N5	N6	35,17	211,91	362		2273	5,00%	83	TR25	306	PE	400			4,21	74%
N6	N7	39,88	251,79	687		23334	5,00%	92	TR25	2636	PE	1000			7,34	62%
N7	N8	24,86	276,65	318		23652	0,50%	97	TR25	2592	PE	1200S			3,03	73%
N8	N9	49,97	326,62	590		24242	0,50%	105	TR25	2544	PE	1200S			3,03	71%
N9	N10	49,92	376,54	612		24854	1,00%	122	TR25	2415	PE	1200S			3,94	55%
N10	N11	30,28	406,82	435		25289	2,42%	135	TR25	2332	PE	1200S			5,47	42%
N11	N12	19,51	426,33	161		25450	1,48%	140	TR25	2297	PE	1200S			4,53	48%
N12	N13	49,73	476,06	405		25855	1,48%	144	TR25	2296	PE	1200S			4,53	48%
N13	N14	24,89	500,95	207		26062	1,48%	155	TR25	2226	PE	1200S			4,49	47%
N14	N15	24,89	525,84	206		26268	3,83%	161	TR25	2203	PE	1200S			6,38	36%
N15	N16	24,89	550,73	208		26476	3,83%	165	TR25	2192	PE	1200S			6,37	36%
N16	N17	49,89	600,62	456		26932	3,83%	169	TR25	2202	PE	1200S			6,38	36%
N17	N18	37,57	638,19	353		27285	0,50%	177	TR25	2178	PE	1200S			2,95	64%
N18	N19	19,25	657,44	167		27452	0,20%	189	TR25	2112	PE	1400S			2,07	65%
<b>RAMO O</b>																
O1	O2	26,74	26,74	90		90	0,20%	32	TR25	58	PE	400			0,83	70%
O2	O3	21,55	48,29	464		840	0,20%	64	TR25	153	PE	630			1,08	60%
O3	O4	18,56	66,85	216		1056	0,50%	84	TR25	163	PE	630			1,56	48%
O4	O5	24,18	91,03	277		1333	1,00%	96	TR25	185	PE	630			2,08	42%
O5	O6	23,72	114,75	274		1607	1,50%	108	TR25	204	PE	630			2,49	40%
O6	O7	23,56	138,31	278		1885	2,72%	117	TR25	224	PE	630			3,17	36%
O7	O8	24,02	162,33	273		2158	2,72%	125	TR25	244	PE	630			3,24	38%
O8	O9	25,47	187,80	274		2432	2,72%	132	TR25	262	PE	630			3,31	39%
O9	O10	8,85	196,65			2432	2,72%	140	TR25	256	PE	630			3,29	39%
O10	O11	49,91	246,56	527		2959	2,72%	143	TR25	300	PE	630			3,42	42%
O11	O12	24,88	271,44	266		3225	2,72%	157	TR25	309	PE	630			3,45	43%
O12	O13	24,84	296,28	264		3489	2,72%	164	TR25	324	PE	630			3,48	44%
O13	O14	24,79	321,07	266		3755	2,72%	172	TR25	339	PE	630			3,52	45%
O14	O15	24,80	345,87	269		4024	2,72%	179	TR25	353	PE	630			3,56	46%
O15	O16	49,25	395,12	563		4587	2,72%	186	TR25	390	PE	630			3,65	48%
O16	O17	49,34	444,46	582		5169	2,72%	199	TR25	420	PE	630			3,73	50%
O17	O18	49,23	493,69	589		5758	2,72%	212	TR25	449	PE	630			3,78	52%
O18	O19	54,14	547,83	647		6405	2,72%	225	TR25	480	PE	630			3,83	54%
O19	O20	44,35	592,18	531		6936	2,72%	239	TR25	502	PE	630			3,87	56%
O20	O21	49,27	641,45	636		7572	2,72%	251	TR25	531	PE	630			3,93	58%
O21	O22	24,64	666,09	348		7920	2,72%	263	TR25	541	PE	630			3,94	58%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

O22	O23	24,65	690,74	355		8275	1,80%	270	TR25	557	PE	630				3,36	68%
O23	O24	24,66	715,40	326		8601	1,80%	277	TR25	569	PE	630				3,38	69%
O24	N19	17,44	732,84			8601	1,80%	284	TR25	562	PE	630				3,37	69%
<b>RAMO P</b>																	
P1	P2	32,89	32,89	286		286	0,20%	32	TR25	96	PE	500				0,95	66%
P2	O2	10,63	43,52			286	0,50%	67	TR25	78	PE	500				1,29	44%
<b>RAMO Q</b>																	
Q1	Q2	30,00	30,00	113		113	0,30%	24	TR25	66	PE	400				1,01	67%
Q2	Q3	30,00	60,00	334		446	0,30%	54	TR25	106	PE	500				1,15	62%
Q3	Q4	1,25	61,25			446	0,30%	80	TR25	94	PE	500				1,11	57%
Q4	Q5	20,83	82,08	118		564	1,50%	81	TR25	107	PE	500				2,12	40%
Q5	Q6	16,44	98,52	110		674	2,00%	91	TR25	115	PE	500				2,40	38%
Q6	Q7	30,35	128,87	188		862	3,00%	98	TR25	133	PE	500				2,89	37%
Q7	Q8	20,88	149,75	114		976	4,87%	108	TR25	140	PE	500				3,50	34%
Q8	Q9	22,24	171,99	115		1091	3,00%	114	TR25	148	PE	500				2,98	39%
Q9	Q10	27,26	199,25	142		1233	1,50%	121	TR25	158	PE	500				2,33	49%
Q10	R10	8,96	208,21			1233	1,00%	133	TR25	152	PE	500				1,98	53%
<b>RAMO R</b>																	
R1	R2	30,00	30,00	113		113	0,30%	24	TR25	66	PE	400				1,01	67%
R2	R3	30,00	60,00	361		473	0,30%	54	TR25	110	PE	500				1,15	64%
R3	R4	1,35	61,35			473	0,30%	80	TR25	97	PE	500				1,12	58%
R4	R5	21,30	82,65	116		589	1,50%	81	TR25	110	PE	500				2,14	40%
R5	R6	17,96	100,61	98		687	2,00%	91	TR25	117	PE	500				2,41	38%
R6	R7	32,25	132,86	172		859	3,00%	98	TR25	132	PE	500				2,88	37%
R7	R8	18,74	151,60	101		960	4,87%	109	TR25	137	PE	500				3,48	33%
R8	R9	25,37	176,97	139		1099	3,00%	115	TR25	148	PE	500				2,98	39%
R9	R10	26,84	203,81	190		1289	1,50%	123	TR25	162	PE	500				2,35	49%
R10	R11	47,58	251,39	607		3129	0,50%	135	TR25	323	PE	630				1,80	74%
R11	O24	24,54	275,93	322		3451	0,20%	161	TR25	324	PE	800				1,29	67%
<b>RAMO S</b>																	
S1	S2	46,08	46,08	75		75	0,20%	25	TR25	57	PE	400				0,83	69%
S2	S3	26,46	72,54	279		354	0,20%	81	TR25	82	PE	500				0,92	60%
S3	S4	36,53	109,07	108		462	0,20%	109	TR25	87	PE	500				0,94	62%
S4	A5	18,25	127,32			462	0,20%	148	TR25	80	PE	500				0,92	59%
<b>RAMO Y</b>																	
Y1	Y2	11,79	11,79	75		75	0,97%	23	TR25	58	PE	315				1,52	64%
Y2	Y3	30,59	42,38	243		318	0,97%	31	TR25	104	PE	400				1,77	61%
Y3	Y4	16,76	59,14	149		467	0,97%	48	TR25	114	PE	400				1,80	65%
Y4	T4	11,68	70,82			467	0,97%	57	TR25	107	PE	400				1,78	63%
<b>RAMO T</b>																	
T1	T2	16,21	16,21	75		75	0,97%	23	TR25	58	PE	315				1,52	64%
T2	T3	30,76	46,97	315		390	0,97%	33	TR25	115	PE	400				1,81	65%
T3	T4	18,19	65,16	160		550	0,97%	50	TR25	124	PE	400				1,83	69%
T4	T5	5,30	70,46			1017	0,50%	60	TR25	182	PE	630				1,60	51%
T5	FOSSO	2,88	73,34			1017	0,50%	64	TR25	178	PE	630				1,59	50%
<b>RAMO U</b>																	
U1	U2	20,02	20,02	135		135	0,50%	23	TR25	72	PE	400				1,26	60%
U2	U3	19,98	40,00	554		689	0,50%	39	TR25	161	PE	500				1,52	69%
U3	U4	19,84	59,84	150		839	0,50%	52	TR25	167	PE	500				1,53	71%
U4	U5	19,81	79,65	260		1099	0,50%	65	TR25	187	PE	630				1,61	51%



Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

U5	U6	19,86	99,51	240		1339	0,50%	77	TR25	203	PE	630			1,64	54%
U6	U7	16,11	115,62	227		1566	0,50%	89	TR25	217	PE	630			1,66	56%
U7	FOSSO	17,36	132,98	99		1665	0,50%	99	TR25	218	PE	630			1,67	56%
<b>RAMO V</b>																
V1	V2	20,12	20,12	135		135	0,50%	23	TR25	72	PE	400			1,26	60%
V2	V3	20,04	40,16	323		458	0,50%	39	TR25	121	PE	500			1,44	57%
V3	V4	20,90	61,06	421		879	0,50%	53	TR25	171	PE	500			1,54	73%
V4	FOSSO	17,30	78,36			879	0,50%	67	TR25	156	PE	500			1,52	68%
<b>RAMO Z</b>																
Z1	Z2	14,30	14,30	90		90	0,20%	32	TR25	58	PE	400			0,83	70%
Z2	Z3	14,97	29,27	134		224	0,20%	49	TR25	75	PE	500			0,90	56%
Z3	Z4	15,00	44,27	93		317	0,20%	66	TR25	82	PE	500			0,92	60%
Z4	Z5	15,00	59,27	91		408	0,20%	82	TR25	88	PE	500			0,94	63%
Z5	Z6	14,69	73,96			408	0,20%	98	TR25	84	PE	500			0,93	61%
Z6	Z7	0,97	74,93			408	0,20%	114	TR25	80	PE	500			0,92	59%
Z7	Z8	48,70	123,63			408	0,20%	115	TR25	80	PE	500			0,92	59%
Z8	X18	10,42	134,05			408	0,20%	168	TR25	73	PE	500			0,90	56%
<b>RAMO X</b>																
X1	X2	26,74	26,74	158		158	1,00%	22	TR25	78	PE	400			1,68	51%
X2	X3	21,55	48,29	688		845	2,50%	38	TR25	192	PE	400			2,92	67%
X3	X4	18,56	66,85	329		1174	4,65%	45	TR25	231	PE	400			3,89	62%
X4	X5	24,18	91,03	300		1474	4,65%	50	TR25	268	PE	400			4,00	68%
X5	X6	23,72	114,75			1474	4,65%	56	TR25	254	PE	400			3,96	66%
X6	X7	23,56	138,31	100		1574	0,20%	62	TR25	256	PE	800			1,23	58%
X7	X8	24,02	162,33			1574	0,20%	81	TR25	227	PE	800			1,20	54%
X8	X9	25,47	187,80			2040	0,20%	101	TR25	256	PE	800			1,23	58%
X9	X10	8,85	196,65			2040	0,20%	122	TR25	235	PE	800			1,20	55%
X10	X11	49,91	246,56	126		2166	0,20%	129	TR25	241	PE	800			1,21	56%
X11	X12	24,88	271,44	100		2266	0,20%	170	TR25	221	PE	800			1,19	53%
X12	X13	24,84	296,28	87		2353	0,20%	191	TR25	217	PE	800			1,18	52%
X13	X14	24,79	321,07	116		2469	0,20%	212	TR25	215	PE	800			1,18	52%
X14	X15	24,80	345,87	170		2639	0,20%	233	TR25	218	PE	800			1,19	53%
X15	X16	49,25	395,12	170		2809	0,20%	254	TR25	221	PE	800			1,19	53%
X16	X17	49,34	444,46	170		2979	0,20%	296	TR25	217	PE	800			1,18	52%
X17	X18	49,23	493,69	163		3142	0,20%	337	TR25	214	PE	800			1,18	52%
X18	X19	54,14	547,83	184		3734	0,20%	379	TR25	234	PE	800			1,20	55%
X19	X20	44,35	592,18	177		3911	0,20%	424	TR25	232	PE	800			1,20	54%
X20	X21	49,27	641,45			3911	0,20%	461	TR25	223	PE	800			1,19	53%
X21	X22	24,64	666,09			3911	0,20%	502	TR25	215	PE	800			1,18	52%
X22	FOSSO	24,65	690,74			3911	0,20%	523	TR25	211	PE	800			1,18	52%
<b>RAMO W</b>																
W1	W2	12,08	12,08	75		75	0,50%	31	TR25	55	PE	400			1,19	51%
W2	AA4	11,07	23,15	130		205	0,50%	41	TR25	75	PE	400			1,27	62%
<b>RAMO AA</b>																
AA1	AA2	14,59	14,59	75		75	0,50%	31	TR25	55	PE	400			1,19	51%
AA2	AA3	10,03	24,62	186		261	0,50%	43	TR25	84	PE	400			1,30	66%
AA3	AA4	9,46	34,08			261	0,50%	51	TR25	80	PE	400			1,29	64%
AA4	X8	12,15	46,23			466	1,00%	58	TR25	106	PE	400			1,80	62%
<b>RAMO AB</b>																
AB1	AB2	29,83	29,83	190		190	0,50%	25	TR25	82	PE	400			1,30	65%

**PROGETTO ESECUTIVO**

AB2	AB3	37,65	67,48	135		325	0,50%	48	TR25	91	PE	400				1,32	70%
AB3	FOSSO	3,92	71,40			325	0,50%	77	TR25	80	PE	400				1,29	64%

