



REGIONE DEL VENETO

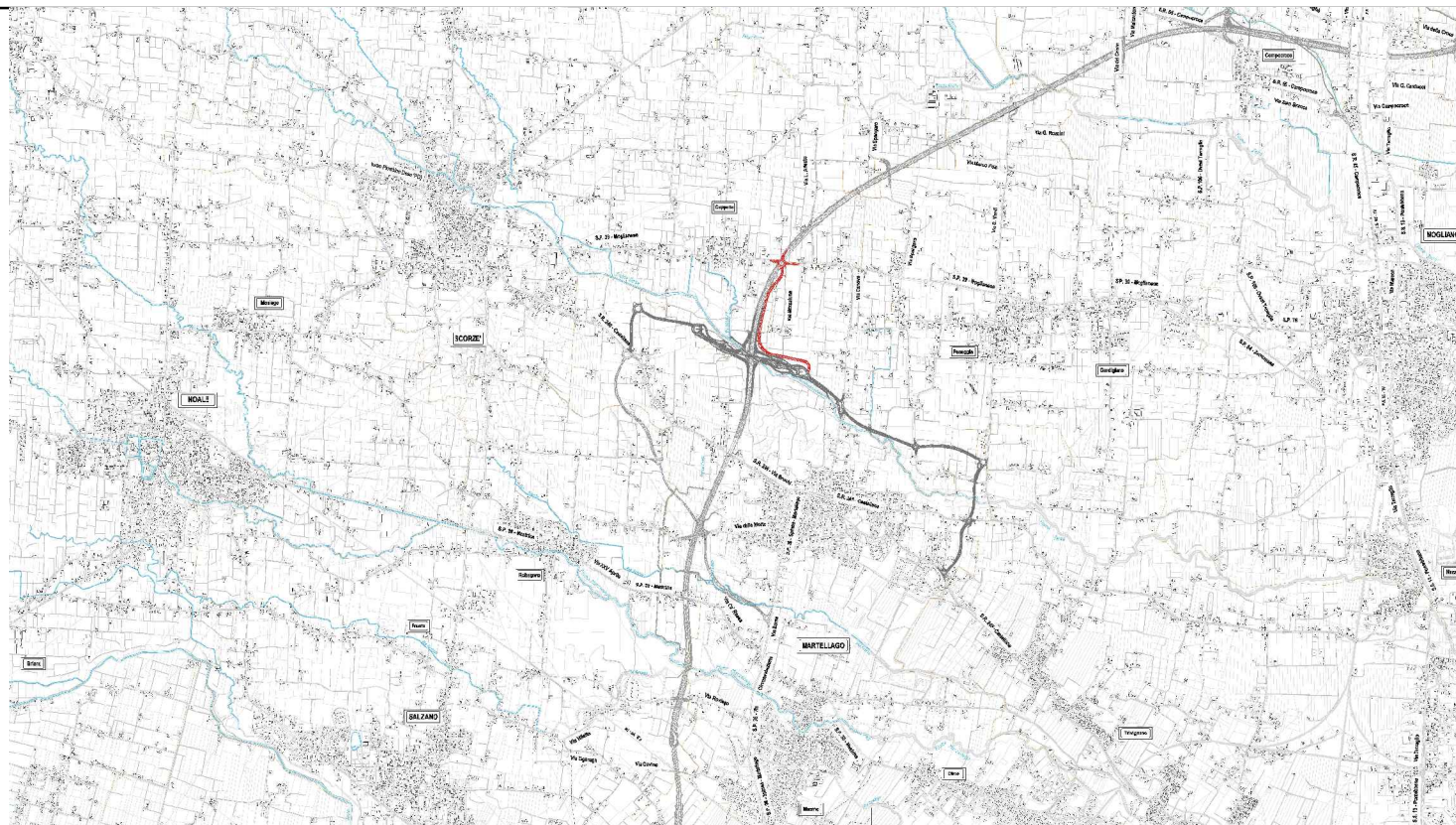
GIUNTA REGIONALE

SEGRETERIA REGIONALE ALLE INFRASTRUTTURE E MOBILITA'

DIREZIONE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO



VENETO STRADE S.P.A.



OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. GABRIELLA MANGINELLI

COORDINATORE DEL PROGETTO
DOTT. URB. ENRICO VESCOVO

PROGETTISTI
ING. LUCIO ZOLLET
Progettazione generale infrastrutture

CONTROLLATO ED APPROVATO
ING. GABRIELLA MANGINELLI

CITTÀ METROPOLITANA DI VENEZIA
COMUNI DI: MARTELLAGO E SCORZÈ

OPERA: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI
MARTELLAGO-SCORZÈ E LA S.P. N. 39 "Moglianesa"

INTERVENTO N.
LD6000

- PROGETTO DEFINITIVO -

ELABORATO N.

PARTE GENERALE
RELAZIONI
Relazione idrologica e idraulica

SCALA:

DATA:

SETTEMBRE 2020

REVISIONE:

00

NOME FILE

2A010300A.doc

PROGETTAZIONE GENERALE
INFRASTRUTTURA

ZOLLET INGEGNERIA Srl
Viale Stazione, 40
32035 S. Giustina (BL)

☐ VALIDAZIONE:

PROTOCOLLO _____

DEL _____

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

INDICE

1.	PREMESSA	2
1.1	OBIETTIVI	2
1.2	METODOLOGIA DI LAVORO	2
2	LA RETE IDROGRAFICA ATTUALE.....	4
3	LA RIDUZIONE DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA	6
3.1	ANALISI IDROLOGICA	6
3.1.1	Caratteristiche pluviometriche della zona in esame	6
3.1.2	Pluviogramma di progetto e piogge nette	9
4	DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE	15
4.1	DRENAGGIO VIABILITÀ.....	15
4.1.1	Generalità e metodo di calcolo	15
4.1.2	Canalette di scolo	16
4.1.3	Condotta di scarico.....	17
4.1.4	Fossi di guardia	17
4.1.5	Tombinamenti e tubazioni	24
4.2	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA	27
5	OPERE D'ARTE RICORRENTI.....	31
5.1	EMBRICI	31

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
	Elaborato:	BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

1. PREMESSA

1.1 OBIETTIVI

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 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;
- 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.

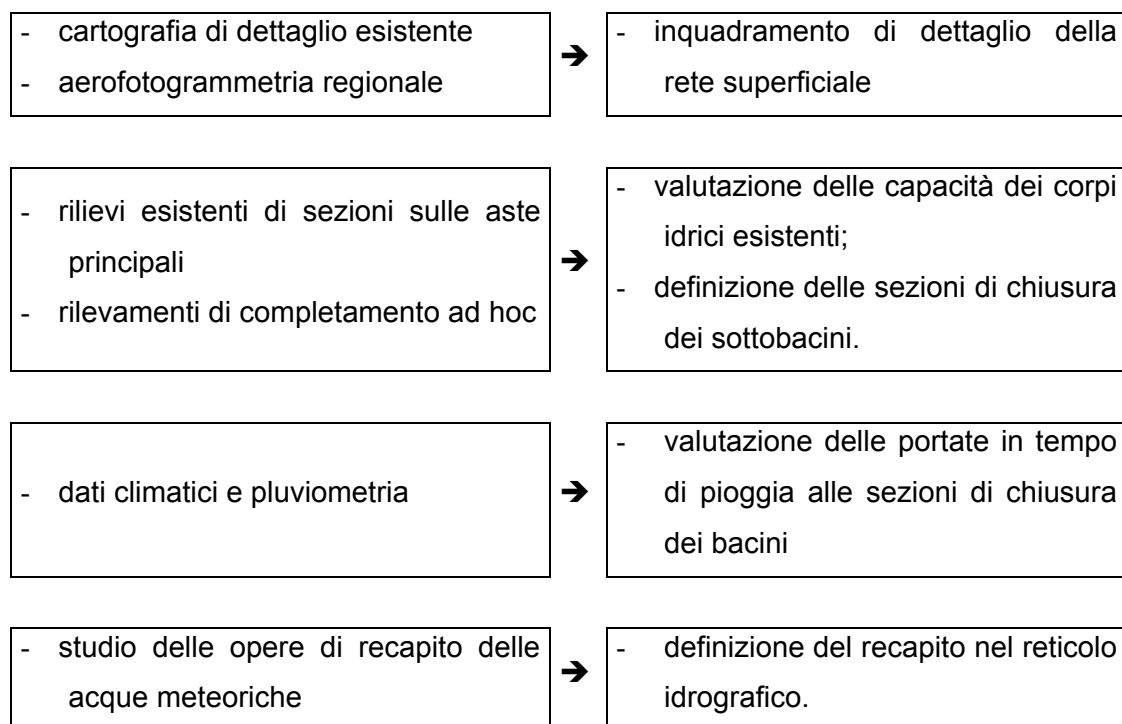
1.2 METODOLOGIA DI LAVORO

Lo studio dell'inserimento dell'opera nell'ambiente idrico è affrontato valutandone gli eventuali impatti sia sotto l'aspetto: [a] dell'idrologia e dell'idraulica di superficie che, separatamente, sotto l'aspetto [b] più prettamente idrogeologico.

