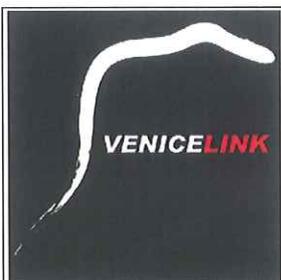




COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA  
SOCIO-ECONOMICA-AMBIENTALE  
DELLA VIABILITA' DI MESTRE



AUTOSTRADA A4 - VARIANTE DI MESTRE

# PASSANTE AUTOSTRADALE

(L.443/2001 D.Lgs. 20.08.2002 N°190)

PROGETTO DEFINITIVO  
C.U.P D51B04000060001

IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO

GENERAL CONTRACTOR

Passante di Mestre S.C.p.A.  
Amministratore Delegato  
Ing. Giorgio Desideri

**Passante di Mestre s.c.p.a.**

DIREZIONE LAVORI



SCADOLA

PR4

ALLEGATO

19



PROGETTAZIONE DEFINITIVA



CONSULENZA STRUTTURE:



CONSULENZA IMPIANTI:



RESPONSABILE DEL PROGETTO:

DOTT. ING. LUCIO ZOLLET

IMPIANTI DI RACCOLTA E SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

CODICE DOCUMENTO

ZLT.5C2.00000.PD.RI.001.00

CODIFICA WBS

B3510 - B3518 - G2407

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	TAVOLA
00	07/11	EMISSIONE UFFICIALE	MARTIN	BENVEGNI'	ZOLLET	00000.PD.RI.01
01						SCALA
02						
03						CAD
04						NOME FILE ZLT.5C2.00000.PD.RI.001.00.doc

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

1.	Premessa .....	4
2.	Gli interventi previsti dal progetto del Passante.....	6
3.	Interferenze con la rete idrografica.....	7
3.1.1.	<i>Il collettore di Via Ca 'Nove .....</i>	8
3.1.2.	<i>Il collettore Bazzera in via Morosini .....</i>	15
3.1.3.	<i>Il collettore Tarù in via Astori.....</i>	16
4.	La riduzione della pericolosità idraulica .....	19
4.1.	Analisi idrologica .....	22
4.1.1.	<i>Caratteristiche pluviometriche della zona in esame .....</i>	23
4.1.2.	<i>Caratterizzazione degli eventi di piena per fiume Dese .....</i>	27
4.1.3.	<i>Pluviogramma di progetto e piogge nette .....</i>	27
4.1.4.	<i>La stima dell'idrogramma di piena per il fiume Dese.....</i>	32
4.1.5.	<i>Le piene ordinarie per il fiume Dese .....</i>	35
4.2.	Analisi idraulica.....	37
4.2.1.	<i>Il codice di calcolo Hec Ras 4.0.....</i>	37
4.2.2.	<i>Le simulazioni per il fiume Dese .....</i>	39
4.2.2.1.	<i>Stato attuale del corso d'acqua .....</i>	39
4.2.2.2.	<i>Realizzazione di un nuovo argine per il fiume Dese .....</i>	44
4.2.2.3.	<i>Verifica dell'efficacia del nuovo argine sul fiume Dese per le portate centenarie</i>	45
4.2.2.4.	<i>Verifica dell'efficacia del nuovo argine sul fiume Dese per le piene frequenti</i>	47
4.2.2.5.	<i>Verifica dell'efficacia dell'opera di by-pass del Mulino Vidali per le piene centenarie.....</i>	51
5.	Efficienza delle aree di laminazione.....	53
5.1.	Stima delle portate al colmo .....	53
5.2.	Volume di laminazione.....	56
5.3.	Botte a sifone sotto il Fiume Dese.....	58
5.3.1.	<i>Finalità dell'opera.....</i>	58
5.3.2.	<i>La tecnica del Microtunneling.....</i>	58

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.</b>	<b>Progettazione:</b> ZOLLET INGEGNERIA srl <b>Elaborato:</b> CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

5.3.2.1.	<i>Caratteristiche tecniche principali del sistema di scavo ed avanzamento</i>	58
5.3.2.2.	<i>Principio di funzionamento generale</i>	58
5.3.3.	<i>Descrizione e caratteristiche tecniche dell'attraversamento</i>	61
5.3.4.	<i>Verifica idraulica dell'attraversamento</i>	64
5.3.5.	<i>Verifica statica della tubazione</i>	65
5.3.6.	<i>Verifica al galleggiamento e stabilità fondo scavo</i>	69
5.4.	<i>Manufatto limitatore della portata da conferire all'idrovora</i>	71
5.4.1.	<i>Finalità dell'opera</i>	71
5.4.2.	<i>Sistema di invasi</i>	71
5.4.3.	<i>Strumenti di misura, regolazione e verifiche idrauliche</i>	72
6.	<i>Manufatto di deviazione del Desolino vecchio</i>	77
6.1.	<i>Criticita' idrauliche</i>	77
6.2.	<i>Stima della portata al colmo</i>	79
6.3.	<i>Descrizione del manufatto e verifiche idrauliche</i>	80
6.3.1.	<i>Tipologia costruttiva</i>	80
6.3.2.	<i>Verifica al sifonamento</i>	80
6.3.3.	<i>Gestione del nodo idraulico</i>	83
6.4.	<i>Nuovo canale diversore</i>	84
7.	<i>Drenaggio del corpo stradale</i>	89
7.1.	<i>Drenaggio area Casello di Martellago Scorzè</i>	89
7.1.1.	<i>Valutazione di compatibilità idraulica</i>	89
7.1.2.	<i>Acque di prima pioggia</i>	94
7.1.2.1.	<i>Generalità e normativa di riferimento</i>	94
7.1.2.2.	<i>Impianti di trattamento esistenti lungo il Passante di Mestre</i>	95
7.1.2.3.	<i>Rete di raccolta ed invaso di progetto</i>	96
7.1.2.4.	<i>Impianti di trattamento acque di prima pioggia</i>	99
7.2.	<i>Drenaggio viabilità di collegamento</i>	104
7.2.1.	<i>Generalità</i>	104
7.2.2.	<i>Sottopassi stradali</i>	106

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI  
 MARTELLAGO-SCORZE' E  
 VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

7.2.2.1.	<i>Sottopasso agricolo .....</i>	111
7.2.2.2.	<i>Sottopasso via Cà Nove .....</i>	112
7.2.2.3.	<i>Sottopasso via San Paolo .....</i>	113
7.2.2.4.	<i>Sottopasso via Astori .....</i>	114
7.2.2.5.	<i>sottopasso via Morosini.....</i>	115
7.2.3.	<i>L'allontanamento delle acque dai ponti e viadotti.....</i>	116
7.2.4.	<i>Fossi di guardia.....</i>	120
7.2.5.	<i>Verifica di compatibilità idraulica .....</i>	132
8.	<b>Quadro riassuntivo delle opere idrauliche .....</b>	<b>136</b>

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.</b>	<b>Progettazione:</b> ZOLLET INGEGNERIA srl <b>Elaborato:</b> CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

## 1. PREMESSA

La presente relazione riporta la descrizione delle principali problematiche idrauliche e delle conseguenti opere che si rendono necessarie a seguito delle interferenze fra il reticolo idrografico e le infrastrutture stradali.

Le zone interessate dalla realizzazione del casello e delle arterie stradali di collegamento con la viabilità locale sono caratterizzate da criticità idrauliche già preesistenti alla costruzione del Passante. Le motivazioni delle sofferenze sono da ascrivere essenzialmente alla topografia dei terreni che impedisce di fatto un efficace smaltimento delle acque di pioggia, all'insufficienza della capacità di deflusso di alcuni canali, soprattutto per la cattiva manutenzione dei fossi privati, ed alla presenza di sezioni ristrette lungo il corso del fiume Dese, in corrispondenza di edifici un tempo utilizzati come mulini e di attraversamenti inadeguati. Alla confluenza con il Desolino vecchio, ad esempio, in occasione di eventi di piena, si è osservato in passato un sistematico rialzo dei livelli idrici con conseguente rigurgito nel piccolo tributario e inevitabile esondazione (Figura 1).



*Figura 1- Aree di esondazione alla confluenza del Desolino vecchio nel fiume Dese*

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione:	0	Pagina:	4 di 136
---	------------	---	---------	----------

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.</b>	<b>Progettazione:</b> ZOLLET INGEGNERIA srl <b>Elaborato:</b> CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Le soluzioni alle inevitabili alterazioni dell'equilibrio idraulico che le nuove infrastrutture causeranno sono state individuate con il contributo del Consorzio di Bonifica Acque Risorgive in quanto, gestendo il territorio di competenza in maniera puntuale e continua, ha una conoscenza approfondita delle criticità.

Gli interventi di natura idraulica previsti hanno come finalità essenziale:

- non aumentare il rischio idraulico delle zone interessate e salvaguardare le aree poste a valle dell'intersezione delle infrastrutture stradale con il fiume Dese;
- assicurare la tutela dell'ambiente urbano ed agricolo, con la conseguente necessità di mantenere la continuità idraulica degli esistenti canali laddove intercettati dalla piattaforma stradale o dalle opere annesse;
- assicurare il necessario collegamento idraulico con le opere di raccolta e smaltimento già previste per il Passante.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione:	0	Pagina:	5 di 136
---	------------	---	---------	----------

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

## 2. GLI INTERVENTI PREVISTI DAL PROGETTO DEL PASSANTE

Per la tratta del Passante a cavallo del ponte sul fiume Dese il Progetto Definitivo prevedeva: la realizzazione di un fosso di raccolta al piede del rilevato stradale sia al servizio della piattaforma sia dei terreni attraversati; inoltre una botte a sifone sottopassante il Dese per la raccolta delle acque di piattaforma del fosso a servizio della parte sud del Passante.

Per tutte le portate in tal modo raccolte se ne disponeva lo smaltimento nel corso d'acqua principale, previo sollevamento mediante impianto idrovoro realizzato in adiacenza al Passante e con scarico nel fiume Dese. La capacità di sollevamento stabilita in fase di Progetto Preliminare era di 3.10 m<sup>3</sup>/s, con una sovrastima delle reali esigenze, in considerazione della necessità di offrire un utile presidio per la sicurezza idraulica del territorio.

Da indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive l'area effettivamente drenata dal fosso di guardia al piede del rilevato stradale del Passante risulta meno estesa di quella stimata in fase preliminare e ciò accentua ancor di più l'eccedenza della capacità di sollevamento dell'impianto idrovoro rispetto alle reali esigenze. Questa circostanza consente dunque di estendere le aree da drenare con il sollevamento, comprendendovi le zone attraversate dalle infrastrutture oggetto della presente Relazione. In tal senso occorre inquadrare la scelta di considerare l'impianto idrovoro, e quindi il fiume Dese, per le aree intersecate dal tratto di strada che collega la "variante di Cappella" con la Rotatoria Est.

Per la connessione idraulica con il sistema di raccolta del Passante occorrerà altresì realizzare la botte a sifone sottopassante il Dese che è sufficiente sia costituito da due tubazioni in c.a.  $\phi$  1000, a differenza del Progetto Preliminare e del Progetto definitivo del Passante in cui prevedeva l'impiego di uno scatolare di dimensione 2x2 m.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 6 di 136
---	--------------	------------------

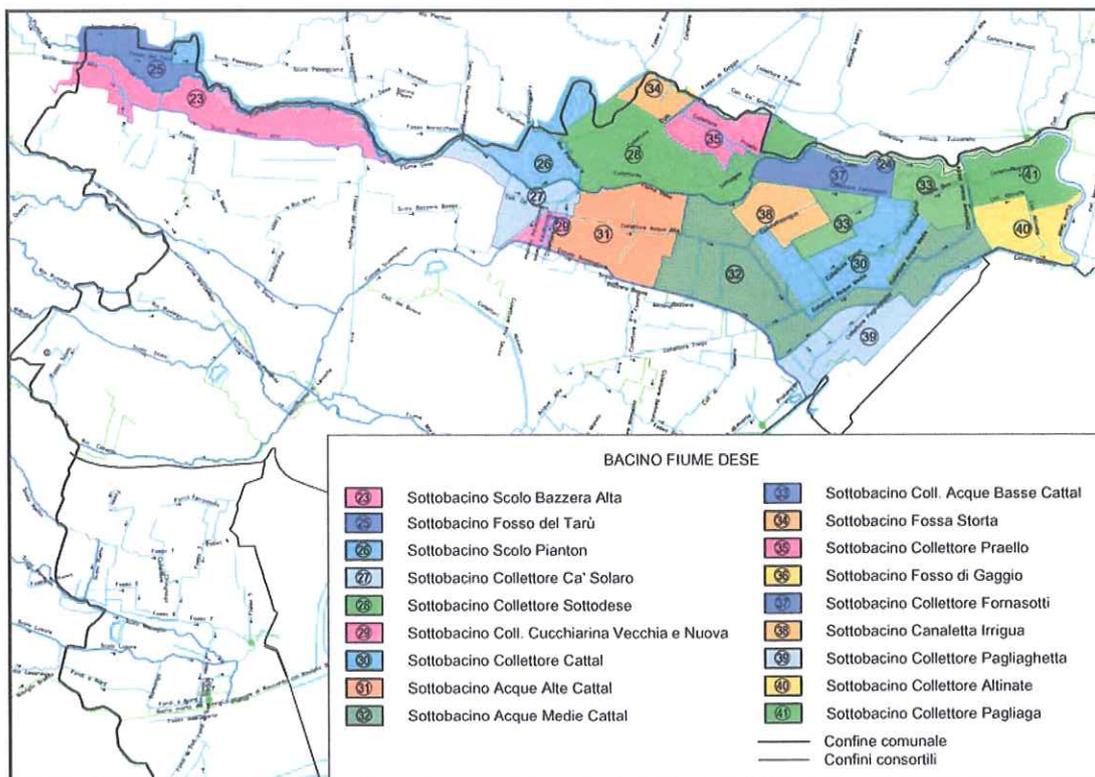
**AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO**

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

**3. INTERFERENZE CON LA RETE IDROGRAFICA**

L'intervento stradale si sviluppa nel bacino del fiume Dese, corso d'acqua arginato per la maggior parte del suo percorso e che fa parte del sistema delle acque superficiali sotteso dalla laguna veneta, detto Bacino scolante, con estensione di 2038 km<sup>2</sup>, caratterizzato dall'interdipendenza e dalla connessione tra sottosistemi idrografici. Il corso d'acqua parte dalla rete delle acque alte minori che, in condizioni mareografiche normali, assicura lo scolo naturale nella Laguna di Venezia e nel sottosistema costituito dai corsi d'acqua principali (che comprende le aste fluviali del Piave, Brenta e Bacchiglione, oltre al bacino del Sile).



*Figura 2 – Bacino idrografico del fiume Dese nel comune di Venezia e suoi sottobacini (territorio del Consorzio Acque Risorgive)*

La superficie complessivamente drenata dal fiume Dese è di 16'000 ha dei quali 6600 circa a monte del Passante; la rete di canali e tributari che la solca è complessa e si sviluppa in un territorio parzialmente urbanizzato.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Il tracciato stradale interseca il corso d'acqua principale, ma anche alcuni suoi tributari, oltre a collettori della rete di bonifica, fossi comunali e fossi privati. L'approccio seguito per la risoluzione delle interferenze si è basato sui seguenti presupposti fondamentali:

- non creare riduzioni delle sezioni di deflusso in corrispondenza degli attraversamenti al fine di scongiurare il rischio di rigurgiti e conseguenti esondazioni;
- mantenere la continuità idraulica in corrispondenza delle intersezioni del tracciato stradale con i collettori ed i fossi comunali;
- assicurare il drenaggio dei terreni con fossi di guardia, ai piedi dei rilevati stradali, in grado di svolgere il compito dei eventuali fossi eventualmente obliterati dalle nuove opere;
- mantenere inalterati il più possibile gli attuali recapiti finali della rete di drenaggio, cercando di limitare gli impatti delle portate intercettate dalla rete stradale;
- realizzare, laddove possibile, opere ed interventi con la finalità di ridurre le eventuali condizioni di rischio idraulico connesse alla realizzazione del Passante e della viabilità complementare.

Sono di seguito trattati i collettori della rete di bonifica intercettati dall'arteria stradale.

### **3.1.1. Il collettore di Via Ca 'Nove**

Allo stato attuale il collettore scende da nord costeggiando la strada (Figura 3) e, in prossimità del mulino Vidali, sottopassa il fiume Dese (Figura 4) con una botte a sifone (Figura 5, Figura 8), adiacente il ponte esistente, che immette le acque nel collettore Bazzera (Figura 7).

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica



*Figura 3- Collettore di Via Ca' Nove*



*Figura 4-Collettore di Via Ca'Nove nel tratto a monte della botte a sifone che sottopassa il fiume Dese*

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica



*Figura 5- Collettore di Via Ca' Nove e ingresso nella botte a sifone*



*Figura 6- Fiume Dese ripreso dal ponte su Via Ca'Nove.  
Sullo sfondo il mulino Vidali (foto del 20 marzo 2009)*

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica



*Figura 7-Collettore Bazzera (foto del 20 marzo 2009)*



*Figura 8- Scarico della botte a sifone nel collettore Bazzera (foto del 20 marzo 2009)*

Da indagini svolte presso il Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, la botte a sifone sarebbe costituita da un tubo del diametro di 0.8 m o 1 m; non esistono presso l'Ente purtroppo elaborati progettuali che descrivano l'opera.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Il collettore Bazzera corre per un tratto lungo il piede della scarpata dell'argine destro del Dese (Figura 7) per piegare decisamente verso sud proprio in corrispondenza del ponte su via Ca' Nove (Figura 12).



*Figura 9- Fiume Dese in un giorno di intense precipitazioni  
(foto del 11 dicembre 2008)*



*Figura 10- Scarico della botte a sifone e collettore Bazzera  
(11 dicembre 2008)*

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica



*Figura 11- Collettore Bazzera a sud del ponte sul Dese in via Ca' Nove (20 marzo 2009)*



*Figura 12- Collettore Bazzera a sud del ponte sul Dese in via Ca' Nove (11 dicembre 2008)*

In corrispondenza di questo nodo è previsto che il tracciato della nuova strada, che si sviluppa da est verso ovest connettendo due rotatorie, incroci quasi ortogonalmente l'esistente via Ca' Nove. L'intersezione stradale è risolta realizzando la nuova strada in trincea e assicurando la continuità di via Ca' Nove con un sovrappasso. Questa soluzione

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

imporrebbe l'interruzione del collettore. Sebbene un vecchio progetto del "Piano generale di Bonifica" del Consorzio prevedesse la deviazione del collettore Ca' Nove verso il Piovega di Cappella che avrebbe dovuto sottopassare con una botte a sifone in modo da arrivare al collettore Tarù, questa eventualità è al momento da escludere in quanto il Tarù è attualmente in condizioni di sofferenza idraulica perché sottodimensionato rispetto alle reali esigenze. Un progetto elaborato dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive ne prevede la ricalibratura e la eliminazione delle strozzature.

In attesa che il progetto veda la sua concreta realizzazione, al momento si deve assicurare ancora il recapito nel collettore Bazzera per cui si propone di deviare il collettore di Via Ca' Nove verso est per il tratto necessario affinché possa attraversare il nuovo rilevato stradale con uno scatolare di opportune dimensioni, senza dover ricorrere ad una botte a sifone (Figura 13).

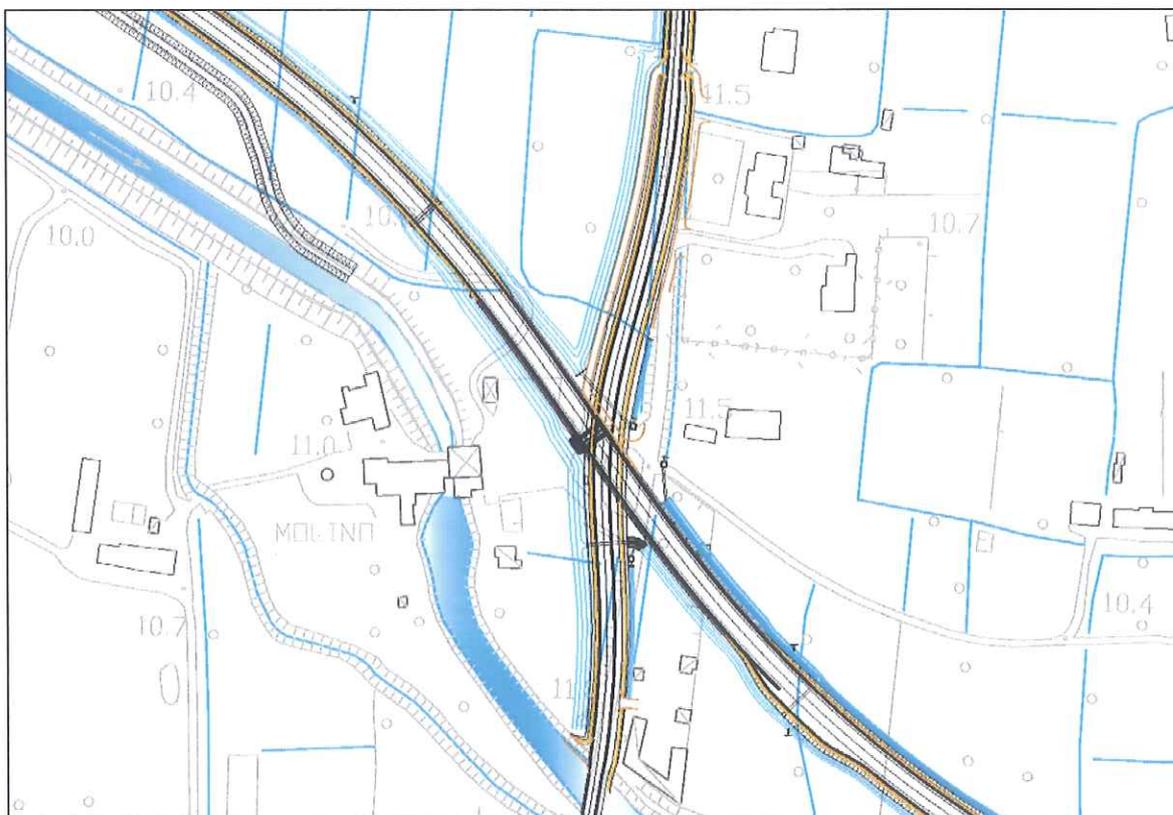


Figura 13- Interventi previsti su Via Ca' Nove

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Si prevede altresì anche la traslazione verso est dell'ultimo tratto del collettore di Via Ca' Nove e l'utilizzo della botte a sifone sotto il fiume Dese in modo da consentire la realizzazione del rilevato della rampa del futuro sovrappasso.

### **3.1.2. Il collettore Bazzera in via Morosini**

Un'altra intersezione importante è quella con via Morosini, per la quale è prevista la realizzazione di una galleria che ostacolerebbe dunque l'attuale percorso dell'importante collettore Bazzera (Figura 14). Il tracciato si sviluppa dalla rotatoria sud con un primo tratto in trincea e, dopo la galleria suddetta, la sezione stradale passa in rilevato per poter attraversare il fiume Dese.



*Figura 14- Collettore Bazzera su via Morosini in corrispondenza della galleria in progetto*

Anche in questo caso l'obiettivo è stato evitare la realizzazione di botti a sifone, privilegiando la deviazione dell'attuale percorso del collettore per un tratto sufficiente ad assicurare l'intersezione del futuro rilevato stradale con uno scatolare di adeguate dimensioni.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

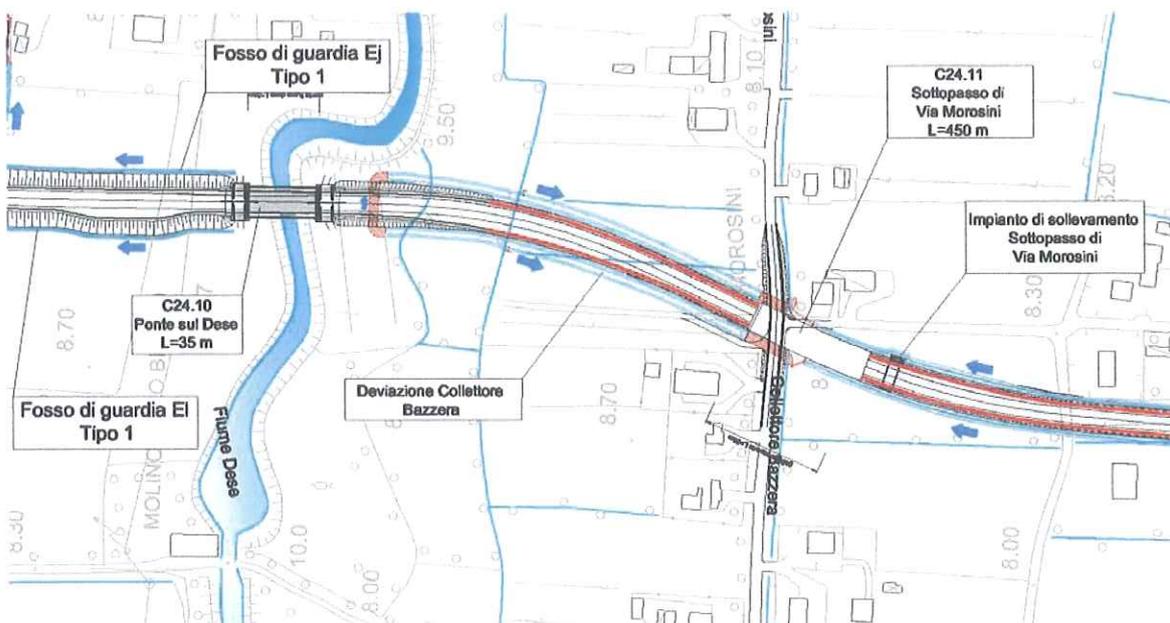


Figura 15- Intersezione della strada in progetto con Via Morosini

### 3.1.3. Il collettore Tarù in via Astori

Il collettore Tarù (Figura 16, Figura 17) percorre la rete di bonifica dal mulino Orso Bianco verso est; allo stato attuale soffre di condizioni di criticità idrauliche in quanto è sottodimensionato e afflitto da numerose strozzature e restringimenti. Per questo motivo si è inteso non incrementare eccessivamente i volumi di acqua che attualmente il collettore raccoglie.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica



*Figura 16- Collettore Tarù su Via Astori*



*Figura 17- Collettore Tarù all'incrocio fra via Ponte Nuovo e via Tarù*

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

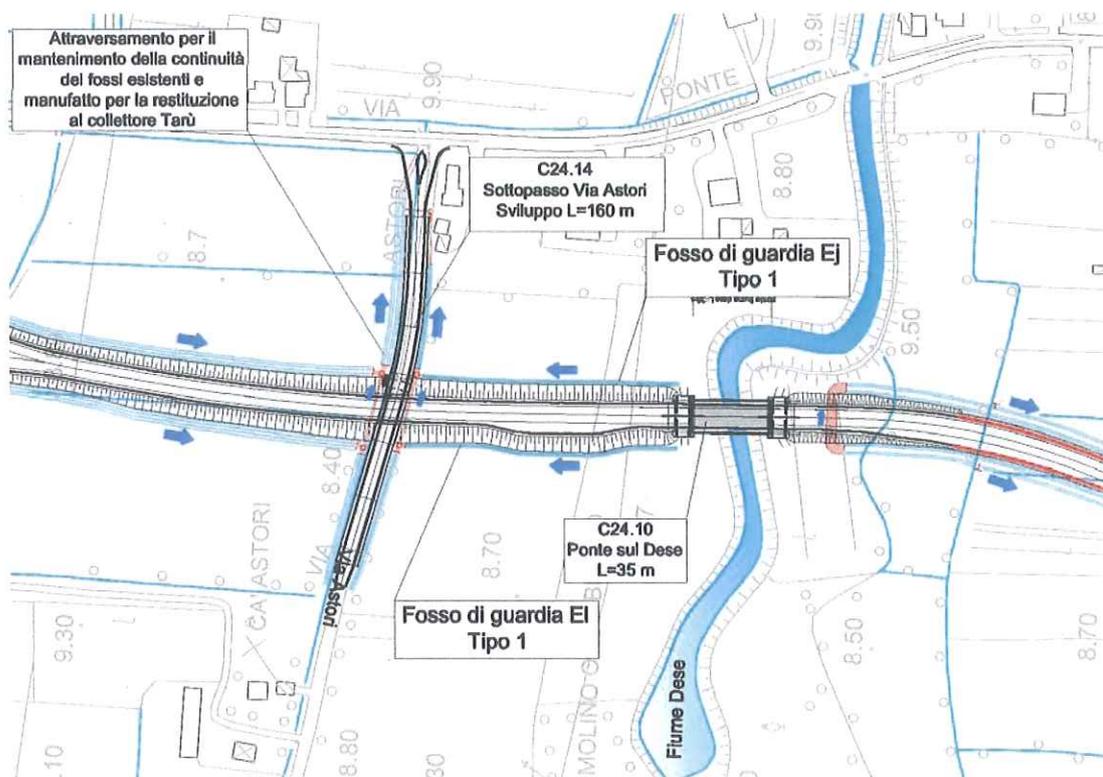


Figura 18- Intersezione della strada in progetto con Via Astori

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.</b>	<b>Progettazione:</b> ZOLLET INGEGNERIA srl <b>Elaborato:</b> CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

#### **4. LA RIDUZIONE DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA**

Vaste aree ricadenti nel bacino del fiume Dese sono afflitte da criticità idrauliche, legate sia alla rete idrografica naturale sia alla rete di bonifica, e di entità che vanno dall'insufficienza dei fossi privati, a causa del cattivo stato di manutenzione, all'insufficienza dei collettori più importanti e del corso d'acqua principale. Le ragioni possono ricercarsi nelle mutazioni che il territorio ha subito negli ultimi decenni, per l'estendersi progressivo delle aree urbanizzate a cui può ascrivere l'aumento del deflusso per superficie (il coefficiente udometrico) e la riduzione dei tempi di corrivazione delle onde di piena. A queste si devono aggiungere le interazioni in atto fra la rete di bonifica e quella di fognatura che determina, in alcuni periodi, un sovraccarico nella prima.

Nell'intento di mitigare le conseguenze di problematiche idrauliche, ovviamente non completamente risolvibili, il Consorzio di Bonifica, attraverso il Piano Generale di Bonifica (PGBTR) ha perimetrato, sulla base dell'osservazione delle carte degli allagamenti di alcune alluvioni storiche, le aree a rischio di allagamento. Questo rappresenta il principale strumento per la individuazione delle cause e la successiva definizione di interventi per la riduzione del rischio idraulico.

Nel PGBTR del Consorzio di Bonifica Dese Sile, ora Consorzio Acque Risorgive, risalente al 1992, si affrontano le problematiche emerse all'epoca; fra queste l'insufficiente capacità di deflusso del fiume Dese rispetto alle portate provenienti dal bacino di alimentazione la cui morfologia, già allora, appariva profondamente cambiata rispetto al passato. Nel documento si sottolinea che l'unico intervento possibile è il risezionamento per l'adeguamento ai deflussi ormai accresciuti; le sezioni particolarmente difficili furono individuate in corrispondenza di antichi mulini, realizzati in successione lungo il corso del fiume Dese, che anche allo stato attuale costituiscono delle vere e proprie strozzature della corrente. In occasione di eventi meteorici intensi, in queste strettoie l'acqua si trova in condizioni "critiche" in senso idraulico, per cui, al fine di poter acquisire l'energia necessaria per passare a valle, aumenta il livello a monte, a spese della sua velocità. Si instaura un profilo di rigurgito cui corrisponde, assai spesso, il sormonto degli argini di contenimento.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione:	0	Pagina:	19 di 136
---	------------	---	---------	-----------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Accogliendo le indicazioni contenute nel PGBTR, il Consorzio di Bonifica ha avviato la procedura per risolvere le criticità descritte attraverso la progettazione di interventi di sistemazione finalizzati a migliorare le condizioni di deflusso a monte dei mulini, salvaguardando tuttavia la valenza storica di questi edifici. Con il recente Progetto Definitivo P202 il Consorzio ha inteso dunque affrontare in maniera non puntuale il problema dell'insufficienza idraulica delle sezioni, prevedendo interventi presso i mulini Fabris, Vidali, Cosma e, lungo lo scolo Draganziolo, presso il mulino del Maglio.

Per quel che attiene il tratto di interesse per il presente progetto, per il mulino Vidali è prevista la realizzazione di un bypass idraulico, costituito da due manufatti in c.a., affiancati, con sezione interna 2.10x1.00, con sezione di imbocco a 80 m circa a monte della sezione ristretta e sbocco a 25 m circa a valle della medesima sezione. La funzione idraulica del manufatto è garantire lo smaltimento delle portate che, non riuscendo a passare attraverso la strettoia, tendono a rigurgitare verso monte.



*Figura 19-Mulino Vidali visto da valle durante l'evento di piena del 11 dicembre 2008*

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Un intervento di tal genere implica dunque un sollievo alle aree attraversate dal Dese in quanto tende a rimuovere la causa principale di allagamento.

Per quanto riguarda l'aspetto connesso alla pericolosità idraulica dei territori a nord del fiume Dese, la criticità costituita dai fenomeni di sovrizzo dei livelli idrici nel Desolino vecchio per effetto del rigurgito proveniente dal corso d'acqua principale, si ritiene risolta interrompendo la comunicazione idraulica fra i due corsi d'acqua. A tale scopo si dovrà provvedere alla realizzazione sul Desolino, in prossimità della confluenza, di una paratoia per l'intercettazione totale della portata e dell'apertura di una luce in fregio all'argine sinistro. In tal modo si potrà operare una diversione dei deflussi che saranno convogliati, mediante un fosso di adeguate dimensioni, alla vasca di raccolta dell'impianto idrovoro.

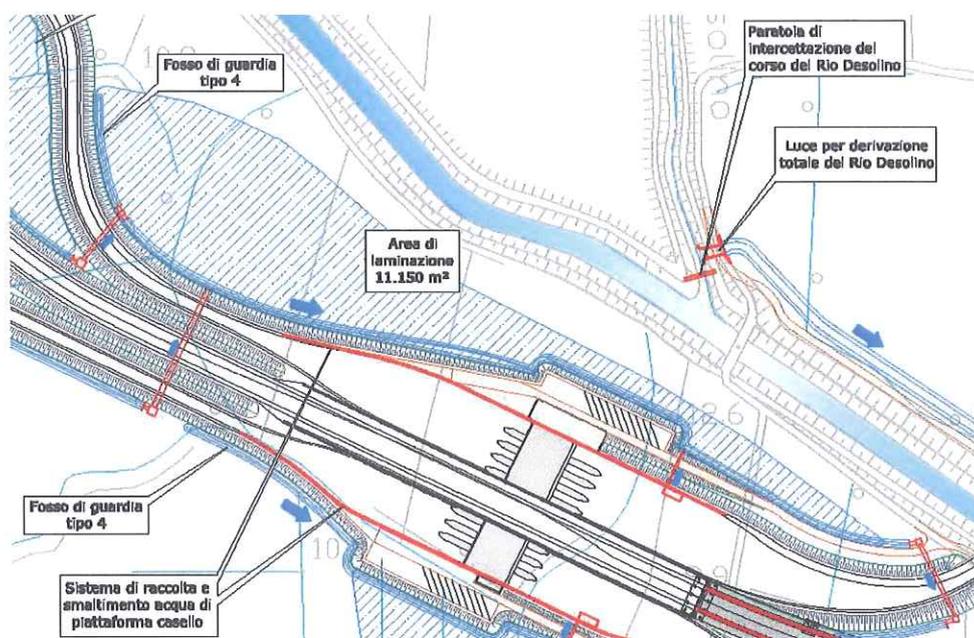
Le problematiche di natura idraulica tuttavia dipendono anche dalla topografia dei terreni caratterizzati in generale da basse velocità di scorrimento e, in alcuni casi, dall'insufficienza della rete di bonifica, per cui si è ritenuto opportuno utilizzare le aree intercluse fra i caselli autostradali e il tratto di collegamento fra le due rotatorie come aree di laminazione, in modo realizzare degli invasi temporanei.

In particolare l'area, della superficie complessiva di 11.150 m<sup>2</sup>, compresa fra il Casello ovest, l'argine destro del fiume Dese e la rotatoria Est, (Figura 20) è destinata a raccogliere le acque drenate dallo Scolo Vernise, ed è a corredo dell'impianto idrovoro a servizio del Passante; quest'area ha lo scopo di assicurare l'invaso temporaneo qualora le portate in arrivo alla stazione di sollevamento ne superi la massima capacità.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica



*Figura 20-Area di laminazione alla destra idrografica del fiume Dese*

La realizzazione del nuovo rilevato stradale, adiacente all'argine sinistro del fiume Dese nel tratto che si estende a monte della strettoia del mulino Vidali, ha richiesto una valutazione dell'eventuale rischio idraulico legato all'esondazione del corso d'acqua. La piattaforma stradale è prevista a quota poco superiore al piano campagna per cui è necessario che gli argini siano in grado di assicurare la difesa della nuova arteria; è stata svolta allo scopo un'analisi idrologico-idraulica finalizzata ad individuare un presidio adeguato ai nuovi interventi senza tuttavia indurre un incremento della pericolosità idraulica della zona.

#### **4.1. ANALISI IDROLOGICA**

La stima delle portate defluenti nella rete idrografica e di quelle intercettate dalla piattaforma stradale richiede la preventiva definizione degli eventi meteorici critici e la successiva adozione di un metodo di trasformazione piogge-portate che prevede, come input, la definizione di un particolare evento di pioggia. In particolare, volendo stimare eventi di piena di assegnata probabilità di accadimento (definita in genere attraverso il tempo di ritorno  $T_r$ ), bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno assumendo vera l'ipotesi di isofrequenza di afflussi e deflussi.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Le valutazioni sono fortemente condizionate dalla scelta del tempo di ritorno, da intendere come il numero di anni in cui si verifica, almeno una volta, il superamento del valore di una determinata variabile idrologica di progetto (portata al colmo, precipitazione massima). In particolare, le reti di drenaggio sono progettate quasi sempre nell'ottica di consentire lo scolo adeguato delle acque per bassi tempi di ritorno delle piogge (generalmente attorno ai 10-20 anni) e non con gli scopi di protezione idraulica del territorio che oggi sono invece inderogabili. Nel caso in esame tuttavia, per la particolare vulnerabilità idraulica dell'ambito territoriale in cui si opera, si è ritenuto opportuno considerare una ricorrenza degli eventi critici di 50 anni, per il dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma e per la verifica della capacità dei fossi di guardia.

Le verifiche idrauliche relative agli interventi sul fiume Dese sono state svolte invece considerando grandezze idrologiche centenarie.

#### **4.1.1. Caratteristiche pluviometriche della zona in esame**

Per l'analisi idrologica dell'area si è ritenuta significativa la stazione pluviografica di Mestre per la quale sono stati assunti i risultati riportati nella pubblicazione "Caratterizzazione delle piogge intense sul bacino scolante nella laguna di Venezia", redatta dall'ARPAV, sulla scorta dei quali è stata individuata la curva di probabilità pluviometrica. Quest'ultima costituisce il legame che intercorre fra l'altezza delle precipitazioni  $h$  la durata ed il tempo di ritorno che è esprimibile attraverso la espressione monomia

$$h_{d,T} = a(T) d^{n(T)}$$

dove

$h$  = altezza di pioggia [mm]

$d$  = durata della pioggia [h]

$a(T)$ ,  $n(T)$  = coefficienti della curva, funzioni del tempo di ritorno, da stimare sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazioni.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

La precedente espressione permette di ricavare l'altezza di pioggia per durate variabili, con assegnato tempo di ritorno  $T_r$ .

L'approccio seguito è consistito nell'assumere che le variabili idrologiche  $h_d$ , costituite dai massimi annuali delle altezze di pioggia di durata  $d$  (con  $d=1, 3, 6, 12$  e  $24$  ore per le precipitazioni orarie e  $d=5+60$  minuti per gli scrosci, ), riportate nella pubblicazione citata, si distribuiscano secondo la legge di Gumbel. Secondo tale modello la probabilità di non superamento di un generico valore dell'altezza di pioggia, di assegnata durata  $d$ , è esprimibile con la

$$F_X(x) = \exp\left[-\exp\left(-\frac{x-u}{\alpha}\right)\right] \quad (1)$$

in cui  $\alpha$  e  $u$  sono i due parametri della distribuzione legati ai momenti del I e II ordine del campione, dalle relazioni:

$$a = 1,28255/s_x \quad (2)$$

$$u = \mu(x) - 0.45 s(x)$$

avendo indicato, rispettivamente, con  $\mu(x)$  la media e con  $s(x)$  la varianza della serie campionaria.

Poiché l'analisi statistica viene effettuata sul massimi valore che in un anno assume la grandezza  $h$ , è possibile legare la probabilità al tempo di ritorno  $T_r$

$$T_r = 1/(1-P)$$

Dal punto di vista operativo si è proceduto elaborando separatamente le piogge brevi ed intense, di durata inferiore ad un'ora, e le piogge con durata superiori ad un'ora; ciò perché per i manufatti destinati alla raccolta ed all'allontanamento delle acque di piattaforma, in virtù dei ridotti tempi di corrivazione delle aree contribuenti, sono proprio gli

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 24 di 136
---	--------------	-------------------

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

scrosci gli eventi critici. Ben diverso è il caso delle verifiche idrauliche per il tratto del fiume Dese, caratterizzato di certo da tempi di risposta idrologica superiori ad un'ora. Per le verifiche idrauliche svolte su un tratto di questo corso d'acqua sono state prese in considerazione anche tempi di ritorno bassi in modo da poter pervenire alla stima delle piene ordinarie.

Elaborazioni dei massimi annuali delle precipitazioni

Per i tempi di ritorno prefissati è stata determinata la corrispondente curva di probabilità pluviometrica mediante regolarizzazione dei massimi annuali delle precipitazioni di durata su carta bilogarithmica. Le espressioni delle curve sono riportate nelle figure che seguono.