**11.1.4 Viabilità secondarie interferite e di attraversamento**

TRATTA	PARZ.	PROGR.	S imp	S per	S equ	i	tcor	TR	Q	MATERIALE	DN	B	H	HC	v	GR
M	V	[m]	[m]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m/m]	[s]	[l/s]		[mm]	[m]	[m]	[m]	[m/s]	[%]
<b>B2I02GE00 - VIALE INDUSTRIA - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	23,12	23,12	295		295	0,50%	23	TR10	58	CA	400			1,31	52%
A2	A3	12,63	35,75			295	0,50%	41	TR10	43	CA	400			1,22	44%
A3	A4	65,89	101,64			588	0,50%	51	TR10	76	CA	400			1,39	61%
A4	TRINCEA	26,13	127,77			588	10,00%	99	TR10	54	CA	400			3,79	22%
<b>RAMO B</b>																
B1	A3	24,56	24,56	293		293	0,50%	23	TR10	58	CA	400			1,31	52%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	10,41	10,41	129		129	0,50%	23	TR10	26	CA	300			1,07	50%
C2	FOSSO	5,57	15,98	125		254	0,50%	33	TR10	42	CA	400			1,21	43%
<b>B2I04GE00 - MEUCCI - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	19,43	19,43	63		63	0,50%	19	TR10	14	CA	300			0,91	36%
A2	A3	6,26	25,69	89		152	0,50%	40	TR10	22	CA	300			1,03	47%
A3	A4	22,89	48,58	165		317	0,50%	46	TR10	43	CA	400			1,22	44%
A4	A5	4,26	52,84	124		441	0,50%	65	TR10	50	CA	400			1,26	48%
A5	A6	3,15	55,99			441	0,50%	69	TR10	49	CA	400			1,26	47%
A6	TRINCEA	31,27	87,26			441	10,00%	71	TR10	48	CA	400			3,68	21%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	15,08	15,08	223		223	0,50%	19	TR10	49	CA	400			1,26	47%
B2	B3	14,82	29,90	124		347	0,50%	31	TR10	59	CA	400			1,31	52%
B3	B4	9,58	39,48	86		433	0,50%	42	TR10	62	CA	400			1,33	54%
B4	FOSSO	19,92	59,40			840	5,00%	50	TR10	111	CA	400			3,66	39%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	48,82	48,82	225		225	0,50%	19	TR10	50	CA	400			1,26	47%
C2	C3	48,83	97,65	90		315	0,50%	58	TR10	38	CA	400			1,18	41%
C3	C4	48,82	146,47	92		407	0,50%	99	TR10	37	CA	400			1,18	41%
C4	B4	48,92	195,39			407	0,50%	141	TR10	31	CA	400			1,12	37%
<b>VIE ALFIERI - OBERDAN - MANZONI - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	15,32	15,32	230		230	0,50%	25	TR10	44	CA	400			1,22	44%
A2	A3	5,79	21,11			230	0,50%	37	TR10	35	CA	400			1,16	40%
A3	A4	37,88	58,99	202		432	0,50%	42	TR10	62	CA	400			1,33	54%
A4	FOSSO	9,13	68,12			726	0,50%	71	TR10	79	CA	400			1,40	62%
<b>RAMO B</b>																
B1	A4	42,87	42,87	294		294	0,22%	24	TR10	57	CA	400			0,95	66%
<b>RAMO C - SCHEMA REPLICATO LUNGO VIA ALFIERI</b>																
C1	C2	20,00	20,00	85		85	0,50%	25	TR10	16	CA	300			0,96	39%
C2	FOSSO	12,50	32,50	85		255	0,50%	46	TR10	35	CA	300			1,15	61%
<b>RAMO D</b>																
D1	D2	25,08	25,08	437		437	0,32%	24	TR10	85	CA	500			1,22	52%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

D2	FOSSO	25,12	50,20			845	0,50%	44	TR10	118	CA	500			1,56	55%
<b>RAMO E</b>																
E1	D2	26,54	26,54	408		408	0,55%	18	TR10	92	CA	400			1,50	67%
<b>RAMO F</b>																
F1	F2	36,63	36,63	622		622	0,60%	23	TR10	125	CA	500			1,69	54%
F2	F3	49,68	86,31	180		802	0,50%	44	TR10	112	CA	500			1,54	54%
F3	FOSSO	49,58	135,89			802	0,50%	77	TR10	84	CA	500			1,44	45%
<b>B2B01CA02 - APPENNINI - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	12,11	12,11	234		234	0,60%	19	TR10	52	CA	400			1,36	46%
A2	FOSSO	8,65	20,76			234	0,50%	28	TR10	42	CA	400			1,21	43%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	15,08	15,08	105		105	0,50%	19	TR10	23	CA	300			1,04	47%
B2	B3	14,95	30,03	105		210	0,50%	34	TR10	34	CA	300			1,14	60%
B3	B4	14,99	45,02	105		315	0,50%	47	TR10	43	CA	400			1,21	44%
B4	B5	8,50	53,52	124		439	0,50%	59	TR10	53	CA	400			1,28	49%
B5	B6	13,84	67,36	45		839	0,50%	66	TR10	95	CA	500			1,49	49%
B6	FOSSO	6,89	74,25			1041	0,50%	75	TR10	110	CA	500			1,54	53%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	6,40	6,40	101		101	0,50%	19	TR10	22	CA	300			1,03	46%
C2	B6	7,88	14,28	101		202	0,50%	25	TR10	38	CA	300			1,17	64%
<b>RAMO D</b>																
D1	D2	15,08	15,08	105		105	0,50%	19	TR10	23	CA	300			1,04	47%
D2	D3	14,95	30,03	105		210	0,50%	34	TR10	34	CA	300			1,14	60%
D3	D4	14,60	44,63	105		315	0,50%	47	TR10	43	CA	400			1,21	44%
D4	D5	7,25	51,88	40		355	0,50%	59	TR10	43	CA	400			1,21	44%
D5	B5	7,93	59,81			355	0,50%	65	TR10	41	CA	400			1,20	42%
<b>B2I10GE00 - GRAN SASSO - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	18,97	18,97	381		381	0,50%	17	TR10	90	CA	400			1,44	68%
A2	FOSSO	15,69	34,66			381	0,50%	30	TR10	66	CA	400			1,35	56%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	15,01	15,01	236		236	0,30%	17	TR10	56	CA	400			1,07	59%
B2	B3	14,83	29,84	136		372	0,30%	31	TR10	63	CA	400			1,10	64%
B3	B4	14,95	44,79	132		504	0,30%	44	TR10	70	CA	500			1,14	48%
B4	B5	10,23	55,02			504	0,30%	58	TR10	61	CA	500			1,10	44%
B5	B6	4,56	59,58			504	1,50%	67	TR10	57	CA	500			1,95	28%
B6	B7	27,71	87,29	429		1377	2,50%	69	TR10	152	CA	500			3,05	41%
B7	B8	54,55	141,84	639		2016	1,50%	78	TR10	208	CA	500			2,71	56%
B8	POZZI	8,40	150,24			2968	1,00%	98	TR10	271	CA	600			2,49	55%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	15,01	15,01	179		179	0,30%	17	TR10	42	CA	400			1,00	50%
C2	C3	14,83	29,84	104		283	0,30%	32	TR10	47	CA	400			1,03	53%
C3	C4	12,86	42,70	97		380	0,30%	46	TR10	52	CA	400			1,05	56%
C4	C5	12,31	55,01	64		444	0,30%	59	TR10	54	CA	400			1,06	57%
C5	B6	7,90	62,91			444	1,00%	70	TR10	49	CA	400			1,63	39%
<b>RAMO D</b>																
D1	B8	62,26	62,26	952		952	1,00%	16	TR10	229	CA	600			2,40	50%
<b>VIA MONTEGRAPPA - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

A1	A2	51,46	51,46	500		500	0,50%	25	TR10	96	CA	400			1,45	71%
A2	A3	8,03	59,49	68		568	0,50%	60	TR10	68	CA	400			1,36	57%
A3	TRINCEA	2,00	61,49			568	0,50%	66	TR10	64	CA	400			1,34	55%
<b>B2115GE00 - INTERSEZIONE GIOVI - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	37,62	37,62	582		582	1,00%	16	TR10	141	CA	500			2,13	50%
A2	A3	3,64	41,26			582	1,00%	34	TR10	95	CA	500			1,93	40%
A3	A4	17,35	58,61	88		670	0,30%	35	TR10	106	ACCIAIO	500			1,15	49%
A4	A5	15,01	73,62	105		775	0,30%	50	TR10	101	ACCIAIO	500			1,14	48%
A5	A6	14,83	88,45	107		882	0,30%	64	TR10	102	ACCIAIO	500			1,14	48%
A6	A7	14,98	103,43	102		984	0,30%	77	TR10	103	ACCIAIO	500			1,15	48%
A7	A8	7,41	110,84	52		1036	0,30%	90	TR10	99	ACCIAIO	500			1,14	47%
A8	A9	20,46	131,30	169		1205	0,30%	96	TR10	111	CA	500			1,26	63%
A9	A10	14,68	145,98			1205	0,30%	112	TR10	102	CA	500			1,24	59%
A10	FOSSO	2,00	147,98			1886	0,30%	124	TR10	152	CA	500			1,33	79%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	13,35	13,35	264		264	0,30%	17	TR10	63	ACCIAIO	400			1,01	51%
B2	B3	15,01	28,36	120		384	0,30%	30	TR10	67	ACCIAIO	400			1,02	53%
B3	B4	14,88	43,24	113		497	0,30%	44	TR10	70	ACCIAIO	400			1,03	54%
B4	B5	15,04	58,28	125		622	0,30%	59	TR10	75	ACCIAIO	400			1,05	57%
B5	B6	2,71	60,99			622	0,30%	73	TR10	67	CA	400			1,11	66%
B6	A10	6,98	67,97	59		681	0,30%	75	TR10	72	CA	500			1,14	48%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	19,96	19,96	110		110	0,50%	17	TR10	26	CA	300			1,07	51%
C2	C3	27,92	47,88	149		259	0,50%	35	TR10	41	CA	400			1,20	43%
C3	FOSSO	5,95	53,83			259	0,50%	58	TR10	31	CA	400			1,12	37%
<b>RAMO D</b>																
D1	D2	31,52	31,52	240		240	0,50%	15	TR10	59	CA	400			1,32	52%
D2	FOSSO	10,31	41,83	120		660	0,50%	39	TR10	98	CA	500			1,50	50%
<b>RAMO E</b>																
E1	D2	24,53	24,53	300		300	0,50%	16	TR10	73	CA	400			1,38	59%
<b>B2118GE00 - INTERSEZIONE COLOMBO - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	20,52	20,52	582		582	1,50%	21	TR10	120	CA	400			2,36	57%
A2	FOSSO	7,94	28,46			582	1,50%	30	TR10	100	CA	400			2,27	52%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	39,26	39,26	353		353	0,20%	25	TR10	67	CA	500			0,96	52%
B2	FOSSO	8,06	47,32			762	0,20%	66	TR10	86	CA	500			1,02	60%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	13,97	13,97	281		281	1,00%	23	TR10	56	CA	300			1,66	65%
C2	B2	18,28	32,25	128		409	1,00%	32	TR10	69	CA	400			1,77	47%
<b>B2120GE00 - VIA COLOMBO - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	12,48	12,48	239		239	0,47%	23	TR10	47	CA	400			1,22	47%
A2	A3	30,61	43,09	355		594	0,47%	33	TR10	97	CA	500			1,46	50%
A3	A4	29,99	73,08	350		944	0,47%	54	TR10	118	CA	500			1,52	56%
A4	A5	30,12	103,20	320		1264	0,47%	74	TR10	134	CA	500			1,57	61%
A5	A6	26,68	129,88	282		1546	0,47%	93	TR10	145	CA	500			1,59	64%
A6	A7	33,35	163,23	356		1902	1,50%	110	TR10	164	CA	500			2,57	49%
A7	A8	30,26	193,49	323		2225	1,50%	123	TR10	180	CA	500			2,63	51%

TRATTA B2  
Relazione idraulica

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

A8	A9	30,11	223,60	318		2543	0,50%	135	TR10	196	CA	600			1,77	56%
A9	FOSSO	16,22	239,82			3138	0,50%	152	TR10	227	CA	600			1,83	61%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	13,73	13,73	209		209	0,50%	23	TR10	42	CA	400			1,21	43%
B2	B3	18,50	32,23	207		416	0,50%	34	TR10	67	CA	400			1,35	56%
B3	A9	11,47	43,70	179		595	0,50%	48	TR10	80	CA	400			1,41	63%
<b>B2I22GE00 - VIA PRATI - VIA DELLE CAVE - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	40,09	40,09	285		285	0,60%	24	TR10	56	CA	400			1,39	48%
A2	A3	9,12	49,21			428	0,60%	53	TR10	55	CA	400			1,38	47%
A3	FOSSO	10,26	59,47			959	0,60%	59	TR10	115	CA	500			1,66	52%
<b>RAMO B</b>																
B1	A2	20,51	20,51	143		143	0,30%	25	TR10	27	CA	300			0,89	61%
<b>RAMO C</b>																
C1	A3	11,96	11,96	140		140	0,30%	25	TR10	27	CA	300			0,89	60%
<b>RAMO D</b>																
D1	D2	12,81	12,81	146		146	0,60%	24	TR10	28	CA	300			1,18	51%
D2	D3	8,58	21,39	71		217	0,60%	35	TR10	35	CA	300			1,23	57%
D3	A3	23,24	44,63	174		391	0,60%	42	TR10	56	CA	400			1,40	48%
<b>RAMO E</b>																
E1	E2	9,88	9,88	217		217	9,00%	14	TR10	57	ACCIAIO	250			3,54	38%
E2	E3	9,96	19,84	153		370	9,00%	16	TR10	88	ACCIAIO	250			3,95	48%
E3	E4	13,50	33,34	229		599	9,00%	19	TR10	133	ACCIAIO	250			4,34	61%
E4	E5	3,76	37,10			599	9,00%	22	TR10	122	ACCIAIO	250			4,26	58%
E5	E6	40,28	77,38	580		1179	2,50%	23	TR10	235	CA	500			3,40	52%
E6	FOSSO	13,41	90,79			1179	2,50%	35	TR10	188	CA	500			3,21	46%
<b>RAMO F</b>																
F1	F2	34,07	34,07	880		880	1,00%	22	TR10	181	CA	500			2,25	58%
F2	F3	26,09	60,16	327		1207	3,00%	37	TR10	187	CA	500			3,44	43%
F3	G8	25,84	86,00	185		1392	6,00%	44	TR10	195	CA	500			4,50	37%
<b>RAMO G</b>																
G1	G2	11,97	11,97	119		119	0,50%	24	TR10	23	CA	300			1,04	47%
G2	G3	4,70	16,67	67		186	1,50%	36	TR10	29	CA	300			1,67	40%
G3	G4	14,35	31,02	66		252	3,00%	39	TR10	38	CA	300			2,31	38%
G4	G5	11,36	42,38	80		332	4,00%	45	TR10	46	CA	300			2,71	40%
G5	G6	9,99	52,37	58		390	6,00%	49	TR10	52	CA	300			3,23	38%
G6	G7	17,43	69,80	240		630	2,00%	52	TR10	81	CA	400			2,40	42%
G7	G8	9,60	79,40			630	1,00%	59	TR10	75	CA	400			1,82	49%
G8	POZZI	16,12	95,52	275		2297	0,60%	65	TR10	263	CA	600			2,03	64%
<b>B2I25GE00 - VIABILITA' SCUOLE - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	18,39	18,39	277		277	9,48%	13	TR10	74	CA	300			4,21	40%
A2	A3	24,21	42,60	220		497	9,48%	18	TR10	114	CA	300			4,68	51%
A3	A4	50,00	92,60	438		935	2,37%	23	TR10	187	CA	400			3,11	66%
A4	A5	50,00	142,60	433		1368	2,37%	39	TR10	205	CA	500			3,22	49%
A5	A6	28,39	170,99	255		1623	2,37%	54	TR10	203	CA	500			3,22	48%
A6	A7	21,11	192,10	192		1815	2,37%	63	TR10	210	CA	500			3,25	49%
A7	A8	24,50	216,60	114		2076	2,37%	70	TR10	228	CA	500			3,31	52%
A8	A9	24,61	241,21	111		2187	2,37%	77	TR10	227	CA	500			3,31	51%
A9	A10	31,69	272,90	135		2322	2,37%	85	TR10	230	CA	500			3,31	52%