[a] La rete di superficie esistente è stata studiata preliminarmente così da ricostruirne la configurazione *ante operam*: le informazioni raccolte ed elaborate, con i relativi output, sono state:

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 2 di 32
---------------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica



Le scelte a priori su cui ci si è basati nella definizione delle opere di raccolta e smaltimento delle portate di origine meteorica sono:

- tempo di ritorno degli eventi meteorici critici: 50 anni;
- raccolta dei volumi di drenaggio dal corpo stradale congiuntamente a quelli dell'idrografia superficiale minore (miglioramento dell'efficienza di drenaggio della campagna circostante).

2 LA RETE IDROGRAFICA ATTUALE

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 km², 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).

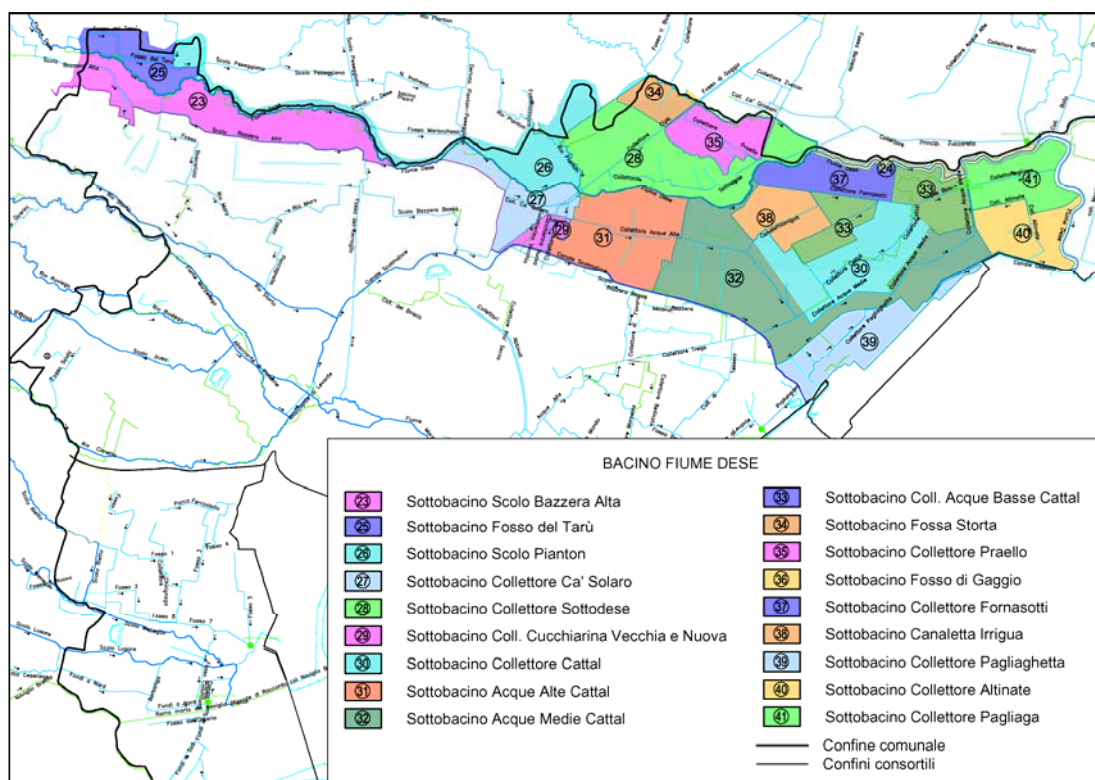


Figura 1 – Bacino idrografico del fiume Dese nel comune di Venezia e suoi sottobacini (territorio del Consorzio Acque Risorgive)

La superficie complessivamente drenata dal fiume Dese è di 16.000 ha dei quali 6.600 circa a monte del Passante; la rete di canali e tributari che la solca è complessa e si sviluppa in un

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETTELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

territorio parzialmente urbanizzato. La portata naturale del fiume Dese¹, nel tratto in corrispondenza delle opere di progetto, risulta di circa 0.6÷0.8 m³/s.