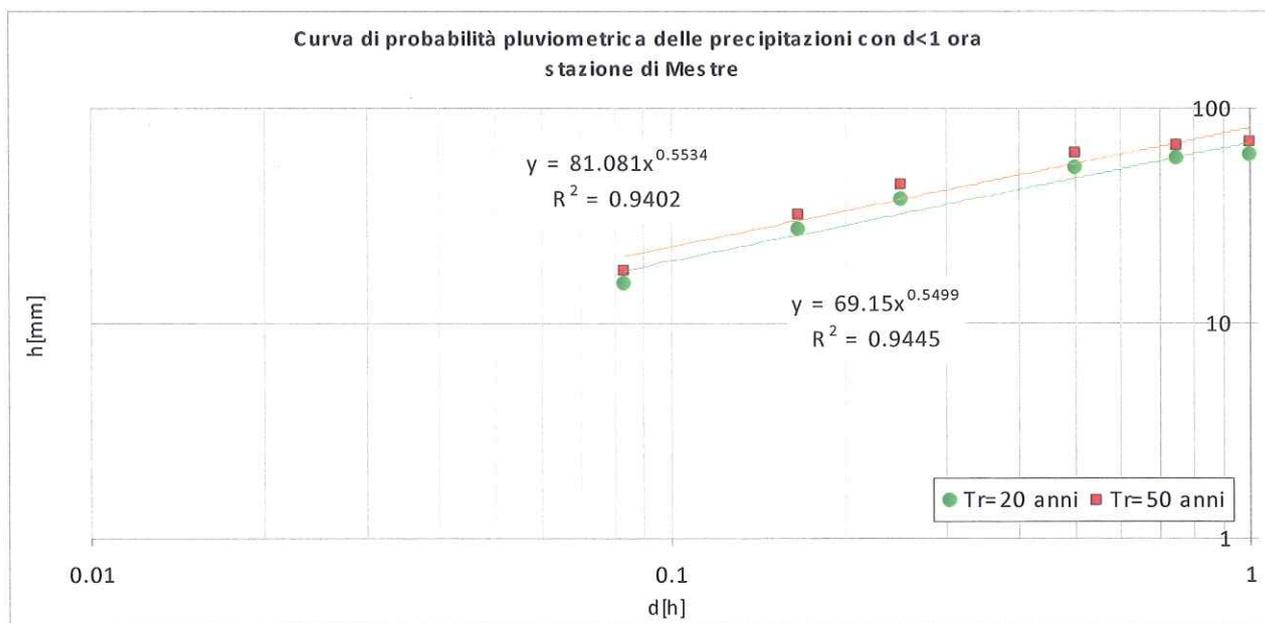


Figura 21

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

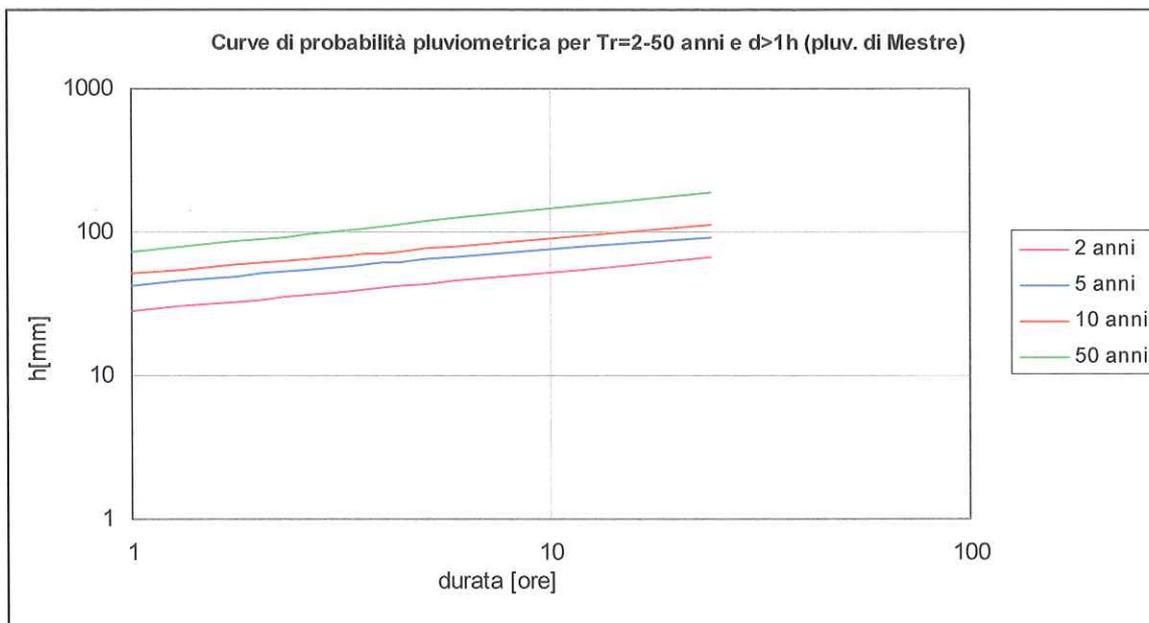


Figura 22

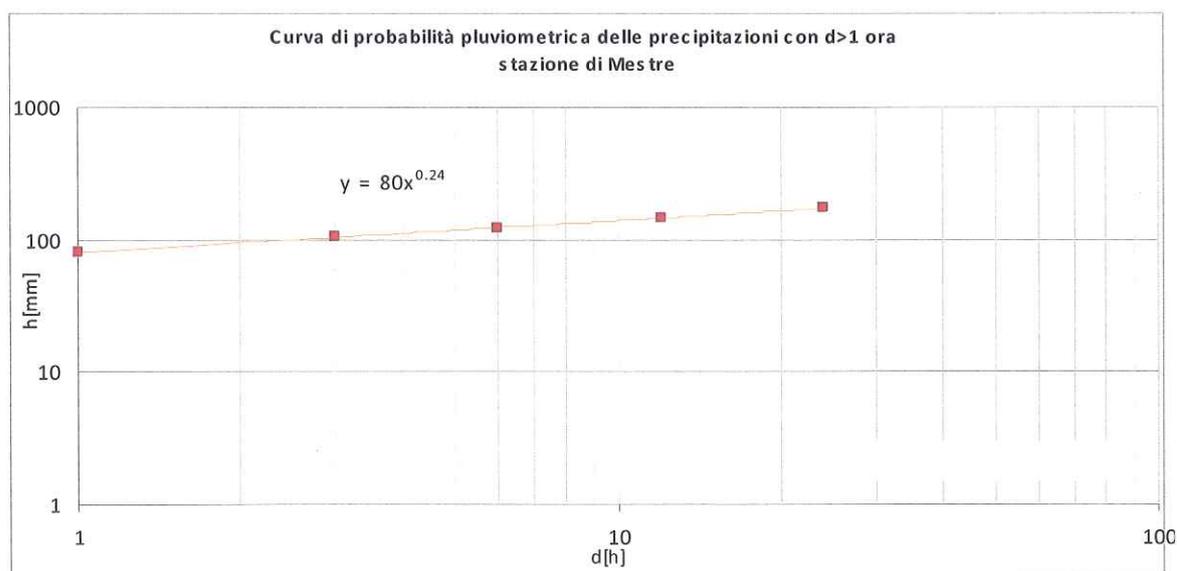


Figura 23

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

#### **4.1.2. Caratterizzazione degli eventi di piena per fiume Dese**

Fra gli obiettivi della presente analisi idrologica rientra la determinazione delle onde di piena che, per assegnato tempo di ritorno, si possono manifestare nel fiume Dese nel tratto che si estende a monte del mulino Vidali, ai fini della valutazione dell'eventuale pericolosità idraulica nei riguardi del nuovo rilevato stradale.

Non disponendo di serie di misure delle portate al colmo nella sezione di interesse si è proceduto, come in genere accade in questi casi, all'applicazione dei modelli di trasformazione afflussi-deflussi a partire dalle precipitazioni di progetto, dedotte dalle curve di probabilità pluviometrica valide localmente, e la successiva trasformazione in deflussi superficiali. In questa fase preliminare le indagini per l'applicazione del modello si sono basate essenzialmente sulla ricerca in materiale bibliografico ed elaborati relativi a progetti già svolti e inerenti il bacino in esame.

La stima degli idrogrammi di piena è stata eseguita in tre fasi distinte:

- valutazione dei pluviogrammi di progetto;
- determinazione delle piogge nette attraverso il metodo SCS-Curve Number;
- applicazione del modello dell'Idrogramma Unitario del SCS per la formazione dei deflussi superficiali.

#### **4.1.3. Pluviogramma di progetto e piogge nette**

L'ingresso al modello di trasformazione afflussi-deflussi è un pluviogramma di progetto che corrisponde ad un evento reale o un evento artificiale di assegnata rarità. In mancanza di registrazioni il pluviogramma si deve generare sinteticamente sulla base delle informazioni pluviometriche disponibili. Esso dev'essere caratterizzato dalla durata totale  $t_p$ , dall'altezza di pioggia cumulata  $h_p$  e dalla distribuzione nel tempo dell'altezza di pioggia.

Sovente, nelle analisi idrologiche, si assume la durata dell'evento,  $t_p$ , pari al tempo di corrivazione,  $t_c$ , del bacino in modo da assicurare così il contributo simultaneo di tutte le aree in esso ricadenti; per la determinazione di  $t_c$  in genere ci si affida a formule della letteratura tecnica, quasi sempre di carattere empirico e spesso valide solo negli ambiti

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 27 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

territoriali per cui sono state determinate. Nel presente caso, vista anche la complessità del bacino e della rete idrografica in oggetto, si è preferito mutuare l'approccio da tempo adottato in queste realtà territoriali. In particolare, nelle elaborazioni idrologiche svolte per la progettazione del Passante di Mestre con il ricorso al modello geomorfologico, sono state considerate precipitazioni centenarie di durata compresa fra 6 e 48 h, valutando la durata superata la quale il colmo dell'idrogramma di piena non presentava variazioni significative, ritenendo di poter conseguire in tal modo una stima attendibile dei tempi di corrivazione del bacino.

Un siffatto modo di procedere appare una naturale continuazione, ed attualizzazione, dell'analisi che fu adottata nell'ambito dell'elaborazione del "Piano Generale di Bonifica" del Consorzio Dese-Sile (1992). In quella circostanza infatti si stimò il tempo di risposta dei bacini di competenza dell'Ente sulla base di parametri che caratterizzano l'organizzazione del reticolo idrografico (classificazione di Stralher), dell'estensione dei sottobacini e della lunghezza di ciascun ramo della rete.

Per le presenti valutazioni preliminari, piuttosto che affidarsi a formule generiche, si è ritenuto opportuno dunque acquisire le conclusioni dello studio idrologico del progetto del Passante in base alle quali il tempo di corrivazione del sottobacino del fiume Dese, sotteso alla intersezione con la nuova arteria autostradale, è dell'ordine di 24 ore.

L'evento pluviometrico di progetto è costituito da un pluviogramma di durata  $t_p=t_c=24$  ore e precipitazione complessiva fornita dalla curva di probabilità pluviometrica relativa a  $T_r=100$  anni

$$h_p = at^n = 80 \cdot 24^{0.24} = 172 \text{ mm}$$

L'intensità di pioggia si è assunta costante e pari a

$$i_p = \frac{h_p}{t_p} = 7.17 \text{ mm/h}$$

In base a questa ipotesi, il tempo  $t_p$  è stato suddiviso in intervalli elementari di 1 ora all'interno dei quali l'altezza di pioggia si ritiene costante.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 28 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI  
 MARTELLAGO-SCORZE' E  
 VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

Convenzionalmente si assegna al pluviogramma di progetto, ed alla corrispondente portata al colmo, il tempo di ritorno T della CPP utilizzata per costruire il pluviogramma sintetico.

Il pluviogramma di progetto è stato successivamente depurato delle perdite per infiltrazione e d'invaso superficiale, ottenendo così le piogge nette, ossia l'aliquota delle precipitazioni che contribuisce alla formazione del deflusso attraverso la sezione di chiusura del bacino. Si è fatto ricorso al metodo del Soil Conservation Service che è molto applicato, soprattutto negli ambienti americani, nel caso di bacini di modesta estensione; nella sua formulazione originaria il metodo fu proposto per stimare il deflusso relativo all'intero fenomeno di piena e può essere pertanto considerato come un metodo per la determinazione del coefficiente di afflusso (rapporto fra il volume di pioggia netta e il volume di pioggia totale caduto durante l'intero evento meteorico).

Per la determinazione del volume pioggia defluito attraverso la sezione di chiusura del bacino, il metodo si basa sulla seguente espressione:

$$V = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S'}$$

in cui V[mm] è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento, in sostanza la pioggia netta  $P_{net}$ , P[mm] è il volume specifico affluito, S'[mm] è il massimo volume immagazzinabile nel terreno in condizioni di saturazione,  $I_a$ [mm] è un parametro da introdurre per tener conto di quel complesso di fenomeni, quali l'intercettazione da parte della vegetazione, l'accumulo nelle depressioni superficiali, imbibimento iniziale del terreno che ritardano l'insorgere del deflusso superficiale. La relazione si ricava considerando le due ipotesi che stanno alla base del metodo:

- la ripartizione della pioggia totale tra deflusso superficiale, V, e invaso del suolo W;
- il parametro S', dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, globalmente rappresentati dal parametro CN, secondo la relazione

$$S' = \frac{25400 - 254CN}{CN}$$

da cui si può stimare il termine delle perdite iniziali  $I_a$  con la

$$I_a = 0.10 \div 0.20 S'$$

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Il parametro CN è un numero adimensionale che varia teoricamente fra 0 ( quando tutta l'acqua si infiltra) e 100 (quando tutta la precipitazione defluisce superficialmente) e che esprime in termini numerici l'attitudine di un bacino a produrre deflusso; in realtà l'intervallo di variazione è compreso fra 40 e 98. Il CN è legato alla natura del suolo in relazione alla sua capacità di deflusso, all'uso del suolo ed al trattamento o pratica colturale, alle condizioni di drenaggio, alle condizioni iniziali di saturazione; in genere viene stimato sulla base di valori riportati in tabelle reperibili in letteratura tecnica. La classificazione dei tipi di suolo è funzione delle caratteristiche di permeabilità secondo la suddivisione proposta dal Soil Conservation Service che prevede quattro classi caratterizzate rispettivamente da potenzialità di deflusso scarsa (A), moderatamente bassa (B), moderatamente alta (C) e molto alta (D).

GRUPPO	DESCRIZIONE
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla, ghiaie profonde molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloid, anche se se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie.

*Tabella 1-Classificazione litologica dei suoli secondo SCS*

La suddivisione in base al tipo di copertura o uso del suolo comprende invece diverse situazioni di aree caratterizzate da differenti morfologie (pascoli, terrazzamenti, etc.) varie coperture vegetali (boschi, praterie, parchi), condizioni di conservazione e destinazione d'uso (coltivazioni, parcheggi, distretti industriali o altro).

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

	A	B	C	D
Terreno coltivato senza trattamenti di conservazione	72	81	88	91
Con interventi di conservazione	62	71	78	81
Terreno da pascolo cattive condizioni	68	79	86	89
Buone condizioni	39	61	74	80
Praterie				
Buone condizioni	30	58	71	78
Terreni boscosi o forestati				
Terreno sottile sottobosco povero senza foglie	45	66	77	83
Sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
Spazi aperti, prati rasati, parchi				
Buone condizioni con almeno il 75% con copertura erbosa	39	61	74	80
Condizioni normali con copertura erbosa 50%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabilità 85%)	89	92	94	95
Distretti industriali (impermeabilità 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali impermeabilità media 65%	77	85	90	92
38%	61	75	83	87
30%	57	72	81	86
25%	54	70	80	85
20%	51	68	79	84
Parcheggi impermeabilizzati, tetti	98	98	98	98
Strade pavimentate, con cordoli e fognature	98	98	98	98
Inghiaiate o selciate con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

*Tabella 2-Parametri CN relativi a AMC II per le quattro classi litologiche e per vari tipi di uso del suolo*

Dal punto di vista operativo si definisce la natura del terreno da un punto di vista secondo la classificazione di Tabella 1; successivamente si determina il valore del CN corrispondente al tipo di copertura (vegetale e non) attraverso l'uso della Tabella 2.

In effetti, volendo procedere in maniera rigorosa, il parametro CN dovrebbe essere determinato sulla base di operazioni di taratura del modello di formazione delle piogge nette; si dovrebbe disporre tuttavia di misure contemporanee di precipitazioni sul bacino di interesse e portate attraverso la sezione di chiusura. La difficoltà di potere acquisire un numero significativo di informazioni di questo tipo, rende obbligatorio la stima di CN per altra via.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Nel presente caso, si disponeva di un valore del coefficiente di afflusso,  $\phi$ , stimato nell'ambito delle già citate analisi idrologiche condotte per il progetto del Passante, per cui essendo

$$\phi = P_{\text{net}}/P = 0.41$$

risolvendo le relazioni precedenti, si è ricavato  $CN=45$ .

A titolo di verifica, tenendo presente che, secondo la classificazione litologica del "Piano Generale di Bonifica" del Consorzio Dese Sile, il bacino in oggetto ricade nel gruppo litologico B, il valore di CN determinato corrisponderebbe a quello relativo a spazi aperti con copertura vegetale che supera il 50 % della superficie complessiva, condizione non molto discosta dalla realtà, confermando dunque l'attendibilità del risultato ottenuto.

La determinazione del CN ha consentito di pervenire alla stima delle piogge nette.

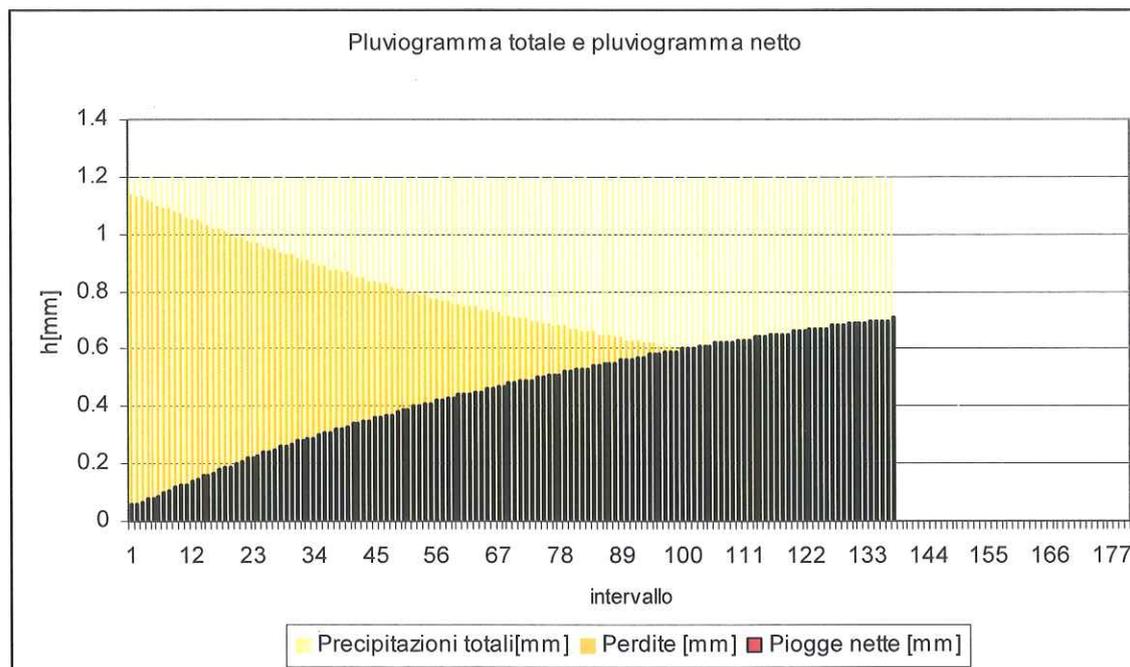


Figura 24

#### 4.1.4. La stima dell'idrogramma di piena per il fiume Dese

La trasformazione degli afflussi netti in deflussi superficiali assume sovente caratteri di particolare complessità da ascrivere principalmente alle difficoltà di schematizzare il bacino e tutti i fenomeni che in esso si svolgono. Un approccio semplice è quello sintetico-

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

concettuale in base al quale il bacino si comporta, ad esempio, come un serbatoio e se ne individua la funzione di risposta a meno dei parametri che vanno definiti caso per caso.

In particolare, se si assume che il bacino risponda in maniera lineare in senso matematico, (per cui vale il principio di sovrapposibilità degli effetti e la relazione ingresso-uscita è descritta da un'equazione differenziale lineare) si può dimostrare che il legame esistente tra la portata uscente  $Q(t)$  e la pioggia netta  $P_{net}(t)$  è del tipo:

$$Q(t) = \int_0^t P(\tau) h(t - \tau) d\tau$$

dove l'integrale è detto "integrale di convoluzione" e la funzione  $h(t)$  rappresenta l'idrogramma Unitario Istantaneo (IUH). Questa funzione assai semplice rappresenta la risposta di un bacino, in termini di portate istantanee defluenti attraverso la sezione di chiusura, ad un evento pluviometrico di durata infinitesima e volume unitario, in sintesi un evento impulsivo. Noto l'IUH del bacino, nell'ipotesi di sistema lineare e stazionario, è possibile determinare la portata generata da un qualsiasi evento di pioggia intenso integrando la risposta unitaria sull'evento considerato attraverso la risoluzione dell'integrale di convoluzione.

In termini pratici l'integrale viene sostituito da una sommatoria suddividendo il tempo in intervalli  $\Delta t$  elementari all'interno dei quali si assegna alla precipitazione  $P(t)$  un valore costante. Il calcolo della portata di piena si esegue come

$$Q_n = \sum_{m=1}^n P_m U_{n-m+1}$$

- $Q_n$  = portata defluente all'istante  $n\Delta t$  = ordinata dell'idrogramma di piena all'istante  $n\Delta t$ ;
- $P_m$  = altezza di pioggia netta nell'intervallo compreso fra  $(m-1)\Delta t$  e  $m\Delta t$ ;
- $U_{n-m+1}$  = ordinata dell'IUH all'istante  $(n-m+1)$ .

In genere si adottano modelli che assimilano il comportamento del bacino a quello di uno o più elementi semplici (canali lineari e serbatoi lineari); ciò consente di ricavare per l'idrogramma unitario un'espressione analitica in cui compaiono delle costanti da stimare sulla base delle osservazioni sperimentali disponibili.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 33 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Nel caso del bacino in esame, non disponendo di registrazioni dirette, è apparso indispensabile il ricorso ad una procedura basata sull'*Idrogramma Unitario (UH) sintetico* il quale è funzione esclusivamente dei dati del bacino e di poche caratteristiche temporali degli eventi di piena.

In particolare, è stato utilizzato il metodo basato sull'idrogramma unitario adimensionale del Soil Conservation Service che è una curva ad un solo colmo, ricavata dalla elaborazione di idrogrammi di piena di numerosi bacini, di diversa estensione e posizione geografica ed è adimensionale in quanto mette in relazione il rapporto fra la generica portata,  $Q$ , all'istante  $t$  e la portata di picco,  $Q_p$ , ed il tempo adimensionale  $t/t_p$ .

Le ricerche condotte dall'SCS hanno portato a stabilire la seguente relazione fra  $Q_p$  e  $t_p$

$$Q_p = \frac{CA}{t_p}$$

dove:

- $C$  è una costante che dipende dal sistema di misura adottato (2.08 in SI, 484 nel sistema anglosassone);
- $t_p$  è l'istante di colmo dell'idrogramma unitario legato al tempo di ritardo del bacino  $t_{lag}$  dalla relazione

$$t_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{lag}$$

- $\Delta t$  è la durata della pioggia netta unitaria che genera l'UH ed è pari all'intervallo di calcolo assunto.

Noti  $Q_p$  e  $t_p$ , dall'UH adimensionale si perviene all'UH relativo al bacino in esame e le cui ordinate vanno inserite nella sommatoria. In mancanza di registrazioni il tempo di ritardo può essere determinato in funzione del tempo di corrvazione

$$t_{lag} = 0.6 t_c$$

Per il bacino in esame si ha

- $t_c = 24$  ore
- $t_{lag} = 14$  ore
- $\Delta t = 10$  minuti.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Di seguito è riportato l'idrogramma di piena fornito dalla risoluzione dell'integrale di convoluzione.

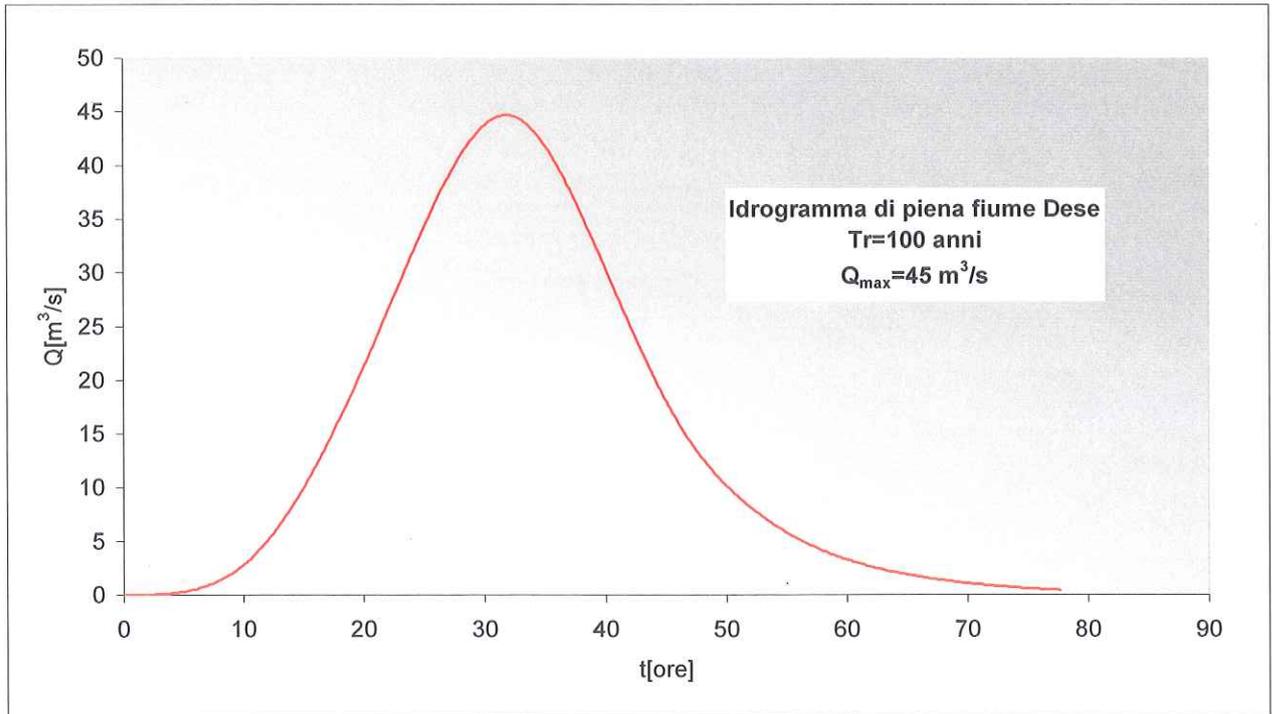


Figura 25 - Idrogramma di piena

Rispetto all'idrogramma ottenuto con l'applicazione del modello geomorfologico, quello di Figura 25 presenta una simmetria rispetto all'istante di picco, ma i volumi complessivamente defluiti sostanzialmente coincidono.

#### 4.1.5. Le piene ordinarie per il fiume Dese

Al fine di valutare gli effetti delle piene ordinarie, corrispondenti a bassi tempi di ritorno, si è proceduto in maniera analoga a quella descritta considerando un evento pluviometrico con  $Tr=2$  anni.

Per eventi di questa probabilità di accadimento la forma del pluviogramma influenza molto i risultati dell'analisi afflussi-deflussi: giova osservare come per il bacino in esame i pluviogrammi registrati in passato siano caratterizzati da andamenti poco regolari, in

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

genere con un picco in posizione non baricentrica preceduta o seguita da uno scroscio di minore entità.

La forma dello ietogramma è stata definita pertanto attraverso l'applicazione del metodo Chicago il quale fornisce un'espressione analitica sia del tratto crescente sia di quello decrescente in funzione di  $tr = k \cdot \theta$  che è la posizione del picco e  $\theta$  è la durata dell'evento; il valore di  $k$  può essere scelto sulla base di indagini relative alla pluviometria della zona in esame, ed in mancanza di informazioni di tale tipo la letteratura tecnica suggerisce di assumere  $k=0.4$ .

Rispetto all'analisi del paragrafo precedente, si è scelta una durata dell'evento minore del tempo di corrvazione in modo da simulare l'effetto di intensità di pioggia maggiori (Figura 26).

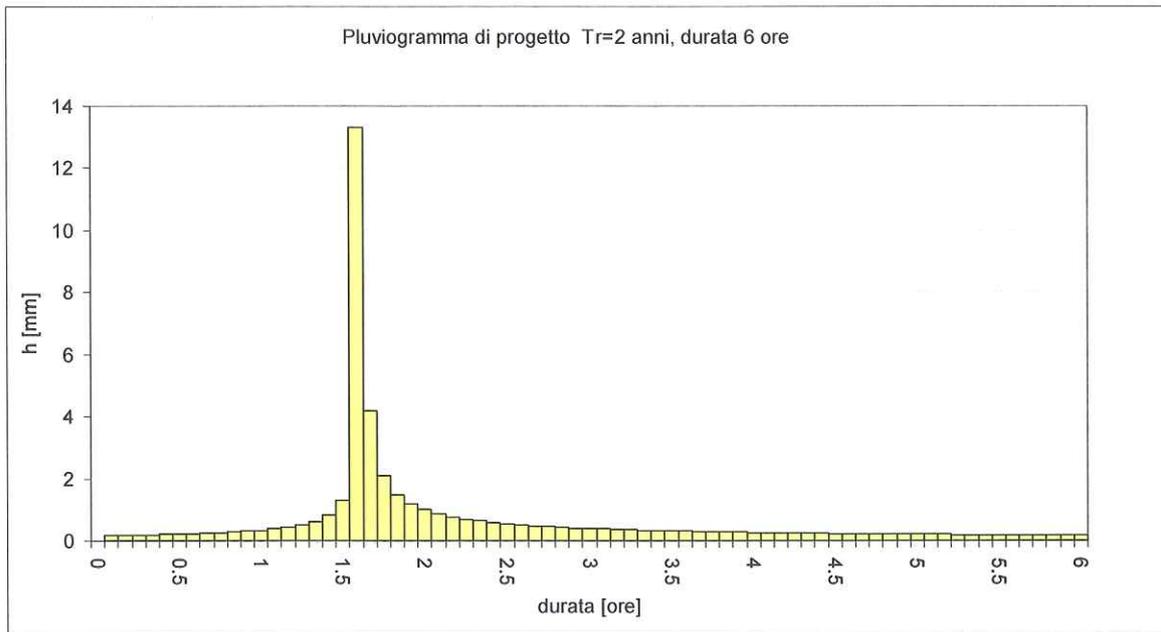


Figura 26

I risultati dell'applicazione del modello afflussi-deflussi è l'idrogramma della seguente Figura 27.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

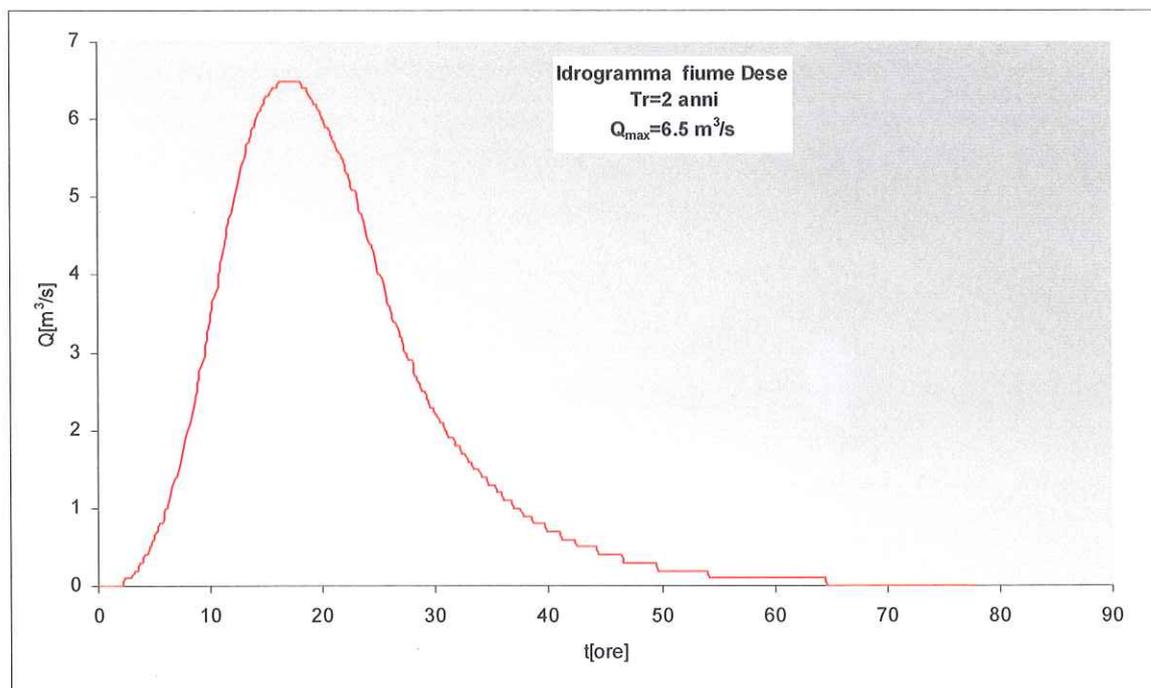


Figura 27

## 4.2. ANALISI IDRAULICA

### 4.2.1. Il codice di calcolo Hec Ras 4.0

L'analisi idraulica di un tratto di corrente è finalizzata in genere alla ricostruzione del profilo di corrente, in condizioni idrometriche caratterizzate da un tempo di ritorno prescritto da esigenze progettuali, allo scopo di valutare il verificarsi di eventuali esondazioni ed individuare tutti gli interventi necessari ad assicurare il deflusso nell'alveo con opportuno franco.

Nel caso in cui, per portate elevate, il livello idrico aumenti le acque fluenti non possono essere contenute in alveo e abbandonano l'alveo abituale, si può ridurre il rischio idraulico delle zone interessate con interventi finalizzati o ad aumentare la capacità di deflusso o a ridurre delle portate al colmo con opere di laminazione delle piene da realizzarsi a monte del tratto da mettere al sicuro. Tali condizioni diventano più critiche nel caso di rigurgiti dovuti ad ostruzioni o restringimenti di sezione idrica, nel caso di brusche deviazioni del tracciato del corso d'acqua, nel caso di artificiali o naturali cause di onde o correnti

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

trasversali, nel caso di diminuzione di sezione idrica per interrimento del fondo alveo o di rallentamento della velocità dell'acqua per la presenza di folta vegetazione in alveo o sulle sponde.

Per la porzione del nuovo rilevato stradale che fiancheggia l'argine sinistro del fiume Dese si è ritenuto opportuno procedere ad un'analisi idraulica in condizioni di moto vario considerando un evento di piena centenario rappresentato analiticamente dall'idrogramma stimato dall'analisi idrologica precedentemente esposta.

Il codice di calcolo utilizzato è HEC-RAS 4.0, sviluppato dall'U.S. Army Corps of Engineers e disponibile in rete; adotta una schematizzazione monodimensionale e determina le caratteristiche di un corso d'acqua riconducendolo a tratti di corrente in moto gradualmente vario o vario, collegati tra loro da singolarità di breve estensione in cui tale ipotesi viene a cadere. Il modello richiede che la geometria fluviale sia schematizzata da un sufficiente numero di sezioni trasversali del corso d'acqua e dall'asse fluviale che le collega; i limiti applicativi sono rappresentati dalla impossibilità di simulare l'inondazione di territori extra-alveo. Non è infatti supportato lo studio di fenomeni di trasferimento bidimensionale, tuttavia l'inserimento di sezioni che si estendono ben oltre le zone golenali possono consentire una descrizione più dettagliata di eventuali fenomeni di allagamento, che è particolarmente importante nel caso di corsi d'acqua di pianura, dove a causa delle basse pendenze si prefigura il rischio di ristagno dei volumi d'acqua esondati.

Dal punto di vista analitico il moto vario è governato dalle equazioni di De Saint Venant che derivano dai principi fisici della conservazione della massa, della dinamica e della conservazione dell'energia. Nel caso monodimensionale, qual è quello che il codice Hec Ras schematizza, le equazioni assumono la seguente forma

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q_L$$

$$-gA \left[ \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right] - \frac{\partial QV}{\partial x} = \frac{\partial Q}{\partial t}$$

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 38 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

che costituiscono un sistema di equazioni differenziali alle derivate parziali, non lineari, che il codice di calcolo risolve per via numerica. Senza entrare nel dettaglio delle caratteristiche del solutore, giova sottolineare che per le sezioni composite, costituite da alveo centrale e golene, la portata totale è suddivisa fra le sottosezioni in modo proporzionale alla conduttanza; le perdite di carico sono espresse attraverso l'equazione di Manning.

#### **4.2.2. Le simulazioni per il fiume Dese**

##### *4.2.2.1. Stato attuale del corso d'acqua*

Per la descrizione geometrica del corso d'acqua sono state estratte, con idoneo software, le sezioni trasversali per un tratto di oltre 2000 m a monte del mulino Vidali; dai sopralluoghi svolti, si è rilevato che il fiume è arginato (Figura 28), con fondo alveo a quota pari a quella del circostante piano campagna, ad eccezione del tratto che precede il mulino (Figura 29) in cui il terreno, in sinistra idraulica, degrada dolcemente dalla sommità arginale.



*Figura 28- Fiume Dese nei pressi del ponte sul Passante*

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica



*Figura 29- Fiume Dese a valle del mulino Vidali*

Per descrivere i fenomeni di sovrizzo arginale in condizioni di piena ( $Tr=100$  anni), le 15 sezioni estratte comprendono l'alveo centrale, ma anche un'estesa porzione del terreno circostante, che, ai fini della simulazione idraulica, si considerano come aree golenali laterali.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

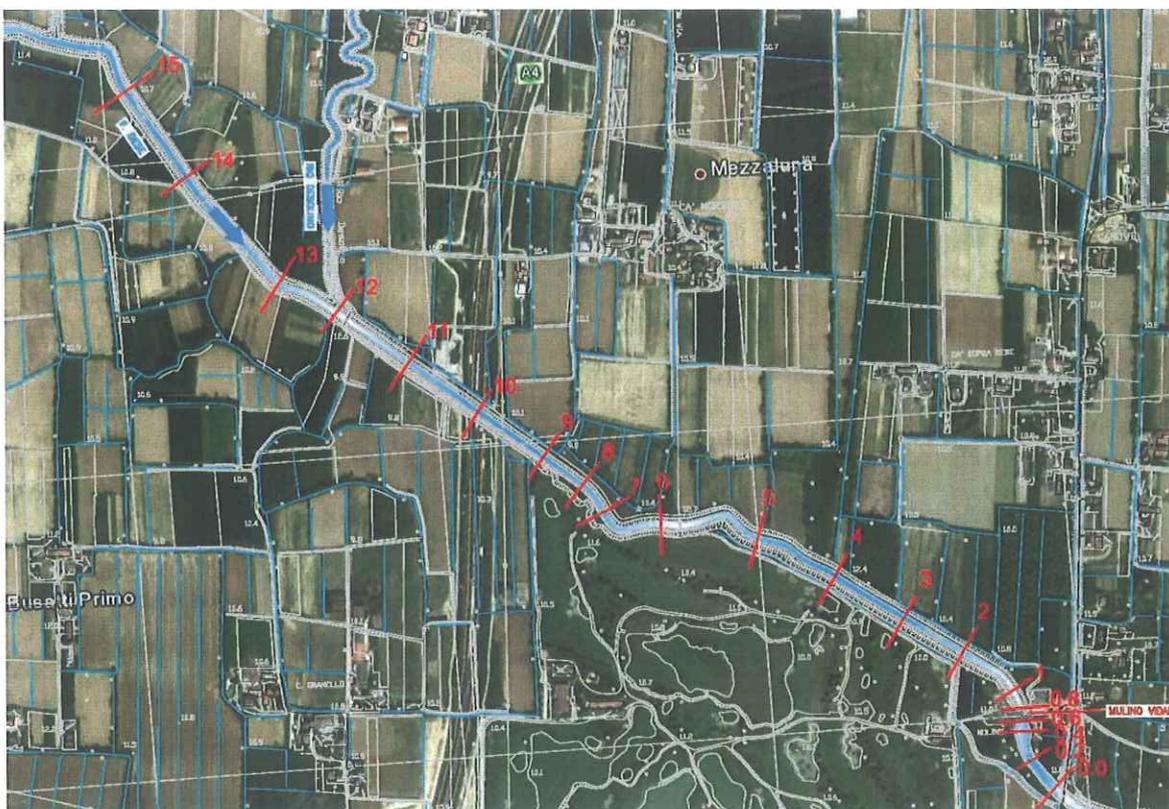


Figura 30- Stralcio di ortofoto con traccia delle sezioni del fiume Dese estratte per la simulazione in moto vario

La risoluzione del sistema di equazioni differenziali richiede che vengano specificate le condizioni al contorno e quelle iniziali; nel presente caso alla sezione estrema di monte si ammette che l'ingresso al modello sia costituito dall'idrogramma ricostruito con l'analisi idrologica precedentemente esposta, mentre alla sezione di valle, fra le varie condizioni al contorno che Hec Ras contempla, si è ritenuto opportuno optare per la "normal depth", con un valore della cadente piezometrica pari non alla pendenza di fondo alveo (come in genere si fa nel caso di simulazioni in moto permanente), ma alla pendenza critica; ciò è da ascrivere al restringimento che l'alveo subisce in corrispondenza del mulino e che, presumibilmente, comporta il passaggio della corrente attraverso lo stato critico.