TRATTA B2  
Relazione idraulica

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

A10	A11	5,45	278,35			2322	2,37%	94	TR10	217	CA	500			3,27	50%
A11	A12	34,82	313,17			2322	1,35%	96	TR10	215	CA	500			2,63	59%
A12	A13	36,55	349,72			2322	1,35%	109	TR10	201	CA	500			2,58	56%
A13	POZZI	4,39	354,11			4155	0,70%	166	TR10	287	CA	600			2,20	64%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	31,65	31,65	147		147	4,00%	17	TR10	34	CA	250			2,50	43%
B2	A7	6,52	38,17			147	4,00%	30	TR10	25	CA	250			2,32	37%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	20,00	20,00	103		103	1,00%	23	TR10	21	CA	250			1,31	48%
C2	C3	40,00	60,00	140		243	4,27%	38	TR10	37	CA	250			2,62	44%
C3	C4	37,93	97,93	133		376	4,27%	53	TR10	48	CA	250			2,79	51%
C4	A13	6,97	104,90			1833	0,20%	152	TR10	133	CA	600			1,14	58%
<b>RAMO D</b>																
D1	D2	39,28	39,28	256		256	0,20%	25	TR10	48	CA	400			0,88	61%
D2	D3	39,28	78,56	161		417	0,20%	70	TR10	46	CA	400			0,87	59%
D3	D4	4,55	83,11			1311	0,20%	115	TR10	110	CA	600			1,09	52%
D4	D5	20,64	103,75	70		1381	0,20%	119	TR10	114	CA	600			1,10	53%
D5	C4	21,94	125,69	76		1457	0,20%	138	TR10	111	CA	600			1,09	52%
<b>RAMO E</b>																
E1	E2	40,20	40,20	489		489	0,20%	25	TR10	92	CA	500			1,03	63%
E2	D3	41,36	81,56	405		894	0,20%	64	TR10	103	CA	600			1,07	50%
<b>B2A0P003 - PONTE VINCI - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	64,26	64,26	120		120	0,30%	25	TR10	23	CA	300			0,85	54%
A2	POZZI	9,13	73,39	120		240	0,30%	100	TR10	22	CA	300			0,84	53%
<b>B2B02S001 - SOTTOPASSO FARGA - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	23,68	23,68	65		65	0,50%	24	TR10	13	CA	300			0,89	34%
A2	A3	14,88	38,56	107		172	0,50%	51	TR10	22	CA	300			1,03	47%
A3	POZZI	11,05	49,61			172	0,50%	65	TR10	20	CA	300			1,00	43%
<b>B2A0P005 - PONTE MILANO - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	37,00	37,00	128		128	0,30%	25	TR10	24	CA	300			0,87	57%
A2	POZZI	8,24	45,24	131		259	0,30%	68	TR10	29	CA	300			0,90	63%
<b>B2I38GE00 - CICLOPEDONALE MEDA 1 - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	25,30	25,30	124		124	4,60%	19	TR10	28	CA	300			2,50	30%
A2	A3	25,06	50,36	74		198	1,50%	29	TR10	35	CA	300			1,74	44%
A3	A4	25,24	75,60	76		274	0,79%	43	TR10	39	CA	300			1,40	56%
A4	A5	25,03	100,63	106		380	3,00%	61	TR10	45	CA	300			2,41	42%
A5	A6	24,81	125,44			380	3,00%	72	TR10	41	CA	300			2,36	40%
A6	A7	16,78	142,22			380	1,40%	82	TR10	38	CA	300			1,74	47%
A7	POZZI	14,46	156,68			380	1,00%	92	TR10	36	CA	300			1,51	50%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	25,17	25,17	139		139	2,01%	23	TR10	28	CA	300			1,83	36%
B2	B3	24,81	49,98	92		231	3,00%	36	TR10	36	CA	300			2,27	37%
B3	B4	25,02	75,00	114		345	4,50%	47	TR10	47	CA	300			2,83	38%
B4	B5	10,82	85,82	82		427	4,50%	56	TR10	53	CA	300			2,92	41%
B5	B6	40,62	126,44	124		551	0,50%	60	TR10	66	CA	400			1,35	56%
B6	FOSSO	6,18	132,62			551	0,50%	90	TR10	53	CA	400			1,28	49%

**PROGETTO ESECUTIVO**

RAMO C															
C1	C2	25,05	25,05	302		302	1,49%	24	TR10	59	CA	300		1,97	59%
C2	C3	50,00	75,05	207		509	1,49%	37	TR10	79	CA	300		2,08	73%
C3	C4	25,10	100,15	100		609	1,49%	61	TR10	72	CA	300		2,05	68%
C4	C5	24,90	125,05	224		833	0,50%	73	TR10	89	CA	400		1,44	68%
C5	C6	54,40	179,45	120		953	0,30%	90	TR10	91	CA	500		1,21	55%
C6	TRINCEA	7,66	187,11			953	0,30%	135	TR10	73	CA	500		1,15	49%
B2111GE00 - VIA VIGNAZZOLA - VIA DELLA ROGGIA - TRATTA B2															
RAMO A															
A1	A2	11,44	11,44	115		115	1,00%	25	TR10	22	CA	300		1,33	38%
A2	A3	15,76	27,20	113		228	1,50%	34	TR10	37	CA	300		1,76	45%
A3	FOSSO	9,20	36,40			228	1,50%	43	TR10	32	CA	300		1,71	42%
RAMO B															
B1	B2	10,04	10,04	89		89	4,00%	19	TR10	19	ACCIAIO	250		1,96	27%
B2	B3	9,96	20,00	67		156	4,50%	24	TR10	30	ACCIAIO	250		2,31	33%
B3	B4	10,00	30,00	68		224	4,50%	29	TR10	40	ACCIAIO	250		2,49	38%
B4	B5	10,00	40,00	68		292	4,50%	33	TR10	48	ACCIAIO	250		2,61	42%
B5	B6	11,04	51,04	75		367	4,50%	37	TR10	57	ACCIAIO	250		2,72	46%
B6	B7	13,14	64,18	113		480	4,50%	41	TR10	70	CA	300		3,14	48%
B7	B8	13,52	77,70	31		949	0,50%	55	TR10	118	CA	500		1,56	55%
B8	B9	23,31	101,01	347		1740	0,50%	64	TR10	200	CA	600		1,78	57%
B9	FOSSO	8,07	109,08			2341	0,65%	77	TR10	243	CA	600		2,06	59%
RAMO C															
C1	C2	10,00	10,00	127		127	4,00%	19	TR10	28	ACCIAIO	250		2,17	33%
C2	C3	10,00	20,00	69		196	4,50%	24	TR10	38	ACCIAIO	250		2,46	37%
C3	C4	10,01	30,01	67		263	4,50%	28	TR10	47	ACCIAIO	250		2,60	41%
C4	C5	9,99	40,00	68		331	4,50%	32	TR10	55	ACCIAIO	250		2,70	45%
C5	C6	4,92	44,92	33		364	4,50%	36	TR10	57	ACCIAIO	250		2,73	46%
C6	B8	9,10	54,02	80		444	3,50%	37	TR10	68	CA	300		2,84	50%
RAMO D															
D1	D2	19,63	19,63	238		238	0,20%	28	TR10	42	CA	400		0,86	56%
D2	B7	16,40	36,03	200		438	0,20%	51	TR10	57	CA	500		0,92	47%
RAMO E															
E1	E2	8,16	8,16	121		121	0,20%	28	TR10	22	CA	300		0,72	59%
E2	E3	10,00	18,16	110		231	0,20%	40	TR10	34	CA	400		0,82	50%
E3	E4	13,65	31,81	196		427	0,20%	52	TR10	55	CA	500		0,92	46%
E4	B9	19,84	51,65	174		601	0,25%	67	TR10	68	CA	500		1,05	49%
RAMO F															
F1	F2	30,13	30,13	473		473	0,59%	27	TR10	87	CA	400		1,53	63%
F2	F3	29,86	59,99	315		788	0,59%	46	TR10	108	CA	500		1,63	50%
F3	F4	15,05	75,04	160		948	0,59%	65	TR10	108	CA	500		1,63	50%
F4	F5	7,02	82,06	48		996	0,59%	74	TR10	106	CA	500		1,62	50%
F5	F6	6,04	88,10			996	0,59%	78	TR10	103	CA	500		1,61	49%
F6	POZZI	9,78	97,88			2807	0,85%	82	TR10	283	CA	600		2,36	60%
RAMO G															
G1	G2	15,05	15,05	209		209	0,30%	28	TR10	38	CA	400		0,97	47%
G2	G3	14,53	29,58	165		374	0,30%	43	TR10	53	CA	400		1,05	57%
G3	F6	17,96	47,54	214		588	0,30%	57	TR10	72	CA	500		1,14	48%
RAMO H															
H1	H2	12,93	12,93	278		278	0,30%	28	TR10	50	CA	400		1,04	55%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

H2	H3	15,41	28,34	214		492	0,30%	40	TR10	72	CA	500			1,15	48%
H3	H4	18,40	46,74	204		696	0,30%	54	TR10	88	CA	600			1,20	41%
H4	H5	18,19	64,93	244		940	0,30%	69	TR10	104	CA	600			1,25	45%
H5	F6	21,83	86,76	283		1223	0,30%	84	TR10	122	CA	600			1,30	49%
<b>B2I46GE00 - CICLOPEDONALE ZARA - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	30,17	30,17	124		124	0,59%	27	TR10	23	CA	300			1,10	45%
A2	A3	10,01	40,18	29		153	0,59%	54	TR10	19	CA	300			1,06	41%
A3	A4	39,96	80,14	30		183	0,59%	64	TR10	21	CA	300			1,08	43%
A4	A5	39,38	119,52	158		341	0,59%	100	TR10	31	CA	300			1,19	53%
A5	POZZI	4,98	124,50	226		567	0,59%	134	TR10	44	CA	400			1,30	42%
<b>B2I16GE00 - INTERSEZIONE ISONZO - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	7,67	7,67	63		63	0,30%	25	TR10	12	CA	300			0,73	38%
A2	A3	28,55	36,22	63		126	0,30%	36	TR10	20	CA	300			0,83	50%
A3	A4	30,40	66,62	168		525	0,30%	70	TR10	58	CA	400			1,07	60%
A4	A5	26,42	93,04			525	0,30%	98	TR10	48	CA	400			1,03	54%
A5	A6	11,52	104,56	150		675	0,30%	124	TR10	54	CA	400			1,06	58%
A6	A7	5,54	110,10			675	0,30%	135	TR10	52	CA	400			1,05	56%
A7	TRINCEA	5,48	115,58			2101	0,35%	140	TR10	159	CA	600			1,47	55%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	6,68	6,68	211		211	0,30%	25	TR10	40	CA	400			0,99	48%
B2	B3	9,58	16,26	228		439	0,30%	32	TR10	73	CA	500			1,15	49%
B3	B4	35,41	51,67	358		797	0,30%	40	TR10	118	CA	500			1,28	65%
B4	B5	19,20	70,87	96		1256	0,30%	68	TR10	140	CA	600			1,35	53%
B5	B6	8,40	79,27	170		1426	0,30%	82	TR10	143	CA	600			1,35	54%
B6	B7	7,42	86,69			1426	0,30%	88	TR10	138	CA	600			1,34	53%
B7	A7	10,55	97,24			1426	0,30%	94	TR10	134	CA	600			1,33	52%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	60,02	60,02	146		146	0,30%	25	TR10	28	CA	300			0,89	61%
C2	B4	9,67	69,69	217		363	0,30%	92	TR10	34	CA	400			0,95	44%
<b>RAMO D</b>																
D1	A3	7,27	7,27	231		231	0,42%	25	TR10	44	CA	400			1,15	47%
<b>RAMO E</b>																
E1	E2	15,06	15,06	325		325	1,00%	23	TR10	65	CA	400			1,75	45%
E2	E3	15,13	30,19	283		608	2,00%	31	TR10	103	CA	400			2,54	48%
E3	E4	29,97	60,16	163		771	4,00%	37	TR10	118	CA	400			3,42	43%
E4	E5	30,04	90,20	130		901	4,00%	46	TR10	124	CA	400			3,45	44%
E5	E6	29,84	120,04	128		1029	4,00%	55	TR10	129	CA	400			3,49	45%
E6	E7	11,61	131,65	52		1081	4,00%	63	TR10	125	CA	400			3,46	44%
E7	TRINCEA	6,58	138,23			1081	1,00%	67	TR10	122	CA	400			2,02	66%
<b>B2I31GE00 - VIA ISONZO - VIA DE MEDICI - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	14,39	14,39	216		216	1,00%	23	TR10	43	CA	300			1,57	56%
A2	A3	10,25	24,64	149		365	1,00%	32	TR10	61	CA	400			1,72	44%
A3	A4	18,78	43,42	436		801	2,00%	38	TR10	122	CA	400			2,65	53%
A4	FOSSO	16,20	59,62			801	2,00%	45	TR10	111	CA	400			2,60	51%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	9,98	9,98	97		97	0,30%	25	TR10	18	ACCIAIO	300			0,75	40%
B2	B3	9,95	19,93	72		169	0,30%	38	TR10	26	ACCIAIO	300			0,81	48%

TRATTA B2  
Relazione idraulica



**PROGETTO ESECUTIVO**

B3	B4	9,99	29,92	105		274	0,30%	51	TR10	36	ACCIAIO	300			0,87	58%
B4	B5	4,99	34,91			274	0,30%	62	TR10	32	ACCIAIO	300			0,85	54%
B5	B6	10,76	45,67			274	0,30%	68	TR10	31	CA	300			0,91	65%
B6	B7	20,80	66,47	347		621	1,00%	80	TR10	63	CA	400			1,74	45%
B7	FOSSO	17,30	83,77			621	1,00%	92	TR10	59	CA	400			1,71	43%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	9,94	9,94	89		89	0,30%	25	TR10	17	ACCIAIO	300			0,73	38%
C2	C3	9,91	19,85	78		167	0,30%	39	TR10	25	ACCIAIO	300			0,81	47%
C3	C4	9,91	29,76	82		249	0,30%	51	TR10	32	ACCIAIO	300			0,85	54%
C4	B6	5,15	34,91			249	0,30%	63	TR10	29	ACCIAIO	300			0,83	51%
<b>B2I32GE00 - INTERSEZIONE DE MEDICI - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	11,75	11,75	308		308	1,00%	23	TR10	62	CA	400			1,73	44%
A2	FOSSO	20,03	31,78			308	1,00%	30	TR10	54	CA	400			1,67	41%
<b>B2A06SO01 - VIA S. CARLO BORROMEO - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	23,83	23,83	508		508	0,50%	24	TR10	98	CA	500			1,50	50%
A2	POZZI	5,10	28,93			508	0,50%	40	TR10	75	CA	500			1,40	43%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	4,64	4,64	149		149	0,40%	25	TR10	29	CA	300			1,01	57%
B2	B3	81,12	85,76	551		700	0,55%	29	TR10	122	CA	500			1,63	55%
B3	POZZI	6,32	92,08			700	0,55%	79	TR10	72	CA	500			1,44	41%
<b>B2A06PO11 - VIA G. GARIBALDI - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	62,01	62,01	582		582	0,80%	23	TR10	115	CA	500			1,85	48%
A2	TRINCEA	6,88	68,89			832	0,80%	57	TR10	102	CA	500			1,80	45%
<b>RAMO B</b>																
B1	A2	6,04	6,04	250		250	1,00%	23	TR10	50	CA	300			1,63	61%
<b>B2A06SO01 - VIA SAN BENEDETTO - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	23,83	23,83	232		232	0,80%	23	TR10	46	CA	300			1,46	62%
A2	A3	5,10	28,93	441		673	0,80%	40	TR10	100	CA	400			1,78	62%
A3	FOSSO	6,10	35,03			673	0,80%	42	TR10	96	CA	400			1,76	61%
<b>B2I53GE00 - VIA EUROSIA - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	6,36	6,36	216		216	0,50%	24	TR10	42	CA	300			1,19	68%
A2	A3	45,05	51,41	217		433	0,50%	30	TR10	75	CA	400			1,39	60%
A3	A4	19,72	71,13	175		785	0,50%	62	TR10	92	CA	400			1,44	69%
A4	TRINCEA	4,52	75,65	233		1018	0,55%	76	TR10	107	CA	400			1,54	75%
<b>RAMO B</b>																
B1	A3	6,25	6,25	177		177	0,40%	25	TR10	34	CA	300			1,04	64%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	6,36	6,36	202		202	0,50%	24	TR10	39	CA	300			1,17	65%
C2	C3	45,05	51,41	208		410	0,50%	30	TR10	71	CA	400			1,37	58%
C3	C4	19,72	71,13	221		738	0,50%	63	TR10	86	CA	400			1,43	66%
C4	TRINCEA	4,52	75,65	318		1056	0,60%	76	TR10	110	CA	400			1,60	74%
<b>RAMO D</b>																
D1	C3	6,25	6,25	107		107	0,40%	25	TR10	21	CA	300			0,93	47%
<b>B2I46GE00 - CICLOPEDONALE ZARA - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

A1	A2	6,36	6,36	217		217	0,50%	27	TR10	40	CA	300			1,18	66%
A2	A3	45,05	51,41	217		434	0,50%	32	TR10	72	CA	400			1,38	59%
A3	A4	19,72	71,13	176		787	0,50%	65	TR10	90	CA	500			1,46	47%
A4	POZZI	4,52	75,65	234		1021	0,50%	79	TR10	105	CA	500			1,52	52%
<b>RAMO B</b>																
B1	A3	6,25	6,25	177		177	0,50%	27		38	CA	300			1,17	64%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	6,07	6,07	202		202	0,50%	27	TR10	37	CA	300			1,16	63%
C2	C3	44,95	51,02	208		410	0,50%	32	TR10	68	CA	400			1,36	57%
C3	C4	26,51	77,53	221		852	0,50%	65	TR10	97	CA	500			1,49	49%
C4	POZZI	4,88	82,41	318		1170	0,50%	83	TR10	117	CA	500			1,56	55%
<b>RAMO D</b>																
D1	C3	6,16	6,16	221		221	0,50%	27	TR10	40	CA	300			1,18	66%
<b>B2I24GE00 - VIA STURZO - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	23,81	23,81	231		231	0,50%	24	TR10	45	CA	400			1,23	45%
A2	A3	14,53	38,34	220		451	0,50%	44	TR10	64	CA	400			1,34	55%
A3	A4	17,73	56,07	117		568	0,50%	55	TR10	71	CA	400			1,37	58%
A4	POZZI	4,20	60,27			1532	0,95%	67	TR10	171	CA	500			2,18	57%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	17,96	17,96	389		389	0,50%	24	TR10	75	CA	400			1,39	60%
B2	A4	16,86	34,82	133		722	0,50%	37	TR10	111	CA	500			1,54	53%
<b>RAMO C</b>																
C1	B2	18,70	18,70	200		200	0,50%	24	TR10	39	CA	300			1,17	65%
<b>RAMO D</b>																
D1	D2	15,57	15,57	160		160	0,50%	24	TR10	31	CA	300			1,12	56%
D2	A4	10,56	26,13	82		242	0,50%	38	TR10	37	CA	300			1,16	62%
<b>B2I40GE00 - INTERSEZIONE M. POLO - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	29,65	29,65	207		207	0,40%	25	TR10	40	CA	400			1,10	44%
A2	A3	20,82	50,47	158		365	0,40%	52	TR10	47	CA	400			1,15	49%
A3	A4	9,47	59,94	107		472	0,40%	70	TR10	52	CA	400			1,17	52%
A4	A5	13,65	73,59	142		926	0,40%	78	TR10	96	CA	500			1,37	52%
A5	A6	16,74	90,33	130		1056	0,40%	88	TR10	102	CA	500			1,39	54%
A6	A7	9,72	100,05	146		1480	0,40%	100	TR10	134	CA	500			1,47	64%
A7	A8	22,65	122,70	287		2968	0,40%	107	TR10	260	CA	600			1,71	73%
A8	POZZI	9,00	131,70			3778	0,55%	120	TR10	310	CA	600			2,01	74%
<b>RAMO B</b>																
B1	A4	12,73	12,73	312		312	0,60%	24	TR10	61	CA	400			1,42	50%
<b>RAMO C</b>																
C1	A6	15,05	15,05	278		278	0,55%	24	TR10	54	CA	400			1,34	48%
<b>RAMO D</b>																
D1	D2	15,91	15,91	214		214	0,50%	24	TR10	41	CA	400			1,20	43%
D2	D3	17,90	33,81	418		632	0,50%	37	TR10	97	CA	500			1,49	49%
D3	A8	12,01	45,82	178		810	0,50%	49	TR10	107	CA	500			1,53	52%
<b>RAMO E</b>																
E1	E2	39,97	39,97	501		501	0,30%	25	TR10	95	CA	500			1,22	57%
E2	E3	24,25	64,22	305		806	0,30%	58	TR10	98	CA	500			1,23	58%
E3	A7	11,27	75,49	395		1201	0,30%	78	TR10	125	CA	500			1,29	67%
<b>B2I28GE00 - INTERSEZIONE MONTE GRAPPA - TRATTA B2</b>																

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

RAMO A																
A1	A2	7,01	7,01	246		246	0,45%	24	TR10	47	CA	400			1,20	47%
A2	A3	29,24	36,25	267		513	0,35%	30	TR10	88	CA	500			1,27	52%
A3	A4	17,61	53,86	141		654	0,35%	53	TR10	83	CA	500			1,26	50%
A4	A5	13,19	67,05	130		1128	0,50%	67	TR10	126	CA	500			1,58	58%
A5	POZZI	13,03	80,08			3076	0,50%	89	TR10	296	CA	800			1,97	46%
RAMO B																
B1	B2	6,49	6,49	220		220	0,40%	25	TR10	42	CA	400			1,11	46%
B2	B3	30,23	36,72	208		428	0,40%	30	TR10	73	CA	400			1,27	64%
B3	C4	12,89	49,61	122		550	0,40%	54	TR10	69	CA	400			1,25	61%
RAMO C																
C1	C2	6,54	6,54	242		242	2,50%	19	TR10	53	CA	300			2,34	48%
C2	C3	26,08	32,62	268		510	8,00%	22	TR10	103	CA	300			4,29	50%
C3	C4	20,67	53,29	176		1197	0,50%	68	TR10	133	CA	500			1,61	60%
C4	A5	12,89	66,18	201		1948	0,50%	81	TR10	198	CA	600			1,77	56%
RAMO D																
D1	D2	15,07	15,07	184		184	0,40%	25	TR10	35	CA	300			1,05	65%
D2	D3	14,89	29,96	69		253	0,40%	39	TR10	38	CA	400			1,08	43%
D3	D4	10,42	40,38	135		388	0,40%	53	TR10	50	CA	400			1,16	50%
D4	C3	13,12	53,50	123		511	0,40%	62	TR10	60	CA	400			1,21	56%
RAMO E																
E1	A4	11,01	11,01	344		344	0,70%	24	TR10	68	CA	400			1,55	51%
B2136GE00 - VIA SEVESO - TRATTA B2																
RAMO A																
A1	A2	22,39	22,39	147		147	0,20%	25	TR10	28	CA	300			0,76	71%
A2	A3	18,18	40,57	104		547	0,25%	55	TR10	68	CA	400			1,03	72%
A3	A4	19,42	59,99	130		677	0,20%	73	TR10	73	CA	500			0,98	54%
A4	A5	26,00	85,99	187		864	0,20%	92	TR10	82	CA	500			1,01	58%
A5	A6	22,63	108,62	330		1366	0,20%	118	TR10	113	CA	500			1,07	73%
A6	A7	22,75	131,37	280		1797	0,30%	139	TR10	136	CA	500			1,31	72%
A7	A8	7,74	139,11			1797	0,25%	157	TR10	128	CA	500			1,20	74%
A8	A9	8,07	147,18			1797	0,25%	163	TR10	125	CA	500			1,20	72%
A9	L12	9,07	156,25			1797	0,25%	170	TR10	122	CA	500			1,19	71%
RAMO B																
B1	A2	12,30	12,30	131		131	0,30%	25	TR10	25	CA	300			0,87	57%
RAMO C																
C1	A2	6,58	6,58	165		165	0,30%	25	TR10	31	CA	300			0,92	67%
RAMO E																
E1	E2	21,45	21,45	172		172	0,33%	25	TR10	33	CA	300			0,96	67%
E2	A5	3,98	25,43			172	0,33%	47	TR10	23	CA	300			0,89	54%
RAMO F																
F1	F2	14,87	14,87	65		65	0,30%	25	TR10	12	CA	300			0,74	39%
F2	F3	11,71	26,58	86		151	0,30%	45	TR10	21	CA	300			0,84	52%
F3	A6	7,52	34,10			151	0,30%	59	TR10	18	CA	300			0,81	48%
RAMO G																
G1	G2	7,27	7,27	293		293	5,00%	16	TR10	70	CA	300			3,26	46%
G2	G3	29,87	37,14	287		580	9,00%	19	TR10	129	CA	300			4,72	56%
G3	G4	30,01	67,15	320		900	9,00%	25	TR10	172	CA	400			5,08	42%
G4	G5	19,81	86,96	282		1182	3,00%	31	TR10	201	CA	400			3,47	64%
G5	IMPIANTO	1,70	88,66			2263	0,90%	53	TR10	287	CA	600			2,42	59%