I risultati ottenuti evidenziano la sostanziale insufficienza delle sezioni del Dese nel tratto considerato ed il sovrizzo arginale, sia in destra che in sinistra idraulica, che interessa l'area oggetto della realizzazione della strada.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

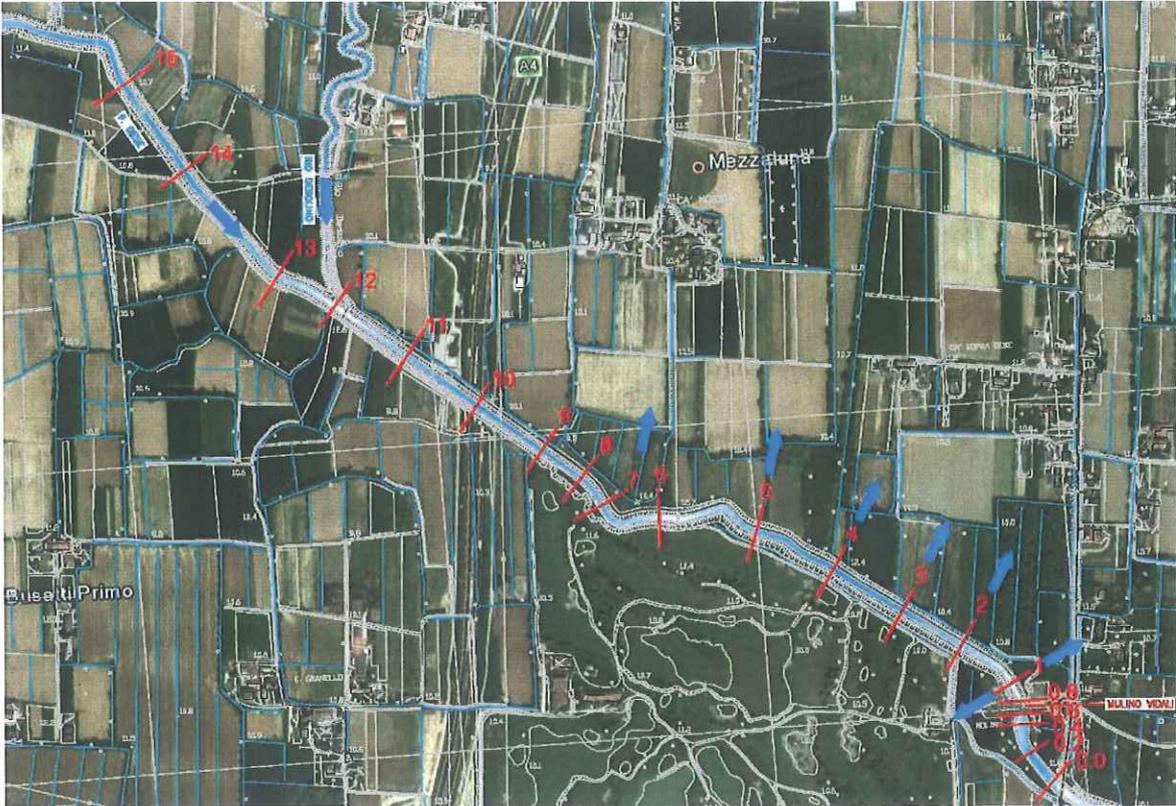


Figura 31- Stralcio di ortofoto con indicazione dei punti di sovralzato arginale per il passaggio di un'onda di piena centenaria nella condizione attuale del corso d'acqua

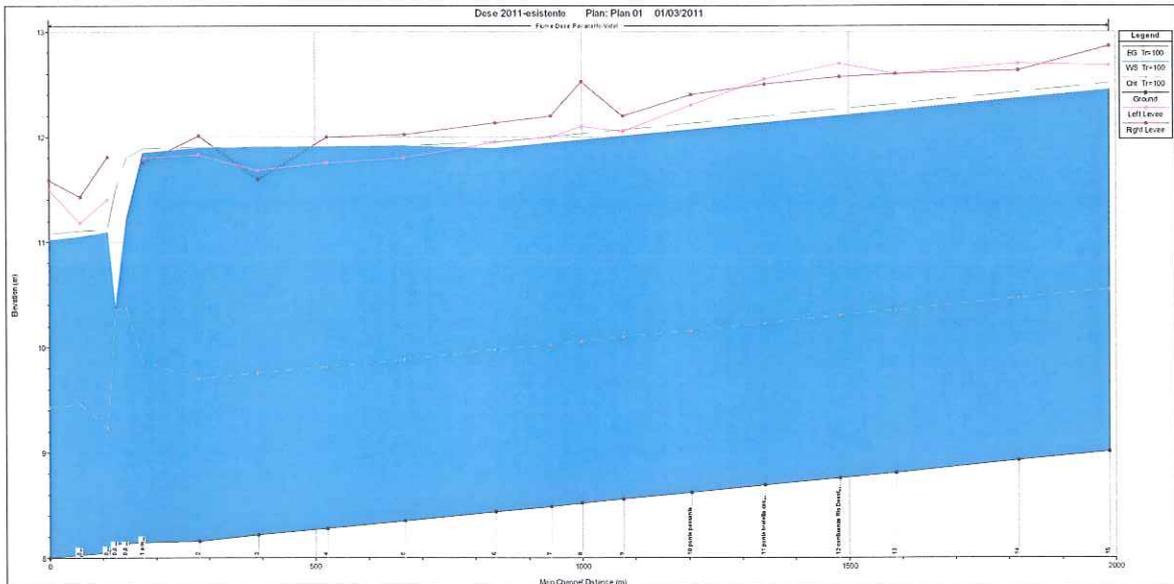


Figura 32- Profilo idraulico piena centenaria nelle condizioni attuali (è evidente il rigurgito causato dalla strettoia del mulino Vidali e l'esondazione in sx)

**AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO**

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

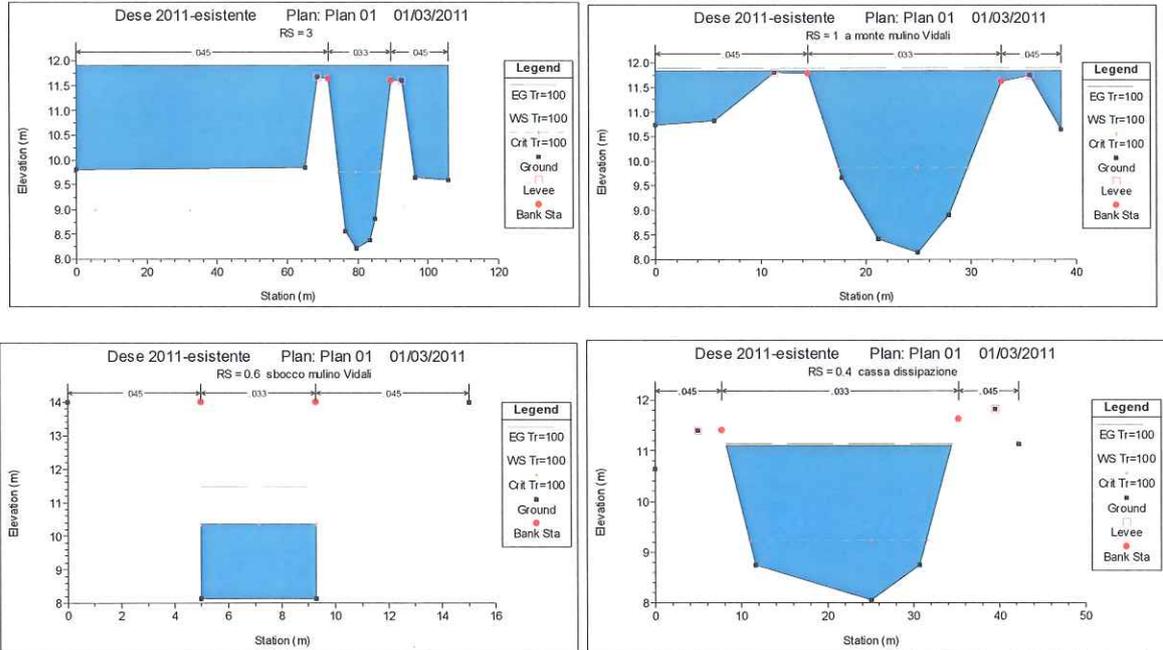


Figura 33- Sezioni idrauliche caratteristiche F. Dese a seguito del passaggio di un'onda di piena centenaria nelle condizioni attuali (si nota l'esonazione in sinistra a valle della sez.6; l'esonazione in destra a monte del mulino presso la sez.1-3; il passaggio in condizioni critiche in corrispondenza della strettoia del mulino ed il successivo risalito nella cassa di dissipazione di valle)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Pavanetto-Vidali	15	Tr=100	45.00	9.01	12.45	10.55	12.51	0.000484	1.11	40.67	17.08	0.23
Pavanetto-Vidali	14	Tr=100	45.00	8.93	12.36	10.47	12.43	0.000489	1.11	40.49	16.99	0.23
Pavanetto-Vidali	13	Tr=100	45.00	8.81	12.25	10.35	12.31	0.000489	1.11	40.41	16.87	0.23
Pavanetto-Vidali	12	Tr=100	45.00	8.76	12.20	10.30	12.26	0.000497	1.12	40.07	16.67	0.23
Pavanetto-Vidali	11	Tr=100	45.00	8.69	12.13	10.23	12.19	0.000482	1.10	40.73	17.09	0.23
Pavanetto-Vidali	10	Tr=100	45.00	8.62	12.06	10.16	12.13	0.000479	1.10	40.84	17.12	0.23
Pavanetto-Vidali	9	Tr=100	45.00	8.56	12.00	10.10	12.06	0.000468	1.09	41.40	17.50	0.23
Pavanetto-Vidali	8	Tr=100	45.00	8.52	11.97	10.06	12.03	0.000477	1.10	40.93	17.16	0.23
Pavanetto-Vidali	7	Tr=100	45.00	8.49	11.94	10.02	12.00	0.000468	1.09	41.32	17.39	0.23
Pavanetto-Vidali	6	Tr=100	45.00	8.44	11.89	9.98	11.95	0.000466	1.09	41.42	17.45	0.23
Pavanetto-Vidali	5	Tr=100	45.00	8.35	11.91	9.89	11.92	0.00048	0.36	174.95	89.34	0.07
Pavanetto-Vidali	4	Tr=100	45.00	8.28	11.91	9.82	11.91	0.000043	0.34	180.14	89.34	0.07
Pavanetto-Vidali	3	Tr=100	45.00	8.22	11.90	9.75	11.90	0.000032	0.30	213.39	105.87	0.06
Pavanetto-Vidali	2	Tr=100	45.00	8.16	11.90	9.70	11.90	0.000033	0.30	198.25	89.38	0.06
Pavanetto-Vidali	1	Tr=100	45.00	8.15	11.85	9.66	11.89	0.000337	0.94	55.90	38.60	0.19
Pavanetto-Vidali	0.8	Tr=100	45.00	8.14	11.21	10.37	11.80	0.009237	3.41	13.21	4.30	0.62
Pavanetto-Vidali	0.6	Tr=100	45.00	8.13	10.36	10.36	11.48	0.021309	4.70	9.58	4.30	1.00
Pavanetto-Vidali	0.4	Tr=100	45.00	8.05	11.09	9.23	11.12	0.000221	0.75	59.80	26.25	0.16
Pavanetto-Vidali	0.2	Tr=100	45.00	8.03	11.05	9.46	11.10	0.000485	1.05	42.99	20.51	0.23
Pavanetto-Vidali	0.0	Tr=100	45.00	8.00	11.02	9.43	11.07	0.000501	1.07	42.05	19.72	0.23

Figura 34- Tabella riassuntiva risultati simulazione idraulica F. Dese, nel tratto a monte del Mulino Vidali, a seguito del transito di un'onda di piena centenaria, nelle condizioni attuali

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Da quanto precede è dunque emersa la necessità di dover provvedere alla difesa dell'opera in progetto con un intervento che non aggravi la situazione descritta.

#### 4.2.2.2. *Realizzazione di un nuovo argine per il fiume Dese*

L'intervento proposto, di concerto con il Consorzio di Bonifica, consiste nella realizzazione di una nuova struttura arginale in sinistra idraulica, per una lunghezza di circa 850 m, in posizione più arretrata rispetto a quello attuale, in modo che possa svolgere totalmente la funzione idraulica alla quale è destinata proteggendo nel contempo l'opera viaria che assume una posizione retrostante. La sezione del corso d'acqua nel tratto in cui si interverrà avrà dunque una savanella centrale per il deflusso delle portate ordinarie, un'area golenale sinistra, con estensione che sarà pari a circa 20.000 m<sup>2</sup>, profilata con una leggera pendenza in modo da consentire il ritorno in alveo dei volumi di acqua che, nel caso di eventi di piena, si invasano temporaneamente in essa e che dovranno essere evacuate durante la fase discendente dell'idrogramma delle portate. Si provvederà altresì ad aumentare la quota dell'argine destro (tratto sez 1-9) che, come dedotto dal rilievo, in alcune sezioni è attualmente inferiore a quella dell'argine sinistro.

Il volume che si può invasare in questa cassa di espansione in linea consente la laminazione delle onde di piena ordinarie, corrispondenti a bassi tempi di ritorno, mentre per gli eventi più critici, e dunque meno frequenti, l'efficienza di laminazione è pressochè nulla. L'intervento conserva comunque la sua importanza in quanto protegge il rilevato stradale ed una vasta porzione di territorio dal rischio di esondazione.

La cassa di espansione in oggetto non nasce da specifiche esigenze legate alle opere in progetto, ma è stata introdotta per sfruttare una opportunità offerta dalla configurazione delle opere in progetto. Pertanto, le dimensioni della cassa non sono legate alla necessità di raggiungere, attraverso di essa, un prefissato livello di sicurezza quanto alla dimensione delle aree a disposizione che si è inteso impiegare nel miglioramento delle condizioni di deflusso nel Dese per realizzare l'intervento di compensazione. Non essendovi, quindi, delle specifiche esigenze di progetto cui legare le dimensioni della cassa di espansione ma, al contrario, un volume di invaso disponibile si è condotta la verifica richiesta valutando quali siano le potenzialità della cassa di espansione prevista, in termine di riduzione delle portate al colmo lasciate transitare a valle. Si procede di

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 44 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

seguito alla illustrazione delle verifiche idrauliche condotte, che concludono che tali aree hanno efficacia per eventi legati a bassi tempi di ritorno, mentre per quanto riguarda eventi più gravosi l'efficacia è limitata.

4.2.2.3. *Verifica dell'efficacia del nuovo argine sul fiume Dese per le portate centenarie*

La simulazione con il codice di calcolo Hec Ras è stata ripetuta considerando la geometria di progetto e conseguendo i risultati sintetizzati di seguito.

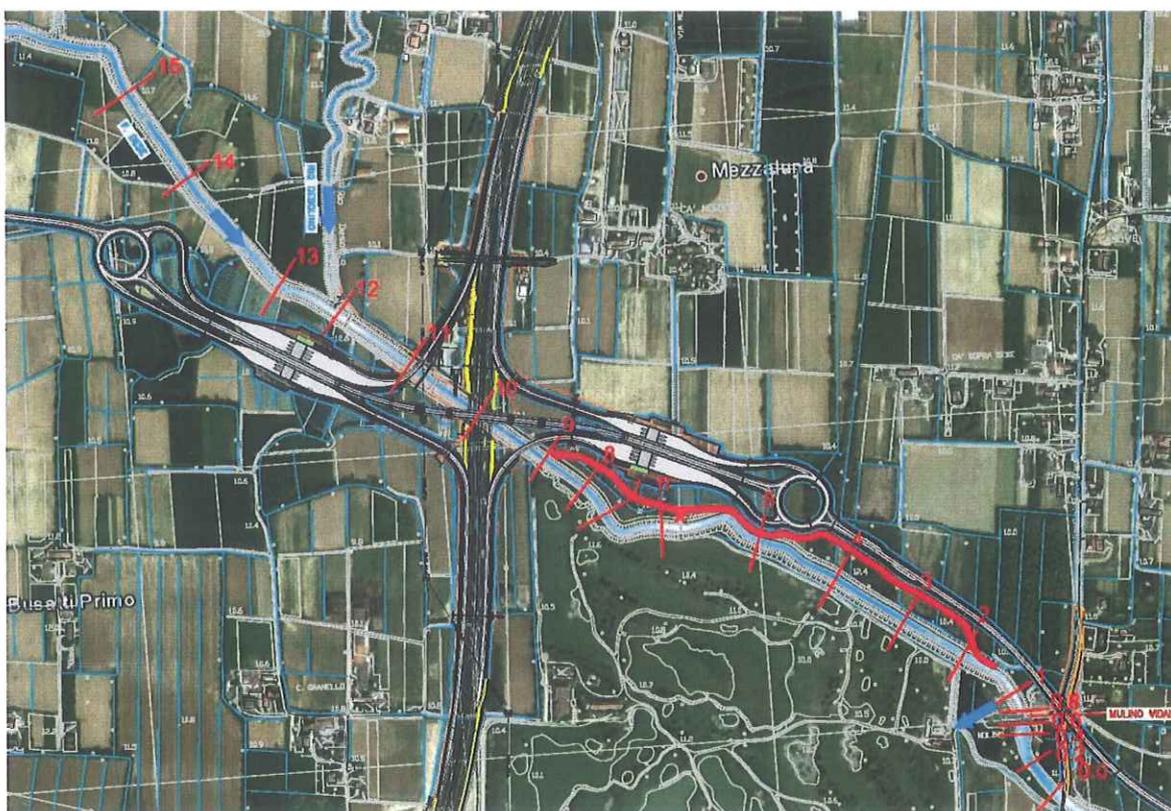


Figura 35- Stralcio di ortofoto con indicazione dei punti di sovrizzo arginale nella condizione di progetto del corso d'acqua con il nuovo argine in sinistra (sez. 2-9)

In base ai risultati ottenuti si evince che la presenza di una più ampia gola e del rialzo arginale di progetto in sinistra consente un sostanziale contenimento dell'onda di piena all'interno degli argini, la presenza della strettoia del mulino continua a rigurgitare i livelli per un'estesa di circa 500+600 m a monte dello stesso. Si ha comunque una evidente diminuzione del rischio di sfioro dagli argini con un sostanziale beneficio per i terreni circostanti.

**AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO**

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

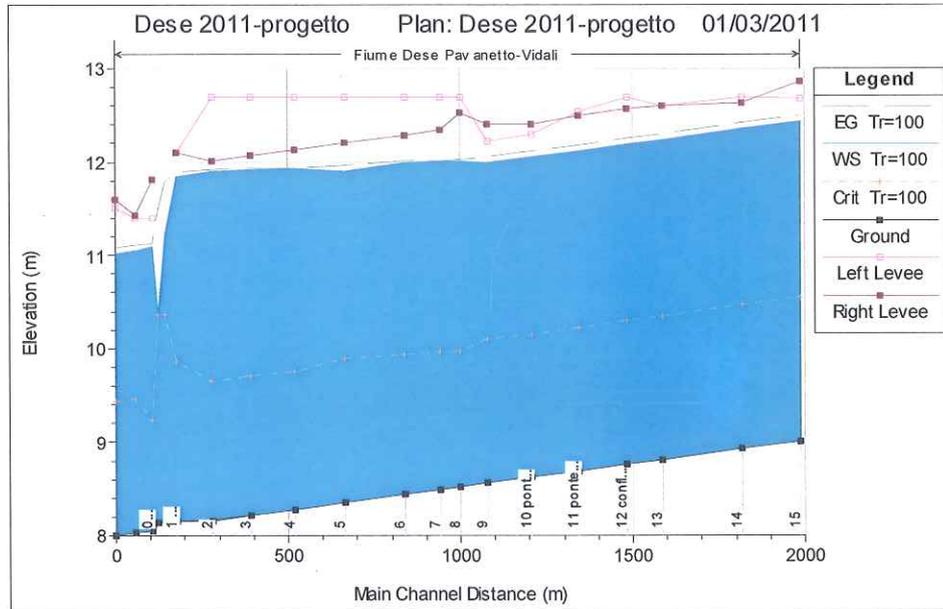


Figura 36- Profilo idraulico piena centenaria nelle condizioni di progetto (è ancora evidente il rigurgito causato dalla strettoia del mulino Vidalì)

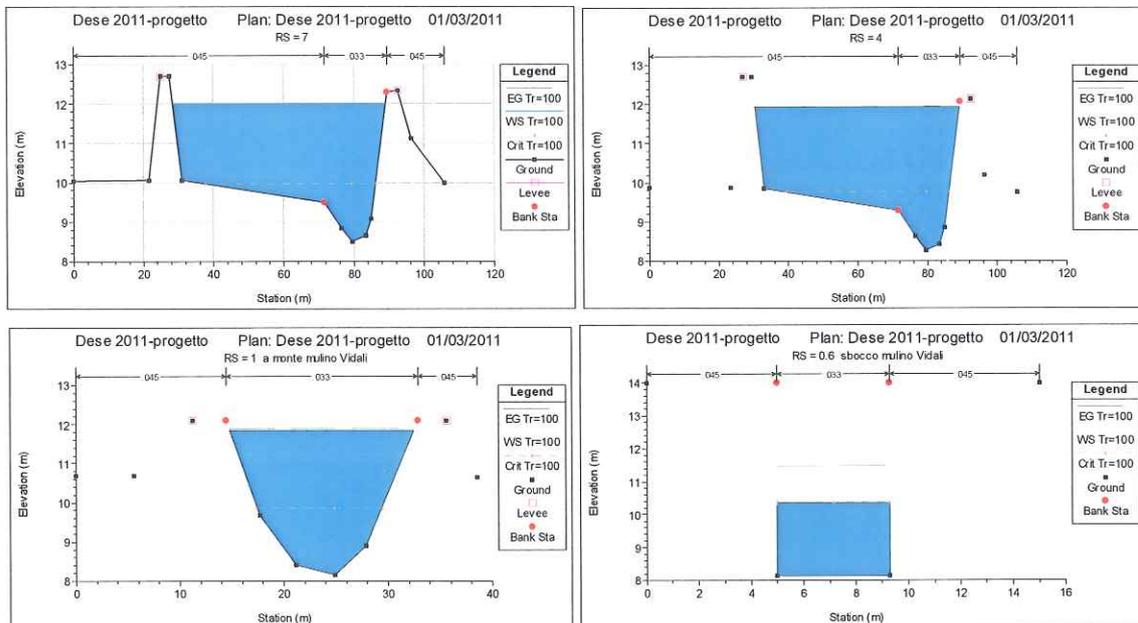


Figura 37- Sezioni idrauliche caratteristiche F. Dese a seguito del passaggio di un'onda di piena centenaria nelle condizioni di progetto (si nota che le golene in sinistra contengono l'onda di piena; resta il passaggio in condizioni critiche in corrispondenza della strettoia del mulino ed il successivo risalito nella cassa di dissipazione di valle)

**AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO**

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Pavanetto-Vidali	15	Tr=100	45.00	9.01	12.44	10.55	12.50	0.000489	1.11	40.54	17.05	0.23
Pavanetto-Vidali	14	Tr=100	45.00	8.93	12.35	10.47	12.42	0.000494	1.12	40.34	16.97	0.23
Pavanetto-Vidali	13	Tr=100	45.00	8.81	12.24	10.35	12.30	0.000495	1.12	40.24	16.85	0.23
Pavanetto-Vidali	12	Tr=100	45.00	8.76	12.19	10.30	12.25	0.000504	1.13	39.87	16.63	0.23
Pavanetto-Vidali	11	Tr=100	45.00	8.69	12.12	10.23	12.18	0.000501	1.12	40.00	16.72	0.23
Pavanetto-Vidali	10	Tr=100	45.00	8.62	12.05	10.16	12.11	0.000487	1.11	40.59	17.08	0.23
Pavanetto-Vidali	9	Tr=100	45.00	8.56	11.99	10.10	12.05	0.000489	1.11	40.51	17.05	0.23
Pavanetto-Vidali	8	Tr=100	45.00	8.52	12.01	9.97	12.02	0.000083	0.52	109.24	46.74	0.10
Pavanetto-Vidali	7	Tr=100	45.00	8.49	12.01	9.96	12.02	0.000053	0.42	141.68	60.67	0.08
Pavanetto-Vidali	6	Tr=100	45.00	8.44	11.99	9.93	12.01	0.000109	0.60	91.99	38.71	0.11
Pavanetto-Vidali	5	Tr=100	45.00	8.35	11.91	9.90	11.97	0.000447	1.09	41.42	16.57	0.22
Pavanetto-Vidali	4	Tr=100	45.00	8.28	11.93	9.75	11.94	0.000047	0.40	144.33	58.82	0.08
Pavanetto-Vidali	3	Tr=100	45.00	8.22	11.92	9.71	11.93	0.000052	0.43	135.42	54.88	0.08
Pavanetto-Vidali	2	Tr=100	45.00	8.16	11.90	9.64	11.92	0.000134	0.68	76.42	29.95	0.13
Pavanetto-Vidali	1	Tr=100	45.00	8.15	11.84	9.87	11.89	0.000429	1.06	42.63	17.64	0.22
Pavanetto-Vidali	0.8	Tr=100	45.00	8.14	11.21	10.37	11.80	0.009237	3.41	13.21	4.30	0.62
Pavanetto-Vidali	0.6	Tr=100	45.00	8.13	10.36	10.36	11.40	0.021309	4.70	9.58	4.30	1.00
Pavanetto-Vidali	0.4	Tr=100	45.00	8.05	11.09	9.23	11.12	0.000222	0.76	59.54	26.02	0.16
Pavanetto-Vidali	0.2	Tr=100	45.00	8.03	11.05	9.46	11.10	0.000495	1.06	42.38	20.00	0.23
Pavanetto-Vidali	0.0	Tr=100	45.00	8.00	11.02	9.43	11.07	0.000501	1.07	42.04	19.72	0.23

Figura 38- Tabella riassuntiva risultati simulazione idraulica F. Dese, nel tratto a monte del Mulino Vidali, a seguito del transito di un'onda di piena centenaria, nelle condizioni di progetto con la realizzazione del nuovo argine in sx e rialzo tratto argine dx

#### 4.2.2.4. Verifica dell'efficacia del nuovo argine sul fiume Dese per le piene frequenti

Le opere in progetto non sono tali da condizionare il regime di deflusso del Dese: gli attraversamenti previsti sono tutti realizzati molto al di sopra del piano campagna attuale per esigenze di geometria stradale e comunque a quote tali che il franco idraulico di sottotrave è ampiamente garantito. Si è invece riscontrata, in sede di progettazione preliminare, l'insufficienza in alcuni punti degli argini, in particolare di quello sinistro nel tratto di fiume interessato dalle opere in progetto. In tale tratto, tra l'altro, il deflusso del Dese è condizionato dalla presenza di un manufatto idraulico, un antico mulino, che determina un salto di fondo ed il restringimento della sezione di deflusso. Al passaggio delle onde di piena si instaura un profilo di rigurgito e di conseguenza il raggiungimento, quando non il superamento delle quote arginali. Per ovviare a tale inconveniente il competente Consorzio di Bonifica ha programmato la realizzazione di un manufatto di diversione a cavallo di tale mulino (chiamato Mulino Vidali). Tale by-pass, che sarà realizzato a breve (il progetto è già approvato e finanziato) è costruito in modo tale da potere essere attivato solo per medi regimi di portata, poiché allo stato di fatto sussistono a valle, lungo il corso del Dese, delle criticità tali per cui è preferibile accettare, in fase di piena, lo stato idrometrico determinato dal rigurgito del mulino.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Con la creazione di aree golenali di espansione lungo corsi d'acqua come quello in progetto si ottiene un beneficio nel senso della laminazione delle onde di piena. Nel caso di specie, in virtù della presenza dei manufatti del mulino, l'efficacia dell'area golenale è aumentata dalla possibilità di controllare il processo di laminazione: il complesso delle nuove golene, del manufatto di controllo costituito dal mulino e dagli argini realizza una cassa di espansione.

Attraverso il modello di calcolo predisposto si è simulato il comportamento della cassa di espansione per diverse onde di piena in arrivo, correlate sia ad eventi frequenti (tempo di ritorno pari a 2 e 5 anni), sia ad eventi con tempo di ritorno di 20 e 50 anni. Tali onde sono state ricostruite con i procedimenti già utilizzati in sede di progettazione definitiva.

Nel ricostruire il comportamento delle opere previste presso il mulino si è prevista la possibilità di impiegare gli organi che saranno predisposti per escludere il by-pass nel corso degli eventi di piena per la regolazione delle portate scaricate a valle. Si è inoltre ipotizzato, perché facilmente realizzabile con gli organi previsti, che questa regolazione possa essere realizzata automaticamente al variare del livello idrometrico nella vasca, così da mantenere costante il valore della portata in uscita.

Le simulazioni svolte hanno evidenziato che per portate quali quelle correlate ad eventi di piena ordinari la configurazione delle opere idrauliche presso il mulino è tale da lasciare passare a valle la portata in arrivo dando luogo ad un minimo invaso, legato alla formazione del tirante idraulico necessario ad attraversare le luci del manufatto con un moto a pelo libero. Ciò permette di riservare gran parte del all'invaso dei volumi corrispondenti a portate in arrivo eccedenti una determinata soglia prefissata per la portata scaricata a valle. La limitazione della portata effluente si ottiene, come illustrato in precedenza, operando opportune regolazioni degli organi di intercettazione.

Per eventi ordinari, ovvero legati ad un basso tempo di ritorno, come si può apprezzare dalle Figura 39 e Figura 40, l'abbattimento della portata al colmo che si può ottenere con la cassa di espansione è significativo, ovvero confrontabile con lo stesso valore massimo della portata in arrivo. Supponendo di poter raggiungere una quota di invaso corrispondente ad un franco di 0,5 m rispetto alle quote arginali la portata al colmo con tempo di ritorno 2 anni, pari a 6,81 m<sup>3</sup>/s si riduce a 3,97 m<sup>3</sup>/s. Per una curva di piena con

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

TR = 5 anni si ha, a fronte di un valore massimo della portata in arrivo pari a 12,85 m<sup>3</sup>/s che la portata massima in uscita dalla cassa d'espansione può essere limitata a 9,85 m<sup>3</sup>/s.

Per eventi caratterizzati da tempi di ritorno superiori l'effetto di invaso legato alla geometria delle luci dei manufatti è sensibile. Il volume disponibile per l'invaso è completamente occupato ben prima del raggiungimento del colmo della piena, entrano in azione gli scarichi di superficie della cassa e, pertanto, non si hanno sensibili effetti di laminazione.

In conclusione le simulazioni condotte hanno evidenziato che l'efficacia dell'area golenale che si intende realizzare, quale misura di compensazione, è esaltata dalla presenza dei manufatti che saranno realizzati presso il mulino Vidali. Regolando opportunamente tali opere la cassa di espansione risulta molto efficace nella riduzione del colmo delle piene ordinarie e quindi nel contrastare quegli inconvenienti e criticità che si sono verificati con molta frequenza nel recente passato, portando peraltro la Regione Veneto a promuovere e finanziare la realizzazione di manufatti consimili lungo il Dese.

Per quanto concerne il comportamento nei confronti di eventi di piena più gravosi, l'efficacia della cassa di espansione che si realizza come già detto è limitata dalla sua capacità. Si deve tuttavia evidenziare che la realizzazione di aree golenale, quali quelle in oggetto deve essere inquadrata nell'ottica di un più generale processo che porti a dotare il corso d'acqua di una serie di aree di espansione lungo il suo corso. Sarà l'effetto combinato di più aree di questo tipo, infatti, a poter realizzare una effettiva laminazione delle onde di piena corrispondenti ad eventi pluridecennali.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 49 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

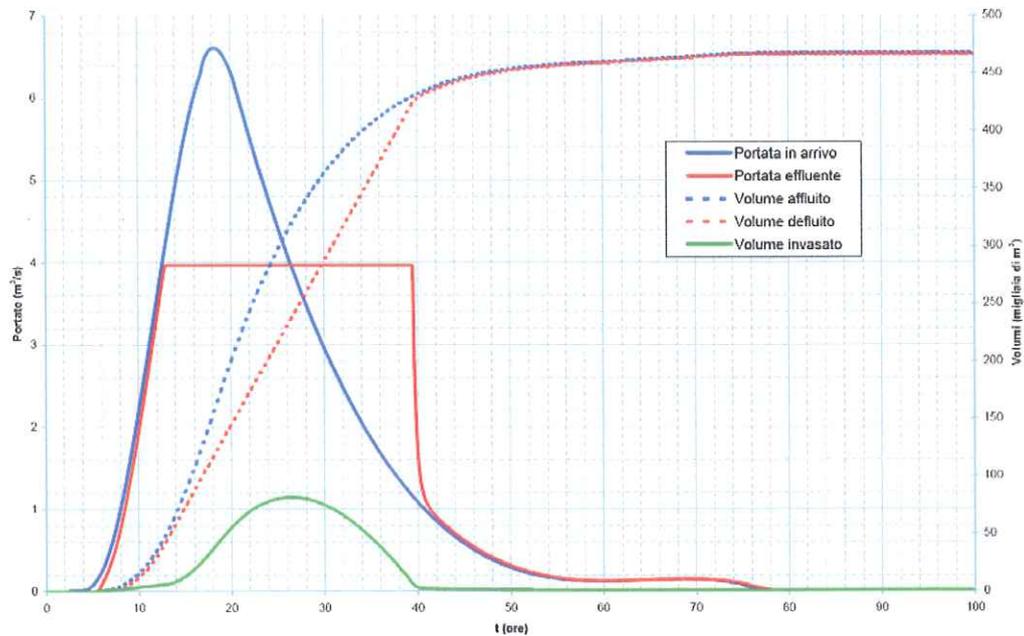


Figura 39 – Comportamento della cassa di espansione per un evento con  $T_R = 2$  anni; invasando sino a 0,50 m dalla sommità arginale il colmo di piena risulta ridotto da 6,81 a 3,97  $m^3/s$ .

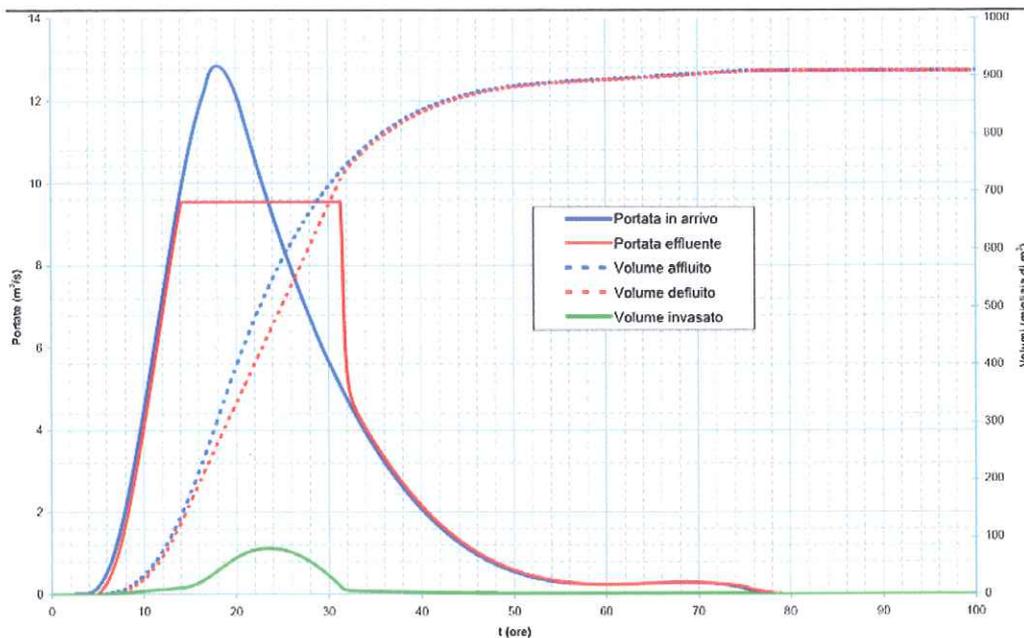


Figura 40 – Curve rappresentative del massimo abbattimento possibile con  $T_R = 5$  anni; considerando un franco di 0,5 m dalla sommità arginale, il valore al colmo è ridotto da 12,85 a 9,85  $m^3/s$

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

4.2.2.5. *Verifica dell'efficacia dell'opera di by-pass del Mulino Vidali per le piene centenarie*

Accogliendo le indicazioni contenute nel PGBTR, il Consorzio di Bonifica Acque Risorgive (ex Dese-Sile) ha avviato la procedura per risolvere le criticità delle condizioni di deflusso a monte dei mulini, salvaguardando tuttavia la valenza storica di questi edifici. Con il recente Progetto Definitivo P202 il Consorzio ha inteso dunque affrontare in maniera non puntuale il problema dell'insufficienza idraulica delle sezioni, prevedendo interventi presso i mulini Fabris, Vidali, Cosma e, lungo lo scolo Draganziolo, presso il mulino del Maglio.

Per quel che attiene il tratto di interesse per il presente progetto, per il mulino Vidali è prevista la realizzazione di un bypass idraulico, costituito da due manufatti in c.a., affiancati, con sezione interna 2.10x1.00, con sezione di imbocco a 80 m circa a monte della sezione ristretta e sbocco a 25 m circa a valle della medesima sezione. La funzione idraulica del manufatto è garantire lo smaltimento delle portate che, non riuscendo a passare attraverso la strettoia, tendono a rigurgitare verso monte.

In questo modo il mulino diviene "idraulicamente trasparente" (come se non ci fosse) uniformandosi alla capacità di portata dell'alveo a monte.

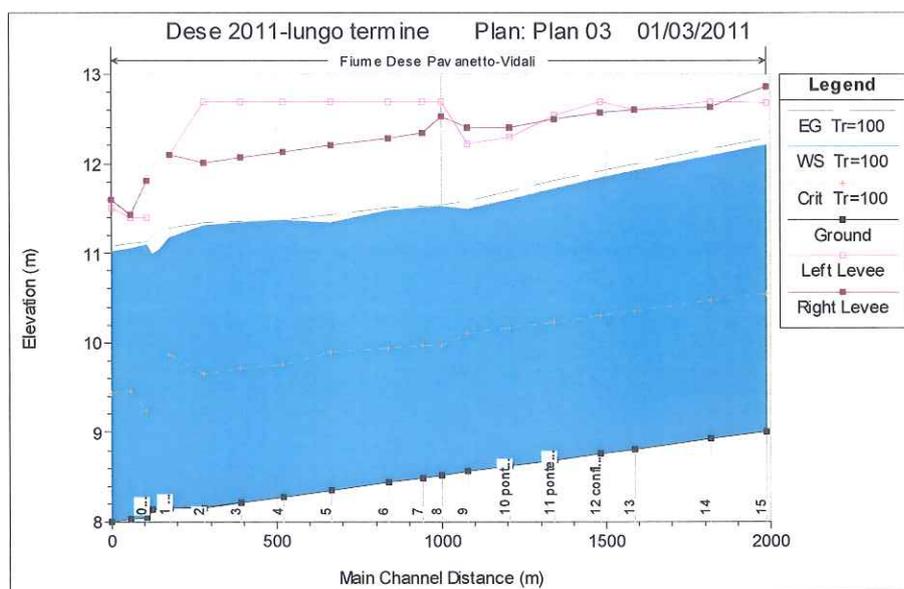
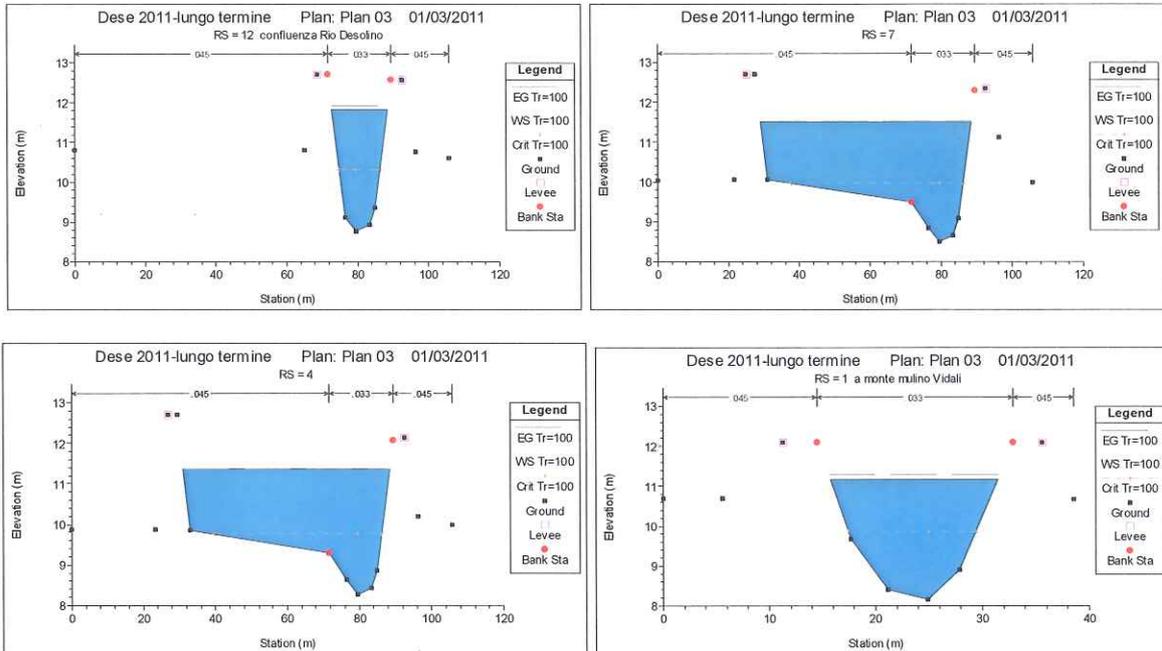


Figura 41- Profilo idraulico piena centenaria con l'opera di by-pass mulino Vidali (la corrente si mantiene sempre in condizioni subcritiche eliminando il rigurgito a monte del mulino)

**AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO**

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica



*Figura 42- Sezioni idrauliche caratteristiche F. Dese a seguito del passaggio di un'onda di piena centenaria nelle condizioni di progetto e con l'operatività del manufatto di by-pass del mulino Vidali (si nota una diminuzione dei livelli di piena di circa 50-60 cm a valle della sez. 9; sparisce il passaggio in condizioni critiche in corrispondenza della strettoia del mulino e quindi anche il profilo di rigurito a monte)*

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Pavanetto-Vidali	15	Tr=100	45.00	9.01	12.20	10.55	12.28	0.000649	1.23	36.56	16.37	0.26
Pavanetto-Vidali	14	Tr=100	45.00	8.93	12.08	10.47	12.16	0.000683	1.25	35.86	16.20	0.27
Pavanetto-Vidali	13	Tr=100	45.00	8.81	11.92	10.35	12.00	0.000730	1.29	34.94	15.95	0.28
Pavanetto-Vidali	12	Tr=100	45.00	8.76	11.83	10.30	11.92	0.000771	1.32	34.18	15.67	0.28
Pavanetto-Vidali	11	Tr=100	45.00	8.69	11.72	10.23	11.81	0.000812	1.34	33.58	15.63	0.29
Pavanetto-Vidali	10	Tr=100	45.00	8.62	11.60	10.16	11.70	0.000850	1.36	33.15	15.73	0.30
Pavanetto-Vidali	9	Tr=100	45.00	8.56	11.48	10.10	11.58	0.000915	1.39	32.30	15.61	0.31
Pavanetto-Vidali	8	Tr=100	45.00	8.52	11.52	9.97	11.53	0.001167	0.67	86.47	45.34	0.14
Pavanetto-Vidali	7	Tr=100	45.00	8.49	11.51	9.96	11.52	0.001108	0.54	111.88	59.33	0.11
Pavanetto-Vidali	6	Tr=100	45.00	8.44	11.48	9.93	11.51	0.000218	0.77	72.59	37.34	0.16
Pavanetto-Vidali	5	Tr=100	45.00	8.35	11.33	9.90	11.43	0.000889	1.39	32.30	15.08	0.30
Pavanetto-Vidali	4	Tr=100	45.00	8.28	11.36	9.75	11.37	0.000105	0.54	111.24	57.33	0.11
Pavanetto-Vidali	3	Tr=100	45.00	8.22	11.35	9.71	11.36	0.000116	0.57	104.11	53.37	0.12
Pavanetto-Vidali	2	Tr=100	45.00	8.16	11.30	9.64	11.34	0.000283	0.88	58.94	28.43	0.18
Pavanetto-Vidali	1	Tr=100	45.00	8.15	11.18	9.67	11.28	0.000983	1.42	31.60	15.72	0.32
Pavanetto-Vidali	0.8	Tr=100	45.00	8.14	11.04		11.23	0.002015	1.93	23.36	8.06	0.36
Pavanetto-Vidali	0.6	Tr=100	45.00	8.13	10.99		11.19	0.002087	1.95	23.06	8.06	0.37
Pavanetto-Vidali	0.4	Tr=100	45.00	8.05	11.10	9.23	11.13	0.000221	0.75	59.67	26.03	0.16
Pavanetto-Vidali	0.2	Tr=100	45.00	8.03	11.05	9.46	11.11	0.000492	1.06	42.48	20.02	0.23
Pavanetto-Vidali	0.0	Tr=100	45.00	8.00	11.02	9.43	11.08	0.000501	1.07	41.97	19.59	0.23

*Figura 43- Tabella riassuntiva risultati simulazione idraulica F. Dese, nel tratto a monte del Mulino Vidali, a seguito del transito di un'onda di piena centenaria, nelle condizioni di progetto e con la realizzazione del manufatto di by-pass*

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

## 5. EFFICIENZA DELLE AREE DI LAMINAZIONE

### 5.1. STIMA DELLE PORTATE AL COLMO

Nel progetto si prevede di conferire le acque raccolte dalla rete di raccolta "ovest" del casello all'impianto idrovoro a servizio del Passante. A seguito della verifica delle criticità presenti sul territorio e sentito il competente Consorzio di Bonifica la rete di raccolta in progetto è stata strutturata in modo da dare continuità anche ad alcuni rami della rete consortile esistente e da conferire all'idrovoro anche le portate derivanti:

- dagli afflussi meteorici un tempo facenti capo allo scolo Vernise che, allo stato di fatto, non ha un efficiente recapito nella rete di bonifica;
- delle acque raccolte derivate dal diversivo in progetto sul rio Desolino Vecchio, necessario perché questo collettore è normalmente rigurgitato dal Dese durante gli eventi di piena dando luogo a diffusi allagamenti;
- della pioggia che cade tra il casello e l'argine del Dese.