**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>RAMO H</b>																
H1	H2	30,10	30,10	357		357	3,00%	19	TR10	79	CA	300			2,76	58%
H2	H3	30,09	60,19	273		630	9,00%	30	TR10	110	CA	300			4,55	50%
H3	H4	30,01	90,20	286		916	9,00%	36	TR10	143	CA	300			4,83	59%
H4	H5	17,30	107,50	165		1081	3,00%	42	TR10	155	CA	400			3,27	54%
H5	G5	22,98	130,48			1081	0,45%	48	TR10	146	CA	500			1,57	65%
<b>RAMO I</b>																
I1	K2	16,82	16,82	95		95	0,30%	25	TR10	18	CA	300			0,81	48%
<b>RAMO J</b>																
J1	K2	16,75	16,75	104		104	0,30%	25	TR10	20	CA	300			0,83	50%
<b>RAMO K</b>																
K1	K2	15,51	15,51	119		119	0,30%	25	TR10	23	CA	300			0,85	54%
K2	K3	17,65	33,16	135		453	0,50%	43	TR10	64	CA	400			1,34	55%
K3	K4	28,41	61,57	122		575	0,50%	56	TR10	71	CA	400			1,37	58%
K4	L7	53,88	115,45	243		818	0,50%	77	TR10	85	CA	400			1,43	66%
<b>RAMO L</b>																
L1	L2	28,70	28,70	119		119	0,30%	25	TR10	23	CA	300			0,85	54%
L2	L3	20,64	49,34	83		202	0,30%	59	TR10	24	CA	300			0,87	57%
L3	L4	20,69	70,03	83		285	0,30%	82	TR10	29	CA	300			0,90	63%
L4	L5	20,35	90,38	83		368	0,40%	105	TR10	32	CA	300			1,03	62%
L5	L6	20,50	110,88	83		451	0,40%	125	TR10	36	CA	400			1,07	42%
L6	L7	20,02	130,90	80		531	0,40%	144	TR10	39	CA	400			1,09	44%
L7	L8	12,34	143,24	56		1405	0,50%	163	TR10	98	CA	500			1,50	50%
L8	L9	37,32	180,56	149		1554	0,50%	171	TR10	106	CA	500			1,52	52%
L9	L10	22,98	203,54			1554	0,50%	195	TR10	98	CA	500			1,50	50%
L10	L11	40,31	243,85			1554	0,50%	211	TR10	94	CA	500			1,48	49%
L11	L12	32,57	276,42			1554	0,50%	238	TR10	88	CA	500			1,46	47%
L12	DISPER.	12,18	288,60			3351	0,50%	260	TR10	182	CA	500			1,70	74%
<b>B2I37GE00 - VIABILITA' S. MARIA - S. MARTINO - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	30,80	30,80	469		469	0,55%	24	TR10	91	CA	400			1,50	66%
A2	A3	15,74	46,54	173		642	0,55%	45	TR10	90	CA	400			1,50	66%
A3	A4	16,06	62,60	160		802	0,55%	55	TR10	100	CA	500			1,56	49%
A4	A5	12,73	75,33	192		1656	0,55%	65	TR10	188	CA	600			1,82	53%
A5	POZZI	6,79	82,12			3859	0,55%	97	TR10	354	CA	800			2,14	49%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	13,58	13,58	151		151	0,20%	25	TR10	28	CA	400			0,78	45%
B2	B3	16,09	29,67	253		404	0,20%	43	TR10	58	CA	500			0,93	48%
B3	A4	27,78	57,45	258		662	0,30%	60	TR10	79	CA	500			1,17	51%
<b>RAMO C</b>																
C1	G7	17,61	17,61	258		258	0,20%	25	TR10	49	CA	400			0,88	61%
<b>RAMO D</b>																
D1	D2	29,86	29,86	298		298	0,20%	25	TR10	56	CA	500			0,92	47%
D2	G6	13,88	43,74	179		477	0,20%	58	TR10	58	CA	500			0,93	48%
<b>RAMO E</b>																
E1	F2	14,80	14,80	129		129	0,50%	24	TR10	25	CA	300			1,06	49%
<b>RAMO F</b>																
F1	F2	21,07	21,07	173		173	0,50%	24	TR10	33	CA	300			1,14	59%
F2	G5	15,61	36,68	100		402	0,50%	43	TR10	57	CA	400			1,31	51%
<b>RAMO G</b>																

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

G1	G2	30,15	30,15	412		412	0,50%	24	TR10	80	CA	400			1,41	63%
G2	G3	18,54	48,69	185		597	0,50%	46	TR10	82	CA	400			1,42	64%
G3	G4	10,36	59,05	92		689	0,50%	59	TR10	83	CA	400			1,42	64%
G4	G5	6,12	65,17			689	0,50%	66	TR10	78	CA	400			1,40	62%
G5	G6	16,14	81,31	303		1394	0,50%	70	TR10	152	CA	500			1,65	65%
G6	G7	17,89	99,20	74		1945	0,50%	80	TR10	198	CA	600			1,77	56%
G7	A5	17,73	116,93			2203	0,50%	90	TR10	211	CA	600			1,80	58%
<b>RAMO H</b>																
H1	H2	15,28	15,28	318		318	7,00%	15	TR10	80	CA	300			3,82	45%
H2	H3	30,05	45,33	300		618	9,38%	19	TR10	137	CA	300			4,86	57%
H3	H4	30,16	75,49	287		905	9,38%	25	TR10	173	CA	300			5,11	66%
H4	H5	29,95	105,44	292		1197	9,38%	31	TR10	204	CA	400			5,38	46%
H5	H6	15,35	120,79	165		1362	9,38%	36	TR10	212	CA	400			5,44	47%
H6	H7	14,95	135,74	148		1510	3,00%	39	TR10	226	CA	500			3,61	48%
H7	H8	8,87	144,61	104		1614	1,00%	43	TR10	229	CA	600			2,40	50%
H8	FOGNA	6,60	151,21			2158	0,50%	47	TR10	293	CA	800			1,96	45%
<b>RAMO I</b>																
I1	H8	14,18	14,18	235		235	0,30%	25	TR10	45	CA	400			1,01	52%
<b>RAMO J</b>																
J1	J2	11,92	11,92	171		171	0,30%	25	TR10	33	CA	400			0,94	43%
J2	H8	11,53	23,45	138		309	0,30%	38	TR10	47	CA	400			1,03	53%
<b>B2I12GE00 - INTERSEZIONE VIA SFORZA - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	7,05	7,05	89		89	0,50%	24	TR10	17	PVC	200			0,88	62%
A2	A3	30,01	37,06	237		326	0,30%	32	TR10	54	CA	400			1,06	58%
A3	A4	22,30	59,36	313		956	0,30%	61	TR10	113	CA	500			1,27	63%
A4	A5	19,62	78,98	289		1245	0,35%	78	TR10	129	CA	500			1,38	65%
A5	A6	15,53	94,51	33		1640	0,35%	92	TR10	155	CA	600			1,46	54%
A6	FOSSO	4,90	99,41	154		1794	0,35%	103	TR10	160	CA	600			1,47	55%
<b>RAMO B</b>																
B1	A5	36,28	36,28	362		362	0,50%	24	TR10	70	CA	400			1,37	58%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	16,13	16,13	597		597	0,50%	24	TR10	115	CA	500			1,55	55%
C2	FOSSO	10,40	26,53			597	0,50%	35	TR10	95	CA	500			1,49	49%
<b>RAMO D</b>																
D1	A3	7,49	7,49	317		317	0,50%	24	TR10	61	CA	400			1,33	53%
<b>B2I13GE00 - VIA SFORZA - VIA EINAUDI - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	7,91	7,91	192		192	0,50%	24	TR10	37	CA	300			1,16	63%
A2	A3	14,94	22,85	151		343	0,50%	31	TR10	58	CA	400			1,31	52%
A3	A4	17,30	40,15	207		550	0,50%	42	TR10	79	CA	400			1,40	62%
A4	FOSSO	4,67	44,82			550	0,50%	55	TR10	69	CA	400			1,36	57%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	16,26	16,26	281		281	0,50%	24	TR10	54	CA	400			1,29	50%
B2	B3	16,22	32,48	247		528	0,50%	37	TR10	82	CA	400			1,41	64%
B3	FOSSO	4,71	37,19			528	0,50%	48	TR10	71	CA	400			1,37	58%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	30,32	30,32	321		321	0,50%	24	TR10	62	CA	400			1,33	54%
C2	FOSSO	5,71	36,03			321	0,50%	47	TR10	44	CA	400			1,22	44%
<b>RAMO D</b>																

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

D1	D2	12,00	12,00	383		383	0,50%	24	TR10	74	CA	400			1,39	60%
D2	D3	131,13	143,13	168		551	0,50%	33	TR10	90	CA	500			1,46	47%
D3	D4	11,44	154,57	142		693	0,50%	122	TR10	56	CA	500			1,30	37%
D4	FOSSO	5,43	160,00			693	0,50%	131	TR10	54	CA	500			1,28	36%
<b>RAMO E</b>																
E1	E2	12,41	12,41	187		187	0,50%	24	TR10	36	CA	300			1,16	62%
E2	E3	4,30	16,71	180		367	0,50%	35	TR10	58	CA	400			1,31	52%
E3	FOSSO	5,92	22,63			367	0,50%	38	TR10	56	CA	400			1,30	50%
<b>RAMO F</b>																
F1	F2	10,00	10,00	105		105	0,50%	24	TR10	20	ACCIAIO	250			0,92	48%
F2	F3	3,03	13,03	20		125	0,50%	35	TR10	20	ACCIAIO	250			0,92	47%
F3	F4	10,90	23,93			125	0,50%	38	TR10	19	CA	300			0,99	43%
F4	F5	9,96	33,89			250	0,50%	49	TR10	33	CA	300			1,13	58%
F5	FOSSO	19,06	52,95			250	0,50%	58	TR10	30	CA	300			1,11	55%
<b>RAMO G</b>																
G1	G2	10,00	10,00	105		105	0,50%	24	TR10	20	ACCIAIO	250			0,92	48%
G2	F4	3,05	13,05	20		125	0,50%	35	TR10	20	ACCIAIO	250			0,92	47%
<b>RAMO J</b>																
J1	J2	10,00	10,00	100		100	0,50%	24	TR10	19	ACCIAIO	250			0,91	46%
J2	J3	8,22	18,22	46		146	0,50%	35	TR10	23	ACCIAIO	250			0,95	51%
J3	J4	10,10	28,32			146	0,50%	44	TR10	21	CA	300			1,01	44%
J4	FOSSO	11,74	40,06			292	0,50%	54	TR10	37	CA	300			1,16	63%
<b>RAMO H</b>																
H1	H2	10,00	10,00	100		100	0,50%	24	TR10	19	ACCIAIO	250			0,91	46%
H2	J4	8,61	18,61	46		146	0,50%	35	TR10	23	ACCIAIO	250			0,95	51%
<b>RAMO I</b>																
I1	I2	16,62	16,62	339		339	0,50%	24	TR10	66	CA	400			1,35	55%
I2	FOSSO	6,26	22,88			339	0,50%	37	TR10	53	CA	400			1,28	49%
<b>RAMO K</b>																
K1	K2	15,00	15,00	249		249	0,50%	24	TR10	48	CA	400			1,25	47%
K2	K3	26,06	41,06	346		595	0,50%	36	TR10	93	CA	500			1,47	48%
K3	K4	14,89	55,95	315		910	0,50%	54	TR10	115	CA	500			1,55	54%
K4	K5	9,35	65,30	120		1030	0,50%	64	TR10	119	CA	500			1,56	56%
K5	FOSSO	4,88	70,18			1030	0,50%	70	TR10	113	CA	500			1,55	54%
<b>RAMO L</b>																
L1	P4	24,56	24,56	385		385	0,50%	24	TR10	74	CA	400			1,39	60%
<b>RAMO M</b>																
M1	N2	14,68	14,68	112		112	0,50%	24	TR10	22	CA	300			1,02	46%
<b>RAMO N</b>																
N1	N2	15,87	15,87	90		90	0,50%	24	TR10	17	CA	300			0,97	41%
N2	N3	14,50	30,37	235		437	0,50%	41	TR10	64	CA	400			1,34	55%
N3	N4	12,54	42,91	190		627	0,50%	51	TR10	81	CA	400			1,41	63%
N4	POZZI	12,54	55,45			627	0,50%	60	TR10	74	CA	400			1,39	60%
<b>RAMO P</b>																
P1	P2	23,15	23,15	366		366	0,50%	24	TR10	71	CA	400			1,37	58%
P2	P3	13,04	36,19	92		458	0,50%	41	TR10	67	CA	400			1,35	56%
P3	P4	11,24	47,43	103		561	0,50%	51	TR10	73	CA	400			1,38	59%
P4	POZZI	14,66	62,09			1150	0,50%	59	TR10	138	CA	500			1,62	61%
<b>RAMO O</b>																
O1	P4	22,39	22,39	204		204	0,50%	24	TR10	39	CA	300			1,18	65%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

<b>RAMO Q - DA RIPETERE PER OGNI COPPIA DI CADITOIE CHE SCARICA IN FOSSO</b>																
Q1	Q2	7,83	7,83	99		99	0,50%	24	TR10	19	PVC	200			0,90	66%
Q2	FOSSO	5,39	13,22	93		192	0,50%	33	TR10	31	PVC	250			1,02	62%
<b>B2147GE00 - VIA TRIESTE - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	15,00	15,00	56		56	11,90%	12	TR10	16	CA	250			2,96	22%
A2	A3	15,00	30,00	56		113	11,90%	17	TR10	26	CA	250			3,50	29%
A3	A4	15,00	45,00	56		169	11,90%	22	TR10	35	CA	250			3,77	33%
A4	A5	15,00	60,00	56		225	11,90%	26	TR10	42	CA	250			3,96	37%
A5	A6	15,00	75,00	56		281	8,00%	29	TR10	49	CA	250			3,55	44%
A6	A7	15,00	90,00			281	6,00%	34	TR10	46	CA	250			3,13	45%
A7	A8	15,00	105,00			281	3,00%	38	TR10	43	CA	250			2,37	53%
A8	B10	15,00	120,00			281	1,00%	45	TR10	39	CA	300			1,54	53%
<b>RAMO B</b>																
B1	B2	15,00	15,00	56		56	11,90%	12	TR10	16	CA	250			2,96	22%
B2	B3	15,00	30,00	56		113	11,90%	17	TR10	26	CA	250			3,50	29%
B3	B4	15,00	45,00	56		169	11,90%	22	TR10	35	CA	250			3,77	33%
B4	B5	15,00	60,00	56		225	11,90%	26	TR10	42	CA	250			3,96	37%
B5	B6	15,00	75,00	56		281	8,00%	29	TR10	49	CA	250			3,55	44%
B6	B7	15,00	90,00			281	6,00%	34	TR10	46	CA	250			3,13	45%
B7	B8	15,00	105,00			281	3,00%	38	TR10	43	CA	250			2,37	53%
B8	B9	15,00	120,00			281	1,00%	45	TR10	39	CA	300			1,54	53%
B9	B10	15,00	135,00			591	0,50%	54	TR10	74	CA	400			1,39	60%
B10	IMPIANTO	15,00	150,00			1181	0,50%	65	TR10	134	CA	500			1,61	60%
<b>RAMO C</b>																
C1	C2	20,00	20,00	96		96	0,15%	26	TR10	18	CA	500			0,62	28%
C2	C3	20,42	40,42	84		180	0,15%	58	TR10	22	CA	500			0,65	31%
C3	C4	19,63	60,05	80		260	0,15%	89	TR10	25	CA	500			0,67	33%
C4	C5	7,90	67,95			260	0,15%	118	TR10	21	CA	500			0,65	31%
C5	TRINCEA	11,34	79,29			260	0,15%	130	TR10	20	CA	500			0,64	30%
<b>RAMO D</b>																
D1	D2	6,69	6,69	84		84	0,15%	26	TR10	16	CA	300			0,60	54%
D2	D3	20,00	26,69	162		246	0,15%	37	TR10	38	CA	400			0,75	58%
D3	D4	16,10	42,79	118		364	0,15%	63	TR10	42	CA	400			0,76	61%
D4	G1	10,55	53,34	91		455	0,15%	85	TR10	45	CA	400			0,78	64%
<b>RAMO E</b>																
E1	E2	15,00	15,00	56		56	11,90%	12	TR10	16	CA	250			2,96	22%
E2	E3	15,00	30,00	56		113	11,90%	17	TR10	26	CA	250			3,50	29%
E3	E4	15,00	45,00	56		169	11,90%	22	TR10	35	CA	250			3,77	33%
E4	E5	15,00	60,00	56		225	11,90%	26	TR10	42	CA	250			3,96	37%
E5	E6	15,00	75,00	56		281	11,90%	29	TR10	49	CA	250			4,14	40%
E6	E7	15,00	90,00	28		309	6,00%	33	TR10	51	CA	250			3,22	48%
E7	E8	15,00	105,00			309	3,00%	38	TR10	47	CA	250			2,43	57%
E8	E9	15,00	120,00			309	1,50%	44	TR10	44	CA	300			1,85	50%
E9	B9	15,00	135,00			309	0,50%	52	TR10	40	CA	300			1,18	66%
<b>RAMO F</b>																
F1	F2	15,00	15,00	56		56	11,90%	12	TR10	16	CA	250			2,96	22%
F2	F3	15,00	30,00	56		113	11,90%	17	TR10	26	CA	250			3,50	29%
F3	F4	15,00	45,00	56		169	11,90%	22	TR10	35	CA	250			3,77	33%
F4	F5	15,00	60,00	56		225	11,90%	26	TR10	42	CA	250			3,96	37%

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
 Tratte B2

**PROGETTO ESECUTIVO**

F5	F6	15,00	75,00	56		281	11,90%	29	TR10	49	CA	250			4,14	40%
F6	F7	15,00	90,00	28		309	6,00%	33	TR10	51	CA	250			3,22	48%
F7	F8	15,00	105,00			309	3,00%	38	TR10	47	CA	250			2,43	57%
F8	F9	15,00	120,00			309	1,50%	44	TR10	44	CA	300			1,85	50%
F9	B10	15,00	135,00			309	0,50%	52	TR10	40	CA	300			1,18	66%
<b>RAMO G</b>																
G1	G2	23,43	23,43	242		697	0,10%	98	TR10	64	CA	500			0,73	62%
G2	G3	14,71	38,14	95		792	0,10%	130	TR10	62	CA	500			0,72	61%
G3	G4	7,35	45,49	48		840	0,15%	151	TR10	61	CA	500			0,84	53%
G4	G5	19,99	65,48	22		862	0,15%	159	TR10	61	CA	500			0,84	53%
G5	G6	20,01	85,49	75		937	0,15%	183	TR10	61	CA	500			0,84	54%
G6	G7	18,17	103,66	70		1007	0,15%	207	TR10	62	CA	500			0,85	54%
G7	G8	8,37	112,03	60		1067	0,15%	228	TR10	62	CA	500			0,85	54%
G8	TRINCEA	13,36	125,39			1067	0,30%	238	TR10	61	CA	500			1,09	44%
<b>B2I23GE00 - VIA 24 MAGGIO - VIA TICINO - TRATTA B2</b>																
<b>RAMO A</b>																
A1	A2	13,82	13,82	355		355	0,50%	24	TR10	69	CA	400			1,36	57%
A2	POZZI	9,66	23,48	200	118	590	0,50%	34	TR10	95	CA	400			1,45	71%
<b>RAMO B</b>																
B1	POZZI	14,75	14,75	545	160	593	0,50%	24	TR10	115	CA	500			1,55	54%



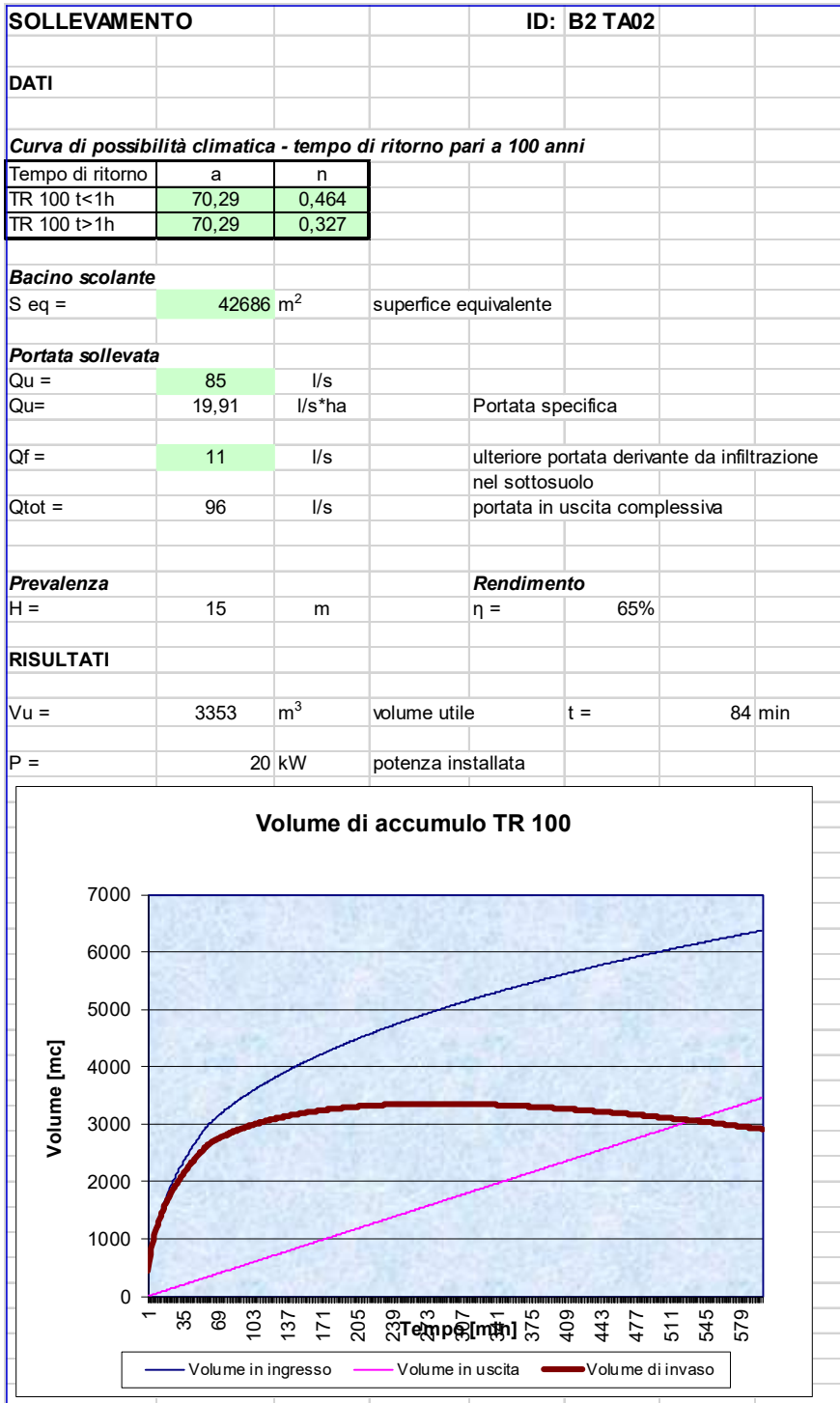
## 11.2 IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

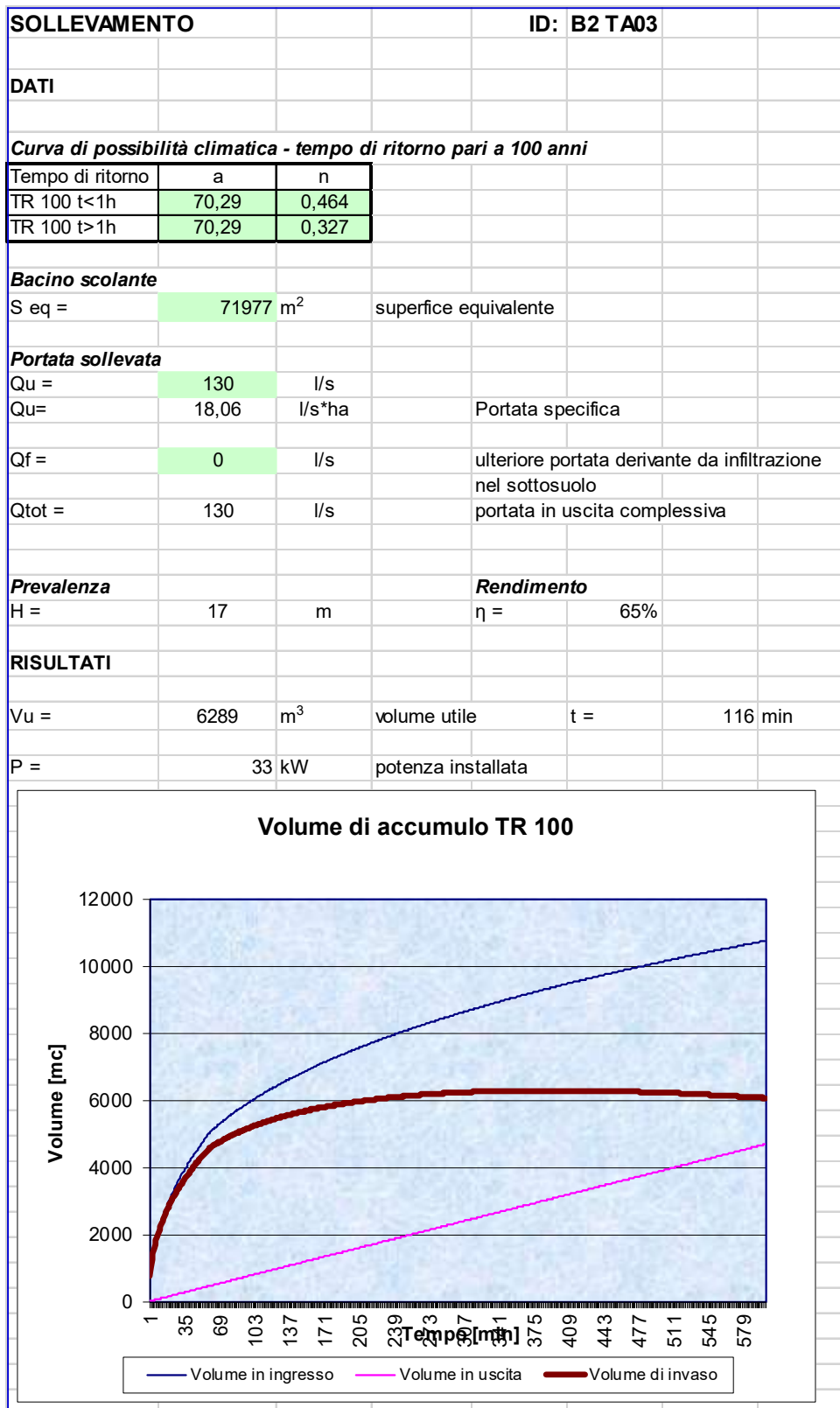
<b>COD. WBS IMPIANTO</b>	<b>Progressiva [Km]</b>	<b>Sup. eq. [m<sup>2</sup>]</b>	<b>Volume 1° Pioggia [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Portata trattata Qt [l/s]</b>	<b>Impianto continuo</b>	<b>As<sup>2</sup> fitodep. [m<sup>2</sup>]</b>
B2A00TA02	2+160	42686	250	43	NS 50 S-II-I-P	1.976
B2A00TA03	3+925	67971	350	68	NS 75 S-II-I-P	-
B2A00TA05	6+900	112229	600	112	NS 150 S-II-I-P	-