Si ha quindi un comprensorio avente un'estensione complessiva di quasi 1 km<sup>2</sup>, che può essere ripartito nelle sottoaree indicate nella successiva Tabella 3 che si somma a quello già adesso afferente all'impianto idrovoro. Secondo le previsioni del Progetto Preliminare del Passante di Mestre la capacità di portata dell'impianto idrovoro supera quella necessaria per il tratto di strada di competenza di 1 m<sup>3</sup>/s. Infatti, in quella sede di progetto si prevede la necessità di sollevare acque non direttamente raccolte dal nuovo tronco autostradale ma dalla rete idrografica interferita dalla nuova infrastruttura viaria. Il conferimento delle acque raccolte dalla rete idrografica circostante il casello al nuovo impianto idrovoro è in linea con le molteplici funzioni previste per tale impianto, purché, ovviamente, non se ne superi l'aliquota della capacità di portata, pari ad 1 m<sup>3</sup>/s che è stata prevista per il soddisfacimento delle necessità del territorio.

La soglia massima prefissata per la portata conferita all'idrovoro, e quindi al Dese, inoltre, corrisponde ad un coefficiente udometrico medio per tutto il comprensorio di 10,05 l/s·hm<sup>2</sup>, quindi all'incirca quello proprio di aree a prevalente uso agricolo. Considerando

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 53 di 136
---	--------------	-------------------

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.</b>	<b>Progettazione:</b> ZOLLET INGEGNERIA srl <b>Elaborato:</b> CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

che allo stato di fatto il bacino scolante considerato è già in parte interessato da aree fabbricate, pavimentate o comunque caratterizzate da coefficienti di deflusso superiori a quelli propri delle aree agricole, il rispetto della soglia di portata legata alle esigenze di gestione dell'impianto idrovoro corrisponde ad un miglioramento delle condizioni preesistenti. In questo caso, quindi, le richieste condizioni di invarianza sono ampiamente superate dalla realizzazione di una "varianza positiva" del processo di trasformazione degli afflussi in deflussi.

*Tabella 3 – parametri idraulici del comprensorio afferente all'impianto idrovoro del Passante*

<b>Ambito</b>	<b>S</b> km <sup>2</sup>	$\phi$	$\tau_c$ ore
Parte ovest del casello ed area tra questo e l'argine del Dese	0,175	0,37	3,02
Area che fa capo al fosso Vernise	0,32	0,38	4,00
Aree drenate dallo scolo Desolino Vecchio	0,5	0,38	4,70
<b>Valori complessivi</b>	<b>0,995</b>	<b>0,36</b>	

L'approccio che si è seguito per studiare il comportamento di questo comprensorio nasce dall'esigenza di valutare correttamente il diverso contributo dei tre comprensori nella formazione delle piene. Questi infatti hanno dimensioni tali, e talmente diverse tra loro da non poter trascurare la differenza tra i tempi di residenza in rete. Tale risultato non può essere raggiunto applicando il metodo dell'invaso al bacino indifferenziato: si sarebbe resa necessaria l'applicazione del metodo dell'invaso alla rete effettivamente presente, procedendo dagli estremi del comprensorio verso la consegna al sollevamento. Al fine di svolgere valutazioni più rapide, ma al contempo più chiare e parimenti affidabili si è preferito seguire lo schema di Turazza anziché quello dell'Invaso.

Lo schema di Turazza trova largo impiego in Italia come in altri stati (a differenza del metodo dell'invaso che non è di comune impiego oltre confine): si tratta di uno schema concettuale nel quale si assume un particolare andamento nel tempo per le portate conseguenti ad un evento meteorico, data la durata di questo e l'altezza di pioggia

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 54 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

complessivamente caduta. La curva di portata ipotizzata dal Turazza ha fasi di crescita e decrescita lineari ed una forma dettata dal rapporto tra la durata dell'evento di pioggia  $\tau_p$  ed il tempo di corrivazione  $\tau_c$  ovvero il tempo che impiega la particella d'acqua caduta nella parte più lontana del bacino considerato a raggiungere la sezione di controllo.

Come detto, la Tabella 3 riporta le caratteristiche salienti delle tre sottozone nelle quali è diviso il comprensorio considerato. Il coefficiente di deflusso è stato ricavato tramite una stima delle aree coperte per ciascuna sottoarea, imponendo per ciascuna tipologia di uso del suolo i valori indicati dalla normativa sulla compatibilità idraulica e rivedendo alla luce di tali norme, laddove necessario, alcune delle valutazioni condotte in sede di progetto preliminare. Il valore indicato nell'ultima colonna della tabella è il tempo di corrivazione attribuito alla singola sottozona secondo le considerazioni di seguito illustrate.

Il tempo di corrivazione  $\tau_c$  per ciascuno dei tre ambiti considerati è stato stimato, in base alle caratteristiche geometriche dei bacini secondo la relazione proposta da Pasini per la bonifica ferrarese, che si è ritenuta appropriata al caso di specie.

Stabilito  $\tau_c$  si sono calcolate le portate di picco e tracciate le diverse curve di piena per ciascun bacino corrispondenti a diverse durate di pioggia; poiché la sezione di chiusura di tutti e tre i bacini è stata considerata nel medesimo punto, la curva di portata corrispondente al complesso dei tre ambiti risulta dalla somma delle tre curve, com'è esemplificato nei grafici della Figura 44.

Per il comprensorio che, complessivamente, afferisce all'idrovora si ha il valore massimo della portata al colmo per l'evento di pioggia con durata 4 ore, nel qual caso si ha  $Q_c = 2,41 \text{ m}^3/\text{s}$ . Per non superare la capacità di portata dell'impianto idrovoro si disporrà all'uscita del collettore che collega il comprensorio alla stazione di sollevamento un dispositivo di regolazione della portata in uscita, in grado di limitare tale portata a  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dato che tale dispositivo sarà posizionato in un'area facilmente raggiungibile e raggiunta già da collegamenti elettrici e di segnale, si ritiene di poter installare un regolatore, eventualmente regolato in tempo reale, tale da non intervenire sul deflusso fino a che la portata in arrivo non superi il valore soglia prefissato.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

## 5.2. VOLUME DI LAMINAZIONE

Il calcolo del volume di laminazione necessario per realizzare la limitazione della portata in uscita si ha, al variare del tempo, dalla differenza tra le cumulate nel tempo delle portate in entrata ed in uscita. Il calcoli svolti in tal senso, con metodi di integrazione numerica per l'evento cinquantenario di durata pari a quattro ore sono esemplificati nella Figura 45. Da essi risulta che il valore massimo del volume di invaso necessario a garantire il mantenimento della portata conferita all'idrovora entro il limite sopra indicato è pari a  $13.725 \text{ m}^3$ .

Il volume di laminazione necessario per garantire che la portata conferita all'idrovora non superi la soglia prefissata sarà ricavato nelle aree previste per la laminazione presso la parte ovest del casello, realizzando tre vasche di laminazione, su un'estensione di circa  $20.000 \text{ m}^2$ ; due di esse si troveranno a nord del piazzale, ovvero negli spazi tra il piazzale stesso e l'argine del Dese. La terza vasca sarà ubicata a sud del piazzale ed impegnerà parte dell'estensione di terreno residua tra il rilevato del casello ed il limite dell'area di occupazione. L'approfondimento delle vasche sarà variabile attorno ad un valore di 70 cm. Le vasche sono collegate tra loro attraverso canali e tubazioni.

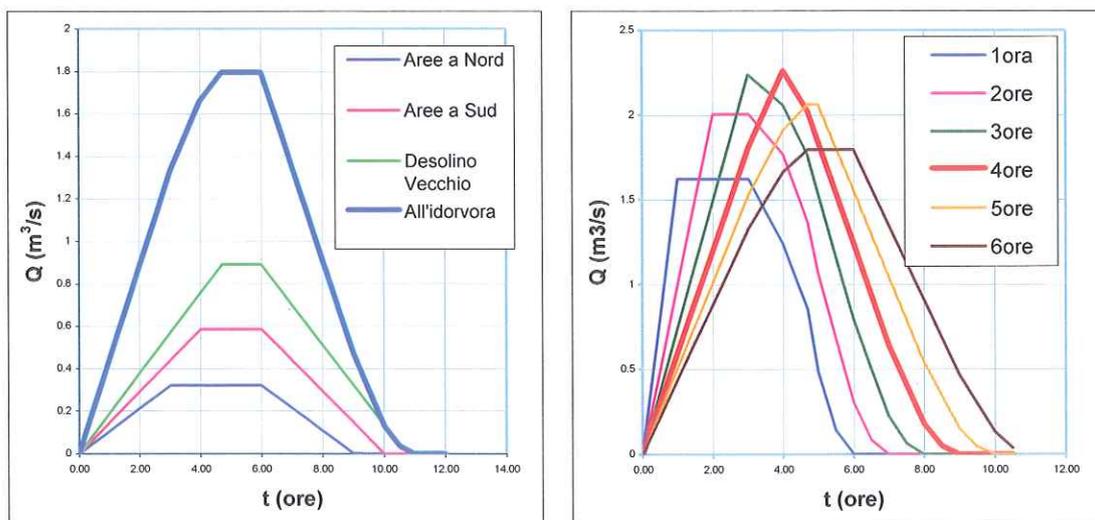


Figura 44 – Applicazione del metodo di Turazza per  $TR = 50$  anni a: le curve di portata per ciascun sottobacino e la risultante dalla loro somma per un tempo di pioggia pari a 6 ore (a sinistra) e le curve di portata complessive per diverse durate dell'evento di pioggia (a destra)

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

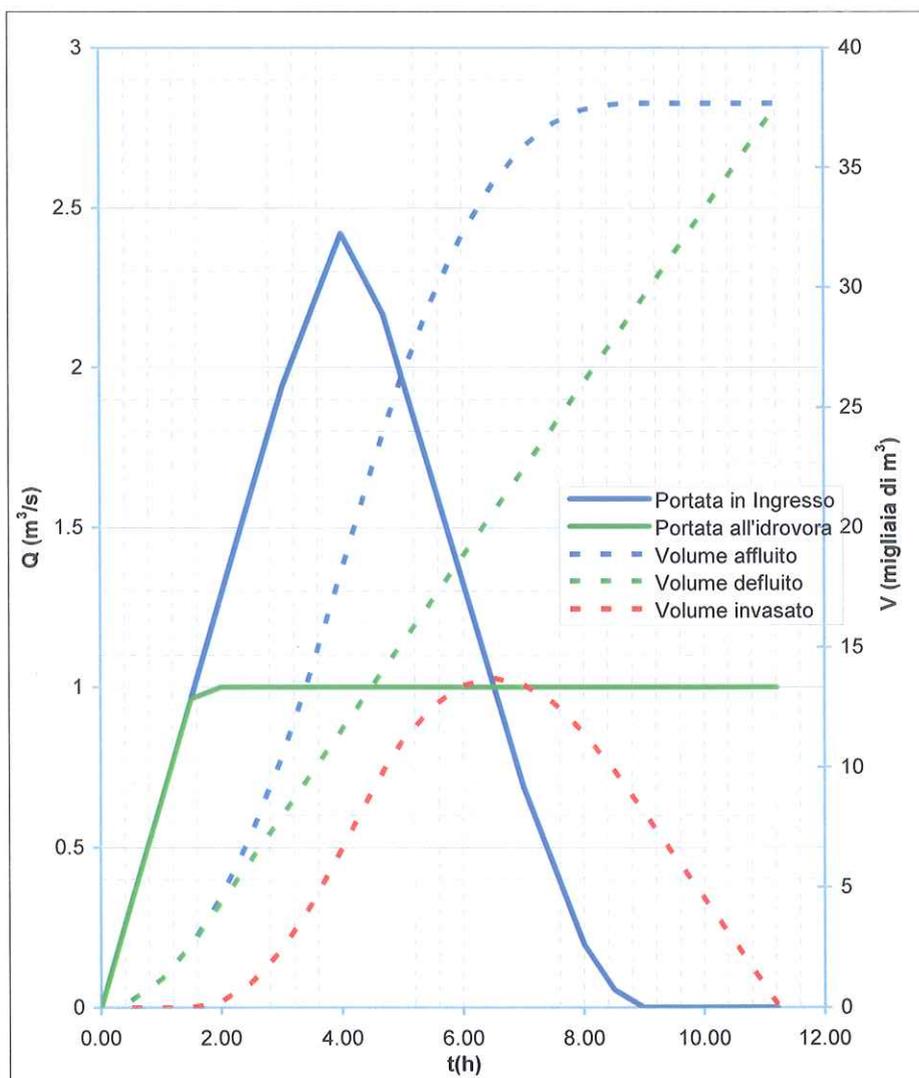


Figura 45 – Comportamento del bacino di laminazione per un evento di pioggia di durata 4 ore con TR 50 anni nelle ore successive all'inizio dell'evento di pioggia: in linea continua le portate in arrivo dal compressorio (blu) e avviata all'idrovora (verde), in linea spezzata le cumulate dei volumi in entrata, in uscita e la loro differenza, corrispondente al volume invasato

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

### 5.3. BOTTE A SIFONE SOTTO IL FIUME DESE

#### 5.3.1. Finalità dell'opera

Al fine di collegare idraulicamente le aree di scolo posizionate a sud del Fiume Dese ed a ovest del Passante con le aree posizionate a nord del Dese ed a ovest del Passante, è prevista la costruzione di una botte a sifone al di sotto del fiume Dese stesso.

L'opera è prevista da realizzarsi con la tecnica "no-dig" (senza scavo) e precisamente mediante posa in subalveo di tubazioni in c.a. con la tecnica del "microtunneling".

#### 5.3.2. La tecnica del Microtunneling

##### 5.3.2.1. Caratteristiche tecniche principali del sistema di scavo ed avanzamento

Le caratteristiche principali del sistema cosiddetto microtunnelling per posa di una tubazione in c.a. sono:

- **Controllo remoto di tutto l'impianto** (guida, lubrificazione, ecc) ottenendo un massimo controllo delle operazioni di scavo e massima sicurezza per il personale.
- **Scudo di perforazione di tipo chiuso** che risulta idoneo ad operare in falda.
- **Bilanciamento delle pressioni sul fronte scavo** che si riflette con cedimenti minimi in superficie.
- **Rilevamento con laser in continuo** ottenendo una massima precisione di guida.

##### 5.3.2.2. Principio di funzionamento generale

La perforazione del tunnel avviene tramite uno scudo fresante comandato a distanza (controllo remoto), detto comunemente "microtunneller", mosso da un telaio di spinta, tramite la tubazione; la perforazione è del tipo a foro cieco con evacuazione idraulica dello smarino.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 58 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

L'equipaggiamento prevede i seguenti componenti principali:

1. Microtunneller (o scudo di perforazione);
2. Sistema di evacuazione del materiale;
3. Sistema di spinta della condotta;
4. Sistema di guida.

1) Il microtunneller è uno scudo comandato a distanza munito di una fresa rotante che disgrega il materiale durante l'avanzamento.

La testa fresante permette l'ingresso del materiale frantumato dentro la camera di miscelazione la quale si restringe a cono ed ha le pareti munite di dentature convergenti; con l'avanzare della macchina il materiale scavato viene sospinto sul fondo del cono e le parti solide tendono ad incastrarsi fra i denti che nella rotazione le sminuzzano a dimensioni tali da poter essere poi allontanate tramite un circuito chiuso a circolazione d'acqua o acque e bentonite.

La tecnologia consente una notevole versatilità, potendo affrontare l'intera gamma di terreni sciolti, sia in falda che fuori.

2) Il circuito idraulico di asportazione del materiale è composto da:

- Vasca di accumulo del fluido di perforazione;
- Unità di vagliatura – dissabbiatura fanghi;
- Pompe di mandata ed evacuazione fanghi.

Il fluido di perforazione (acqua o acqua e bentonite) viene pompato dal vascone al cono di frantumazione dentro lo scudo di perforazione dove si mescola con il terreno disgregato per formare una miscela fluida (slurry) che viene pompata all'esterno nell'unità di dissabbiatura. La circolazione dei fanghi è una circolazione di tipo chiuso. Viene

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione:	0	Pagina:	59 di 136
---	------------	---	---------	-----------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

assicurato il bilanciamento delle pressioni interstiziali del terreno in prossimità del fronte di perforazione.

3) L'avanzamento del microtunneller avviene a mezzo di un carrello di spinta tramite i tubi costituenti la condotta definitiva. L'unità di spinta è composta da martinetti idraulici montati su un telaio metallico, da un anello di spinta mobile posizionato davanti ai martinetti idraulici, e da una parete metallica fissa posta dietro ai martinetti.

4) Il microtunneller è guidato dall'esterno mediante una consolle di comandi, ubicata in un container, che consente di controllare e variare i parametri di avanzamento in funzione della reazione del terreno attraversato. Nella consolle di guida e controllo è possibile controllare e variare il valore dei seguenti parametri:

*Coordinate X-Y della testa fresante, inclinazione longitudinale; angolo di rotazione assiale; corsa e pressione dei pistoni di guida; posizione e pressione delle valvole by-pass; pressione martinetti di spinta; corsa dei martinetti di spinta; n° giri della testa fresante; senso di rotazione della testa fresante; portata d'acqua di alimentazione; n° giri pompa alimentazione; pressione acqua di alimentazione; portata fanghi di evacuazione; pressione fanghi di evacuazione.*

Durante la perforazione i dati vengono memorizzati sul disco fisso del computer e possono essere successivamente stampati. La posizione del microtunneller viene rilevata tramite un raggio laser che colpisce un bersaglio fotosensibile ad esso solidale; le informazioni vengono quindi trasmesse al computer che, in continuo, è in grado di determinare l'esatta posizione del microtunneller e le eventuali correzioni. Le correzioni planoaltimetriche nel corso della perforazione avvengono tramite tre martinetti idraulici agenti singolarmente sulla testa fresante.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 60 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

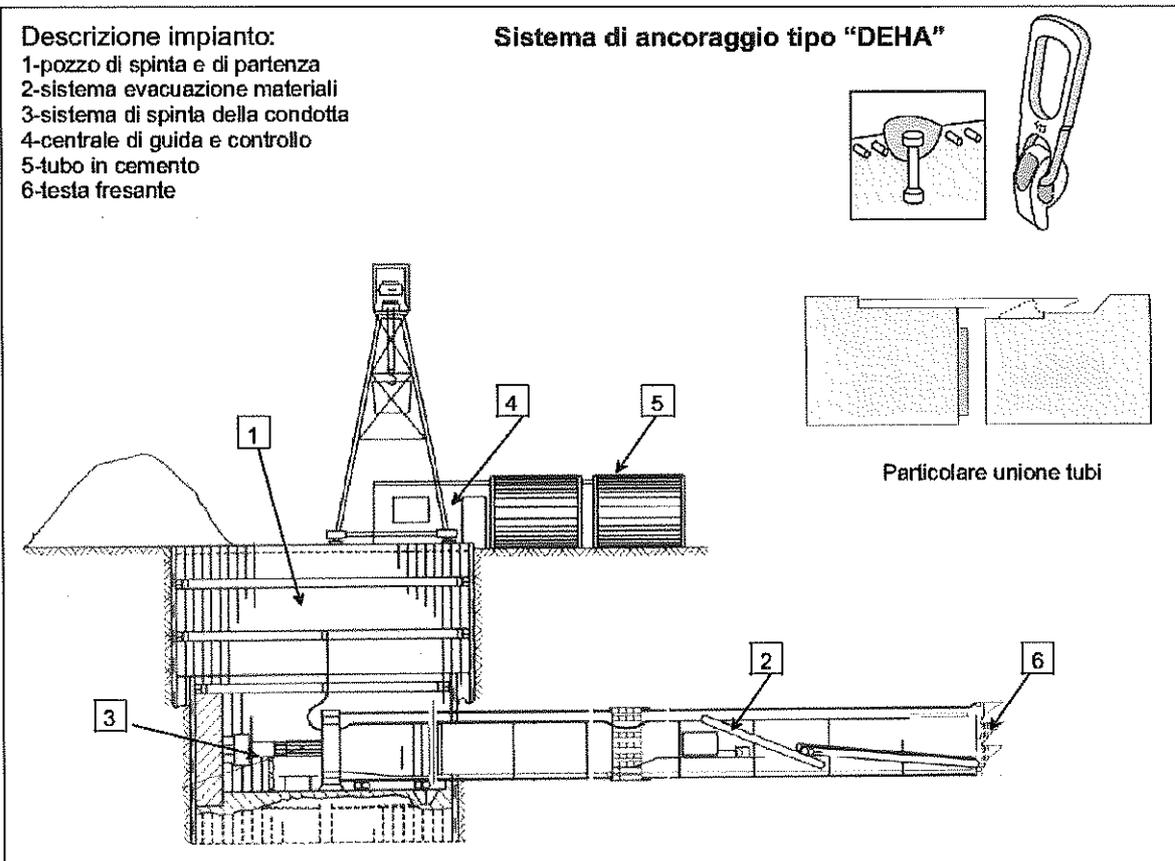


Figura 46 – Schema di funzionamento microtunneling ad evacuazione idraulica.

### 5.3.3. Descrizione e caratteristiche tecniche dell'attraversamento

Le caratteristiche tecniche e le modalità costruttive consistono in:

- sbancamento superficiale di livellazione delle aree di cantiere, per una profondità variabile compresa fra 0.20 e 0.50 m;
- infissione di palancoato larssen (perimetro rettangolare 8 x 4.80 m, H > 18 m) per la realizzazione dei pozzetti di spinta del microtunneling; Il palancoato avrà quota del coronamento pari a quella della sommità arginale adiacente, al fine di evitare fuoriuscite d'acqua durante la fase di cantiere per eventuali (seppur remoti)

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

fenomeni di sifonamento fra fondo alveo e la campagna attraverso il foro di perforazione;

- infissione di palancoato larssen (perimetro rettangolare 4 x 4.80 m, H > 18 m) per la realizzazione dei pozzetti di arrivo del microtunneling; Il palancoato avrà quota del coronamento pari a quella della sommità arginale adiacente, al fine di evitare fuoriuscite d'acqua durante la fase di cantiere per eventuali (seppur remoti) fenomeni di sifonamento fra fondo alveo e la campagna attraverso il foro di perforazione;
- aggotamento puntuale della falda, all'interno palancoato larssen, per una profondità superiore al fondo dello scavo;
- scavo all'interno del palancoato per la realizzazione del pozzo di spinta e di quello di arrivo della perforazione;
- costruzione del muro reggispinga in calcestruzzo (spessore min. 0.50 m) all'interno del pozzo di spinta, sul lato opposto a quello di perforazione;
- perforazione in microtunneling per la posa di n°2 tubazioni in calcestruzzo armato vibrocompresso realizzato secondo normativa DIN 4035; UNI EN 1916, UNI 1045, DN 1000 mm, sp. 14 mm, L = 57 m cadauno, con pendenza del 1% in direzione del pozzetto di spinta, quota fondo tubi pari mediamente a 5.00 m.s.m. atta a garantire una distanza minima fra cielo tubi e fondo alveo pari a 2.50 m per evitare fenomeni di sifonamento durante eventi di piena del F. Dese. L'interasse fra le tubazioni sarà al minimo di 2.50 m al fine di garantire un'adeguato diaframma di terreno fra le tubazioni che garantisca la conservazione della forma del foro evitando franamenti e quindi cedimenti superficiali. La giunzione fra le barre dovrà essere realizzata con giunti speciali atti a garantire la connessione tra i tubi dentro lo spessore dello stesso per un perfetto allineamento tra due elementi successivi che garantiscano altresì la tenuta idraulica interna ed esterna a mezzo di una guarnizione cuneiforme montata sul giunto maschio.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

- realizzazione del pozzettone di testa in calcestruzzo armato gettato in opera all'interno del pozzo di spinta (lato nord), sfruttando il palancoato, debitamente protetto, come casseforme esterne al getto in seguito rimosse e riempimento del volume non più utilizzato per la spinta con materiale arido idoneo alla compattazione. Tale pozzettone risulta munito di un manufatto di limitazione della portata in ingresso all'idrovora e innesto della tubazione in arrivo dal manufatto di diversione sul Desolino Vecchio. Il pozzo risulta ispezionabile attraverso delle piastre in calcestruzzo rimovibili dalla soletta superiore.
- realizzazione del pozzettone di testa in calcestruzzo armato gettato in opera all'interno del pozzo di arrivo (lato sud), sfruttando il palancoato, debitamente protetto, come casseforme esterne al getto in seguito rimosse. Tale pozzettone risulta munito di un manufatto di collegamento con il fosso di guardia stradale e alla tubazione di collegamento con i bacini di laminazione. Il pozzo risulta ispezionabile attraverso delle piastre in calcestruzzo rimovibili dalla soletta superiore.
- estrazione del palancoato larssen attorno ai pozzettoni di estremità per un suo successivo riutilizzo;
- ripristini, sistemazioni esterne finali.

Tali materiali assicurano la resistenza di tipo meccanico per i carichi esterni ed interni, la resistenza di tipo fisico e chimico per le azioni legate alla specie e alla qualità delle acque convogliate, e infine permettono facilità e sicurezza nella corretta posa in opera ed installazione.

Le modalità costruttive dell'attraversamento permettono di ottimizzare gli spazi disponibili, ridurre i tempi di realizzazione e facilitare l'ispezione dell'attraversamento stesso, garantendo affidabilità e durata nel tempo.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

#### 5.3.4. Verifica idraulica dell'attraversamento

Come descritto in precedenza, la botte a sifone di progetto al di sotto del Fiume Dese ha lo scopo di collegare idraulicamente il comprensorio di scolo a nord del Dese con quello a sud, comprendente anche i bacini di laminazione di progetto.

Si evince che la botte può funzionare in entrambi i versi di flusso della portata, all'interno delle due tubazioni in subalveo, per equilibrare il gradiente del sistema di invasi previsto.

Le due tubazioni previste sono in grado di far transitare tranquillamente portate dell'ordine di  $1,5 \div 2 \text{ m}^3/\text{s}$  con dislivelli idraulici fra monte e valle mai superiori a 6 cm e quindi del tutto compatibili con il funzionamento atteso del sistema di invasi di progetto.

Nelle tabelle che seguono vengono riportate le portate smaltibili dalla botte a sifone al variare del carico idraulico (2 x DN 1000 mm CLS):

Perdita totale o disliv. geodetico (m) =	<input type="text" value="0.03"/>	Perdita per unità di lunghezza j =	<input type="text" value="0.000526"/>
Ks ( $\text{m}^{1/3} \text{s}^{-1}$ ) =	<input type="text" value="85"/>	Portata ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) =	<input type="text" value="0.607"/>
Diametro interno (m) =	<input type="text" value="1"/>	Velocità =	<input type="text" value="0.773"/>
Lunghezza tubazione (m) =	<input type="text" value="57"/>	Sforzo tangenziale ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) =	<input type="text" value="0.131579"/>

Perdita totale o disliv. geodetico (m) =	<input type="text" value="0.05"/>	Perdita per unità di lunghezza j =	<input type="text" value="0.000877"/>
Ks ( $\text{m}^{1/3} \text{s}^{-1}$ ) =	<input type="text" value="85"/>	Portata ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) =	<input type="text" value="0.784"/>
Diametro interno (m) =	<input type="text" value="1"/>	Velocità =	<input type="text" value="0.999"/>
Lunghezza tubazione (m) =	<input type="text" value="57"/>	Sforzo tangenziale ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) =	<input type="text" value="0.219298"/>

Perdita totale o disliv. geodetico (m) =	<input type="text" value="0.06"/>	Perdita per unità di lunghezza j =	<input type="text" value="0.001053"/>
Ks ( $\text{m}^{1/3} \text{s}^{-1}$ ) =	<input type="text" value="85"/>	Portata ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) =	<input type="text" value="0.859"/>
Diametro interno (m) =	<input type="text" value="1"/>	Velocità =	<input type="text" value="1.094"/>
Lunghezza tubazione (m) =	<input type="text" value="57"/>	Sforzo tangenziale ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) =	<input type="text" value="0.263158"/>

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

**5.3.5. Verifica statica della tubazione**

La verifica statica della tubazione in calcestruzzo armato viene eseguita, a favore della sicurezza, a norma del DM 23 febbraio 1971: "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto" e successive modifiche e integrazioni (DM 10 agosto 2004).

Le posa avviene con tecnologia in microtunneling con altezze di ricoprimento medie dal piano campagna di 3÷4 m e localmente fino a 6 m in corrispondenza degli argini del F. Dese.

Ai fini della verifica si considera una altezza di reinterro media di 7 m per tener conto localmente di eventuali rialzi arginali e/o riporti differiti. La tubazione in calcestruzzo armato viene considerata di tipo "rigido" ai fini degli effetti indotti dai carichi esterni che si scaricano direttamente sull'impronta d'appoggio. Non si considera l'effetto di un carico esterno accidentale perché trascurabile a quelle profondità rispetto alla pressione del terreno sovrastante.

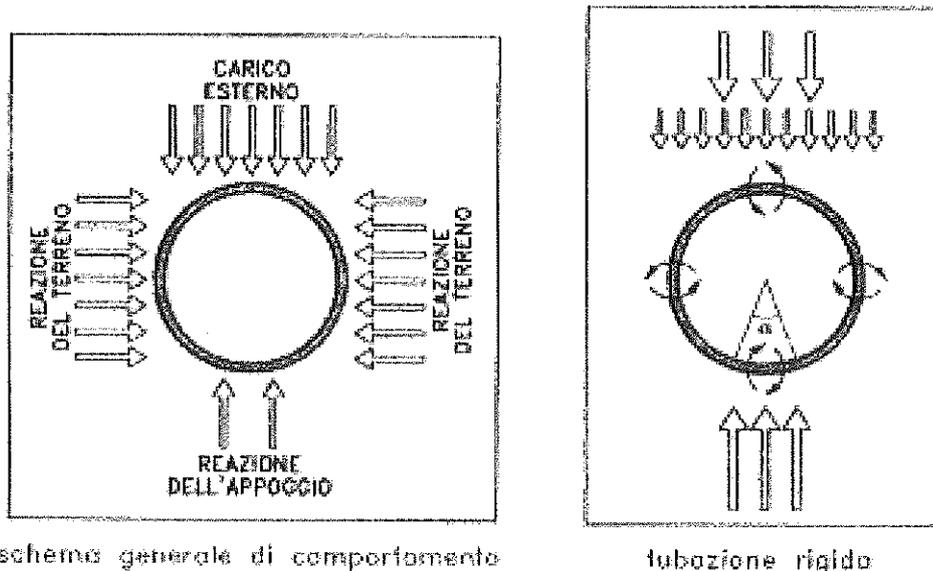


Figura 47: schema statico di una tubazione di tipo "rigido"

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Il DM 10 agosto 2004 (modifiche al DM 23/2/1971) prevede le seguenti sollecitazioni esterne:

- A) peso proprio della tubazione;
- B) carico ripartito superiore, corrispondente al peso del terrapieno sovrastante la tubazione;
- C) carico ripartito laterale, corrispondente alla parte rettangolare del diagramma di spinta (terra);
- D) carico triangolare laterale, corrispondente alla parte triangolare del diagramma di spinta (terra);
- E) reazione radiale costante in un settore corrispondente ad un angolo al centro di 60°, in funzione del carico Q, pari alla somma di tutti i carichi verticali, agente sulla tubazione.

I valori dei momenti flettenti e degli sforzi assiali generati nelle sezioni radiali della tubazione dalle diverse sollecitazioni esterni di cui sopra, sono riportati nella seguente tabella:

**D.M. 10 agosto 2004 (modifiche al DM 23 febbraio 1971)**

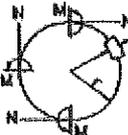
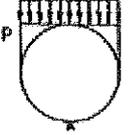
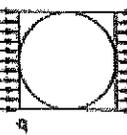
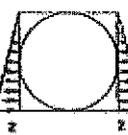
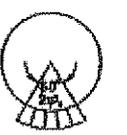
Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 66 di 136
---	--------------	-------------------

**AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO**

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

**FORMULE PER IL CALCOLO DEI TUBI DI PROTEZIONE INTERRATI**

	A	B	C	D	E
	PESO PROPRIO	CARICO RIPARTITO SUPERIORE	CARICO RIPARTITO LATERALE	CARICO TRIANGOLARE LATERALE	REAZIONE RADIALE COSTANTE SETTORE $2\varphi_s = 60^\circ$
SCHEMA					
SEZIONE VERTICALE SUPERIORE	$M = \frac{1}{2} \gamma_s r^2$ $N = -\frac{1}{2} \gamma_s r$	$M = \left(\frac{4}{3\pi} - \frac{1}{8}\right) pr^2 = 0.29841 pr^2$ $N = -\frac{1}{3\pi} pr = -0.10610 pr$	$M = -\frac{1}{4} qr^2$ $N = qr$	$M = -\frac{5}{48} zr^2 = -0.10417 zr^2$ $N = \frac{5}{16} zr = 0.31250 zr$	$M = -0.0073038 Qr$ $N = 0.014817 Q$
SEZIONE ORIZZONTALE MEDIANA	$M = \frac{\pi-2}{2} \gamma_s r^2 = -0.57080 \gamma_s r^2$ $N = \frac{\pi}{2} \gamma_s r = 1.57080 \gamma_s r$	$M = \left(\frac{1}{\pi} - \frac{5}{8}\right) pr^2 = -0.30669 pr^2$ $N = pr$	$M = \frac{1}{4} qr^2$ $N = 0$	$M = \frac{1}{8} zr^2 = 0.125 zr^2$ $N = 0$	$M = 0.0075118 Qr$ $N = 0$
SEZIONE VERTICALE INFERIORE	$M = \frac{3}{2} \gamma_s r^2$ $N = \frac{1}{2} \gamma_s r$	$M = \left(\frac{2}{3\pi} + \frac{5}{8}\right) pr^2 = 0.58721 pr^2$ $N = \frac{1}{3\pi} pr = 0.10610 pr$	$M = -\frac{1}{4} qr^2$ $N = qr$	$M = -\frac{7}{48} zr^2 = -0.14583 zr^2$ $N = \frac{11}{16} zr = 0.68750 zr$	$M = -0.11165 Qr$ $N = 0.11916 Q$

M - Momento flettente

N - Sforzo assiale

p - Carico uniformemente ripartito, dovuto ai carichi mobili ed al peso della massicciata

q - Pressione uniforme dovuta alle spinte orizzontali

r - Raggio medio della tubazione

s - Spessore della tubazione

$\gamma_s$  - Peso specifico del materiale costituente la tubazione

z - Pressione variabile dovuta alle spinte orizzontali

Si intende posare tubazioni in calcestruzzo armato DN1000 mm a reggispinta per microtunneling conformi alla norma UNI EN 1916, DIN 4035, sp = 14 cm, armatura doppia con barre longitudinali e trasversali.

Di seguito sono riportati gli output della verifica del tubo in calcestruzzo ai sensi della normativa in oggetto.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 67 di 136
---	--------------	-------------------

**AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO**

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

**Modello per il dimensionamento dello spessore dei tubi di protezione in calcestruzzo  
per gli attraversamenti inferiori di strade e/o rilevati**

da: "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"  
DM 23 febbraio 1971 e successive modifiche e integrazioni (DM 10 agosto 2004)

Dati di partenza:

a: raggio medio della tubazione [m]	r =	0.57 (0.5+0.14/2)	
b: distanza tra sommità argine Dese e generatrice superiore della tubazione [m]	H =	7	
c: spessore della tubazione [m]	s =	0.14	
d: peso specifico del materiale costituente la tubazione [kgf/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{\text{tubo}}$ =	2500	
e: peso specifico del terreno di ricoprimento della tubazione [kgf/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{\text{terra}}$ =	1800	
f: coefficiente di spinta a riposo	$k_0$ =	0.8	
g: resistenza caratteristica calcestruzzo [kgf/cm <sup>2</sup> ]	$R_{ck}$ =	500	controllo
h: Tensione di compressione ammissibile [kgf/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_c$ =	147.5	
Tensione di trazione ammissibile [kgf/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_t$ =	36.39	
Tensione di flesso-trazione ammissibile [kgf/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{tf}$ =	43.66	OK

Calcolo carichi esterni:

i: carico ripartito superiore [kgf/m*metro di condotta]	p =	12600.00
l: carico ripartito laterale [kgf/m*metro di condotta]	q =	10080.00
m: carico triangolare laterale [kgf/m*metro di condotta]	z =	1641.60
n: carico verticale totale [kgf/metro di condotta]	Q =	15617.50

Calcolo sollecitazioni:

		peso proprio	carico ripartito superiore	carico ripartito laterale	carico triangolare laterale	reazione radiale costante settore 60°	totale	Tensione massima [kgf/cm <sup>2</sup> ]
sezione verticale superiore	<b>M =</b> [kgf*m/metro di condotta]	56.86	1225.67	-818.75	-55.56	-65.02	<b>343.20</b>	<b>14.51</b>
	<b>N =</b> [kgf/metro di condotta]	99.75	-762.01	5745.60	292.41	231.40	<b>5607.15</b>	
sezione orizzontale mediana	<b>M =</b> [kgf*m/metro di condotta]	-64.91	-1255.51	818.75	66.67	66.87	<b>-368.13</b>	<b>16.62</b>
	<b>N =</b> [kgf/metro di condotta]	313.37	7182.00	0.00	0.00	0.00	<b>7495.37</b>	
sezione verticale inferiore	<b>M =</b> [kgf*m/metro di condotta]	170.57	2403.89	-818.75	-77.78	-993.91	<b>684.03</b>	<b>27.45</b>
	<b>N =</b> [kgf/metro di condotta]	99.75	762.01	5745.60	643.30	1860.98	<b>9111.64</b>	

Tensione massima: **27.45 kgf/cm<sup>2</sup>**

**Nota:**

**La verifica è cautelativa in quanto eseguita sul solo calcestruzzo in assenza di armature in acciaio ed è quindi assimilabile ad una verifica a FESSURAZIONE (impermeabilità) della tubazione**

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

### 5.3.6. Verifica al galleggiamento e stabilità fondo scavo

Viene eseguita la verifica al galleggiamento dei pozzettoni di estremità della botte a sifone nella condizione più critica che si verifica a pozzettone finito, privo di acqua (vuoto) e a livello della falda nel massimo annuale (valutata attorno a 9.00 m.s.m.).

In queste condizioni l'opera è stabile dal punto di vista del galleggiamento quando il peso del manufatto risulta superiore alla spinta idraulica di archimede (peso del liquido spostato). I pozzettoni a nord e sud della botte sono dimensionalmente identici.

$$S_{H_2O} = 4 \cdot 4.8 \cdot 5.50 \cdot 9.81 = 1050 \text{ kN (verso l'alto)}$$

$$P_{\text{pozzettone}} = 1250 \text{ kN (verso il basso)}$$

Essendo il peso della struttura superiore alla spinta idraulica la verifica risulta soddisfatta.

All'interno dei pozzi provvisori di spinta e arrivo del microtunneling, realizzati con il palancoato, è necessario abbassare la falda, per poter lavorare all'asciutto, di un'altezza pari mediamente a 5-6 m rispetto al livello di falda indisturbato.

In queste condizioni esiste però il rischio di sollevamento del fondo scavo che può essere considerato come una sorta di "tappo" soggetto alle sottospinte idrauliche generate dalla falda esterna alle quali viene contrapposto il solo peso proprio del tappo stesso.

Con riferimento alla geometria e alla simbologia della figura sottostante, trascurando a favore di sicurezza lo sforzo tangenziale sui lati dei diaframmi, si riporta la verifica a sollevamento del fondo scavo confrontando il valore della pressione totale  $\sigma_v$  agente verso il basso al di sopra dello strato di fondazione e la sottostante spinta idrostatica  $u$ .

La verifica viene condotta in accordo al § 6.2.3.2 del N.T.U. sulle costruzioni, prevedendo che il valore di progetto dell'azione in stabilizzante  $V_{inst,d}$  (combinazione di azioni permanenti  $G_{inst,d}$  e variabili  $Q_{inst,d}$ ) sia non maggiore della combinazione dei valori di progetto delle azioni stabilizzanti  $G_{stb,d}$  e delle resistenze  $R_d$ ; dovrà quindi verificarsi la condizione:

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 69 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

$$G_{inst,d} + Q_{inst,d} \leq G_{stb,d} + R_d$$

I relative coefficienti parziali sulle azioni sono indicate nella tabella sottostante.

carichi	effetto	simbolo	Sollevamento UPL
permanente	Favorevole	$\gamma_{G1}$	0.90
	Sfavorevole		1.10
Perm. non strutturale	Favorevole	$\gamma_{G2}$	0.00
	Sfavorevole		1.50
variabile	Favorevole	$\gamma_Q$	0.00
	Sfavorevole		1.50

I coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno sono quello relativi alla condizione G1.