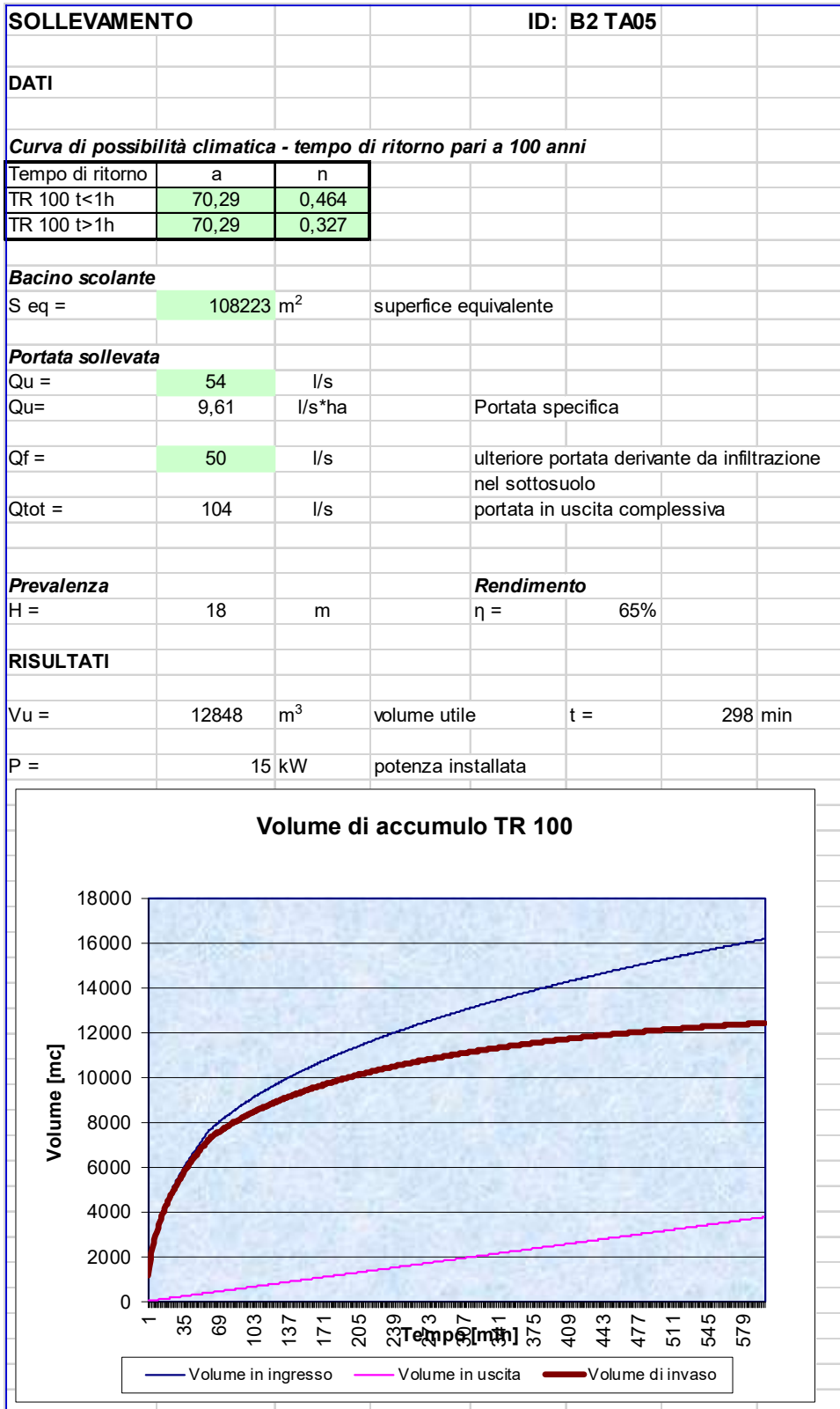
<sup>2</sup> As = superficie del bacino di fitodepurazione

## **11.3 INVARIANZA IDRAULICA**

### **11.3.1 *Bacini/Vasche di laminazione con impianto di sollevamento***







**SOLLEVAMENTO**

ID: Viabilità via Seveso

**DATI**

*Curva di possibilità climatica - tempo di ritorno pari a 25 anni*

Tempo di ritorno	a	n
TR 100 t<1h	54.00	0.580
TR 100 t>1h	54.00	0.320

**Bacino scolante**

S eq = 1653 m<sup>2</sup> superficie equivalente

**Portata sollevata**

Qu = 25 l/s

**Prevalenza**

H = 11 m

**Rendimento**

η = 65%

**RISULTATI**

Vu = 17 m<sup>3</sup> volume utile      t = 3 min  
Vr = 3 m<sup>3</sup> volume di riserva  
Vtot = 20 m<sup>3</sup> volume complessivo  
P = 4 kW potenza installata

**SOLLEVAMENTO**

ID: Viabilità via Trieste

**DATI**

*Curva di possibilità climatica - tempo di ritorno pari a 25 anni*

Tempo di ritorno	a	n
TR 100 t<1h	54.00	0.580
TR 100 t>1h	54.00	0.320

**Bacino scolante**

S eq = 2291 m<sup>2</sup> superficie equivalente

**Portata sollevata**

Qu = 11 l/s

**Prevalenza**

H = 13 m

**Rendimento**

η = 65%

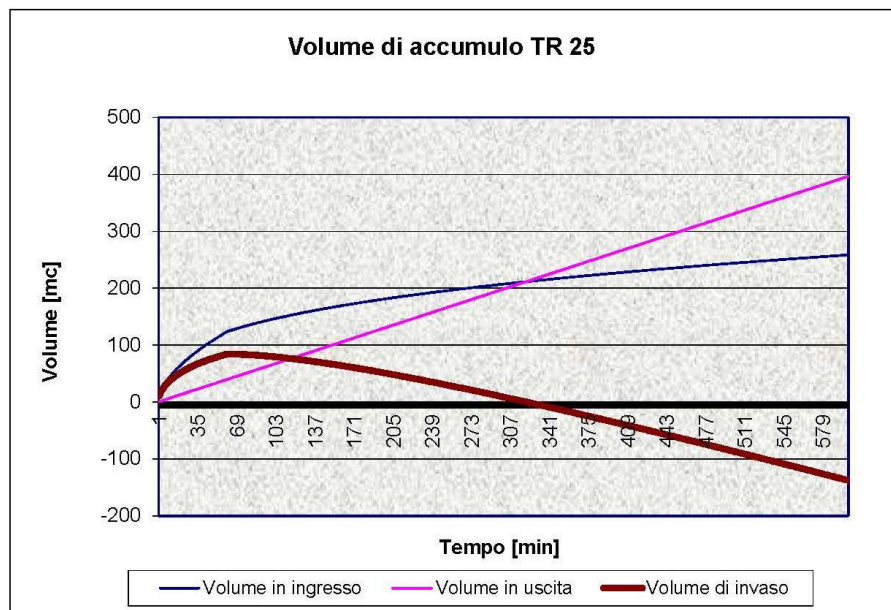
**RISULTATI**

Vu = 84 m<sup>3</sup> volume utile t = 30 min

Vr = 37 m<sup>3</sup> volume di riserva

Vtot = 121 m<sup>3</sup> volume complessivo

P = 2 kW potenza installata









Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse  
Tratte B2

PROGETTO ESECUTIVO

ID	DIR.	TRINCEA	POZZI	BACINO	FOSSO	TRINCEA	FOSSO	POZZI	RETIKOLO	NOTE																																						
IT9	OVEST	L4-32	L4-43	0+775	1+050	283	3063	198,10	20	14	5	123,64	Si	50,94	372,68	12,20	6,02	1,39E-06	1,38	6,77	0,97	2,35	SCARICO IN IMPIANTO	T1	3063,00	2,35	372,68																					
IT10	EST	VC2-18	VC2-28	0+398	0+645	240	1500	168,00	30	8	5	70,65	Si	43,20	281,85	31,12	1,57	1,39E-06	1,17	6,77	0,56	1,72																										
IT11	OVEST	L2-8	L2-11	0+175	0+250	76	705	53,20	20	3	5	26,49	Si	13,68	93,37	14,65	1,23	1,39E-06	0,37	6,77	0,21	0,58	SCARICO IN IMPIANTO	T1	705,00	0,58	93,37																					
IT12	OVEST	L2-12	L2-13	0+275	0+300	25	186	17,50	20	1	5	8,83	Si	4,50	30,83	23,75	0,23	1,39E-06	0,12	6,77	0,07	0,19	SCARICO IN IMPIANTO	T1	186,00	0,19	30,83																					
IT13	EST	L3-16	L3-19	0+375	0+450	87	193	60,90	50	1	5	8,83	Si	15,66	85,39	197,09	0,06	1,39E-06	0,42	6,77	0,07	0,49																										
B2H01 - OPERA CONNESSA TRC006																																																
TRC06-1	NORD	TR6-1	TR6-11	0+000	0+235	300	3566	210,00	20	15	5	132,47	Si	54,00	396,47	10,04	7,99	1,39E-06	1,46	6,77	1,04	2,50	SCARICO IN IMPIANTO	T1	3566,00	2,50	396,47																					
TRC06-2	NORD	TR6-16	TR6-21	0+375	0+5110	131	533	91,70				0,00	Si	23,58	115,28	42,15	0,46	1,39E-06	0,64	0,00	0,00	0,64																										
TRC06-3	SUD	TR6-1	TR6-18	0+000	0+410	420	6601	294,00	20	21	5	185,46	Si	75,60	555,06	5,50	22,19	1,39E-06	2,04	6,77	1,46	3,50	SCARICO IN IMPIANTO	T1	6601,00	3,50	555,06																					
TRC06-4	SUD	TR6-18	TR6-24	0+460	0+560	112	1872	78,40	20	5	5	44,16	Si	20,16	142,72	4,45	7,25	1,39E-06	0,54	6,77	0,35	0,89	SCARICO IN IMPIANTO	T1	1872,00	0,89	142,72																					
																							<b>TOTALE T1</b>	<b>33973,15</b>	<b>22,34</b>	<b>3547,45</b>																						

Nota: Ove le trincee e i pozzi non riuscissero a smaltire in autonomia il contributo provenienti dalle aree verdi queste saranno smaltite nei bacini dell'asse principale

11.3.3 Sistemi di smaltimento e dispersione viabilità secondarie

ID	SUP. VERDE	SUP. SCARP.	SUP. IMPER.	TRINCEA		POZZI		BACINO		FOSSO					TRINCEA		FOSSO		POZZI		RETIKOLO		QT	NOTE			
				LUNGHEZZA	VTr	PASSO	N	H	Vpo	Vb	LUNGH.	Bmin	H	i	Vfo	Vtot	t	Q	k	QTr	C	Qf			R	Qpo	ur
[-]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m]	[m <sup>3</sup> ]	[m]		[m]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m]	[m]	[m]		[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[h]	[l/s]	[m/s]	[l/s]		[l/s]	[m]	[l/s]	[l/s ha]	[l/s]	
TRATTO B2																											
B2H01 - OPERA CONNESSA TRC006																											
B2TR6S01		15713	11997	500	175,00		20	3	105,98		125,00	25,00	1,20	1,50	4020,00	4300,98	35,89	20,38	5,00E-05	52,50	2,02	0,00	4,73	21,49		73,99	
B2TR6S02		2185	595	0	0,00				0,00		172,00	0,50	1,00	1,50	344,00	344,00	28,54	2,12	5,00E-05	0,00	2,02	21,69	0,00	0,00		21,69	
B2D04 - INTERCONNESSIONE EX SS35																											
B2D04S01	1690		2155	240	84,00				0,00		240,00	0,50	1,00	1,50	480,00	564,00	40,32	1,90	5,00E-05	25,20	2,02	0,00	0,00	0,00		25,20	
B2D04S02	3929		745	0	0,00				0,00		238,00	0,50	1,00	1,50	476,00	476,00	56,33	0,52	5,00E-05	0,00	2,02	30,01	0,00	0,00		30,01	
B2D04S03	3100		250	0	0,00				0,00		312,00	0,50	1,00	1,50	624,00	624,00	289,45	0,06	5,00E-05	0,00	2,02	39,35	0,00	0,00		39,35	
B2D04S04	20392	1420	1000	0	0,00				0,00		740,00	0,50	0,50	1,50	462,50	462,50	2,47	10,66	5,00E-05	0,00	2,02	55,91	0,00	0,00		55,91	
B2D04S05	4060	1366	5456	268	93,80		4	3	21,20		268,00	3,00	1,00	1,50	1206,00	1321,00	27,12	7,21	5,00E-05	28,14	2,02	0,00	4,73	4,30		32,44	
B2D04S06	462		644	0	0,00				0,00		116,00	0,50	0,50	1,50	72,50	72,50	6,78	1,88	5,00E-05	0,00	2,02	8,76	0,00	0,00		8,76	
B2D04S07	665		1110	0	0,00				0,00		165,00	0,50	0,50	1,50	103,13	103,13	4,78	4,10	5,00E-05	0,00	2,02	12,47	0,00	0,00		12,47	
B2D04S08	543		876	0	0,00				0,00		122,00	0,50	0,50	1,50	76,25	76,25	4,10	3,59	5,00E-05	0,00	2,02	9,22	0,00	0,00		9,22	
B2D04S09	1180	820	1750	0	0,00				0,00		295,00	0,50	0,50	1,50	184,38	184,38	3,82	9,63	5,00E-05	0,00	2,02	22,29	0,00	0,00		22,29	
B2D04S10	528	716	990	0	0,00				0,00		132,00	0,50	0,50	1,50	82,50	82,50	1,98	9,51	5,00E-05	0,00	2,02	9,97	0,00	0,00		9,97	
B2D04S11	300	625	440	0	0,00				0,00		75,00	0,50	0,50	1,50	46,88	46,88	1,94	5,53	5,00E-05	0,00	2,02	5,67	0,00	0,00		5,67	
B2IN05 - VIA INDUSTRIA																											
B2IN05S01	2496	1910	254	185	64,75				0,00		280,00	0,50	0,50	1,50	175,00	239,75	10,12	3,12	1,39E-06	0,54	2,02	0,00	0,00	0,00		0,54	
NOTA: I RAMI A E B SCARICANO NELLA TRINCEA DRENANTE DELL'ASSE PRINCIPALE B2T3 - LE SUPERFICI DEI MANUFATTI DI SCAVALCO SONO CONSIDERATE NEGLI IMPIANTI DELL'ASSE PRINCIPALE																											
B2CA3 - VIA MEUCCI																											
B2CA3S01	661	606	840	60	21,00				0,00		60,00	0,50	0,50	1,50	37,50	58,50	1,22	11,18	1,39E-06	0,18	2,02	0,00	0,00	0,00		0,18	
NOTA: IL RAMO A SCARICA NELLA TRINCEA DRENANTE DELL'ASSE PRINCIPALE B2T5 - LE SUPERFICI DEI MANUFATTI DI SCAVALCO SONO CONSIDERATE NEGLI IMPIANTI DELL'ASSE PRINCIPALE																											
B2OB - VIE ALFIERI - OBERDAN - MANZONI																											
B2OBS01	5247	1248	5875	280	98,00				0,00		414,00	1,00	1,00	1,50	1035,00	1133,00	16,05	10,83	5,00E-05	29,40	2,02	0,00	0,00	0,00		29,40	
B2CA2 - VIA APPENNINI																											
B2CA2S01	2035		1441	90	31,50				0,00		175,00	0,50	0,50	1,00	87,50	119,00	2,47	8,30	5,00E-05	9,45	2,05	0,00	0,00	0,00		9,45	