La figura sottostante rappresenta la geometria del sistema in esame.

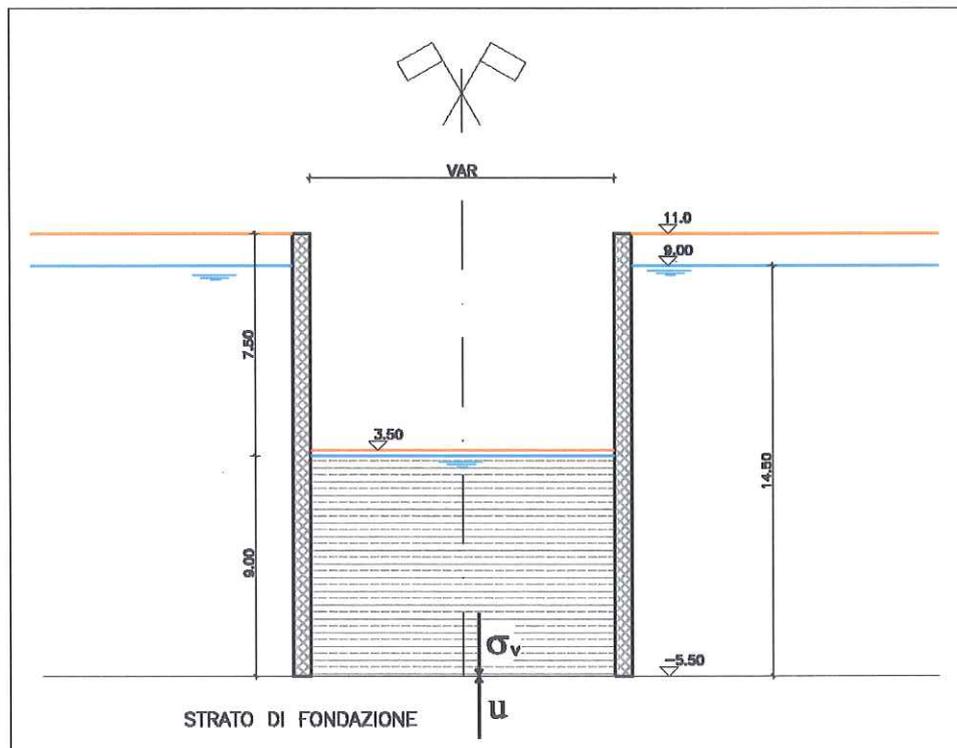


Figura 48: schema geometrico dello scavo all'interno del palancoleato dei pozzi per microtunneling

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Si considera il peso specifico del terreno immerso di fondo scavo  $\gamma_{sat}$  mediamente pari a  $20 \text{ kN/m}^3$ , mentre il peso specifico dell'acqua pari a  $\gamma_w$  pari a  $9.81 \text{ kN/m}^3$ .

Risulta:

$$\sigma_v = 0.9 \cdot 9.00 \cdot 20 = 162 \text{ kN/m}^2$$

$$u = 1.1 \cdot 14.5 \cdot 9.81 = 156 \text{ kN/m}^2$$

Poiché  $\sigma_v > u$ , la verifica risulta soddisfatta evitando la possibilità di sollevamento del fondo scavo.

#### **5.4. MANUFATTO LIMITATORE DELLA PORTATA DA CONFERIRE ALL'IDROVORA**

##### **5.4.1. Finalità dell'opera**

Come descritto nei paragrafi precedenti risulta necessario limitare la portata di piena scaricata dal comprensorio *Casello ovest-Desolino Vecchio-Fosso Vernise* verso l'esistente idrovora sul Dese a  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  per non superare la portata massima di smaltimento dell'idrovora stessa.

Si prevede quindi di installare in ingresso al collettore esistente DN1000 che collega il comprensorio alla stazione di sollevamento un dispositivo di regolazione della portata in uscita, in grado di limitare tale portata a  $1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dato che tale dispositivo sarà posizionato in un'area facilmente raggiungibile e raggiunta già da collegamenti elettrici e di segnale, si ritiene di poter installare un regolatore combinato con un misuratore di portata, eventualmente regolato in tempo reale, tale da non intervenire sul deflusso fino a che la portata in arrivo non superi il valore soglia prefissato.

##### **5.4.2. Sistema di invasi**

Tutto il comprensorio *Casello ovest-Desolino Vecchio-Fosso Vernise* recapita le portate a gravità ad un sistema di invasi comunicanti fra loro costituiti dalle vasche di laminazione del

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 71 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

casello ovest, i fossi di guardia, la botte a sifone sotto il Dese e la vasca di carico dell'idrovora.

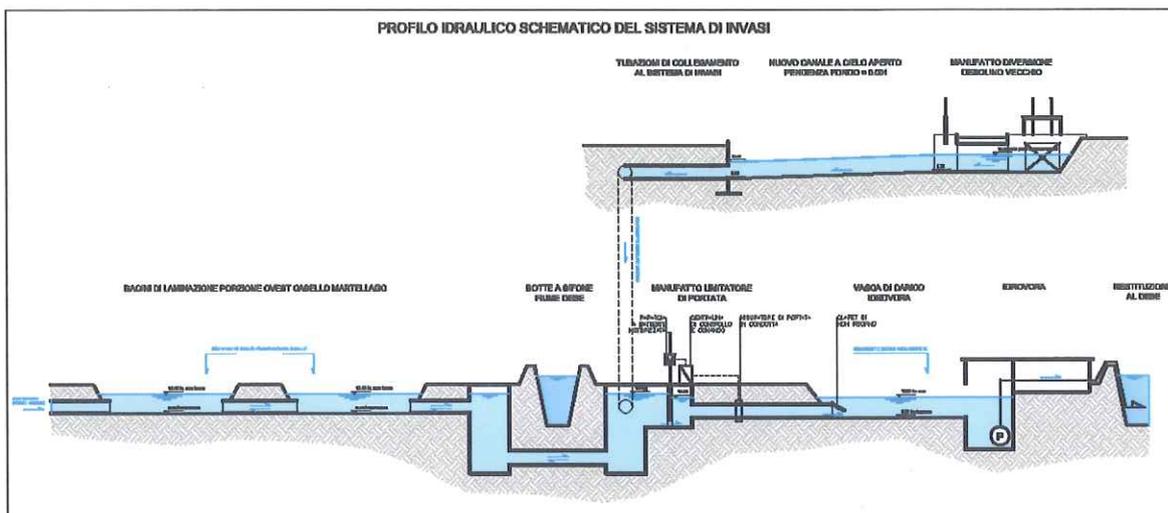


Figura 49 – Profilo idraulico schematico del sistema di invasi

Tutto il sistema funzionerà quindi come un bacino di laminazione che invasa la portata in eccesso, rispetto a quella massima conferibile all'idrovora, durante la fase crescente dell'evento di piena, per poi conferirla all'idrovora nella fase di esaurimento.

Il livello idrico nelle vasche è comandato da quello nella vasca di carico dell'idrovora che può crescere fino ad un prefissato livello massimo di circa 10.30 m s.l.m. Quindi i volumi di invaso necessari alla laminazione, precedentemente calcolati, sono ricavati tenendo conto di questo livello.

#### 5.4.3. Strumenti di misura, regolazione e verifiche idrauliche

Il dispositivo di limitazione della portata da conferire all'idrovora verrà realizzato nella maniera più semplice e affidabile combinando una paratoia piana a battente motorizzata con un misuratore di portata da installare all'interno dell'esistente tubazione DN1000 in ingresso alla vasca di carico idrovora.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Una valvola di non ritorno a clapet sarà installata allo sbocco della tubazione per evitare flussi in controcorrente che potrebbero far pervenire al sistema di invasi anche acque provenienti da altri comprensori che recapitano alla vasca dell'idrovora.

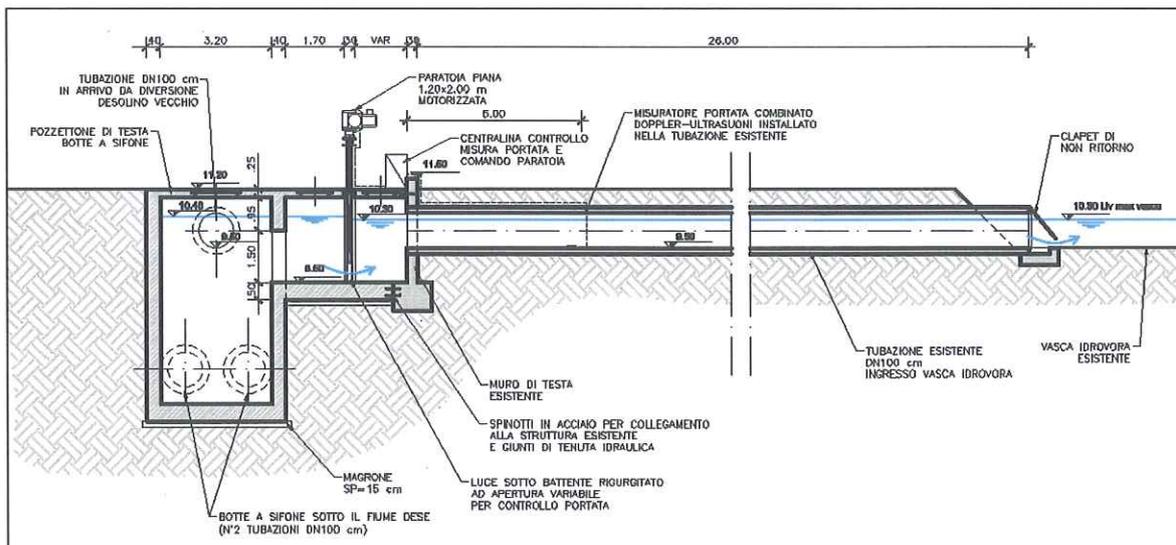


Figura 50 – Manufatto limitatore della portata in ingresso all'idrovora

### Paratoia

La paratoia, realizzata in profilati metallici zincati a caldo, verrà installata in apposito pozzettone posizionato fra il pozzetto di estremità nord della botte a sifone e l'imbocco dell'esistente tubazione di ingresso all'idrovora.

Il funzionamento idraulico della paratoia sarà sotto battente rigurgitato che prevede l'instaurarsi di un dislivello fra il tirante di monte e quello di valle in funzione delle caratteristiche geometriche della paratoia stessa. Si considera quindi di limitare tale dislivello ad un massimo 10 cm in condizioni di deflusso massimo ( $1 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

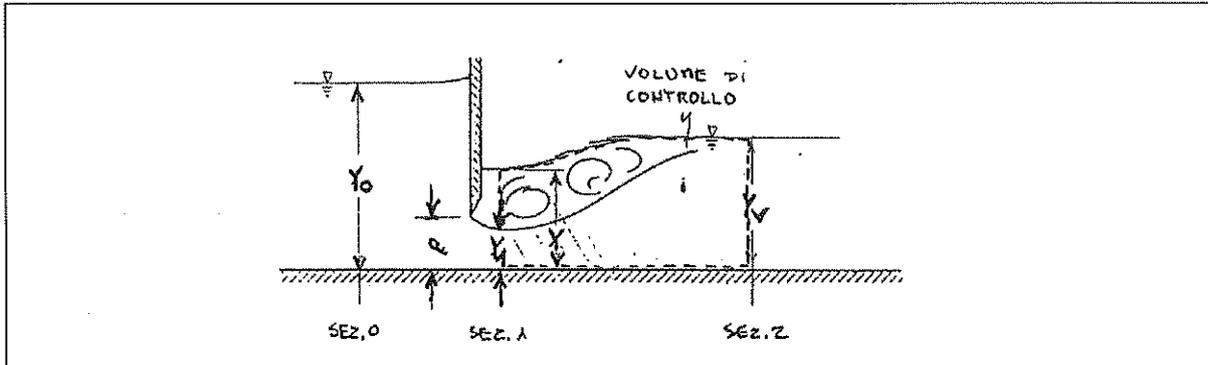


Figura 51 – Schema di una paratoia a funzionamento sotto battente rigurgitato

La portata scaricata da un efflusso sotto battente rigurgitato può essere calcolata utilizzando la seguente relazione<sup>1</sup>:

$$Q = C_q a \sqrt{2gy_0}$$

dove:

$$C_q = \left[ \frac{1 - y_v / y_0}{(a / y_v)^2 - (a / y_0)^2 + (1 / C_c - a / y_v)^2} \right]^{1/2}$$

Essendo  $C_c = 0.611$  il coefficiente di contrazione secondo Kirchoff per l'efflusso piano da una fenditura in parete verticale.

Nel grafico che segue (Henry, 1950) viene riportato l'andamento del coefficiente di portata  $C_q$  per l'efflusso rigurgitato.

<sup>1</sup> Università degli Studi di Padova, Appunti dalle lezioni del Corso di Idrodinamica, "Efflusso da una paratoia sollevata a battente". A.A. 1998-99

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

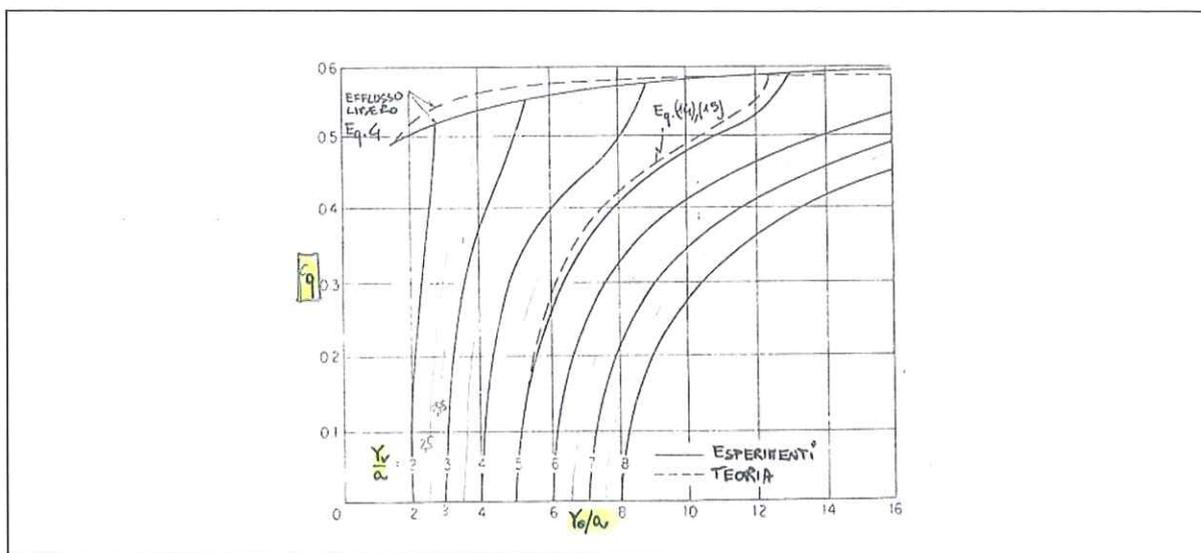


Figura 52 – Andamento del coefficiente di portata  $C_q$  in funzione del grado di apertura della paratoia  $y/a$  nel caso di efflusso rigurgitato. Confronto tra i dati sperimentali di Henry e i coefficienti di portata teorici.

Si prevede di utilizzare una paratoia piana larga  $d=1.2$  m, per la quale, con le condizioni idrauliche ipotizzate precedentemente, si ottengono aperture della luce sotto battente variabile fra 0.67 e 0.75 m, del tutto adeguate alla scala del sistema presente.

BATTENTE RIGURGITATO (Livello massimo invaso)							
d	a	$Y_0$	$Y_v$	$Y_0/a$	$Y_v/a$	$C_q$ (grafico Henry)	Q
[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[m <sup>3</sup> /s]
1.2	0.749	1.9	1.8	2.536715621	2.403204272	0.182418957	1.001

BATTENTE RIGURGITATO (Livello minimo invaso)							
d	a	$Y_0$	$Y_v$	$Y_0/a$	$Y_v/a$	$C_q$ (grafico Henry)	Q
[m]	[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[-]	[m <sup>3</sup> /s]
1.2	0.671	1.3	1.2	1.937406855	1.788375559	0.245836711	1.000

Figura 53 – Verifica del grado di apertura della paratoia nel caso di livello minimo e massimo dei sistemi di invaso

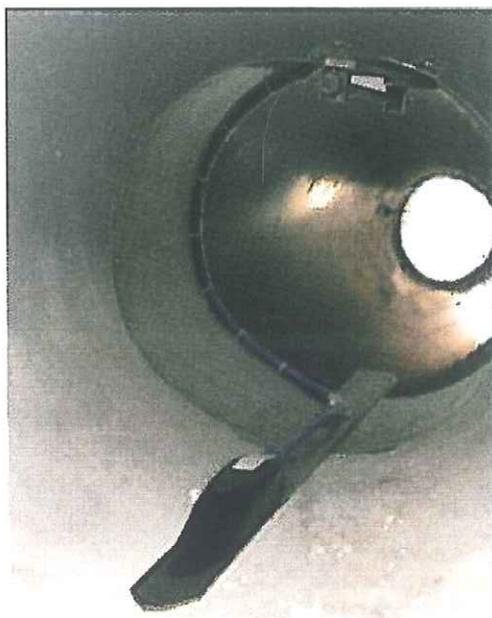
### Misuratore di portata

Si prevede di utilizzare un misuratore di portata in condotte parzialmente piene e/o piene a velocità variabile, adatto all'installazione in condotte esistenti senza l'esigenza di realizzare opere onerose e ingombranti.

La misura si basa sulla rilevazione della velocità del liquido con un sensore a effetto Doppler o magnetico, secondo installazione, e un sensore di pressione o un trasduttore a

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

ultrasuoni che rileva il battente del liquido. Impostando i parametri della sezione della condotta ed elaborando i segnali di velocità e di battente si ricava la portata.



*Figura 54 – Esempio di installazione, all'interno di una condotta esistente, di misuratore di portata a effetto combinato Doppler-ultrasuoni*

Il software dell'elettronica consente di configurare l'apparecchiatura molto rapidamente ed è in grado di visualizzare nelle unità ingegneristiche prescelte la portata istantanea, la velocità, il battente e la portata totalizzata. Lo strumento può essere dotato di un registratore in grado di registrare i dati di portata ed è disponibile un software per il carico e lo scarico dei dati. E' anche possibile esecuzioni certificate Atex per zone pericolose.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

## 6. MANUFATTO DI DEVIAZIONE DEL DESOLINO VECCHIO

### 6.1. CRITICITA' IDRAULICHE

Le condizioni di sicurezza idraulica delle aree interessate dalle nuove infrastrutture stradali richiedono la risoluzione di uno dei più evidenti punti critici rappresentati dalla confluenza del Desolino vecchio nel fiume Dese. Questo ramo della rete idrografica, probabilmente un tempo tratto terminale del Rio Desolino (denominato anche "Scolo Desolino"), drena una superficie di 0.5 km<sup>2</sup> ed ha uno sviluppo complessivo di 1.10 km. La distinzione fra Rio Desolino (il cui bacino tributario ha estensione pari a 677 ha e l'asta principale ha lunghezza di 5.10 km) e Desolino vecchio è ben evidente nella seguente Figura 55 tratta dalla Tavola 2.2.1 del "Piano delle Acque" redatto dal Consorzio di Bonifica Dese Sile, ora Consorzio Acque Risorgive, per il Comune di Martellago

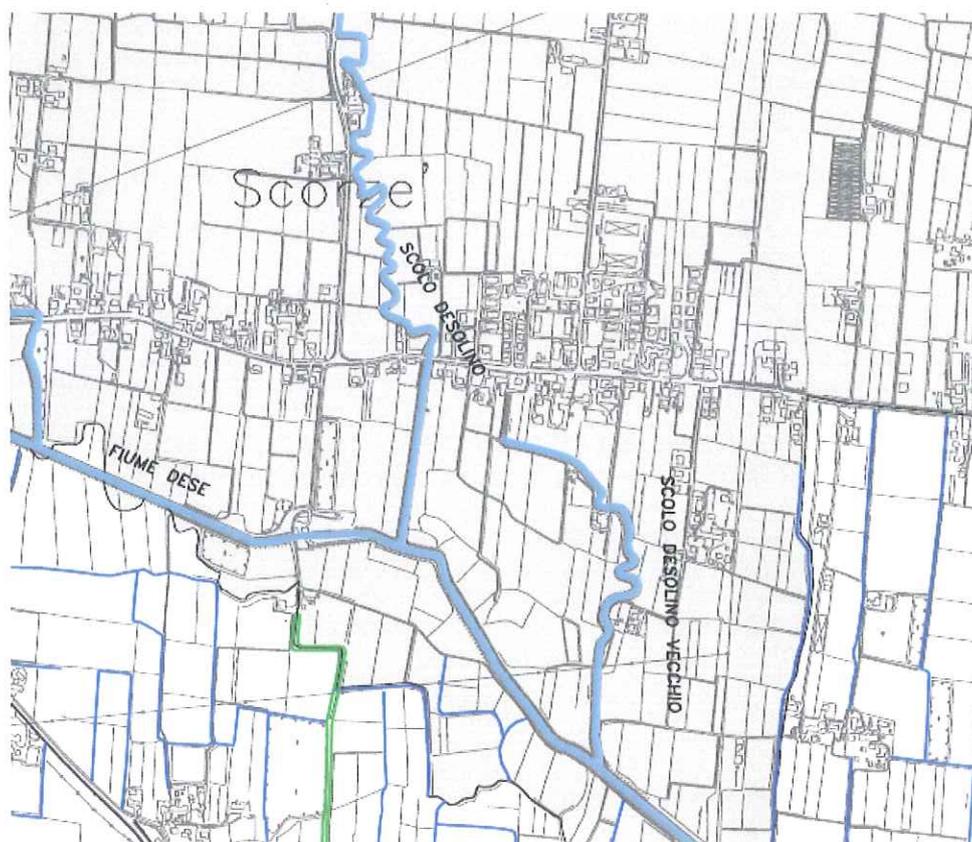


Figura 55 - Estratto del "Piano delle Acque" redatto dal Consorzio Dese Sile (ora Acque Risorgive)

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Nel Piano generale di Bonifica dello stesso Consorzio è confermata la distinzione dei due rami della rete idrografica.

Si è già parlato della criticità costituita dai fenomeni di sovrizzo dei livelli idrici nel Desolino vecchio per effetto del rigurgito proveniente dal corso d'acqua principale; per la risoluzione di questo problema si ritenuto opportuno accogliere l'indicazione fornita in merito dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive sulla base della quale si propone di interrompere la comunicazione idraulica fra i due corsi d'acqua, causa primaria della criticità suddetta. La separazione dei deflussi del Desolino si realizza collocando, in prossimità della confluenza, una paratoia per l'intercettazione totale della portata e dall'apertura di una luce in fregio all'argine sinistro del fiume Dese. In tal modo si potrà operare una diversione dei deflussi che saranno convogliati, mediante un fosso di adeguate dimensioni, ed una successiva tubazione circolare in c.a. sottopassante i rilevati stradali, alla vasca di raccolta dell'impianto idrovoro, previa laminazione dell'onda di piena mediante gli appositi bacini della parte ovest del casello.

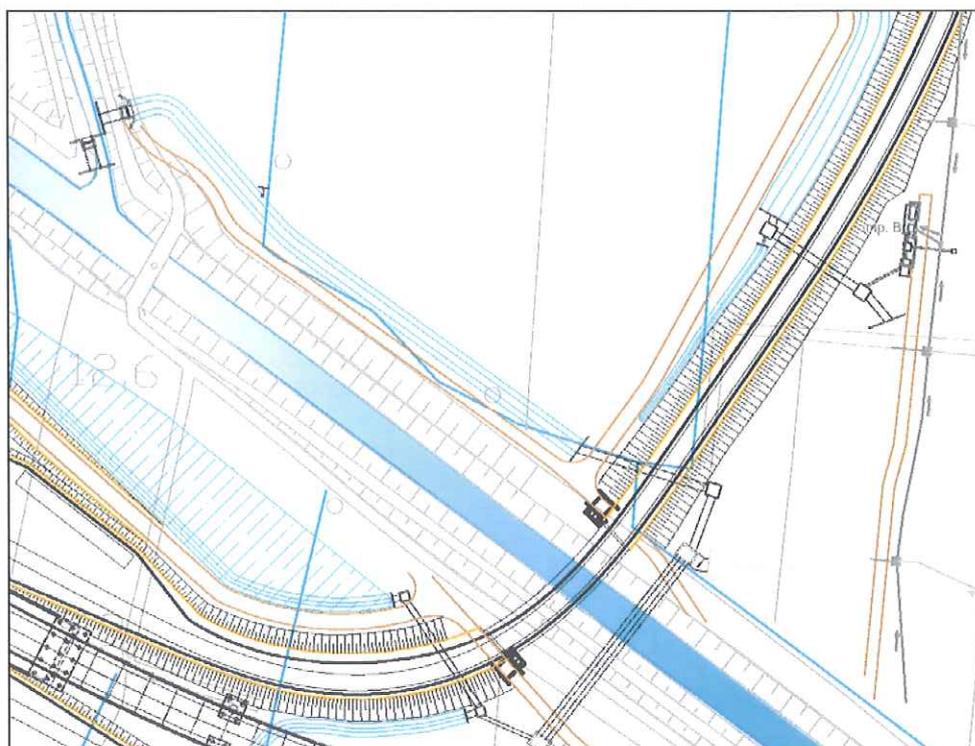


Figura 56 – Manufatto deviazione Desolino Vecchio

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

## 6.2. STIMA DELLA PORTATA AL COLMO

Per il dimensionamento di tutti i manufatti necessari alla diversione è stata condotta una stima della portata al colmo proveniente dal bacino tributario del Desolino utilizzando la formula razionale

$$Q_p = \phi JS$$

Il calcolo del tempo di corrivazione è stato svolto sulla base di formule del paragrafo precedente ottenendo i risultati di seguito tabellati

	tc[ore]
Formula di Turazza	18.41
Formula di Pasini	4.70
Formula di Ventura	5.35

Si è ritenuto plausibile adottare il valore di 4.70 h.

La stima della portata di piena con la formula razionale è stata eseguita considerando le altezze di pioggia fornite dalle curve di probabilità pluviometriche di Figura 21 relative a durate >1 ora; per Tr=50 anni i coefficienti sono pari a

a	72
n	0.306

Nell'ipotesi di un evento pluviometrico di durata pari al tempo di corrivazione del bacino, e dunque con una precipitazione totale di 116 mm, la portata al colmo, secondo la formula razionale, è pari a

$$Q_{50}=1.20 \text{ m}^3/\text{s}$$

avendo assunto un valore di  $\phi$  di 0.40 in relazione alla decisa prevalenza di aree coltivate rispetto alla superficie totale del bacino imbrifero.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

### **6.3. DESCRIZIONE DEL MANUFATTO E VERIFICHE IDRAULICHE**

#### **6.3.1. Tipologia costruttiva**

Il nuovo manufatto di intercettazione e diversione del Desolino Vecchio è previsto appena a monte della confluenza con il Dese in corrispondenza dell'attuale tombino di attraversamento dell'argine sinistro del Dese.

Il manufatto di intercettazione dovrà garantire la continuità e la carrabilità dell'attuale argine sinistro del Dese. Si prevede la posa di tubazioni scatolari prefabbricati di dimensioni interne 2.50 x 2.00 m in attraversamento del corpo arginale, posate su una platea di fondazione in calcestruzzo armato. Alle estremità della tubazione scatolare è prevista la realizzazione di muri di testa in calcestruzzo armato con fondazione a platea collegata a quella della tubazione scatolare.

Sul lato di monte della tubazione scatolare è prevista l'installazione del castello della paratoia di tipo doppia (2x2.50x1.50 m) in modo da contemplare ogni tipologia di regolazione idraulica a battente e/o sfioro.

Il manufatto di derivazione verso il nuovo canale è previsto di dimensioni e tipologia costruttiva del tutto identica a quella del manufatto di intercettazione.

Per entrambi i manufatti, a valle delle sezioni di sbocco, è previsto una protezione del fondo e delle sponde del canale in pietrame di pezzatura 30-50 cm e rinforzo delle sponde con infissione al piede di pali in legno (diametro 20 cm; n°5/m; L=3 m).

#### **6.3.2. Verifica al sifonamento**

Le opere idrauliche che presentano un dislivello idraulico tra monte e valle possono essere esposte al sifonamento, fenomeno di instabilità dovuto al moto di filtrazione che s'instaura sul terreno in cui le stesse opere sono fondate.

Il sifonamento può avvenire seguendo due modalità:

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 80 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

1. per erosione del terreno (piping) subito sotto la superficie, asportazione di particelle e formazione di canalicoli nel terreno, con conseguente accelerazione del fenomeno e perdita della stabilità strutturale dell'opera;
2. per sollevamento (heaving) istantaneo di una larga parte di terreno al piede dell'opera e conseguente instabilità strutturale della stessa.

Un metodo che permette di determinare un coefficiente di sicurezza relativo alla stabilità del manufatto nei confronti del sifonamento è quello di *Bligh*: tale metodo considera il percorso più breve (prudenzialmente rappresentato dal perimetro dell'opera a contatto con il terreno di fondazione, considerando anche sottostrutture come taglioni, palancolati, ecc.) che l'acqua dovrebbe fare per portarsi da monte a valle di uno sbarramento. Il rapporto tra la lunghezza di questo percorso e il carico d'acqua è indicato come rapporto di scorrimento:

$$C = \frac{L}{\Delta h}$$

ed è l'inverso del gradiente idraulico. Secondo il *Bligh*, affinché il manufatto sia in condizioni di stabilità nei confronti del sifonamento, deve verificarsi la relazione  $C > F$ , dove  $F$  assume per i vari terreni valori compresi tra 5 e 18.

*Lane* successivamente modificò il metodo per tener conto della maggior resistenza al passaggio dell'acqua nei percorsi verticali rispetto a quelli orizzontali variando il rapporto sopraindicato nella relazione:

$$C = \frac{\frac{1}{3} L_o + L_v}{\Delta h}$$

In questo caso dunque, per garantire la stabilità del manufatto deve essere  $C > F^*$ , con valori di  $F^*$  variabili tra 1,6 e 8,5, come si può vedere dalla seguente tabella:

Sabbia molto fine o limo	8,5
Sabbia fine	7,0
Sabbia media	6,0

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Sabbia grossa	5,0
Ghiaia fine	4,0
Ghiaia media	3,5
Ghiaia grossa con ciottoli	3,0
Massi con ciottoli e ghiaia	2,5
Argilla molle	3,0
Argilla media	2,0
Argilla compatta	1,8
Argilla molto compatta	1,6

La successiva illustra le varie grandezze presenti nella regola di Lane.

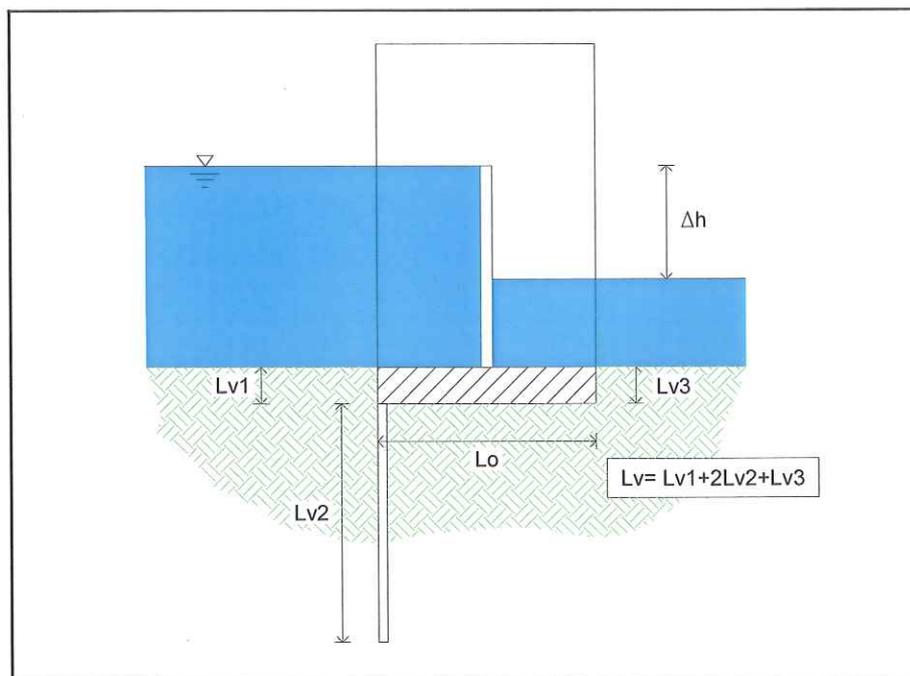


Figura 57 – Regola di Lane

Nel caso specifico, la situazione più gravosa che si presenta, ai fini della verifica al sifonamento, è quella per cui, a paratoia chiusa, nel Dese il livello sia corrispondente a quello di massima piena, pari a 12,00 m s.m.m., mentre nel Desolino Vecchio sia pari a 10,50 m s.m.m.. Si avrà dunque, considerando come quota di fondo del canale 9,70 m s.m.m.:

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

$$C = \frac{\frac{1}{3}L_o + L_v}{\Delta h} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 10 + 7}{(12.00 - 10.50)} \cong 7$$

La presenza di un taglione verticale realizzato con palancolato di 5 m di altezza ha lo scopo di aumentare il percorso verticale del percorso critico di infiltrazione. Il terreno su cui è fondato il manufatto e all'interno del quale avviene il moto di filtrazione, è stato classificato come sabbia medio-fine limosa, a cui corrisponde, secondo Lane, un valore del fattore di sicurezza F\* pari a 6.0.

Poiché è verificata la relazione  $C=7 > F^*=6.0$ , il manufatto è stabile nei confronti del sifonamento.

### 6.3.3. Gestione del nodo idraulico

Con il manufatto di diversione del Desolino Vecchio così proposto è possibile gestire le portate e i livelli idraulici in maniera efficace.

In condizioni di magra del Fiume Dese e del Desolino Vecchio risulta inutile derivare la portata di quest'ultimo verso l'idrovora del passante in quanto può defluire tranquillamente a gravità evitando costosi sollevamenti meccanici.

Con opportuna motorizzazione delle paratoie, installazione di sensori di livello sul Desolino Vecchio e specifica centralina di comando è possibile gestire automaticamente il nodo idraulico prevedendo l'intercettazione e la diversione della portata solo quando si supera un prefissato livello di guardia sul corso d'acqua secondo la seguente logica:

tirante idraulico Desolino V. [m]	Paratoia Desolino	Paratoia canale diversore
0+1	aperta	chiusa
>1	chiusa	aperta

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

#### 6.4. NUOVO CANALE DIVERSORE

A valle della paratoia di derivazione dal Desolino Vecchio, è prevista la realizzazione di un canale di sezione trapezia le cui dimensioni sono riportate nella seguente Figura 58.

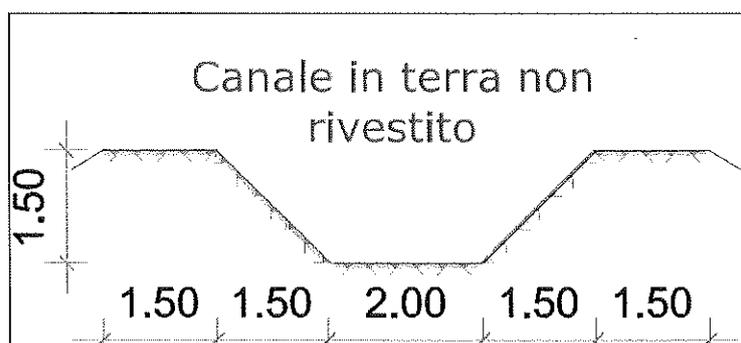


Figura 58-Sezione del canale trapezio che costituisce il primo tratto della diversione del Desolino vecchio

Nel caso che nel canale, della lunghezza complessiva di 145 m, le condizioni possano ritenersi prossime a quelle di moto uniforme, dall'applicazione della formula di Gauckler-Strickler

$$Q = k_s A R_H^{2/3} \sqrt{i}$$

dove

- A è l'area della sezione bagnata;
- $k_s$  è il coefficiente di scabrezza delle pareti e del fondo del canale, assunto pari a  $40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;
- $R_H$  è il raggio idraulico della sezione bagnata;
- $i$  è la pendenza longitudinale del canale; sulla base della quota di partenza dalla sponda del Desolino vecchio e della quota di arrivo, alla vasca di accumulo dell'impianto idrovoro; si è assunta una pendenza del fondo di 0.001.

si ottiene che il livello idrico raggiunto è di 70 cm, dunque con adeguato franco di sicurezza.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 84 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

VERIFICA CAPACITA' PORTATA DESOLINO VECCHIO ESISTENTE:  $Q=A*K_s*R_H^{2/3}*i^{1/2}$

sezione trapezia		
b=	2.5 m	
y=	0.8 m	tirante max
m=	1.5 scarpata 2:3	
A=	2.96 m <sup>2</sup>	$A_m = A_v$
P=	5.384 m	
R <sub>H</sub> =	0.550 m	
K <sub>s</sub> =	40 m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	
i=	0.00035	
Q=	1.486 m <sup>3</sup> /s	
v=	0.502 m/s	

VERIFICA CAPACITA' PORTATA NUOVA INALVEAZIONE DESOLINO VECCHIO:  $Q=A*K_s*R_H^{2/3}*i^{1/2}$

sezione trapezia		
b=	2 m	
y=	0.7 m	tirante max
m=	1 scarpata 1:1	
A=	1.89 m <sup>2</sup>	$A_m = A_v$
P=	3.980 m	
R <sub>H</sub> =	0.475 m	
K <sub>s</sub> =	40 m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	
i=	0.001	
Q=	1.455 m <sup>3</sup> /s	
v=	0.770 m/s	

Mantendo la stessa ipotesi di moto uniforme anche nella successiva tubazione che attraversa il rilevato stradale, si è potuto verificare che una tubazione in c.a. DN1000 mm si avrebbe, per  $Q=1.2 \text{ m}^3/\text{s}$ , un grado di riempimento del 68%, come si deduce dalla scale delle portate riportata in Figura 59.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

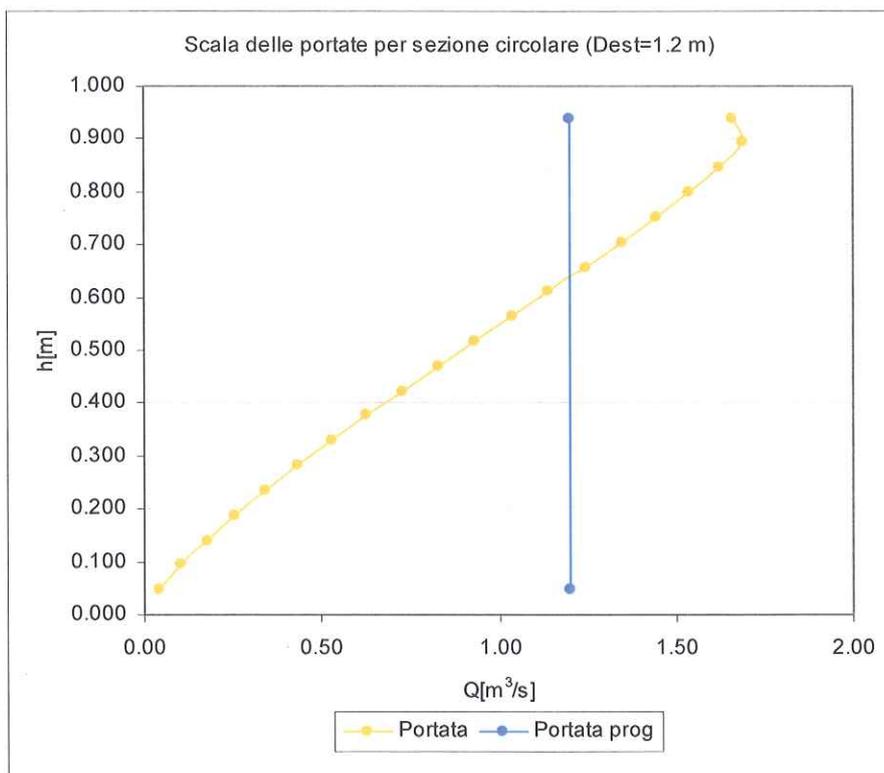


Figura 59 – Scala delle portate

Le condizioni di moto uniforme rappresentano tuttavia una forte approssimazione delle condizioni reali di moto; un ulteriore affinamento dei calcoli, relativi al tratto coperto dalla tubazione, è stato possibile applicando il software HY-8, messo a punto dal Federal Highway Administration. Il profilo risultante evidenzia che il moto all'interno del manufatto avviene a pelo libero.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

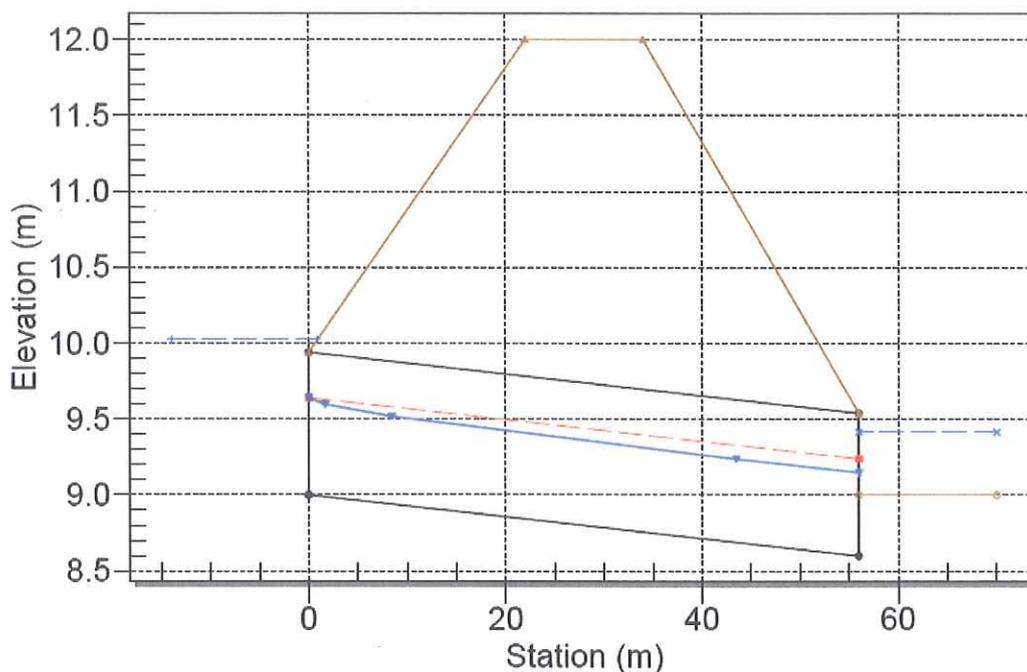


Figura 60- profilo di corrente all'interno della tubazione in c.a.(output di HY-8)

In effetti le condizioni che si instaurano nel sistema canale trapezio- condotta circolare è fortemente condizionata dal livello a cui si attesta l'acqua nella vasca di raccolta a servizio dell'impianto idrovoro. Per valutare l'influenza di eventuali condizioni critiche è stata svolta una simulazione con il software Hec-Ras per il tratto costituito dal canale trapezio e dalla tubazione in c.a., rappresentata attraverso un culvert. Imponendo che alla sezione di uscita di quest'ultimo il livello sia di 10.30 m s.m.m (considerando dunque un franco di 70 cm rispetto alla sommità della vasca), i risultati sono riportati nella seguente Figura 61.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

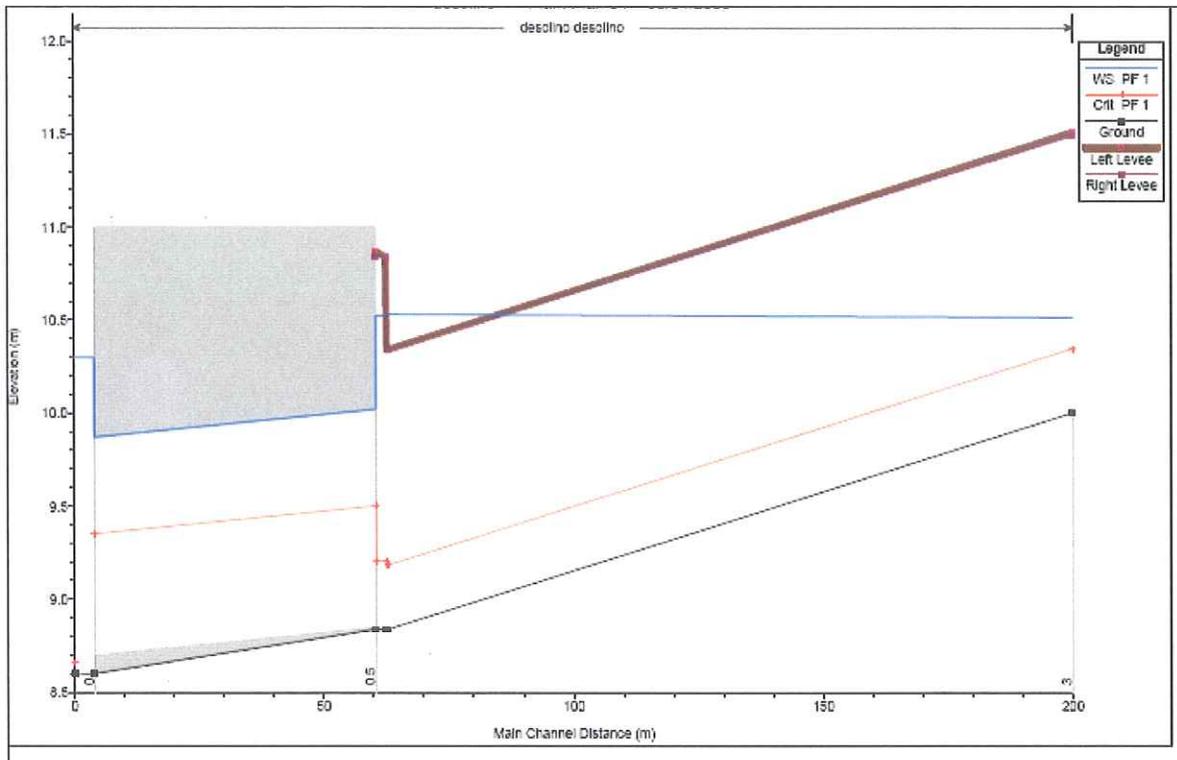


Figura 61- Risultati di Hec Ras per la diversione del Desolino vecchio

La tubazione funziona dunque a canna piena, con un regime di pressioni peraltro supportabile dal materiale; si verifica tuttavia un rigurgito a monte del manufatto, che si estende nel canale trapezoidale. I sovralti, come si evince dalla figura, sono però di modesta entità interessando un tratto di estensione davvero limitata.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

## 7. DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE

### 7.1. DRENAGGIO AREA CASELLO DI MARTELLAGO SCORZÈ

#### 7.1.1. Valutazione di compatibilità idraulica

Come già riportato nel capitolo 4, dall'esame della carta del rischio idraulico emerge che l'area in cui è prevista la realizzazione del Casello di Martellago-Scorzè ricade in area classificata ad alto rischio in base al PGBTR. Ciò è associabile ad una condizione di insufficienza dei franchi dell'argine sinistro del Dese rispetto ad eventi di piena non eccezionali e all'effetto di rigurgito che tali eventi determinano nei riguardi della rete dei fossi, degli scoli e dei corsi d'acqua minori che da nord recapitano verso lo stesso Dese. Pertanto si ritiene opportuno analizzare più in fondo le questioni di compatibilità idraulica alla luce della normativa regionale vigente (DGR 3637 del 23/12/2002; DGR 1322 del 10/05/2006, DGR 1841 del 19/06/2007) e le Ordinanze del Commissario per l'emergenza relativa agli eventi eccezionali del 26 settembre 2007.

Le norme citate ineriscono le tematiche della "Valutazione di Compatibilità Idraulica". In particolare, la normativa regionale, cui si rifà anche il Commissario Delegato per l'emergenza relativa agli eventi eccezionali del 26 settembre 2007, richiede che interventi potenzialmente incidenti sull'idrografia ed il regime idrologico del territorio, qual è la realizzazione del nuovo casello:

- siano "ammissibili" in relazione a stati di dissesto già presenti sul territorio, ovvero non aggravati tali dissesti;
- qualora diano luogo ad una variazione nell'uso del suolo (ovvero in una riduzione della permeabilità dello stesso) preveda quelle misure di compensazione atte a realizzare l'invarianza idraulica dell'intervento stesso.

Oltre a tali principi cardine la Norma fissa la frequenza dell'evento meteorico di riferimento (TR = 50 anni) e fornisce alcuni parametri elementari del coefficiente di deflusso in base all'uso del suolo e, quindi, al grado di "permeabilità" delle superfici interessate ante e post intervento. La stessa norma fornisce, inoltre, le indicazioni sugli approcci teorico concettuali da applicare per lo sviluppo delle verifiche di compatibilità.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 89 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Nel condurre le determinazioni richieste si è applicata la norma e, per quanto non espressamente previsto in essa, si sono operate delle scelte avvalendosi, delle indicazioni che derivano da pianificazioni vigenti, da indicazioni di ordine generale fornite in materia dal Consorzio di Bonifica competente per territorio nonché di analisi sulle precipitazioni nell'area d'interesse fatte svolgere dal Commissario per l'Emergenza 27/9/2007 proprio per migliorare le capacità previsionali in materia di sicurezza idraulica del territorio.

In ragione di quanto disposto dalle norme e degli altri dati ed indicazioni raccolte si sono riviste, laddove necessario, anche alcune delle determinazioni od assunzioni operate in sede di progetto preliminare.

La valutazione dell'invarianza idraulica dell'intervento richiede in sostanza che, per un evento di pioggia con TR = 50 anni:

- si valuti la portata massima scaricata dalle aree oggetto di intervento prima della realizzazione di quest'ultimo;
- si valuti la portata massima potenzialmente scaricata dalle stesse aree ad intervento eseguito;
- si provveda a determinare il volume di invaso necessario a garantire che la portata effettivamente conferita alla rete idrografica superficiale non superi quella che avrebbero prodotto le stesse aree prima dell'esecuzione dell'intervento;
- si preveda nel progetto la realizzazione dei volumi di invaso così determinati e dei necessari manufatti per il controllo delle portate in uscita.

Nel caso di specie la determinazione della portata ex ante è superata dall'imposizione, comunemente applicata nei territori in oggetto, di un coefficiente udometrico pari a 10 l/s·hm<sup>2</sup>, che si ritiene proprio delle aree adibite ad usi agricoli. Inoltre, poiché la rete di raccolta e smaltimento delle acque del casello realizza anche la continuità della rete idrografica esistente non è possibile interporre manufatti per il controllo delle portate immesse nella rete idrografica a valle del casello; ad ogni modo si è verificato che il rigurgito dei fossi prodotto da manufatti esistenti nella rete di bonifica è tale da garantire il riempimento dei volumi d'invaso previsti.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Per la valutazione dell'evento meteorico di riferimento si è adottata la curva di possibilità pluviometrica "a tre parametri" elaborata da Bixio – Fiume per "l'ambito territoriale Nord – Orientale" con TR = 50 anni. Tale assunzione deriva da specifiche indicazioni che derivano dallo studio idrologico appositamente predisposto dal Commissario per l'Emergenza 27/9/2007 .

Ai fini delle valutazioni qui condotte l'area interessata dalla costruzione del casello è divisa in due parti, che fanno capo a due diversi sistemi di raccolta e, quindi, a due differenti recapiti finali:

- la parte orientale del casello (esclusa la rampa di uscita dal Passante), che recapita le acque nel collettore di bonifica "Cà Nove";
- la parte occidentale del casello, più la rampa in uscita dalla carreggiata direzione nord del passante, che è idraulicamente connessa con questo sistema di raccolta, con recapito al nuovo impianto idrovoro a servizio del Passante e, attraverso questo, al fiume Dese.

Oltre alle acque che piovono sul casello e sulla relativa viabilità, la rete relativa alla parte occidentale del casello raccoglie e convoglia all'impianto idrovoro le acque di un più vasto comprensorio, per un'estensione di quasi 1 km<sup>2</sup>.

Per il calcolo dei volumi necessari all'invarianza idraulica si è applicata una particolare elaborazione del noto metodo di calcolo dell'invaso. Com'è noto dalla letteratura tecnica, attraverso una schematizzazione del funzionamento della rete di collettori ed imponendo all'evento di pioggia pari al tempo necessario per il riempimento dei collettori si perviene ad una relazione che lega il coefficiente udometrico all'equazione di pioggia, alle caratteristiche idrauliche dei collettori ed al volume invasato nella rete di raccolta. La capacità di vaso necessario per l'invarianza idraulica è, appunto, quel volume di vaso in rete da attribuire ai collettori affinché il coefficiente udometrico risulti inferiore a quello imposto dal criterio di invarianza stesso.

I calcoli sono stati condotti avvalendosi di tale applicativo, adottando le curve a tre parametri di Bixio e per la parte nord – orientale del retroterra veneziano.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 91 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Per applicare i metodi sopra illustrati alle soluzioni ipotizzate per il casello di Martellago si sono considerate le aree effettivamente interessate da trasformazioni, rispetto all'assetto attuale ovvero:

- le aree che saranno rese "impermeabili" poiché pavimentate per realizzare i piazzali, le viabilità di connessione, i parcheggi e la viabilità a servizio delle barriere;
- le aree che saranno rese "impermeabili" perché occupate dagli edifici di barriera;
- le aree che saranno rese "semimpermeabili" perché occupate dalla viabilità podereale in progetto;
- le aree che saranno messe a verde, ossia quelle impiegate per le mitigazioni ambientali ed i rilevati stradali.

Si è considerato che le superfici sopra elencate siano attualmente adibite ad usi agricoli, coerentemente con l'effettivo uso attuale del suolo e con l'imposizione di un coefficiente udometrico pari a  $10 \text{ l/s-hm}^2$ , mutuato dalle citate pianificazioni esistenti, essendo tale valore quello solitamente impiegato nella valutazione dell'invarianza idraulica. Non si sono considerate le aree relative al rilevato del Passante già realizzato poiché per esse sono già previsti volumi di invaso per limitare la portata rilasciata ai recapiti finali, volumi che saranno mantenuti (il fosso di guardia dell'autostrada sarà conservato, pur modificandone la disposizione planimetrica) e che, coerentemente, non entrano nel computo dei volumi garantiti dalle aree di laminazione previste nel progetto del nuovo casello.

Il progetto prevede che per la **parte est del casello** la trasformazione dell'uso del suolo interessi una superficie pari a  $127.300 \text{ m}^2$ ; un'aliquota di tale estensione, pari a  $20.000 \text{ m}^2$  (area di compensazione e parte dell'argine i cui afflussi meteorici sono conferiti direttamente nel fiume), sarà utilizzata per la realizzazione di una cassa di espansione sul Dese, pertanto anziché contribuire alla formazione della portata nella rete idrografica minore andrà a formare un volume di laminazione, che non deve essere computato nella presente trattazione. L'area efficace ai fini del calcolo del volume di laminazione è quindi pari a  $107.300 \text{ m}^2$ , in base alle valutazioni riportate nella seguente Tabella 4 essa, una volta realizzati gli interventi in progetto, avrà un coefficiente di deflusso medio pari a 0,41.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 92 di 136
---	--------------	-------------------

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.</b>	<b>Progettazione:</b> ZOLLET INGEGNERIA srl <b>Elaborato:</b> CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

*Tabella 4 – determinazione del coefficiente di deflusso complessivo per la parte di casello est*

Aree interessate dalla trasformazione dell'uso del suolo	S m <sup>2</sup>	Stato di fatto		Stato di progetto	
		$\phi$	S <sub>eq</sub> m <sup>2</sup>	$\phi$	S <sub>eq</sub> m <sup>2</sup>
Superfici rese impermeabili (aree asfaltate ed edifici)	28.920	0,10	2.892	0,90	26.028
Superfici rese semimpermeabili (viabilità podereale in bianco)	5.240	0,10	524	0,60	3.144
Superfici sistemate a verde (cigli e scarpate, aree di mitigazione, bacini di laminazione)	73.140	0,10	7.314	0,20	14.628
<b>Valori complessivi</b>	<b>107.300</b>	<b>0,10</b>	<b>10.730</b>	<b>0,41</b>	<b>43.800</b>

Imponendo una portata massima recapitata alla rete idrografica territoriale pari a 107 l/s, ovvero pari a 10 l/s-hm<sup>2</sup>, applicando il metodo dell'invaso si determina il volume necessario alla laminazione in 3.768 m<sup>3</sup>, corrispondenti a circa 351 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>. Tale volume sarà ricavato all'interno dell'area interclusa tra il piazzale, la rotonda ed il nuovo argine del Dese. In tale sito si realizzerà un bacino di laminazione con un estensione pari a circa 5.500 m<sup>2</sup>, che sarà approfondita mediamente di 70 cm rispetto al piano campagna.

Per la **parte ovest del casello**, compresa la rampa dalla carreggiata in direzione Trieste al piazzale est, connessa idraulicamente con la parte ovest, la trasformazione dell'uso del suolo interessa una superficie pari a 159.140 m<sup>2</sup>, con un coefficiente di deflusso medio pari a 0,36, che discende dalle valutazioni riportate nella Tabella 5.

*Tabella 5 – determinazione del coefficiente di deflusso complessivo per la parte di casello ovest*

Aree interessate dalla trasformazione dell'uso del suolo	S m <sup>2</sup>	Stato di fatto		Stato di progetto	
		$\phi$	S <sub>eq</sub> m <sup>2</sup>	$\phi$	S <sub>eq</sub> m <sup>2</sup>
Superfici rese impermeabili (aree asfaltate ed edifici)	32.022	0.10	3.202	0.90	28.820
Superfici rese semimpermeabili (viabilità podereale in bianco)	6.062	0.10	606	0.60	3.637
Superfici sistemate a verde (cigli e scarpate, aree di mitigazione, bacini di laminazione)	121.056	0.10	12 106	0.20	24.211
<b>Valori complessivi</b>	<b>159.140</b>	<b>0.10</b>	<b>15 914</b>	<b>0.36</b>	<b>56.668</b>

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Imponendo anche in questo caso una portata massima in uscita pari a 159 l/s il volume di laminazione necessario a garantire l'invarianza risulta essere, dall'applicazione del metodo dell'invaso pari a 4711 m<sup>3</sup>, pari a 296 m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup>.

Il volume di laminazione necessario per il rispetto delle vigenti norme è ampiamente garantito in quanto è parte di quello necessario per limitare le portate conferite all'idrovora.

### **7.1.2. Acque di prima pioggia**

#### *7.1.2.1. Generalità e normativa di riferimento*

Le acque meteoriche drenate dalla piattaforma stradale sono cariche di sostanze tossiche inquinanti, in particolare quelle che defluiscono negli istanti iniziali di un evento meteorico, chiamate acque di prima pioggia, lo sono in modo particolare, poiché svolgono un'azione di "lavaggio" delle superfici e dell'atmosfera.

Ai fini del dimensionamento delle vasche, il riferimento legislativo che sovente si richiama, in mancanza di apposita normativa regionale, è costituito dalla L.R della Lombardia del 27 maggio 1985 n°62 relativa alla "Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili delle fognature pubbliche e tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento". L'art. 20 comma 2 di tale legge regionale definisce "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. Lo stesso articolo stabilisce che, ai fini del calcolo delle portate, tale precipitazione deve considerarsi avvenire per una durata di 15 minuti e indica un coefficiente di afflusso,  $\phi$ , alla rete pari a 1 per le superfici lastricate o impermeabilizzate e pari a 0,3 per quelle permeabili.

$$W_p = h S \phi$$

dove S è la superficie drenante e h è la pioggia che la vasca deve catturare. Nella progettazione del Passante di Mestre questo valore è considerato pari a 5 mm, vista l'importanza strategica dell'opera e l'impatto su un territorio particolarmente vulnerabile.

Seguendo il medesimo criterio, nel presente caso dunque il volume da assegnare alla vasca di prima pioggia è:

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 94 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

$$W_p = 0.005 S$$

in cui S è in m<sup>2</sup> per avere W<sub>p</sub> in m<sup>3</sup>.

In questo modo, si è assunto che la capacità massima da assegnare ad ogni singolo accumulo sia tale da garantire la raccolta del volume della prima pioggia, lasciando alla capacità d'invaso delle singole canalizzazioni (fossi di guardia) la possibilità di accumulare i volumi d'acqua relativi ad eventi di precipitazione successivi (seconda pioggia).

#### 7.1.2.2. Impianti di trattamento esistenti lungo il Passante di Mestre

Lungo il tratto di Passante a cavallo del ponte sul Fiume Dese sono presenti n°3 impianti di trattamento delle acque di prima pioggia localizzati sul lato ovest del corpo stradale che, assieme alla rete di raccolta dedicata, raccolgono le acque ricadenti su un'area complessiva di circa 36'000 m<sup>2</sup> così suddivisi:

*Tabella 6 – impianti di trattamento acque di prima pioggia esistenti*

deniminzazione impianto	Superficie drenata [m <sup>2</sup> ]
A	18'000
B	8'000
C	10'000
<b>TOTALE</b>	<b>36'000</b>

La rete di raccolta è costituita da griglie 40x70 cm su pozzetti prefabbricati in c.a. distribuite lungo il bordo delle superfici asfaltate ad interasse di 12 m, collettori di collettamento DN 315, DN400 in PEAD corrugato, tubazioni di invaso delle acque di prima pioggia DN600 in cls e pozzetti di sfioro delle acque di seconda pioggia nei fossi di guardia.

Le acque raccolte nei collettori di invaso vengono convogliate agli impianti di trattamento dimensionati per una portata trattata in continuo di 3 l/s e restituzione quindi del volume di prima pioggia ai fossi di guardia entro le 12 ore successive.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 95 di 136
---	--------------	-------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

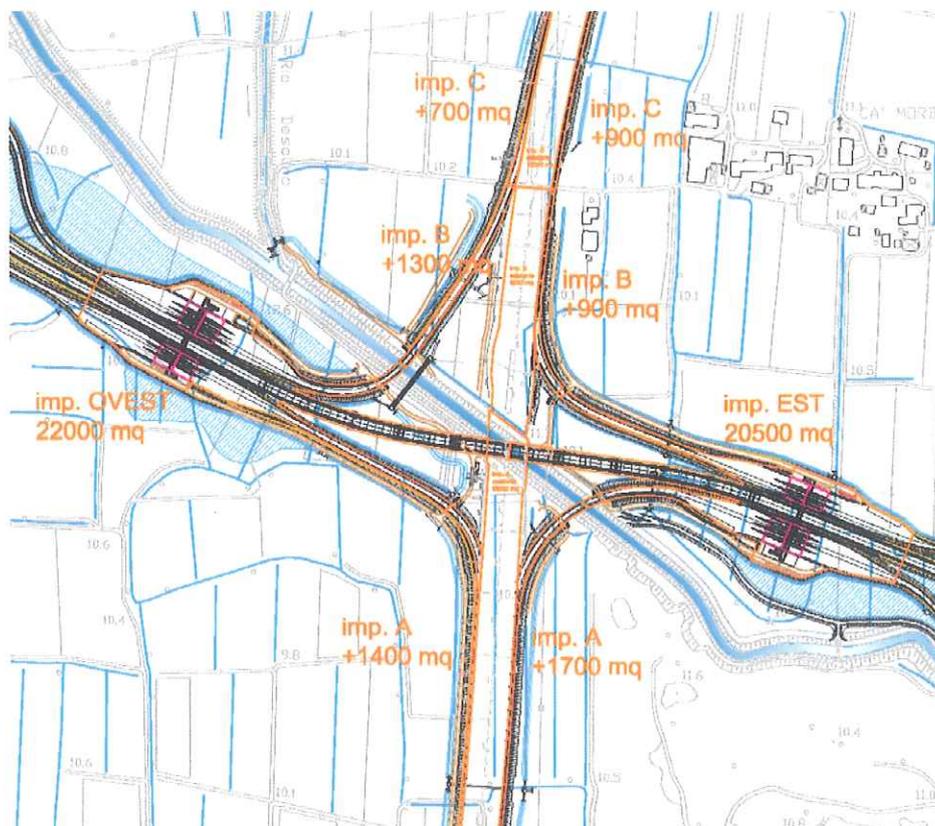
Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

7.1.2.3. *Rete di raccolta ed invaso di progetto*

Si prevede di realizzare n°2 nuovi impianti di trattamento delle acque di prima pioggia con relativa rete di raccolta ed invaso, da posizionarsi uno sul lato est e l'altro su quello ovest del nuovo casello e quindi drenare le rispettive aree asfaltate. La tipologia costruttiva si assume del tutto simile a quella degli impianti esistenti lungo il tratto di passante a cavallo del ponte sul Dese. Il volume di prima pioggia da assegnare alla porzione est ed ovest del nuovo casello è stato determinato con le indicazioni riportate nel par 7.1.2.1 ed è riportato nella seguente tabella:

*Tabella 7 – Volume di prima pioggia ( $W_p$ ) per il nuovo casello di Martellago*

Area rif.	Denom. impianto	Sup. drenata [m <sup>2</sup> ]	$W_p$ [m <sup>3</sup> ]
Casello est	EST	20'500	103
Casello ovest	OVEST	22'000	110



*Figura 62- Aree di pertinenza impianti di prima pioggia esistenti (A,B,C) e di progetto (est; ovest)*

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Le superfici di pertinenza di ogni singola porzione di casello comprendono, oltre che ai piazzali delle barriere stradali, anche le rampe di ingresso/uscita e viadotti comprese fra il piazzale principale ed il F. Dese.

Restano escluse dalle aree di pertinenza dei nuovi impianti: la bretella di uscita da nord e la bretella di ingresso a nord del sottopasso stradale che verranno collegate alla rete di pertinenza degli impianti esistenti B e C; la bretella di uscita da sud e la bretella di ingresso a sud del sottopasso stradale che verranno collegate alla rete di pertinenza dell'impianto esistenti A.

Gli impianti esistenti denominati A e C sono in grado di assorbire l'aumento di area di competenza, per l'aggiunta delle rampe del casello, senza la modifica dell'attuale assetto di trattamento (per l'impianto A c'è un aumento di area di trattamento di circa 3000 m<sup>2</sup> che corrisponde a circa il 17% dell'attuale area trattata; per l'impianto C c'è un aumento di area di trattamento di circa 1600 m<sup>2</sup> che corrisponde a circa il 16% dell'attuale area trattata).

Per l'impianto B c'è un aumento di area di trattamento di circa 2200 m<sup>2</sup> che corrisponde però a circa il 30% dell'attuale area trattata; ne consegue quindi la necessità di aumentare la portata di trattamento dell'impianto dagli attuali 3 l/s alla nuova portata di 4 l/s mediante l'aggiunta di n°1 filtro a carboni attivi nell'apposita sede già predisposta, verificando sul campo che le attuali pompe installate nella sezione di sollevamento siano in grado di compensare l'aumento di portata.

Il volume di laminazione per le nuove aree del casello est ed ovest viene realizzato sfruttando il tubo collettore in c.a.  $\Phi 600$  mm posto lungo il perimetro del casello autostradale.

Il volume netto viene calcolato considerando una quota massima ammessa nella vasca di trattamento e nella rete di drenaggio pari a 11,20 m s.l.m. per l'impianto est e 11,90 m s.l.m. per l'impianto ovest, a tale quota viene inoltre impostata la quota di sfioro del troppo pieno nei fossi di guardia in corrispondenza degli appositi "pozzetti di sfioro". La messa in funzione di tale troppo pieno dovrebbe è prevista comunque solo per eventi imprevedibili di eccezionale importanza.

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

*Tabella 8 – Volume di invaso acque di prima pioggia a disposizione*

Denom. impianto	Ø condotta invaso [mm]	L condotta [m]	Vol. disponibile [m <sup>3</sup> ]
EST	600	550	155 >W <sub>p, est</sub>
OVEST	600	510	144 >W <sub>p, ovest</sub>

La rete di raccolta è costituita da griglie 40x70 cm su pozzetti prefabbricati in c.a. distribuite lungo il bordo delle superfici asfaltate ad interasse di 12 m, tubazioni di collettamento DN315, DN400 in PEAD corrugato, tubazioni di invaso delle acque di prima pioggia DN600 in cls e pozzetti di sfioro delle acque di seconda pioggia nei fossi di guardia.

Notoriamente le opere idrauliche stradali di questo tipo sono messe in crisi da brevi scrosci particolarmente intensi. La massima portata in arrivo in ogni griglia-caditoia è valutabile con l'usuale Metodo cinematico o razionale applicato alla sezione terminale del tratto compreso tra due caditoie:

$$Q = \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c}$$

Considerando un interasse fra le caditoie di 12 m, un coefficiente di deflusso prudenzialmente pari a 1 e ipotizzando che ogni caditoia sottenda un bacino di circa S = 200 m<sup>2</sup> (piattaforma stradale delle rampe e piazzali barriera), uno scroscio particolarmente estremo con intensità j = 200 mm/ora e della durata di 5 minuti (pari a circa il tempo di corrivazione della piattaforma stradale fra due caditoie), produce una portata massima in arrivo di circa 10 l/s che risulta quindi compatibile con la capacità di deflusso della griglia.

Ogni caditoia conferiranno le portate raccolte al collettore principale, grazie a delle condotte in PEAD corrugato (Φ=315 mm e Φ=400 mm), con massimo grado di riempimento γ=0.75, pendenza minima 0.5%, in grado di smaltire quindi al minimo rispettivamente 65 l/s (n° 7 caditoie in serie) e 140 l/s (n° 14 caditoie in serie).

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 98 di 136
---	--------------	-------------------

**AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO**

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

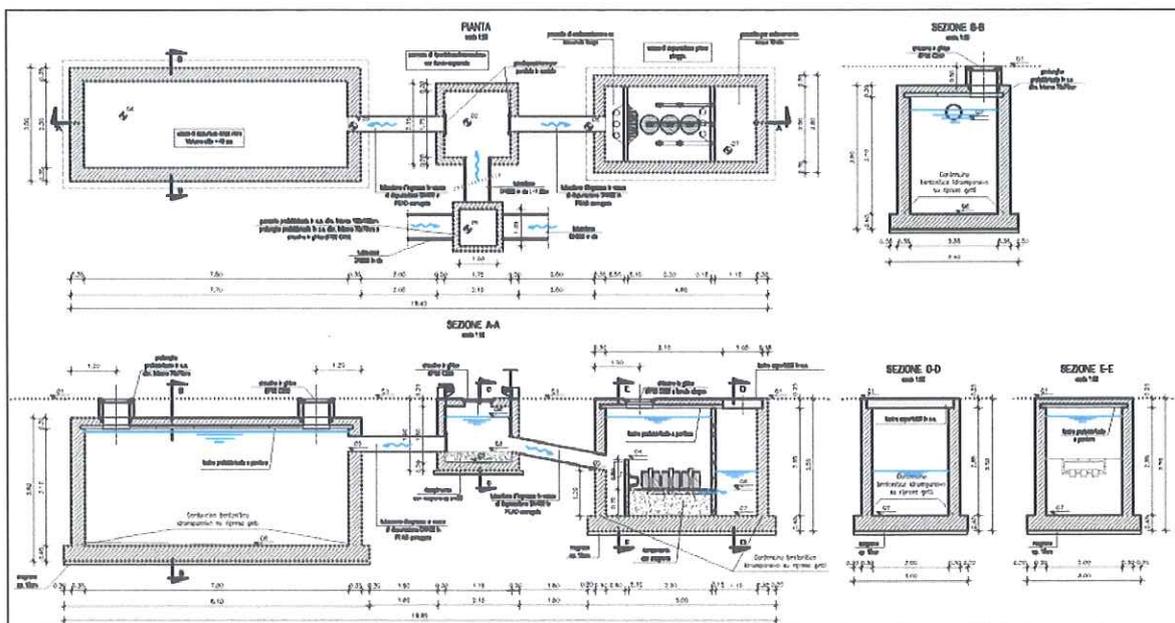
Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

**7.1.2.4. Impianti di trattamento acque di prima pioggia**

All'inizio di un evento meteorico le prime acque raccolte dalla piattaforma stradale, corrispondenti alle acque di prima pioggia, vengono confluite nella vasca di depurazione posta a piano campagna. Il progredire dell'evento meteorico determina l'aumento del livello dell'acqua nella vasca, fino a raggiungere il livello che corrisponde al volume delle acque di prima pioggia, a questo punto le acque iniziano a sfiorare nei fossi di guardia mediante le apposite bocche di sfioro posizionate nei pozzetti di sfioro distribuiti lungo la condotta di invaso.

Le acque di prima pioggia risultano immagazzinate nella condotta di invaso e nella vasca di depurazione, e da questi, al termine dell'evento piovoso, vengono depurate e sollevate, mediante pompa di sollevamento a bassa portata, e conferite all'idrografia superficiale.

La stazione di trattamento delle acque di prima pioggia viene dimensionata per consentire la filtrazione di 3 l/s, questo permette di svuotare la vasca di prima pioggia in un tempo inferiore a 24 ore. Il lasso di tempo previsto per lo svuotamento delle vasche è compatibile con quanto previsto dalla Normativa della Regione Lombardia, che prevede lo svuotamento nelle 48 ore successive all'evento meteorico.



*Figura 63- Schema costruttivo impianti di trattamento acque di prima pioggia*

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

La prima sezione della vasca è anche collegata alla vasca di contenimento dell'“Onda Nera”, ossia dei liquami che possono essere sversati accidentalmente sulla piattaforma stradale. Infatti la vasca di prima pioggia ha capacità superiore a 40 mc, che è il valore cautelativo assunto per poter immagazzinare tutto il liquido riversato accidentalmente da un'autocisterna sulla piattaforma stradale (circa 30 mc) più eventuale fanghiglia o acqua di lavaggio della strada. L'“Onda Nera” viene trattenuta in tale vasca cieca in quanto la pompa di svuotamento della vasca entra in funzione soltanto al termine di un evento piovoso, inoltre è possibile bloccarne il funzionamento dalla centrale di controllo. Il liquame inquinante eventualmente immagazzinato nella vasca di contenimento dell'onda nera deve essere rimosso, tempestivamente, mediante autocisterna, questo perchè la pompa posizionata nella vasca di trattamento ha caratteristiche idonee per il sollevamento delle sole acque meteoriche. Inoltre il tipo di liquame da sollevare può risultare il più disparato, pertanto non è possibile individuare un sistema di sollevamento fisso in grado di sollevare qualsiasi elemento.

La vasca di depurazione è realizzata in cemento armato prefabbricato e gettato in opera, all'interno della quale vengono collocate delle cartucce filtranti ricaricabili, ciascuna delle quali in grado di trattare una portata di 1 l/s, pertanto nell'impianto vengono collocati 3 filtri.

Questo impianto, basato sui filtri della ditta *Stormwater*, svolge la propria azione filtrante mediante il passaggio dell'acqua attraverso le cartucce, le quali trattengono il particolato e adsorbono le sostanze inquinanti, quali ad esempio i metalli disciolti, i nutrienti e gli idrocarburi. Durante il filtraggio vengono rimossi anche le schiume superficiali, gli oli ed i grassi. Importante evidenziare come tale rendimento depurativo abbia efficacia sia per le sostanze mantenute in sospensione dalla corrente sia per quelle in soluzione. Una volta filtrata l'acqua viene scaricata nel fosso di recapito attraverso uno scarico a gravità.

#### *Funzionamento delle cartucce*

L'acqua filtra attraverso la cartuccia e riempie il tubo centrale, al cui interno è inserito un galleggiante. All'aumentare del livello dell'acqua l'aria contenuta nel filtro viene espulsa attraverso una valvola posta all'estremità della cartuccia. Quando il tubo centrale è riempito, il galleggiante si porta in posizione di apertura permettendo all'acqua filtrata di

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 100 di 136
---	--------------	--------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

fluire dal fondo della cartuccia nel sistema di raccolta, imponendosi, per l'effetto sifone, una filtrazione attraverso l'intera cartuccia.

Nelle figure di seguito riportate è contenuto uno schema di funzionamento di detto tipo di impianto.

Tale processo continua finché il livello dell'acqua scende al di sotto dei regolatori di sfiato, quindi l'effetto sifone cessa e l'aria rientra nel tubo centrale attraverso la parte interna dell'involucro della cartuccia.

Il riempimento dei filtri, come descritto in seguito con maggior dettaglio, è realizzabile con una serie di materiali filtranti per trattenere selettivamente le sostanze inquinanti, potendo in questo modo incidere su: sedimenti, fosforo, nitrati, metalli sciolti olii e grassi.

#### *Caratteristiche dei materiali di riempimento dei filtri*

Come accennato in precedenza, vari sono i possibili materiali da utilizzare per il riempimento dei filtri, essendo in questo caso stato valutato che la combinazione più efficace per il trattamento di acque di prima pioggia provenienti dal dilavamento di superfici stradali sia quella che prevede:

- il 25% di perlite
- il 25% di zeolite
- il 50% di carboni attivi

avendo posto per ciascuno di tali componenti alcune considerazioni specifiche.

#### Perlite

È indicata per la rimozione di:

- materiali sedimentabili;
- oli e grassi;
- nutrienti

La perlite è una cenere naturale vulcanica, di composizione simile al vetro e in apparenza anche alla pomice. Per essere usata come mezzo filtrante, deve passare attraverso un

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 101 di 136
---	--------------	--------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

processo di riscaldamento al fine di assumere una forma leggera, pluricellulare ed espansa.

Questa forma espansa ha una struttura-consistenza ruvida-grossolana, densità molto bassa, alta superficie (specifica), ed è chimicamente inerte il che rende la perlite un eccellente mezzo fisico filtrante.

Usata nello StormFilter si è dimostrata la scelta migliore per la rimozione dei materiali sedimentabili, degli oli e dei grassi. La sua natura pluricellulare è la chiave dell'eccellente capacità di trattenere i sedimenti e assorbire gli oli e i grassi. La struttura ruvida della perlite espansa crea un letto di materiale altamente poroso che le permette di avere la più alta capacità di immagazzinare i materiali sedimentabili, gli oli e i grassi rispetto alle altre possibili mezzi disponibili.

Oltre ad avere dimostrato una eccellente capacità di rimozione dei materiali sedimentabili, la perlite può anche provvedere alla rimozione dei nutrienti non disciolti che sono incapsulati agganciati solidi organici che essa blocca.

In aggiunta alle sue eccellenti prestazioni, la perlite viene scelta per la sua efficienza nei costi. Non solo il costo iniziale del materiale è basso, ma anche il costo del suo uso è ulteriormente ridotto dalla sua densità e compattabilità estremamente basse. La bassa densità permette che sia facile da maneggiare e meno costosa da trasportare, mentre proprio tale caratteristica permette al materiale di essere compattato prima della collocazione riducendo così sia il volume dei residui che i costi di smaltimento.

Mentre ha un'eccellente capacità di filtrazione di sedimenti, oli e grassi, non dà rimozione di sostanze chimiche solubili a causa della sua natura chimica inerte. Se si dovessero rimuovere inquinanti solubili, si raccomanda di combinare la perlite con qualunque altro dei mezzi filtranti offerti.

### Zeolite

È una componente indicata per la rimozione di metalli solubili ed ammoniaca.

Col termine "zeolite" si indica una famiglia di materiali idrati – alluminosilicati (sia naturali che sintetici), con una matrice minerale altamente porosa che trattiene i cationi metallici alcalini "leggeri" (idealmente gli ioni del sodio). Il vantaggio dell'uso di zeolite nella

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 102 di 136
---	--------------	--------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

depurazione delle acque consiste alla sua capacità di usare una reazione di scambio cationico che rimuove altri cationi come zinco, rame, piombo e ammoniaca dall'acqua. Durante la reazione di scambio cationico, i cationi metallici "leggeri" della matrice di zeolite vengono sostituiti dai cationi metallici "più pesanti", come il rame, nell'acqua.

La zeolite usata ha una capacità di scambio cationi (CEC) fra i 100 e 220 meq/100g. La clinoptilolite (ha caratteristiche inerti ) che la rendono un eccellente mezzo di rimozione dei metalli quando non è possibile usare CSF. Può essere usata assieme ad altri mezzi come GAC e perlite quando non ci sono metalli.

CAG=Carbone attivo granulare

L'utilizzo di carboni attivi è indicato per rimuovere oli, grassi, metalli complessi e contaminanti organici antropogenici.

Il Gac è ampiamente usato come mezzo di filtrazione dell'acqua per rimuovere i composti organici. Consiste in puro carbone la cui struttura microporosa è stata modificata con vapore o l'"attivazione" acida. L'alto contenuto di C e la sua natura porosa spiegano la grande capacità di rimuovere i composti organici tramite l'assorbimento. Poiché questo non è che la spartizione fisica dei composti sulle grandi superficie specifica del carbone, l'"attivazione" del C (che dà il GAC) gli fornisce un'enorme superficie su cui avviene l'assorbimento.

In caso di soli contaminanti organici antropogenici, il GAC fornisce il miglior livello di trattamento delle acque di pioggia. Poiché questo non accade sovente, GAC è solitamente combinato con altri mezzi come la perlite, la zeolite per il trattamento di altri contaminanti. GAC + perlite dà la configurazione più effettiva costi-benefici poiché l'efficacia del GAC è drasticamente ridotta se è coperto con alte concentrazioni di oli, grassi e materiali sedimentabili pesanti che possono restringere le vie di accesso alle superfici dei pori all'interno dei granuli di GAC.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 103 di 136
---	--------------	--------------------

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE          CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO          PROGETTO DEFINITIVO</b>	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

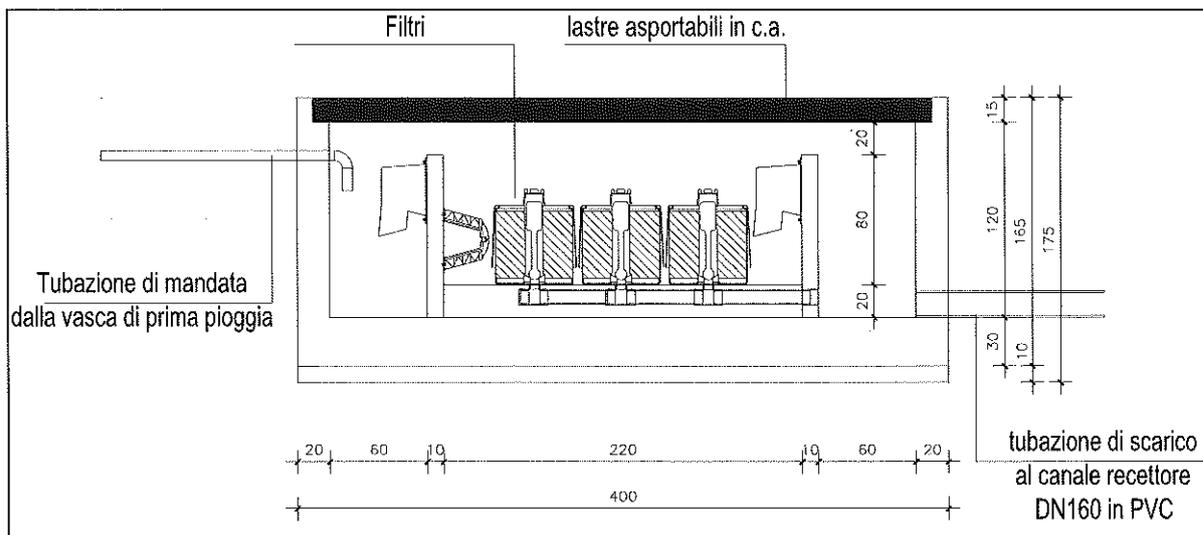


Figura 64- Schema tipo impianto trattamento acque prima pioggia con sistema a cartucce filtranti ricaricabili

## 7.2. DRENAGGIO VIABILITÀ DI COLLEGAMENTO

### 7.2.1. Generalità

Il dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche è stato svolto perimetrando i bacini da drenare, individuando i recapiti finali delle acque raccolte e valutando i volumi in funzione della pluviometria della zona in cui ricade l'opera da realizzare. Giova segnalare che, a causa della sovrapposizione della nuova arteria stradale con la rete di bonifica, i fossi di guardia ai piedi dei rilevati sono destinati non solo alla raccolta delle acque di piattaforma, ma anche al drenaggio dei terreni attraversati; ciò dipende dal fatto che la piattaforma stradale interrompe l'attuale continuità idraulica della rete di bonifica ed, in taluni casi, i tratti in rilevato tenderanno ad impedire il libero deflusso delle acque di ruscellamento verso gli attuali recapiti finali.

La verifica idraulica del sistema di smaltimento richiede la stima delle portate in ingresso e dovute alle precipitazioni meteoriche; nel presente caso, le portate intercettate dalla piattaforma stradale o che si generano per scorrimento sui terreni sono state stimate con la semplice formula razionale.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

$$Q_p = \varphi JS$$

in cui

- $\varphi$  è il coefficiente di deflusso assunto pari a 0.90 per le strade asfaltate e 0.30 per le superfici inerbite;
- $J$  è l'intensità di pioggia in mm/h; è il rapporto fra l'altezza di pioggia di durata  $t_p$  e tempo di ritorno  $T_r$  e la durata stessa;
- $S$  è la superficie del bacino le cui acque superficiali devono essere intercettate ed allontanate verso prefissati recapiti.