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse

Tratte B2

PROGETTO ESECUTIVO

B2CA2S02	4280		234	10	3,50		0,00		425,00	0,50	0,50	1,00	212,50	216,00	17,10	0,37	5,00E-05	1,05	2,05	0,00	0,00	0,00	1,05
<b>B2I10 - VIA GRAN SASSO</b>																							
B2I10S01			3268	50	17,50		0,00	500,00	0,00	0,50	0,50	1,00	0,00	517,50	21,53	4,39	5,00E-05	5,25	2,05	0,00	0,00	0,00	5,25
B2I10S02	4950		381	10	3,50		0,00		565,00	0,50	0,50	1,00	282,50	286,00	20,06	0,54	5,00E-05	1,05	2,05	0,00	0,00	0,00	1,05
<b>B2MG - VIA MONTEGRAPPA</b>																							
B2MGS01			568	60	21,00		0,00		0,00	0,50	0,50	1,00	0,00	21,00	0,94	6,23	5,00E-05	6,30	2,05	0,00	0,00	0,00	6,30
<b>B2I15 - INTERSEZIONE GIOVI</b>																							
B2I15S01	2420	60	3221	96	33,60		0,00		96,00	2,00	1,00	1,50	336,00	369,60	6,80	9,49	5,00E-05	10,08	2,02	0,00	0,00	0,00	10,08
B2I15S02	1880		650	40	14,00		0,00		110,00	0,50	0,50	1,00	55,00	69,00	2,37	3,86	5,00E-05	4,20	2,05	0,00	0,00	0,00	4,20
B2I15S03	550		610	10	3,50		0,00		285,00	0,50	0,50	1,00	142,50	146,00	31,30	0,64	5,00E-05	1,05	2,05	0,00	0,00	0,00	1,05
B2I15S04	920		1185	80	28,00		0,00		100,00	0,50	0,50	1,00	50,00	78,00	2,07	7,70	5,00E-05	8,40	2,05	0,00	0,00	0,00	8,40
<b>B2I17 - VIA GIOVI - VIA COLOMBO</b>																							
B2I17S01	7203	2767	5002	325	113,75		0,00		450,00	1,00	0,60	1,50	513,00	626,75	3,83	28,60	5,00E-05	34,13	2,02	0,00	0,00	0,00	34,13
B2I17S02	100	4425	762	150	52,50		0,00		455,00	0,50	0,50	1,00	227,50	280,00	5,11	12,07	5,00E-05	15,75	2,05	0,00	0,00	0,00	15,75
<b>B2I20 - VIA COLOMBO - VIA PRATI</b>																							
B2I20S01	5641	1975	3720	310	108,50		0,00		475,00	0,50	0,50	1,50	296,88	405,38	2,80	25,98	5,00E-05	32,55	2,02	0,00	0,00	0,00	32,55
B2I20S02	2120		655	20	7,00		0,00		265,00	0,50	0,50	1,50	165,63	172,63	14,95	1,12	5,00E-05	2,10	2,02	0,00	0,00	0,00	2,10
<b>B2I22 - VIA PRATI - VIA DELLE CAVE</b>																							
B2I22S01	335		960	40	14,00		0,00		40,00	1,00	1,00	1,50	100,00	114,00	9,34	2,26	5,00E-05	4,20	2,02	0,00	0,00	0,00	4,20
B2I22S02	260		1179	30	10,50		0,00		30,00	1,00	1,00	1,50	75,00	85,50	3,48	5,39	5,00E-05	3,15	2,02	0,00	0,00	0,00	20,00
B2I22S03			2297	27	9,45		3	5	26,49			1,50	0,00	35,94	0,15	68,02	5,00E-04	28,35	2,02	0,00	6,77	74,96	5,00
<b>B2I25 - VIABILITA' SCUOLE</b>																							
B2I25S01	2415	3325	4155	100	35,00		0,00	900,00		1,00	1,00	1,50	0,00	935,00	15,51	10,29	5,00E-05	10,50	2,02	0,00	0,00	0,00	10,50
<b>B2P3 - PONTE VINCI</b>																							
B2P03S01		580	240	25	8,75		0,00		25,00	1,00	0,70	1,50	35,88	44,63	4,41	2,29	5,00E-05	2,63	2,02	0,00	0,00	0,00	2,63
<b>B2S01 - SOTTOPASSO FARGA</b>																							
B2S01S01		172	107	25	8,75		0,00					1,50	0,00	8,75	1,21	1,96	5,00E-05	2,63	2,02	0,00	0,00	0,00	2,63
<b>B2P5 - PONTE MILANO</b>																							
B2P05S01			260	25	8,75		0,00		25,00	1,00	0,70	1,50	35,88	44,63	25,61	0,31	5,00E-05	2,63	2,02	0,00	0,00	0,00	2,63
<b>B2I38 - CICLOPEDONALE MEDA 1</b>																							
B2I38S01			953	40	14,00		0,00		40,00	1,00	0,70	1,50	57,40	71,40	4,29	3,79	5,00E-05	4,20	2,02	0,00	0,00	0,00	4,20
B2I38S02	630		367		0,00		0,00		75,00	1,00	0,60	1,50	85,50	85,50	20,21	0,51	5,00E-05	0,00	2,02	0,01	0,00	0,00	20,00
B2I38S03	2660		590		0,00		0,00		280,00	0,50	0,50	1,50	175,00	175,00	13,17	1,10	5,00E-05	0,00	2,02	0,02	0,00	0,00	20,00
B2I38S04	1895		551	30	10,50		0,00	150,00		0,50	0,50	1,50	0,00	160,50	17,37	0,85	5,00E-05	3,15	2,02	0,00	0,00	0,00	3,15
B2I38S05	2530		5310	65	22,75		3	4	21,20	680,00		0,50	0,50	1,50	0,00	723,95	11,69	10,75	5,00E-05	6,83	2,02	0,00	5,81
<b>B2I11 - VIA VIGNAZZOLA - VIA DELLA ROGGIA</b>																							
B2I11S01	120	322	511	55	19,25		0,00		55,00	0,50	0,50	1,00	27,50	46,75	2,97	3,58	5,00E-05	5,78	2,05	0,00	0,00	0,00	5,78
B2I11S02	175	1070	490	40	14,00		0,00		160,00	0,50	0,50	1,00	80,00	94,00	4,86	4,14	5,00E-05	4,20	2,05	0,00	0,00	0,00	4,20
B2I11S03	4140	1550	230	60	21,00		0,00		255,00	0,50	0,50	1,00	127,50	148,50	2,84	6,09	5,00E-05	6,30	2,05	0,00	0,00	0,00	6,30
B2I11S04	1670	1320	750	70	24,50		0,00		240,00	0,50	0,50	1,00	120,00	144,50	3,79	6,66	5,00E-05	7,35	2,05	0,00	0,00	0,00	7,35
B2I11S05	3880	750	5498	185	64,75		4	3	21,20	530,00	185,00	0,50	0,50	1,00	92,50	708,45	7,93	15,64	5,00E-05	19,43	2,05	0,00	4,73
<b>B2I46 - CICLOPEDONALE ZARA</b>																							
B2I46S01	730		567	50	17,50		0,00		50,00	0,50	0,50	1,00	25,00	42,50	2,12	3,62	5,00E-05	5,25	2,05	0,00	0,00	0,00	5,25

Collegamento Autostradale Dalmine – Como – Varese – Valico del Gaggiolo ed Opere ad Esso Connesse

Tratte B2

PROGETTO ESECUTIVO

B2I24 - VIA STURZO																								
B2I24S01	215	4495	1800	300	105,00			0,00	300,00	0,50	0,50	1,00	150,00	255,00	2,28	27,32	5,00E-05	31,50	2,05	0,00	0,00	0,00	31,50	
B2I24S02	4670		3182	90	31,50			0,00	90,00	3,00	1,00	1,50	405,00	436,50	7,20	8,93	5,00E-05	9,45	2,02	0,00	0,00	0,00	9,45	
B2I24S03	615	1125	940	50	17,50			0,00	50,00	1,50	1,00	1,50	150,00	167,50	6,85	4,68	5,00E-05	5,25	2,02	0,00	0,00	0,00	5,25	
B2I24S04	120	1210	585	80	28,00			0,00	80,00	1,00	0,50	1,00	60,00	88,00	3,19	6,35	5,00E-05	8,40	2,05	0,00	0,00	0,00	8,40	
B2I32 - VIA DE MEDICI																								
B2I32S01		2705		60	21,00			0,00	225,00	0,50	0,50	1,00	112,50	133,50	5,25	5,63	5,00E-05	6,30	2,05	0,00	0,00	0,00	6,30	
B2I32S02	400		570	20	7,00			0,00	20,00	1,00	1,00	1,50	50,00	57,00	5,30	1,97	5,00E-05	2,10	2,02	0,00	0,00	0,00	2,10	
B2I32S03	695		470	30	10,50			0,00	60,00	0,50	0,50	1,00	30,00	40,50	2,63	2,60	5,00E-05	3,15	2,05	0,00	0,00	0,00	3,15	
B2I32S04	1585	2505	2830	295	103,25			0,00	295,00	0,50	0,50	1,00	147,50	250,75	1,96	29,12	5,00E-05	30,98	2,05	0,00	0,00	0,00	30,98	
B2I32S05	1335	2280	3190	340	119,00			0,00	340,00	0,50	0,50	1,00	170,00	289,00	2,50	26,07	5,00E-05	35,70	2,05	0,00	0,00	0,00	35,70	
B2I32S06	560		1075	65	22,75			0,00	65,00	1,00	0,50	1,00	48,75	71,50	2,43	6,27	5,00E-05	6,83	2,05	0,00	0,00	0,00	6,83	
B2I32S07	160		330	25	8,75			0,00	25,00	0,50	0,50	1,00	12,50	21,25	2,31	1,99	5,00E-05	2,63	2,05	0,00	0,00	0,00	2,63	
B2I32S08	1370	3240	3138	360	126,00			0,00	360,00	0,50	0,50	1,00	180,00	306,00	2,27	31,04	5,00E-05	37,80	2,05	0,00	0,00	0,00	37,80	
B2I32S09	2090	4180	320	150	52,50			0,00	320,00	0,50	0,50	1,00	160,00	212,50	2,80	14,96	5,00E-05	15,75	2,05	0,00	0,00	0,00	15,75	
B2SO11 - VIA SAN CARLO BORROMEO																								
B2SO11S01	160		700	40	14,00			0,00	40,00	1,00	0,50	1,00	30,00	44,00	2,55	3,95	5,00E-05	4,20	2,05	0,00	0,00	0,00	4,20	
B2PO11 - VIA GARIBALDI																								
B2PO11S01	304	860	832	76	26,60			0,00	76,00	1,00	0,50	1,00	57,00	83,60	2,48	7,75	5,00E-05	7,98	2,05	0,00	0,00	0,00	7,98	
B2SB1 - VIA SAN BENEDETTO																								
B2SBS01	160		673	40	14,00			0,00	40,00	1,00	0,50	1,00	30,00	44,00	2,76	3,60	5,00E-05	4,20	2,05	0,00	0,00	0,00	4,20	
B2I53 - VIA EUROSIA																								
B2I53S01	240		1018	60	21,00			0,00	60,00	1,00	0,50	1,00	45,00	66,00	2,71	5,51	5,00E-05	6,30	2,05	0,00	0,00	0,00	6,30	
B2I53S02	240		1056	60	21,00			0,00	60,00	1,00	0,50	1,00	45,00	66,00	2,52	6,01	5,00E-05	6,30	2,05	0,00	0,00	0,00	6,30	
B2I54 - VIA MANZONI																								
B2I54S01	80		300	20	7,00			0,00	20,00	0,50	0,50	1,00	10,00	17,00	1,99	2,00	5,00E-05	2,10	2,05	0,00	0,00	0,00	2,10	
B2I53S02	80		340	20	7,00			0,00	20,00	1,00	0,50	1,00	15,00	22,00	2,70	1,84	5,00E-05	2,10	2,05	0,00	0,00	0,00	2,10	
B2I53S03	120		405	30	10,50			0,00	30,00	0,50	0,50	1,00	15,00	25,50	2,45	2,34	5,00E-05	3,15	2,05	0,00	0,00	0,00	3,15	
B2I53S04	100		365	25	8,75			0,00	25,00	0,50	0,50	1,00	12,50	21,25	2,10	2,34	5,00E-05	2,63	2,05	0,00	0,00	0,00	2,63	
B2I24 - VIA STURZO																								
B2I24S01			1532	28	9,80			15,90	28,00	3,00	0,80	1,50	94,08	119,78	4,70	5,72	5,00E-05	2,94	2,02	0,00	4,73	3,22	6,16	
B2I28 - INTERSEZIONE MONTE GRAPPA - XXV APRILE																								
B2I24S01			3076	40	14,00			17,66	170,40			1,50	0,00	202,06	3,23	14,79	5,00E-05	4,20	2,02	0,00	6,77	5,00	20,00	15,35
B2I36 - VIA SEVESO																								
B2I36S01			3351	50	17,50			0,00	260,50			1,50	0,00	278,00	5,34	11,49	5,00E-05	5,25	2,02	0,00	0,00	0,00	20,00	11,95
B2I13 - VIA SFORZA - VIA ENAUDI																								
B2I13S01	1870		6190	125	43,75			0,00	125,00	3,50	1,20	1,50	795,00	838,75	12,76	11,81	5,00E-05	13,13	2,02	0,00	0,00	0,00	13,13	
B2I13S02	2098	2342	3456	250	87,50			0,00	620,00	0,50	0,50	1,00	310,00	397,50	3,98	20,30	5,00E-05	26,25	2,05	0,00	0,00	0,00	26,25	
B2I13S03	1020	2290	4972	390	136,50			0,00	390,00	1,00	0,50	1,00	292,50	429,00	3,11	31,34	5,00E-05	40,95	2,05	0,00	0,00	0,00	40,95	
B2I13S04	85	1110	845	80	28,00			0,00	135,00	0,50	0,50	1,00	67,50	95,50	2,87	7,87	5,00E-05	8,40	2,05	0,00	0,00	0,00	8,40	
B2I13S05	350		570	20	7,00			0,00	105,00	0,50	0,50	1,00	52,50	59,50	6,09	1,79	5,00E-05	2,10	2,05	0,00	0,00	0,00	2,10	
B2I13S06	1095	1070	4240	315	110,25			0,00	315,00	1,00	0,50	1,00	236,25	346,50	3,32	23,06	5,00E-05	33,08	2,05	0,00	0,00	0,00	33,08	
B2I13S07			1780	90	31,50			17,66				1,00	0,00	49,16	0,50	27,34	1,00E-04	18,90	2,05	0,00	6,77	9,99	28,89	