Le incertezze che accompagnano la determinazione del tempo di corrivazione sono state già esposte; la circostanza assume particolare importanza per le piattaforme stradali che costituiscono bacini del tutto particolari. Per questo motivo si è ritenuto opportuno ricorrere ad un'espressione riportata nella letteratura tecnica e proveniente dai risultati di un lavoro svolto nel 1971 dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland su cunette e fossi di guardia

$$t_c = \left[ 26.3 \frac{(L/k_s)^{0.6}}{3600^{(1-n)0.4} a^{0.4} i^{0.3}} \right]^{1/(0.6+0.4n)} \quad [s]$$

in cui

- $L$  è la lunghezza della cunetta o della superficie scolante [m];
- $k_s$  è il coefficiente di resistenza di Gauckler e Strickler [ $m^{1/3}/s$ ];
- $a, n$  sono i parametri della curva di probabilità pluviometrica, corrispondenti al tempo di ritorno scelto ai fini del dimensionamento;
- $i$  è la pendenza media della superficie scolante [m/m].

Come già anticipato, le stime sono state condotte considerando un tempo di ritorno di 50 anni che consente di verificare il sistema di raccolta in condizioni particolarmente gravose e di stabilire se si è disposti ad accettare eventuali fallanze del sistema di raccolta e smaltimento.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 105 di 136
---	--------------	--------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

I sistemi di raccolta previsti variano in relazione al tipo di sezione stradale.

### 7.2.2. Sottopassi stradali

Dal punto di vista idraulico, un sottopasso può essere schematicamente suddiviso fra:

- rampe scoperte di approccio,
- il corpo principale di sottopasso,
- la vasca di accumulo delle acque,
- l'impianto di sollevamento/restituzione delle acque all'idrografia superficiale.

La stima delle portate massime scaricate dalle **rampe scoperte** viene valutata con l'usuale metodo razionale combinato alla teoria della Civil Engineering Department dell'Università del Maryland per la valutazione del tempo di corrivazione. Per il convogliamento delle acque si utilizzeranno tubazioni DN300, posizionate sotto i marciapiedi su entrambi i lati, con apposite caditoie. La pendenza longitudinale è quella della strada.

La portata che la canaletta può far defluire è stata stimata attraverso la formula di Gauckler-Strickler

$$Q = k_s A R_H^{2/3} \sqrt{i}$$

dove

- A è l'area della sezione bagnata;
- $k_s=70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  è il coefficiente di scabrezza della canaletta in calcestruzzo;
- $R_H$  è il raggio idraulico della sezione bagnata;
- $i$  è la pendenza longitudinale della canaletta, pari alla pendenza longitudinale del tratto di strada.

Questo tipo di tubazione è in grado di smaltire agevolmente portate dell'ordine di 150÷180 l/s considerando una pendenza media longitudinale delle rampe attorno al 2÷2.5%.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 106 di 136
---	--------------	--------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Per il sottopasso agricolo, date le dimensioni notevolmente ridotte, si prevede di smaltire le acque semplicemente con cunette alla francese su entrambi i bordi delle rampe e sottovia.

Il **corpo principale di sottopasso** ha idraulicamente solo la funzione di collettare le acque provenienti dalle rampe scoperte fino alla vasca di accumulo. A questo scopo si prevede la posa di condotte n°2 tubazioni DN300 in PVC, in quanto la minor pendenza implica di aumentare l'area della sezione idraulica disponibile, cercando però di limitare gli ingombri in altezza. Nei punti singolari come cambi di pendenza (ad esempio innesto rampa-sottovia) o confluenze sarà prevista la posa di appositi pozzetti in c.a.

Per i sottopassi in progetto è prevista la realizzazione di **vasche di accumulo** in grado di accogliere le portate da smaltire nonché eccedenti quelle che istantaneamente l'impianto è in grado di sollevare (volume di compenso + volume di laminazione).

Questo con lo scopo di limitare le potenze elettriche da installare e contemporaneamente permettere una razionale utilizzazione dell'impianto anche per portate più esigue di quelle massime da sollevare.

Il manufatto che ospita le pompe è provvisto di una vasca di compenso di capacità idonea a limitare a 15 il numero massimo di azionamenti orari di ciascuna macchina. Tale volume è funzione: della portata di esercizio delle pompe, della portata in ingresso e della sequenza di attivazione delle elettropompe. Nel caso presente si è optato per la sequenza che prevede l'avviamento progressivo delle macchine al raggiungimento di livelli predeterminati (corrispondenti al riempimento di una frazione del volume di compenso) e l'arresto simultaneo di tutte le pompe precedentemente azionate al raggiungimento del minimo livello previsto nella vasca (corrispondente alla minima sommersenza richiesta dalla pompa – sequenza 2, *Figura 65*).

Con tale sequenza di lavoro, il volume complessivo della vasca di sollevamento, per un impianto con pompe uguali fra loro è dato dalla seguenti relazioni:

$$V_1 = T_{c1} \frac{Q_1}{2} = \frac{3600}{15} \cdot \frac{Q_1}{2}$$

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 107 di 136
---	--------------	--------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

$$\frac{\sum V_k}{V_1} \longrightarrow \text{(da grafico Figura 65 in funzione del n° di pompe)}$$

essendo  $V_k$  ( $m^3$ ),  $T_{Ck}$  [s], e  $Q_k$  [ $m^3/s$ ] il volume di compenso, il tempo di ciclo e la portata di esercizio relativi alla k-esima pompa azionata.

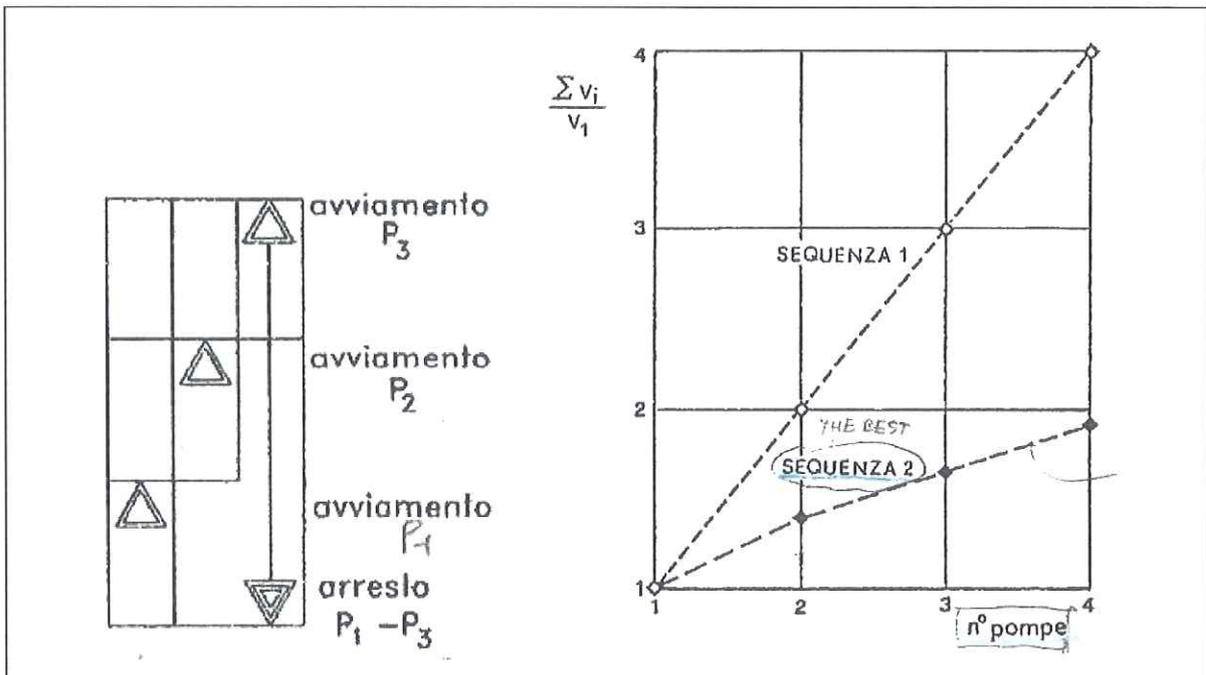


Figura 65 – Funzionamento pompe in “sequenza 2” e grafico dei volumi utili da assegnare alle vasche nel caso di pompe tutte uguali ( $Q_i = Q_1$  e  $T_{ci} = T_{c1}$ )

La frazione della vasca di accumulo destinata alla funzione di laminazione dell'onda di piena è determinata dalla differenza fra il volume in arrivo ed il volume sollevato dalle pompe che conduce alla seguente relazione:

$$V_{acc} = (Q_{pioggia} - Q_{soll}) \left[ t_{pioggia} - t_c \frac{Q_{soll}}{Q_{pioggia}} \right]$$

in cui

- $Q_{pioggia}$  è la portata proveniente dalla piattaforma stradale, valutata con la formula razionale dianzi vista e considerando diverse durate dell'evento;

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

- $Q_{soll}$  è la portata di pompaggio;
- $t_c$  è il tempo di corrivazione del bacino costituito dalla porzione di piattaforma che contribuisce alla formazione di  $Q_{pioggia}$ .

Il volume da assegnare alla vasca è il massimo valore a cui si perviene facendo variare la durata dell'evento.

Per l'**impianto di sollevamento** si prevede l'installazione di elettropompe (di cui una di riserva) con potenza nominale superiore alla potenza necessaria data da:

$$P = \frac{\gamma Q \Delta H}{\eta}$$

posto che il rendimento complessivo  $\eta$  sia non inferiore a 0,70.

L'istallazione delle pompe è di tipo "sommerso", ossia con girante e corpo motore (stagno e posto immediatamente sopra la girante) alloggiati nella vasca dell'impianto, ne consegue che il volume di compenso è quello spazio della vasca che alloggia le pompe che corrisponde all'altezza tra il minimo livello al quale si possono mantenere le pompe in esercizio (battente minimo sulla bocca aspirante) ed il massimo livello raggiungibile, corrispondente alla quota idrometrica massima in entrata nell'impianto.

Le elettropompe da installare si prevedono adatte al sollevamento di acque reflue contenenti corpi solidi o fibre lunghe.

L'istallazione avverrà in apposito pozzetto ispezionabile con la possibilità di sollevare separatamente le pompe per manutenzione o sostituzione mediante apposite guide verticali, catene di tiro e attacchi rapidi di mandata (*Figura 66*).

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

**MT, installazione P**

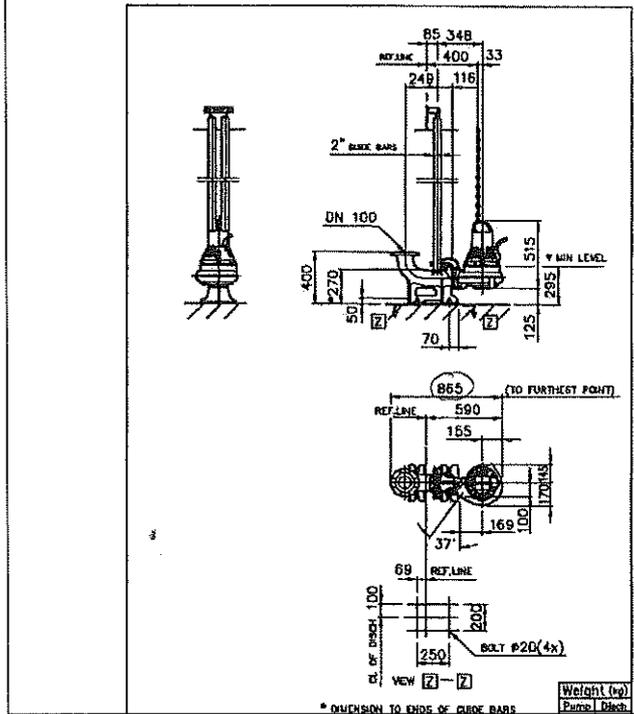


Figura 66 – Schema tipo per installazione di elettropompe in impianti di sollevamento per sottopassi stradali

L'impianto sarà completato da apposito quadro elettrico di alimentazione e controllo delle elettropompe, adatto all'installazione per esterni con grado di protezione IP65.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

7.2.2.1. Sottopasso agricolo

PARAMETRI CLIMATICI						
<b>elaborazione scrosci</b>						
<b>Tr</b>	50					
anni						
a	81.081					
n	0.5535					
n1	0.738					
<b>Tr=50 anni</b>						
<b>rampa nord</b>						
Lunghezza[m]	40		Area			
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	65		160			
pendenza long.[m/m]	0.1					
t <sub>c</sub> [s]	50					
t <sub>c</sub> [h]	0.0139					
h [mm]	8					
i[mm/h]	548					
Portata da monte [l/s]	2.50	Q tot.[l/s]	24.41			
Portata intercettata [l/s]	22					
t <sub>c</sub> [minuti]	0.83					
<b>Tr=50 anni</b>						
<b>rampa sud</b>						
Lunghezza[m]	40		Area			
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	65		160			
pendenza long.[m/m]	0.1					
t <sub>c</sub> [s]	50					
t <sub>c</sub> [h]	0.0139					
h	8					
i[mm/h]	548					
Portata da monte [l/s]	2.50	Q tot.[l/s]	24.41			
Portata intercettata [l/s]	22					
t <sub>c</sub> [minuti]	0.83					
<b>TOT. Q Ingresso sollevamento sottopasso [l/s]</b>			<b>48.83</b>			
quota livello idrico pozzetto fosso [m s.l.m.]			10.5			
quota livello minimo vasca impianto sollevamento [m s.l.m.]			5			
<b>Prevalenza di progetto pompe [m]</b>			<b>5.5</b>			
<b>VOLUME VASCA SOLLEVAMENTO SENZA COMPENSO</b>						
n° pompe	Q 1 pompa [l/s]	sequenza	n° avv/ora	V1 (mc)	SOMM(Vk)/V1	Vk (mc)
2	12	2	15	1.4	1.3	1.9
1 riserva						
<b>VOLUME DI COMPENSO</b>						
Q pioggia [mc/s]	Q soll [mc/s]	t pioggia [sec]	tc [sec]			Vacc [mc]
0.05	0.024	50	50			0.6
<b>VOL TOT VASCA [mc]</b>						<b>2.5</b>

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

7.2.2.2. Sottopasso via Cà Nove

PARAMETRI CLIMATICI						
<b>elaborazione scrosci</b>						
Tr	50					
anni						
a	81.081					
n	0.5535					
n1	0.738					
<b>Tr=50 anni</b>						
<b>rampa est</b>						
Lunghezza[m]	80		Area			
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	65		1040			
pendenza long.[m/m]	0.0175					
t <sub>c</sub> [s]	156					
t <sub>c</sub> [h]	0.0435					
h [mm]	14					
i[mm/h]	329					
Portata da monte [l/s]	2.50	Q tot.[l/s]	88.01			
Portata intercettata [l/s]	86					
t <sub>c</sub> [minuti]	2.61					
<b>Tr=50 anni</b>						
<b>rampa ovest</b>						
Lunghezza[m]	70		Area			
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	65		910			
pendenza long.[m/m]	0.017142857					
t <sub>c</sub> [s]	143					
t <sub>c</sub> [h]	0.0397					
h	14					
i[mm/h]	342					
Portata da monte [l/s]	2.50	Q tot.[l/s]	80.39			
Portata intercettata [l/s]	78					
t <sub>c</sub> [minuti]	2.38					
<b>TOT. Q Ingresso sollevamento sottopasso [l/s]</b>			<b>168.40</b>			
quota livello idrico pozzetto fosso [m s.l.m.]			10.5			
quota livello minimo vasca impianto sollevamento [m s.l.m.]			6.5			
<b>Prevalenza di progetto pompe [m]</b>			<b>4</b>			
<b>VOLUME VASCA SOLLEVAMENTO SENZA COMPENSO</b>						
n° pompe	Q 1 pompa [l/s]	sequenza	n° avv/ora	V1 (mc)	SOMM(Vk)/V1	Vk (mc)
3	25	2	15	3.0	1.75	5.3
1 riserva						
<b>VOLUME DI COMPENSO</b>						
Q pioggia [mc/s]	Q soll [mc/s]	t pioggia [sec]	t <sub>c</sub> [sec]			Vacc [mc]
0.17	0.075	156	156			8.1
<b>VOL TOT VASCA [mc]</b>						<b>13.4</b>

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

7.2.2.3. Sottopasso via San Paolo

PARAMETRI CLIMATICI						
<b>elaborazione scrosci</b>						
<b>Tr</b>	50					
anni						
a	81.081					
n	0.5535					
n1	0.738					
<b>Tr=50 anni</b>						
<b>rampa nord</b>						
Lunghezza[m]	160		Area			
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	65		1280			
pendenza long.[m/m]	0.028125					
t <sub>c</sub> [s]	218					
t <sub>c</sub> [h]	0.0606					
h [mm]	17					
i[mm/h]	283					
Portata da monte [l/s]	2.50	Q tot.[l/s]	93.20			
Portata intercettata [l/s]	91					
t <sub>c</sub> [minuti]	3.64					
<b>Tr=50 anni</b>						
<b>rampa sud</b>						
Lunghezza[m]	150		Area			
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	65		1200			
pendenza long.[m/m]	0.028					
t <sub>c</sub> [s]	209					
t <sub>c</sub> [h]	0.0579					
h	17					
i[mm/h]	289					
Portata da monte [l/s]	2.50	Q tot.[l/s]	89.28			
Portata intercettata [l/s]	87					
t <sub>c</sub> [minuti]	3.48					
<b>TOT. Q Ingresso sollevamento sottopasso [l/s]</b>			<b>182.48</b>			
quota livello idrico pozzetto fosso [m s.l.m.]			10.5			
quota livello minimo vasca impianto sollevamento [m s.l.m.]			2			
<b>Prevalenza di progetto pompe [m]</b>			<b>8.5</b>			
<b>VOLUME VASCA SOLLEVAMENTO SENZA COMPENSO</b>						
n° pompe	Q 1 pompa (l/s)	sequenza	n° avv/ora	V1 (mc)	SOMM(Vk)/V1	Vk (mc)
2	50	2	15	6.0	1.3	7.8
1 riserva						
<b>VOLUME DI COMPENSO</b>						
Q pioggia [mc/s]	Q soll [mc/s]	t pioggia [sec]	t <sub>c</sub> [sec]			Vacc [mc]
0.18	0.1	218	218			8.1
<b>VOL TOT VASCA [mc]</b>						<b>15.9</b>

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

7.2.2.4. Sottopasso via Astori

PARAMETRI CLIMATICI						
<b>elaborazione scrosci</b>						
<b>Tr</b>	50					
anni						
a	81.081					
n	0.5535					
n1	0.738					
<b>Tr=50 anni</b>						
<b>rampa est</b>						
Lunghezza[m]	60		Area			
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	65		480			
pendenza long.[m/m]	0.025					
t <sub>c</sub> [s]	111					
t <sub>c</sub> [h]	0.0309					
h [mm]	12					
i[mm/h]	383					
Portata da monte [l/s]	2.50	Q tot.[l/s]	48.44			
Portata intercettata [l/s]	46					
t <sub>c</sub> [minuti]	1.86					
<b>Tr=50 anni</b>						
<b>rampa ovest</b>						
Lunghezza[m]	70		Area			
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	65		560			
pendenza long.[m/m]	0.017142857					
t <sub>c</sub> [s]	143					
t <sub>c</sub> [h]	0.0397					
h	14					
i[mm/h]	342					
Portata da monte [l/s]	2.50	Q tot.[l/s]	50.43			
Portata intercettata [l/s]	48					
t <sub>c</sub> [minuti]	2.38					
<b>TOT. Q Ingresso sollevamento sottopasso [l/s]</b>			<b>98.88</b>			
quota livello idrico pozzetto fosso [m s.l.m.]			10.5			
quota livello minimo vasca impianto sollevamento [m s.l.m.]			6.5			
<b>Prevalenza di progetto pompe [m]</b>			<b>4</b>			
<b>VOLUME VASCA SOLLEVAMENTO SENZA COMPENSO</b>						
n° pompe	Q 1 pompa (l/s)	sequenza	n° avv/ora	V1 (mc)	SOMM(Vk)/V1	Vk (mc)
2	25	2	15	3.0	1.3	3.9
1 riserva						
<b>VOLUME DI COMPENSO</b>						
Q pioggia [mc/s]	Q soll [mc/s]	t pioggia [sec]	t <sub>c</sub> [sec]			Vacc [mc]
0.10	0.05	143	143			3.5
<b>VOL TOT VASCA [mc]</b>						<b>7.4</b>

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

7.2.2.5. sottopasso via Morosini

PARAMETRI CLIMATICI						
<b>elaborazione scrosci</b>						
Tr	50					
anni						
a	81.081					
n	0.5535					
n1	0.738					
<b>Tr=50 anni</b>						
<b>rampa nord</b>						
Lunghezza[m]	125		Area			
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	65		1625			
pendenza long.[m/m]	0.044					
t <sub>c</sub> [s]	155					
t <sub>c</sub> [h]	0.0430					
h [mm]	14					
i[mm/h]	330					
Portata da monte [l/s]	2.50	Q tot.[l/s]	136.75			
Portata intercettata [l/s]	134					
t <sub>c</sub> [minuti]	2.58					
<b>Tr=50 anni</b>						
<b>rampa sud</b>						
Lunghezza[m]	225		Area			
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	65		2925			
pendenza long.[m/m]	0.026666667					
t <sub>c</sub> [s]	285					
t <sub>c</sub> [h]	0.0793					
h	20					
i[mm/h]	251					
Portata da monte [l/s]	2.50	Q tot.[l/s]	186.35			
Portata intercettata [l/s]	184					
t <sub>c</sub> [minuti]	4.76					
<b>TOT. Q Ingresso sollevamento sottopasso [l/s]</b>				<b>323.10</b>		
quota livello idrico pozzetto fosso [m s.l.m.]				10.5		
quota livello minimo vasca impianto sollevamento [m s.l.m.]				2		
<b>Prevalenza di progetto pompe [m]</b>				<b>8.5</b>		
<b>VOLUME VASCA SOLLEVAMENTO SENZA COMPENSO</b>						
n° pompe	Q 1 pompa [l/s]	sequenza	n° avv/ora	V1 (mc)	SOMM(Vk)/V1	Vk (mc)
3	50	2	15	6.0	1.75	10.5
1 riserva						
<b>VOLUME DI COMPENSO</b>						
Q pioggia [mc/s]	Q soll [mc/s]	t pioggia [sec]	t <sub>c</sub> [sec]			Vacc [mc]
0.32	0.15	285	285			26.5
<b>VOL TOT VASCA [mc]</b>						<b>37.0</b>

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

### 7.2.3. L'allontanamento delle acque dai ponti e viadotti

Lungo i ponti e viadotti le acque verranno raccolte tramite un sistema di griglie-bocchettoni e collettate tramite tubazioni ai fossi di guardia esterni o direttamente al ricettore finale (o alla rete di prima pioggia per l'area del casello).

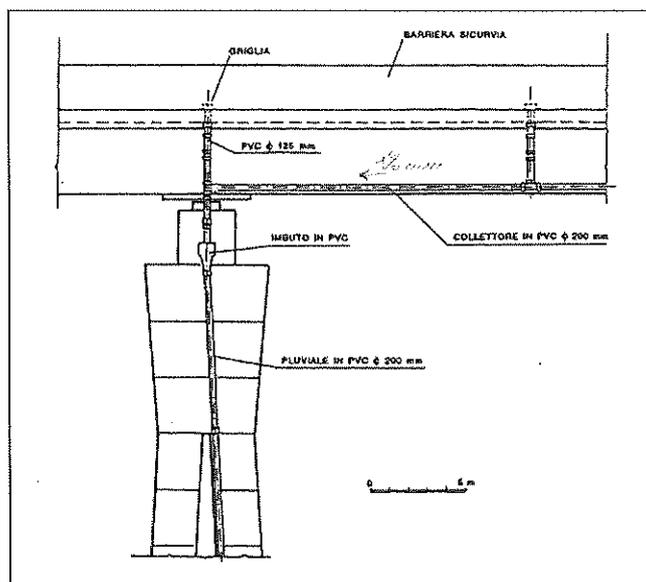


Figura 67: schema tipo smaltimento acque dai ponti e viadotti

Anche le opere idrauliche stradali di questo tipo sono messe in crisi da brevi scrosci particolarmente intensi.

La massima portata in arrivo in ogni caditoia è valutabile con l'usuale Metodo cinematico o razionale applicato alla sezione terminale del tratto compreso tra due griglie:

$$Q = \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c}$$

Considerando un interasse fra le griglie di 12 m, un coefficiente di deflusso prudenzialmente pari a 1 e ipotizzando che ogni griglia sottenda un sottobacino di circa  $S = 70 \text{ m}^2$  (semi-piattaforma stradale del ponte/viadotto), uno scroscio particolarmente estremo con intensità di  $j = 200 \text{ mm/ora}$  e della durata di 5 minuti (pari a circa il tempo di corruzione della piattaforma stradale fra due griglie), produce una portata massima in arrivo in ogni griglia di circa 3.5 l/s.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 116 di 136
---	--------------	--------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Il dimensionamento del sistema griglia-bocchettone di diametro D e area A può farsi trattandolo, a seconda del carico, come soglia sfiorante a pianta circolare o come luce sotto battente.

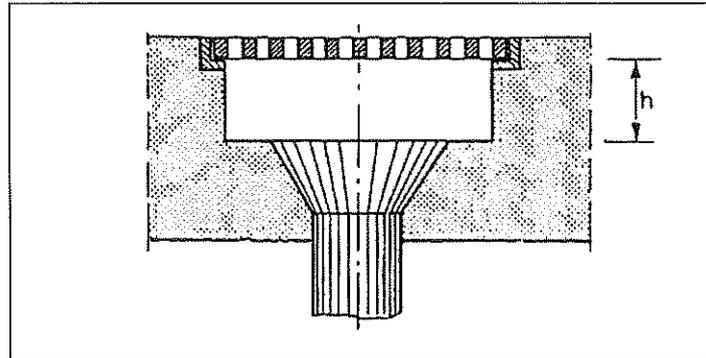


Figura 68: schema del sistema griglia-bocchettone per la raccolta delle acque dagli impalcati dei ponti e viadotti

Detto h il carico sulla soglia del bocchettone, la portata Q è:

- funzionamento con soglia sfiorante di diametro D:

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

dove  $C_q \approx 0.35$ ;

- funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2gh}$$

dove  $C_q \approx 0.6$

Le relazioni di cui sopra forniscono lo stesso risultato quando sia  $h = 0.6D / (4 \cdot 0.35) = 0.429D$ .

Nella tabella che segue sono riportate le portate smaltibili dal sistema griglia-bocchettone per diverse dimensioni e carico idraulico.

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.</b>	<b>Progettazione:</b> ZOLLET INGEGNERIA srl <b>Elaborato:</b> CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Tabella 9 – portata di un bocchettone per differenti dimensioni e carico idraulico, i valori asteriscati (\*) si riferiscono ad un funzionamento come soglia sfiorante

Diametro D (mm)	Area A (cm <sup>2</sup> )	Portata (l/s)						
		Carico sul bocchettone h (mm)						
		50	75	100	125	150	200	250
75	44.2	2.6	3.2	3.7	4.2	4.5	5.3	5.9
100	78.5	4.7	5.7	6.6	7.4	8.1	9.3	10.4
125	122.7	6.8*	8.9	10.3	11.5	12.6	14.6	16.3
150	176.7	8.2*	12.9	14.9	16.6	18.2	21.0	23.5
175	240.5	9.5*	17.5	20.2	22.6	24.8	28.6	32.0
200	314.2	10.9*	20.0*	26.4	29.5	32.3	37.3	41.7
225	397.6	12.3*	22.5*	33.4	37.4	40.9	47.3	52.8
250	490.9	13.6*	25.0*	38.5*	46.1	50.5	58.3	65.2

Come si vede dalla tabella, per smaltire la massima portata attesa calcolata in ogni griglia, è necessario un bocchettone con un diametro minimo di  $\Phi = 75$  mm ed un carico h di 100 mm.

Le acque di tutti bocchettoni di una campata vengono raccolte da una condotta, e convogliate fino in corrispondenza della pila dove un tubo verticale le conduce fino a terra. Il collettore disposto lungo la trave deve convogliare la portata dei bocchettoni allacciati con un grado di riempimento che è bene non superi il valore di 0.5, in modo da consentire una sufficiente aerazione a tutti i collegamenti con i vari bocchettoni.

La funzionalità di queste condotte dipende, tra l'altro, dalla capacità di far defluire oltre alle acque, anche particelle solide che possono essere immesse con la portata nella condotta stessa.

La capacità di mobilitare le particelle solide dipende dalla tensione tangenziale  $\tau_0$  al contorno il cui valore medio è:

$$\tau_0 = \gamma R_H i$$

essendo  $R_H$  il raggio idraulico e  $i$  la pendenza.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

Un valore usuale di tensione tangenziale da assumersi con il calcolo a tubo riempito a metà è di circa  $0.20 \text{ kgf/m}^2$  che assicura valori ragionevoli della tensione anche per gradi di riempimento più ridotti.

Nella tabella che segue sono riportate la portata a moto uniforme e la tensione tangenziale per un collettore con grado di riempimento  $h/D = 0.5$  al variare del diametro e della pendenza (formula di Gauckler-Strickler con  $K_S = 70 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ ).

Tabella 10 – portata  $Q$  (l/s) e tensione tangenziale  $\tau_0$  ( $\text{kgf/m}^2$ ) di un collettore con differenti valori della pendenza e grado di riempimento  $h/D = 0.5$ .

Diametro D (mm)	Pendenza $i$ (%)									
	0.25		0.5		1.0		2.0		3.0	
	Q	$\tau_0$	Q	$\tau_0$	Q	$\tau_0$	Q	$\tau_0$	Q	$\tau_0$
75	0.55	0.05	0.77	0.09	1.09	0.19	1.54	0.38	1.89	0.56
100	1.18	0.06	1.66	0.13	2.35	0.25	3.32	0.50	4.07	0.75
125	2.13	0.08	3.01	0.16	4.26	0.31	6.03	0.63	7.38	0.94
150	3.46	0.09	4.90	0.19	6.93	0.38	9.80	0.75	12.00	1.13
175	5.23	0.11	7.39	0.22	10.45	0.44	14.78	0.88	18.10	1.31
200	7.46	0.13	10.55	0.25	14.92	0.50	21.10	1.00	25.85	1.50
225	10.22	0.14	14.45	0.28	20.43	0.56	28.89	1.13	35.39	1.69
250	13.53	0.16	19.13	0.31	27.06	0.63	38.27	1.25	46.87	1.88

Assumendo che la tubazione lungo la trave che colletta le griglie abbia diametro minimo di  $\Phi = 250 \text{ mm}$  e pendenza minima dell' 1% in modo da poter smaltire agevolmente la portata in arrivo da 10 griglie arrivando fino a 20 griglie in condizioni estreme.

I collettori ed i pluviali per l'allontanamento delle acque dai ponti verranno realizzati in acciaio inox. Poiché le condotte ed i pluviali sono esposti agli sbalzi termici, il loro montaggio deve essere fatto tenendo conto delle possibili dilatazioni proprie e di quelle della struttura alla quale sono ancorati.

A tale scopo verranno previsti appositi manicotti di dilatazione posizionati ad intervalli regolari e che generalmente coincidono con i giunti a bicchiere delle tubazioni. A valle di ogni manicotto va disposto un bracciale punto fisso; vanno poi utilizzati braccialetti scorrevoli (ossia che consentono il movimento della condotta) ad un interasse di 10 diametri per le condotte orizzontali e 15 diametri per i pluviali (vedi Figura 69).

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

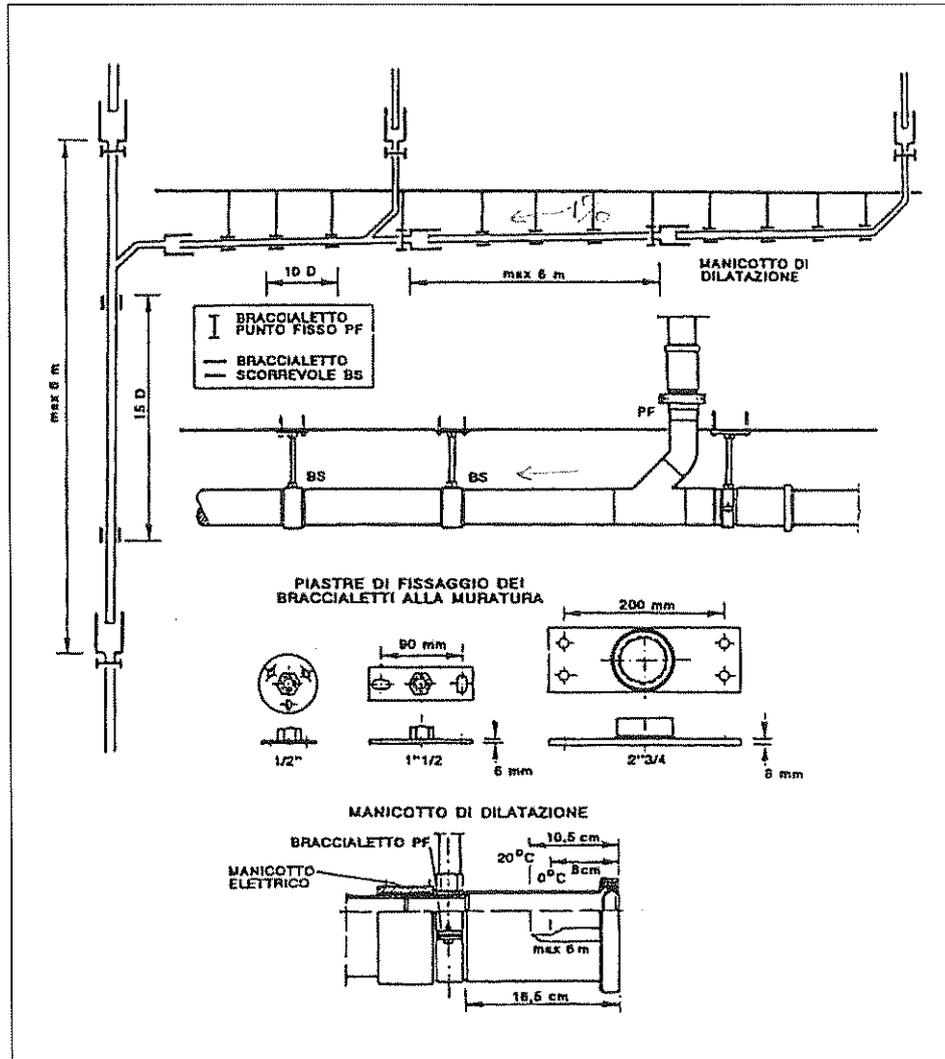


Figura 69: schema tipo di ancoraggio delle condotte di scarico alle travi ed alle pile dei viadotti.

#### 7.2.4. Fossi di guardia

Per i **tratti in rilevato** il sistema di raccolta previsto è costituito da fossi di guardia destinati a raccogliere le acque defluenti sulla sede stradale; per le inevitabili interferenze con la rete di bonifica, i fossi dreneranno anche i terreni attraversati dalla strada e convoglieranno le acque a ricettori finali. Il sistema si estende anche alle trincee in quanto si deve assicurare che le canalette descritte in precedenza convogliino all'impianto di sollevamento esclusivamente le portate prodotte dalla sede stradale.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

Vista la varietà delle estensioni delle aree da servire, sono state individuate quattro sezioni tipo:

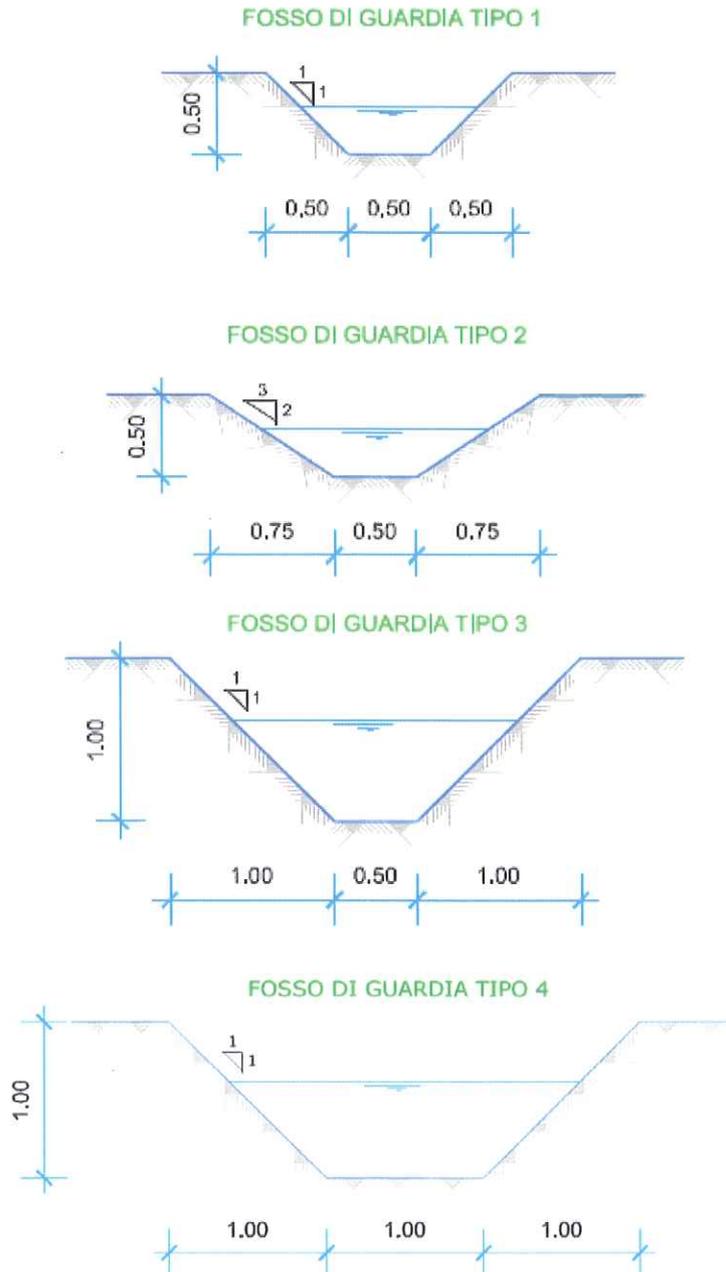


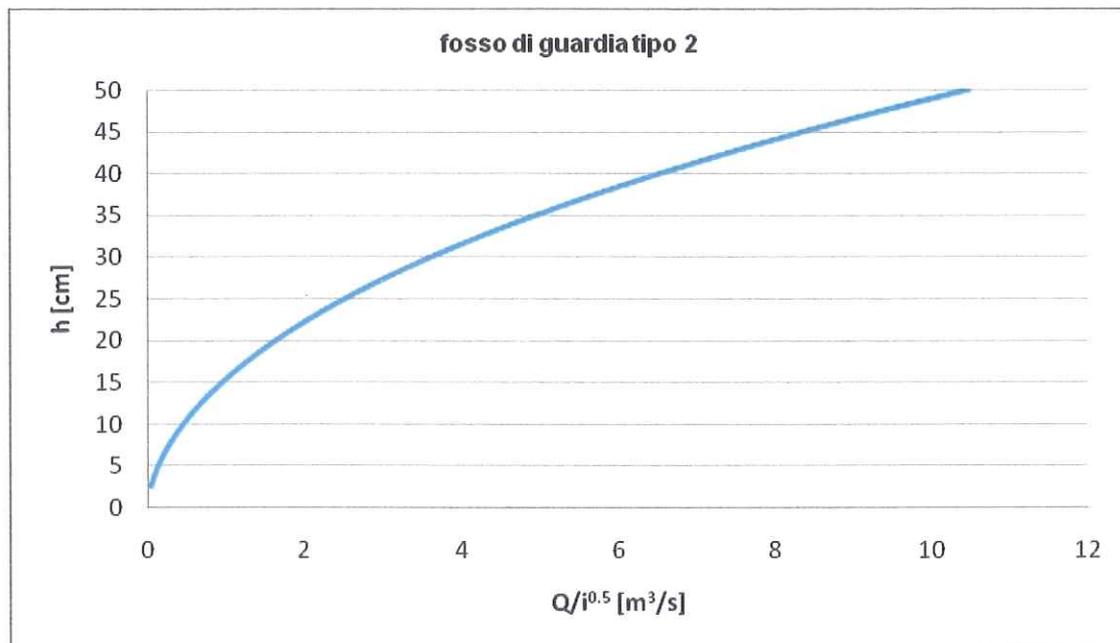
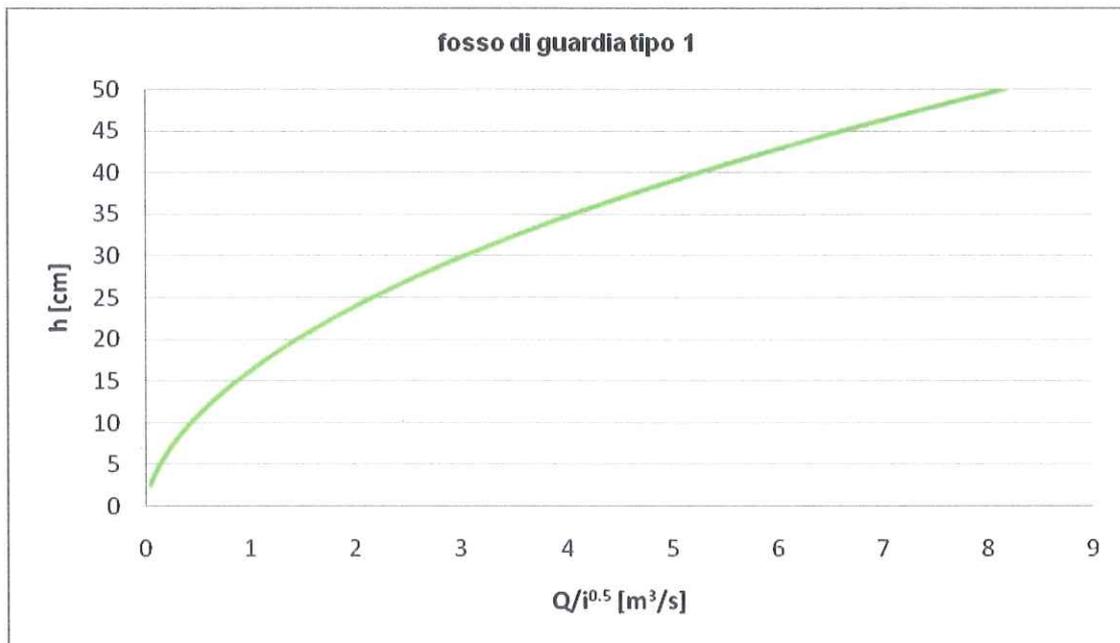
Figura 70- Sezioni tipo dei fossi di guardia

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

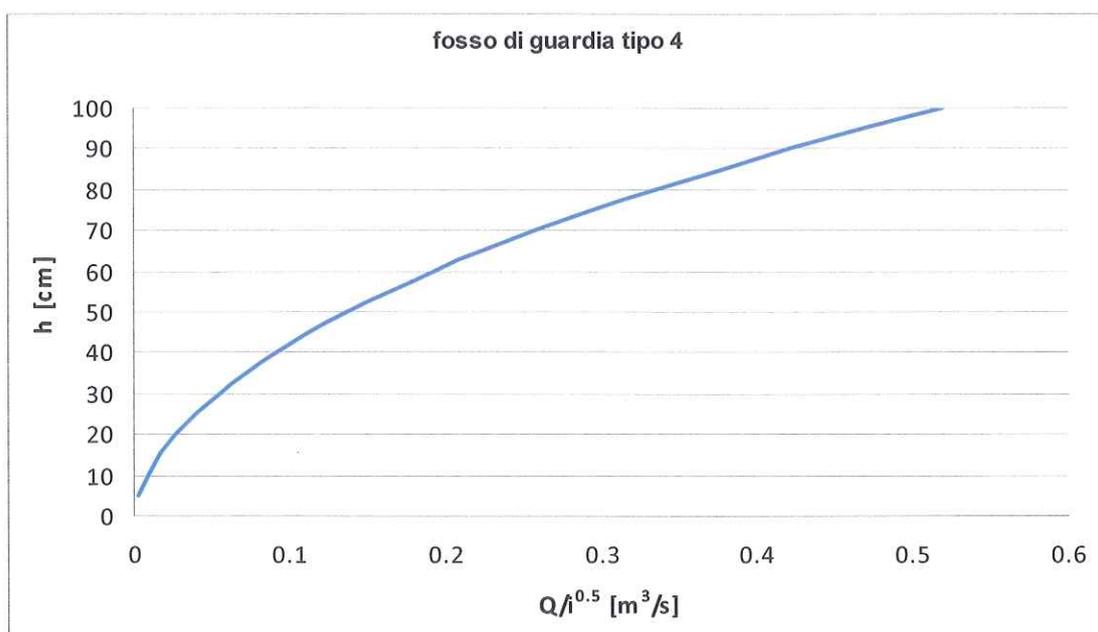
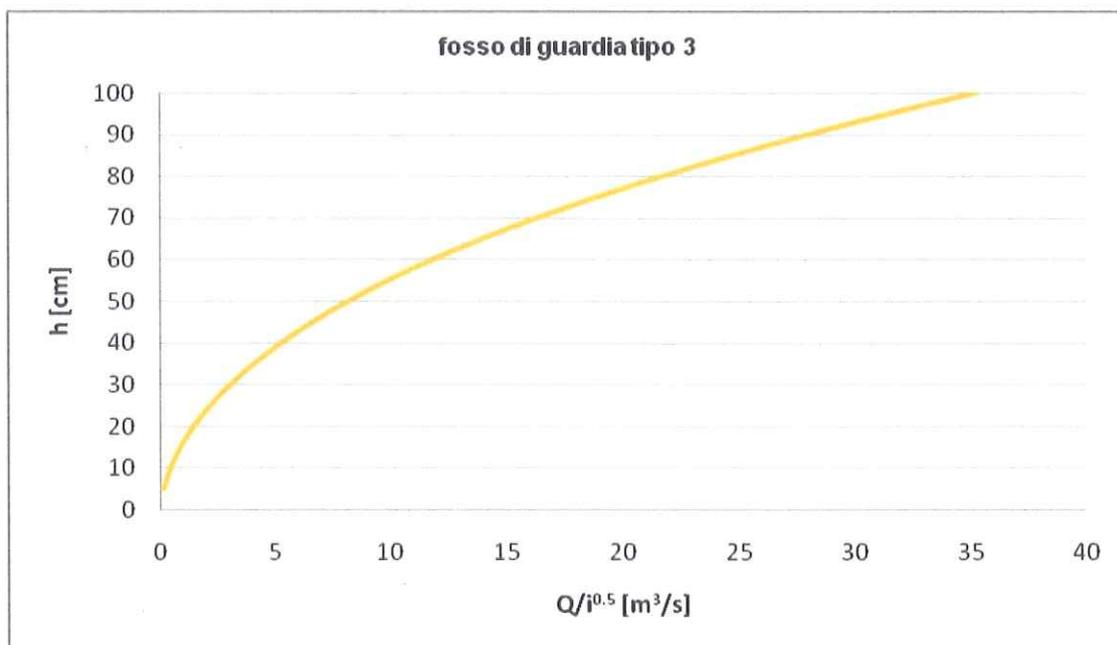
Per ciascuna sezione è stata costruita la scala di deflusso in cui sull'asse delle ascisse è riportato il rapporto fra la portata e la radice quadrata della pendenza. Il coefficiente di scabrezza è stato posto pari a  $k_s=40 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .



AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica



*Figura 71- Scale di deflusso dei fossi di guardia*

Per gli attraversamenti e le modifiche plano-altimetriche dei canali consortili sono state previste, nei tratti a cielo aperto, sezioni trapezie di dimensioni tali da assicurare il

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

deflusso delle acque, in caso di piena, senza tracimazioni e, nei tratti coperti, manufatti scatolari con dimensioni interne tali da non rappresentare un restringimento della sezione libera di deflusso.

Per quanto concerne il sistema di raccolta e smaltimento delle acque di piattaforma, lungo il tratto del Passante che interseca la strada in progetto, i fossi al piede del rilevato sono in comunicazione con l'impianto idrovoro, comprese le acque provenienti dai disoleatori e vasche di accumulo in fase di realizzazione a nord e a sud del ponte sul Dese.

Si riporta di seguito la verifica dei fossi di guardia stradali, suddivisi nei due tratti di competenza (est e ovest), compresi gli schemi planimetrici identificativi della nomenclatura fossi e la localizzazione e codifica dei punti di consegna nell'idrografia superficiale esistente.

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

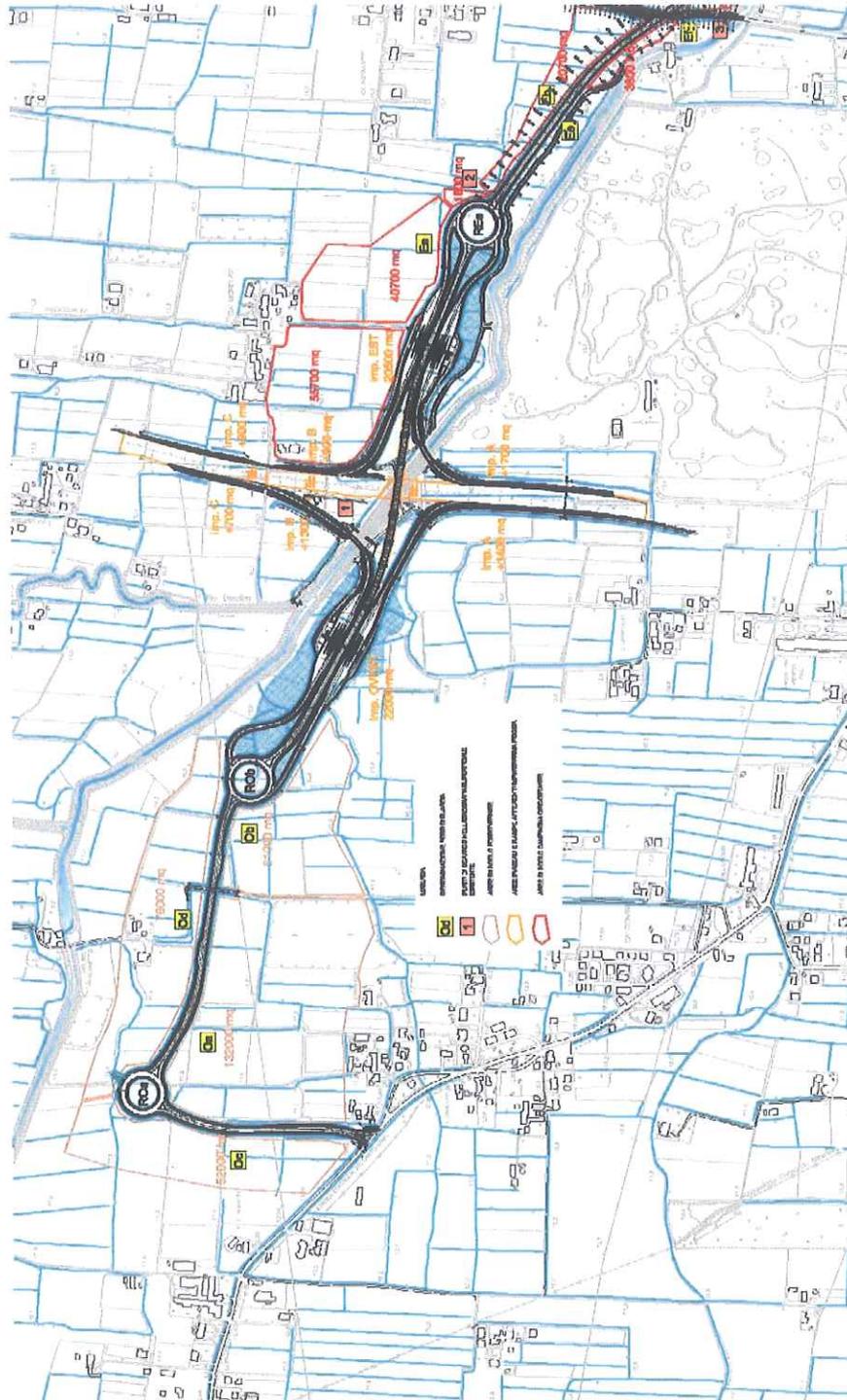


Figura 72- Tratto Ovest, schema identificativo fossi di guardia, di pertinenza fossi guardia e punti di consegna nell'idrografia superficiale

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

PARAMETRI CLIMATICI				
elaborazione scrosci				
Tr	50			
anni				
a	81.081			
n	0.5535			
n1	0.738			
		<b>Tr=50 anni</b>		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A*Ks*R_H^{2.3*1.2}$
<b>fosso Oa</b>		sez. (19→1) + (25→9)		sezione trapezia - Fosso tipo 3
Lunghezza[m]	750	S camp	S strada	b= 0.5 m
$Ks[m^{1/3/s}]$	60	132000	7500	y= 1 m
pendenza long.[m/m]	0.00156			m= 1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0.33			A= 1.5 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	2057			P= 3.328 m
$t_c[h]$	0.5713			$R_H= 0.451 m$
h [mm]	59			$Ks= 40 m^{1/3}s^{-1}$
i[mm/h]	104			i= 0.00156
Portata da monte [l/s]		Q tot.[l/s]	1340.37	Q= 1.393 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	1340			v= 0.929 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	1.79			Volume invaso 1125 m <sup>3</sup>
$t_c[minuti]$	34.28			
		<b>Tr=50 anni</b>		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A*Ks*R_H^{2.3*1.2}$
<b>fosso Ob</b>		sez. (8→1) + (1→10)		sezione trapezia - Fosso tipo 4
Lunghezza[m]	430	S camp	S strada	b= 1 m
$Ks[m^{1/3/s}]$	60	51000	4300	y= 1 m
pendenza long.[m/m]	0.0015			m= 1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0.35			A= 2 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	1390			P= 3.828 m
$t_c[h]$	0.3860			$R_H= 0.522 m$
h	48			$Ks= 40 m^{1/3}s^{-1}$
i[mm/h]	124			i= 0.0015
Portata da monte [l/s]	1382	Q tot.[l/s]	2042.78	Q= 2.010 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	660			v= 1.005 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	1.54			Volume invaso 860 m <sup>3</sup>
$t_c[minuti]$	23.16			
		<b>Tr=50 anni</b>		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A*Ks*R_H^{2.3*1.2}$
<b>fosso Oc</b>		sez. (19→1)		sezione trapezia - Fosso tipo 3
Lunghezza[m]	460	S camp	S strada	b= 0.5 m
$Ks[m^{1/3/s}]$	60	52000	4600	y= 1 m
pendenza long.[m/m]	0.001			m= 1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0.35			A= 1.5 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	1693			P= 3.328 m
$t_c[h]$	0.4702			$R_H= 0.451 m$
h	53			$Ks= 40 m^{1/3}s^{-1}$
i[mm/h]	114			i= 0.001
Portata da monte [l/s]		Q tot.[l/s]	622.69	Q= 1.115 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	623			v= 0.744 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	1.35			Volume invaso 690 m <sup>3</sup>
$t_c[minuti]$	28.21			
		<b>Tr=50 anni</b>		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A*Ks*R_H^{2.3*1.2}$
<b>fosso Od</b>		sez. (25→1)		sezione trapezia - Fosso tipo 4
Lunghezza[m]	730	S camp	S strada	b= 1 m
$Ks[m^{1/3/s}]$	60	76000	7300	y= 1 m
pendenza long.[m/m]	0.001			m= 1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0.35			A= 2 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	2372			P= 3.828 m
$t_c[h]$	0.6589			$R_H= 0.522 m$
h	64			$Ks= 40 m^{1/3}s^{-1}$
i[mm/h]	98			i= 0.001
Portata da monte [l/s]	689.49	Q tot.[l/s]	1486.40	Q= 1.641 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	797			v= 0.820 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	1.09			Volume invaso 1460 m <sup>3</sup>
$t_c[minuti]$	39.54			
<b>Volume tot invaso fossi OVEST</b>				<b>4135 m<sup>3</sup></b>

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI  
 MARTELLAGO-SCORZE' E  
 VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

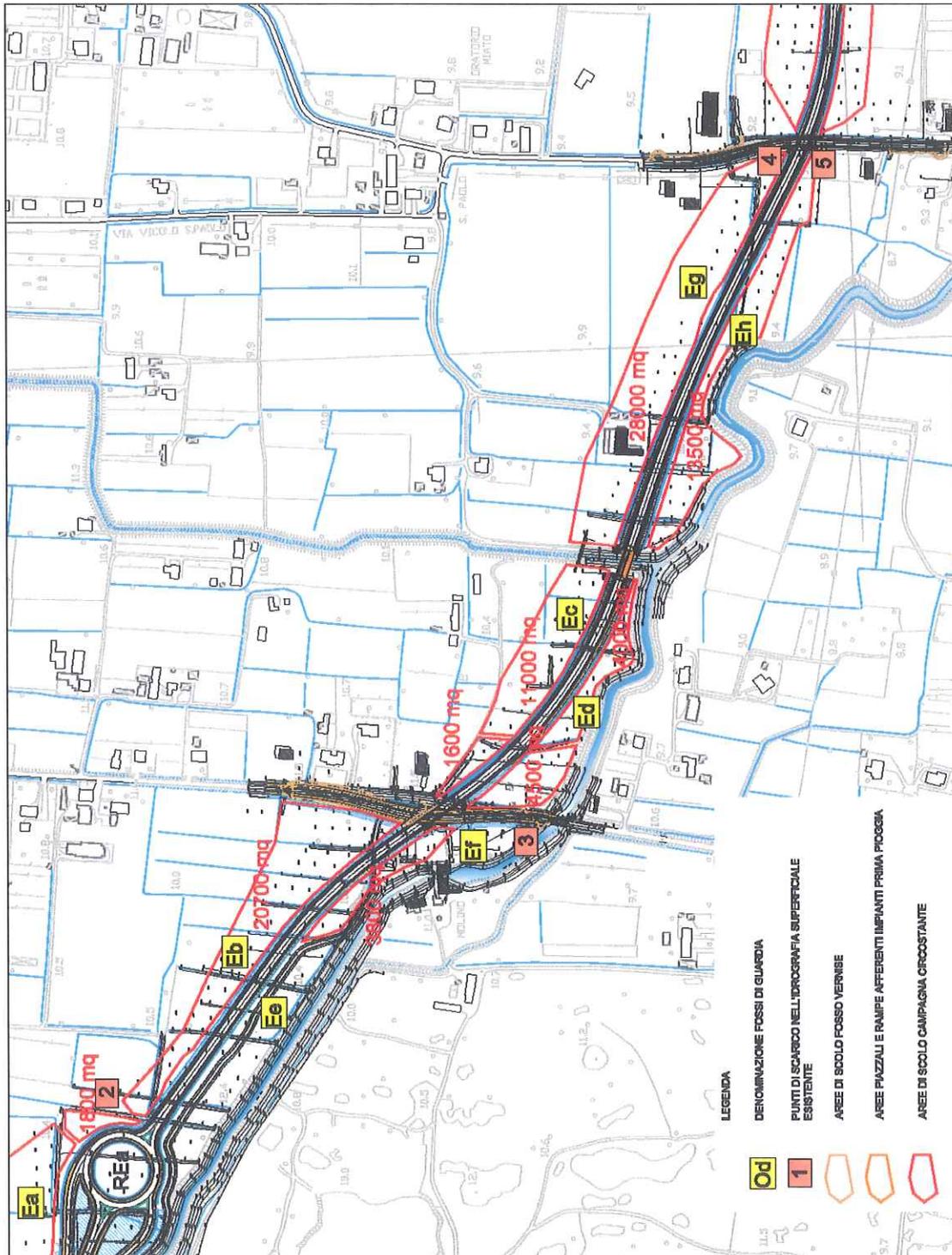


Figura 73- Tratto Est (1), schema identificativo fossi di guardia, aree campagna di pertinenza fossi guardia e punti di consegna nell'idrografia superficiale

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
 CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
 Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
 Relazione Idrologica e Idraulica

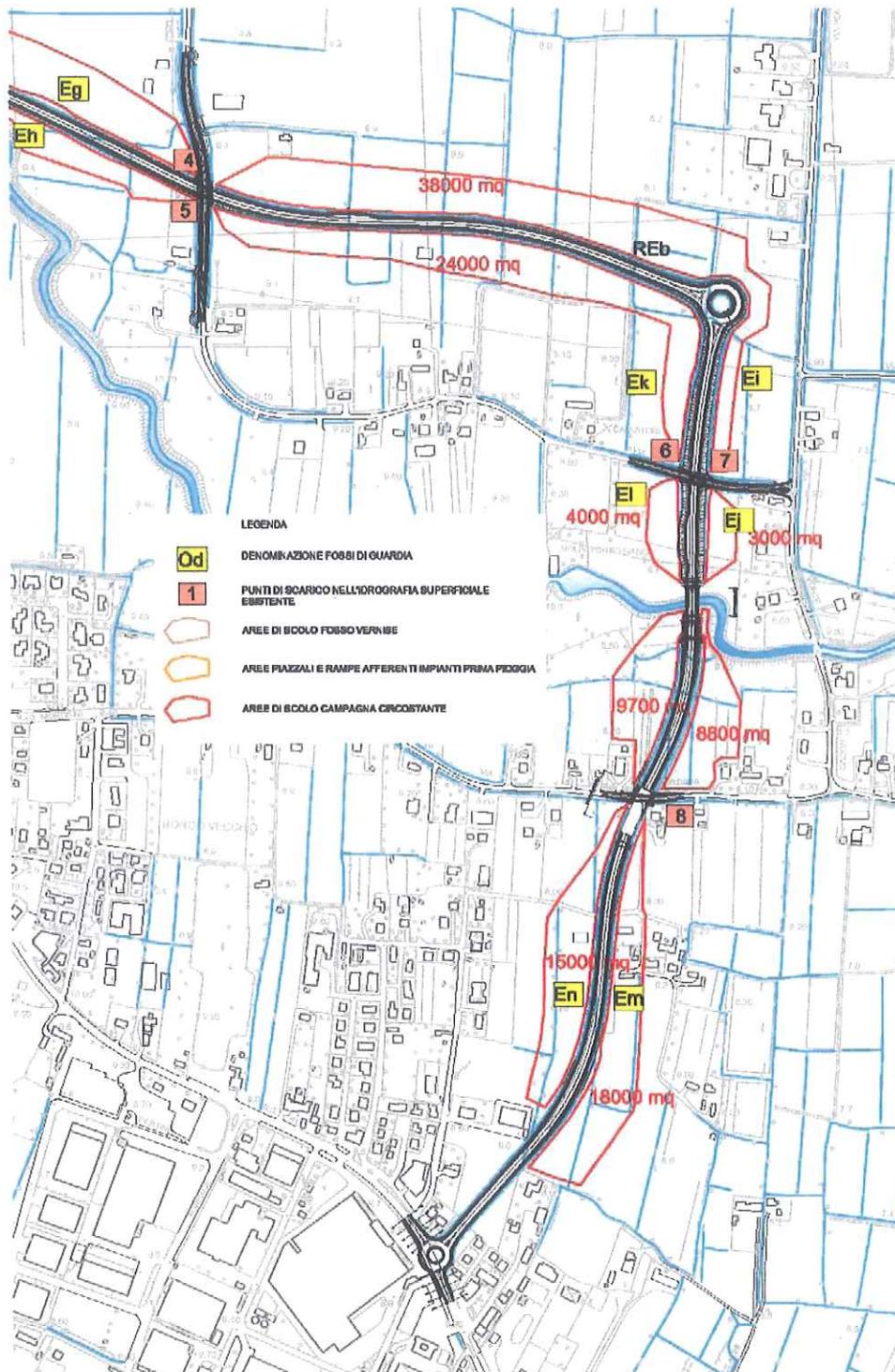


Figura 74- Tratto Est (2), schema identificativo fossi di guardia, aree campagna di pertinenza fossi guardia e punti di consegna nell'idrografia superficiale

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

PARAMETRI CLIMATICI				
elaborazione scrosci				
Tr	50			
anni				
a	81.081			
n	0.5535			
n1	0.738			
<b>Tr=50 anni</b>			VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$	
<b>fosso Ea</b>	sez.22→1	sezione trapezia - Fosso tipo 4		
Lunghezza[m]	520	S camp	S strada	b= 1 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	96400	20500	y= 1 m
pendenza long.[m/m]	0.001			m= 1 scarpa 1:1
coeff deflusso risultante	0.41			A= 2 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	1851			P= 3.828 m
$t_c[h]$	0.5143			$R_H= 0.522 m$
h [mm]	56			$K_s= 40 m^{1/3/s^{-1}}$
i[mm/h]	109			i= 0.001
Portata da monte [l/s]		Q tot.[l/s]	1435.69	Q= 1.641 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	1436			v= 0.820 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	2.76			Volume invaso 1040 m <sup>3</sup>
$t_c[minuti]$	30.86			
<b>Tr=50 anni</b>			VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$	
<b>fosso Eb</b>	sez.2→16	sezione trapezia - Fosso Cà Nove		
Lunghezza[m]	350	S camp	S strada	b= 2.5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	20700	3500	y= 1 m
pendenza long.[m/m]	0.000571429			m= 1 scarpa 1:1
coeff deflusso risultante	0.39			A= 3.5 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	1701			P= 5.328 m
$t_c[h]$	0.4725			$R_H= 0.657 m$
h [mm]	54			$K_s= 40 m^{1/3/s^{-1}}$
i[mm/h]	113			i= 0.00057143
Portata da monte [l/s]	1436	Q tot.[l/s]	1730.32	Q= 2.529 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	295			v= 0.723 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.84			Volume invaso 1225 m <sup>3</sup>
$t_c[minuti]$	28.35			
<b>Tr=50 anni</b>			VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$	
<b>fosso Ec</b>	sez.35→27	sezione trapezia - Fosso tipo 1		
Lunghezza[m]	220	S camp	S strada	b= 0.5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	11000	2200	y= 0.5 m
pendenza long.[m/m]	0.0006			m= 1 scarpa 1:1
coeff deflusso risultante	0.40			A= 0.5 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	1190			P= 1.914 m
$t_c[h]$	0.3306			$R_H= 0.261 m$
h [mm]	44			$K_s= 40 m^{1/3/s^{-1}}$
i[mm/h]	133			i= 0.0006
Portata da monte [l/s]		Q tot.[l/s]	194.92	Q= 0.200 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	195			v= 0.400 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.89			Volume invaso 110 m <sup>3</sup>
$t_c[minuti]$	19.84			
<b>Tr=50 anni</b>			VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot I^{1/2}$	
<b>fosso Ed</b>	sez.35→27	sezione trapezia - Fosso tipo 1		
Lunghezza[m]	230	S camp	S strada	b= 0.5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	4000	2300	y= 0.5 m
pendenza long.[m/m]	0.0006			m= 1 scarpa 1:1
coeff deflusso risultante	0.52			A= 0.5 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	1230			P= 1.914 m
$t_c[h]$	0.3416			$R_H= 0.261 m$
h [mm]	45			$K_s= 40 m^{1/3/s^{-1}}$
i[mm/h]	131			i= 0.0006
Portata da monte [l/s]		Q tot.[l/s]	118.98	Q= 0.200 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	119			v= 0.400 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.52			Volume invaso 115 m <sup>3</sup>
$t_c[minuti]$	20.49			

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

		<i>Tr=50 anni</i>		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$	
	<b>fosso Ee</b>	sez. 3→21		sezione trapezia - Fosso tipo 1	
Lunghezza[m]	530	S camp	S strada	b=	0.5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	3800	5300	y=	0.5 m
pendenza long.[m/m]	0.0006			m=	1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0.65			A=	0.5 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	2263			P=	1.914 m
$t_c[h]$	0.6285			$R_H=$	0.261 m
h	63			$K_S=$	40 m <sup>10/3s</sup> -1
i[mm/h]	100			i=	0.0006
Portata da monte [l/s]		Q tot. [l/s]	163.78	Q=	0.200 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	164			v=	0.400 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.31			Volume invaso	265 m <sup>3</sup>
$t_c$ [minuti]	37.71				
	<b>fosso Ef</b>	sez. 11→15		sezione trapezia - Fosso Cà Nove	
Lunghezza[m]	100	S camp	S strada	b=	2.5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	0	1000	y=	1 m
pendenza long.[m/m]	0.0015			m=	1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0.90			A=	3.5 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	479			P=	5.328 m
$t_c[h]$	0.1330			$R_H=$	0.657 m
h	27			$K_S=$	40 m <sup>10/3s</sup> -1
i[mm/h]	200			i=	0.0015
Portata da monte [l/s]	2282.9985	Q tot. [l/s]	2332.89	Q=	4.097 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	50			v=	1.171 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.50			Volume invaso	350 m <sup>3</sup>
$t_c$ [minuti]	7.98				
	<b>fosso Eg</b>	sez. 38→57		sezione trapezia - Fosso tipo 3	
Lunghezza[m]	490	S camp	S strada	b=	0.5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	28000	4900	y=	1 m
pendenza long.[m/m]	0.0006			m=	1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0.39			A=	1.5 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	2136			P=	3.328 m
$t_c[h]$	0.5935			$R_H=$	0.451 m
h	61			$K_S=$	40 m <sup>10/3s</sup> -1
i[mm/h]	102			i=	0.0006
Portata da monte [l/s]		Q tot. [l/s]	364.20	Q=	0.864 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	364			v=	0.576 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.74			Volume invaso	735 m <sup>3</sup>
$t_c$ [minuti]	35.61				
	<b>fosso Eh</b>	sez. 38→57		sezione trapezia - Fosso tipo 2	
Lunghezza[m]	490	S camp	S strada	b=	0.5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	13500	4900	y=	0.5 m
pendenza long.[m/m]	0.0006			m=	1.5 scarpata 3:2
coeff deflusso risultante	0.46			A=	0.625 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	2136			P=	2.303 m
$t_c[h]$	0.5935			$R_H=$	0.271 m
h	61			$K_S=$	40 m <sup>10/3s</sup> -1
i[mm/h]	102			i=	0.0006
Portata da monte [l/s]		Q tot. [l/s]	240.53	Q=	0.257 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	241			v=	0.411 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.49			Volume invaso	306.25 m <sup>3</sup>
$t_c$ [minuti]	35.61				
	<b>fosso Ei</b>	sez. (58→79) + (1→9)		sezione trapezia - Fosso tipo 3	
Lunghezza[m]	830	S camp	S strada	b=	0.5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	38000	8300	y=	1 m
pendenza long.[m/m]	0.0006			m=	1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0.41			A=	1.5 m <sup>2</sup>
$t_c[s]$	3140			P=	3.328 m
$t_c[h]$	0.8721			$R_H=$	0.451 m
h	75			$K_S=$	40 m <sup>10/3s</sup> -1
i[mm/h]	86			i=	0.0006
Portata da monte [l/s]	34.96	Q tot. [l/s]	486.73	Q=	0.864 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	452			v=	0.576 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.54			Volume invaso	1245 m <sup>3</sup>
$t_c$ [minuti]	52.33				

**AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO**

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

		<i>Tr=50 anni</i>		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A*Ks*R_H^{2,34,1,2}$	
	<b>fosso Ej</b>	sez. (15→10)		sezione trapezia - Fosso tipo 1	
Lunghezza[m]	115	S camp	S strada	b=	0.5 m
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	60	3000	1725	y=	0.5 m
pendenza long. [m/m]	0.0006			m=	1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0.52			A=	0.5 m <sup>2</sup>
t <sub>c</sub> [s]	741			P=	1.914 m
t <sub>c</sub> [h]	0.2059			R <sub>H</sub> =	0.261 m
h	34			Ks=	40 m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>
i[mm/h]	164			i=	0.0006
Portata da monte [l/s]		Q tot. [l/s]	111.87	Q=	0.200 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	112			v=	0.400 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.97			Volume invaso	57.5 m <sup>3</sup>
t <sub>c</sub> [minuti]	12.35				
	<b>fosso Ek</b>	sez. (58→79) + (1→9)		sezione trapezia - Fosso tipo 3	
Lunghezza[m]	830	S camp	S strada	b=	0.5 m
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	60	24000	8300	y=	1 m
pendenza long. [m/m]	0.0006			m=	1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0.45			A=	1.5 m <sup>2</sup>
t <sub>c</sub> [s]	3140			P=	3.328 m
t <sub>c</sub> [h]	0.8721			R <sub>H</sub> =	0.451 m
h	75			Ks=	40 m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>
i[mm/h]	86			i=	0.0006
Portata da monte [l/s]		Q tot. [l/s]	351.22	Q=	0.864 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	351			v=	0.576 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.42			Volume invaso	1245 m <sup>3</sup>
t <sub>c</sub> [minuti]	52.33				
	<b>fosso Ei</b>	sez. 15→10		sezione trapezia - Fosso tipo 1	
Lunghezza[m]	125	S camp	S strada	b=	0.5 m
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	60	4000	1875	y=	0.5 m
pendenza long. [m/m]	0.0006			m=	1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0.49			A=	0.5 m <sup>2</sup>
t <sub>c</sub> [s]	788			P=	1.914 m
t <sub>c</sub> [h]	0.2188			R <sub>H</sub> =	0.261 m
h	35			Ks=	40 m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>
i[mm/h]	160			i=	0.0006
Portata da monte [l/s]	0.00	Q tot. [l/s]	128.18	Q=	0.200 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	128			v=	0.400 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	1.03			Volume invaso	62.5 m <sup>3</sup>
t <sub>c</sub> [minuti]	13.13				
	<b>fosso Em</b>	sez. 106→129		sezione trapezia - Fosso tipo 2	
Lunghezza[m]	610	S camp	S strada	b=	0.5 m
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	60	18000	6100	y=	0.5 m
pendenza long. [m/m]	0.001			m=	1.5 scarpata 3:2
coeff deflusso risultante	0.45			A=	0.625 m <sup>2</sup>
t <sub>c</sub> [s]	2080			P=	2.303 m
t <sub>c</sub> [h]	0.5779			R <sub>H</sub> =	0.271 m
h	60			Ks=	40 m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>
i[mm/h]	104			i=	0.001
Portata da monte [l/s]	0.00	Q tot. [l/s]	313.31	Q=	0.331 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	313			v=	0.530 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.51			Volume invaso	381.25 m <sup>3</sup>
t <sub>c</sub> [minuti]	34.67				
	<b>fosso En</b>	sez. 106→129		sezione trapezia - Fosso tipo 2	
Lunghezza[m]	600	S camp	S strada	b=	0.5 m
Ks[m <sup>1/3/s</sup> ]	60	15000	6000	y=	0.5 m
pendenza long. [m/m]	0.001			m=	1.5 scarpata 3:2
coeff deflusso risultante	0.47			A=	0.625 m <sup>2</sup>
t <sub>c</sub> [s]	2056			P=	2.303 m
t <sub>c</sub> [h]	0.5710			R <sub>H</sub> =	0.271 m
h	59			Ks=	40 m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>
i[mm/h]	104			i=	0.001
Portata da monte [l/s]	0.00	Q tot. [l/s]	286.37	Q=	0.331 m <sup>3</sup> /s
Portata intercettata [l/s]	286			v=	0.530 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0.48			Volume invaso	375 m <sup>3</sup>
t <sub>c</sub> [minuti]	34.26				
				<b>Volume tot invaso fossi EST</b>	<b>7512.5 m<sup>3</sup></b>

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

### **7.2.5. Verifica di compatibilità idraulica**

Anche per la viabilità di collegamento esterna al nuovo casello si applicata la stessa metodologia usata precedentemente per la verifica di compatibilità idraulica del casello stesso.

Nel caso di specie la determinazione della portata ex ante è superata dall'imposizione, comunemente applicata nei territori in oggetto, di un coefficiente udometrico pari a 10 l/s-hm<sup>2</sup>, che si ritiene proprio delle aree adibite ad usi agricoli. Inoltre, poiché la rete di raccolta e smaltimento delle acque del casello realizza anche la continuità della rete idrografica esistente non è possibile interporre manufatti per il controllo delle portate immesse nella rete idrografica a valle del casello; ad ogni modo si è verificato che il rigurgito dei fossi prodotto da manufatti esistenti nella rete di bonifica è tale da garantire il riempimento dei volumi d'invaso previsti.

Per la valutazione dell'evento meteorico di riferimento si è adottata la curva di possibilità pluviometrica "a tre parametri"elaborata da Bixio – Fiume per "l'ambito territoriale Nord – Orientale" con TR = 50 anni. Tale assunzione deriva da specifiche indicazioni che derivano dallo studio idrologico appositamente predisposto dal Commissario per l'Emergenza 27/9/2007 .

Ai fini delle valutazioni qui condotte l'area interessata dalla costruzione della nuova viabilità di collegamento è divisa in due parti, che fanno capo a due diversi sistemi di raccolta e, quindi, a due differenti recapiti finali:

- la parte orientale di collegamento fra il casello e la via Castellana a nord di Martellago, che recapita le acque alla parte est del casello e quindi all'idrovora sul Dese;
- la parte occidentale di collegamento fra il casello e la via Castellana a sud di Martellago, che è idraulicamente connessa al fosso Cà Nove, al Fosso di Via San Paolo, al Collettore Tarù e al fosso della via Castellana.

Per il calcolo dei volumi necessari all'invarianza idraulica si è applicata una particolare elaborazione del noto metodo di calcolo dell'invaso. Com'è noto dalla letteratura tecnica, attraverso una schematizzazione del funzionamento della rete di collettori ed imponendo

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 132 di 136
---	--------------	--------------------

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO	
PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.	Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl Elaborato: CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

all'evento di pioggia pari al tempo necessario per il riempimento dei collettori si perviene ad una relazione che lega il coefficiente udometrico all'equazione di pioggia, alle caratteristiche idrauliche dei collettori ed al volume invasato nella rete di raccolta. La capacità di invaso necessario per l'invarianza idraulica è, appunto, quel volume di invaso in rete da attribuire ai collettori affinché il coefficiente udometrico risulti inferiore a quello imposto dal criterio di invarianza stesso.

I calcoli sono stati condotti avvalendosi di tale applicativo, adottando le curve a tre parametri di Bixio e per la parte nord – orientale del retroterra veneziano.

Per applicare i metodi sopra illustrati alle nuova viabilità di collegamento si sono considerate le aree effettivamente interessate da trasformazioni, rispetto all'assetto attuale ovvero:

- le aree che saranno rese "impermeabili" poichè pavimentate per realizzare le viabilità di connessione;
- le aree che saranno rese "semimpermeabili" perché occupate dalla viabilità podereale in progetto;
- le aree che saranno messe a verde, ossia quelle impiegate per le mitigazioni ambientali ed i rilevati stradali.

Si è considerato che le superfici sopra elencate siano attualmente adibite ad usi agricoli, coerentemente con l'effettivo uso attuale del suolo e con l'imposizione di un coefficiente udometrico pari a  $10 \text{ l/s}\cdot\text{hm}^2$ , mutuato dalle citate pianificazioni esistenti, essendo tale valore quello solitamente impiegato nella valutazione dell'invarianza idraulica.

Il progetto prevede che per la **parte est della viabilità di collegameto** la trasformazione dell'uso del suolo interessi una superficie pari a  $96.000 \text{ m}^2$ , in base alle valutazioni riportate nella seguente Tabella 11 essa, una volta realizzati gli interventi in progetto, avrà un coefficiente di deflusso medio pari a 0,49.

Codice elaborato: ZLT.5C2.00000.RI.001.00.doc	Revisione: 0	Pagina: 133 di 136
---	--------------	--------------------

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.</b>	<b>Progettazione:</b> ZOLLET INGEGNERIA srl <b>Elaborato:</b> CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

*Tabella 11 – determinazione del coefficiente di deflusso complessivo per la parte est viabilità collegamento*

Aree interessate dalla trasformazione dell'uso del suolo	S m <sup>2</sup>	Stato di fatto		Stato di progetto	
		$\phi$	S <sub>eq</sub> m <sup>2</sup>	$\phi$	S <sub>eq</sub> m <sup>2</sup>
Superfici rese impermeabili (aree asfaltate ed edifici)	35'200	0.10	3520	0.90	31680
Superfici rese semimpermeabili (viabilità poderale in bianco)	8'000	0.10	800	0.60	4800
Superfici sistemate a verde (cigli e scarpate, aree di mitigazione, rotonde)	52'800	0.10	5280	0.20	10560
<b>Valori complessivi</b>	<b>96'000</b>	<b>0.10</b>	<b>9'600</b>	<b>0.49</b>	<b>47'040</b>

Imponendo una portata massima recapitata alla rete idrografica territoriale pari a 96 l/s, ovvero pari a 10 l/s·hm<sup>2</sup>, applicando il metodo dell'invaso si determina il volume necessario alla laminazione in 4253 m<sup>3</sup>. Tale volume sarà ricavato all'interno dei fossi di guardia a bordo strada.

Per la **parte ovest della viabilità di collegamento**, la trasformazione dell'uso del suolo interessa una superficie pari a 36.700 m<sup>2</sup>, con un coefficiente di deflusso medio pari a 0,45, che discende dalle valutazioni riportate nella Tabella 12.

*Tabella 12 – determinazione del coefficiente di deflusso complessivo per la parte ovest viabilità collegamento*

Aree interessate dalla trasformazione dell'uso del suolo	S m <sup>2</sup>	Stato di fatto		Stato di progetto	
		$\phi$	S <sub>eq</sub> m <sup>2</sup>	$\phi$	S <sub>eq</sub> m <sup>2</sup>
Superfici rese impermeabili (aree asfaltate ed edifici)	10'796	0.10	1'080	0.90	9716
Superfici rese semipermeabili (viabilità poderale in bianco)	4'000	0.10	400	0.60	2400
Superfici sistemate a verde (cigli e scarpate, aree di mitigazione, rotonde)	21'905	0.10	2'190	0.20	4381
<b>Valori complessivi</b>	<b>36'700</b>	<b>0.10</b>	<b>3'670</b>	<b>0.45</b>	<b>16'497</b>

<b>AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  PROGETTO DEFINITIVO</b>	
<b>PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.</b>	<b>Progettazione:</b> ZOLLET INGEGNERIA srl <b>Elaborato:</b> CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO Relazione Idrologica e Idraulica

Imponendo anche in questo caso una portata massima in uscita pari a 36.7 l/s il volume di laminazione necessario a garantire l'invarianza risulta essere, dall'applicazione del metodo dell'invaso pari a 1455 m<sup>3</sup>.

Il volume di laminazione necessario per il rispetto delle vigenti norme è ampiamente garantito in quanto è parte di quello ricavato all'interno dei nuovi fossi di guardia a lato strada.

*Tabella 13 – Volume di invaso a disposizione nei fossi di guardia di progetto*

<b>Viabilità collegamento OVEST</b>		<b>Viabilità collegamento EST</b>	
<b>Tipo fossi</b>	<b>Volume a disposizione [mc]</b>	<b>Tipo fossi</b>	<b>Volume a disposizione [mc]</b>
1	0	1	610
2	0	2	1062
3	1815	3	3225
4	2320	4	2616
<b>TOT</b>	<b>4135</b>	<b>TOT</b>	<b>7513</b>

Il volume complessivamente disponibile risulta quindi di circa 11'700 m<sup>3</sup>, ben il doppio di quello necessario per l'invarianza idraulica (circa 5700 m<sup>3</sup>).

AUTOSTRADA A4 – VARIANTE DI MESTRE – PASSANTE AUTOSTRADALE  
CASELLO DI MARTELLAGO-SCORZE' E VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
PROGETTO DEFINITIVO

PASSANTE DI MESTRE S.C.p.A.

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA srl  
Elaborato: CASELLO DI  
MARTELLAGO-SCORZE' E  
VIABILITA' DI COLLEGAMENTO  
Relazione Idrologica e Idraulica

**8. QUADRO RIASSUNTIVO DELLE OPERE IDRAULICHE**

Manufatto	Dimensioni	Progettazione
Botte a sifone sottopassante il fiume Dese	2 tubazioni DN1000	Indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive
Diversione del Desolino vecchio	Manufatto di intercettazione + Canale non rivestito a sezione trapezia + Tubazione DN1200	Verifica idraulica per portata con Tr=50 anni ed in condizioni sia di moto uniforme sia di moto permanente
Manufatto limitatore della portata recapitata all'idrovora Dese	Paratoia piana a battente + Misuratore di portata in tubazione + centralina di comando e controllo	Verifica idraulica del sistema di invasi e degli organi di manovra nelle condizioni limite di funzionamento
Bacini di laminazione casello Martellago	Invaso ovest = 13725 m <sup>3</sup> Invaso est = 3770 m <sup>3</sup>	Verifica idraulica del sistema di invasi e degli organi di manovra nelle condizioni limite di funzionamento
Rete raccolta acque di prima pioggia area casello	Tubazioni di invaso DN600 + pozzetti sfioro + collettori e griglie di raccolta + n°2 impianti di trattamento	Ogni lato (est e ovest) del casello ha un impianto di trattamento indipendente
Tratti in trincea scoperta e gallerie	Condotte DN 300 in PVC + caditoie; cunette laterali	Verifica idraulica per portata con Tr=50 anni
Sottopassi stradali viabilità di collegamento	Vasche di accumulo e laminazione per impianto di pompaggio	Verifica idraulica per portata con Tr=50 anni
Tratti in rilevato	Fossi di guardia a sezione trapezia	Verifica idraulica per portata con Tr=50 anni, verifica invarianza idraulica e stima dei volumi di laminazione