L'approccio seguito per la progettazione delle opere idrauliche 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.

¹ V. D'Agostino, A. Mantovani, M. A. Lenzi, M. Picarella: Valutazione del flusso di nutrienti in un tratto di un collettore scolante nella laguna di Venezia (Fiume Dese). Università di Padova, 1995.

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 5 di 32
---------------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
	Elaborato:	BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

3 LA RIDUZIONE DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

3.1 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.

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.

3.1.1 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:

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

dove:

- h = altezza di pioggia [mm]
- d = durata della pioggia [h]

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 6 di 32
---------------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETTELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

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

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

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 α 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 massimo valore che in un anno assume la grandezza h , è possibile legare la probabilità al tempo di ritorno Tr

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

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 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.

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 7 di 32
---------------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETTELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

3.1.1.1 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.

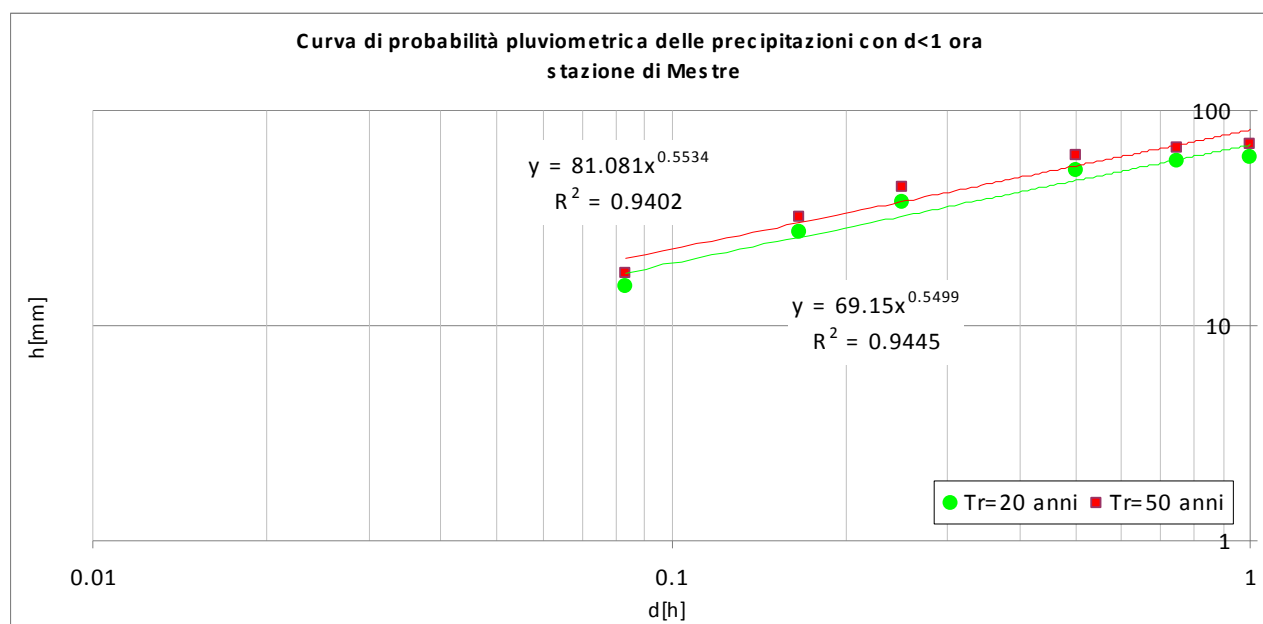


Figura 2

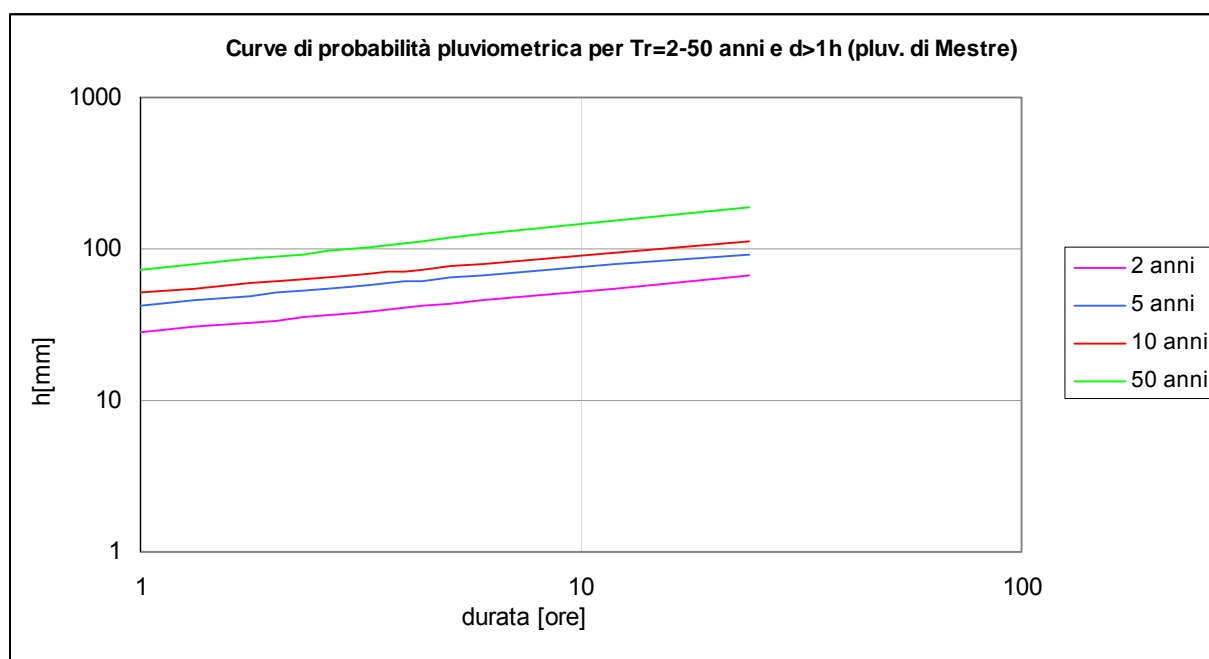


Figura 3

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
	Elaborato:	BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

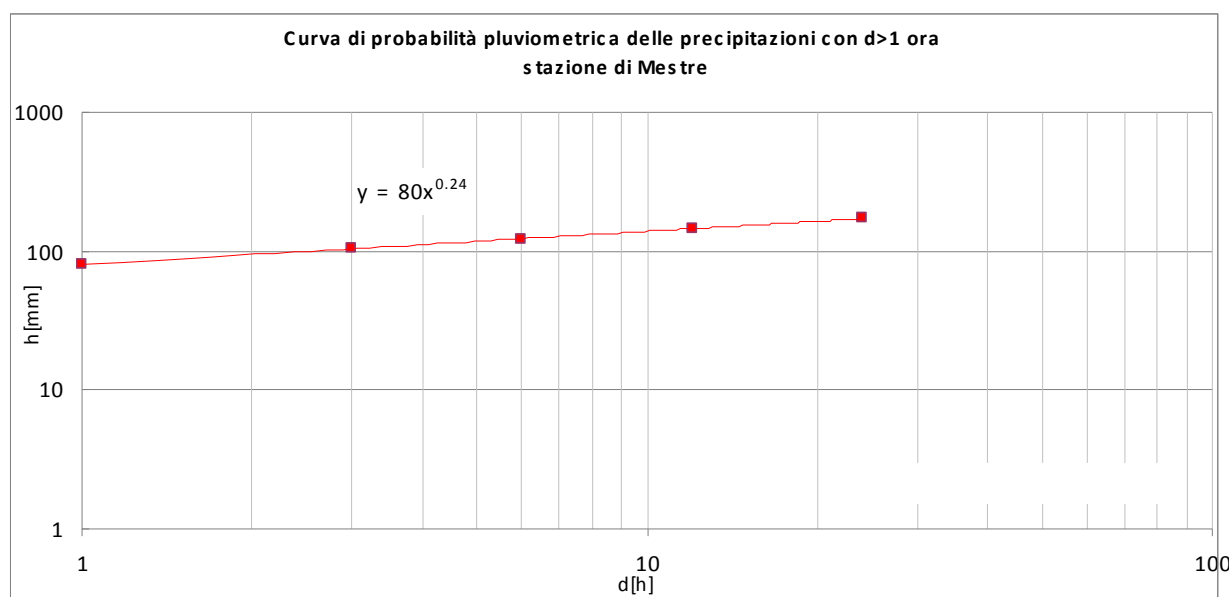


Figura 4

3.1.2 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 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.

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 9 di 32
---------------------------------	--------------	-----------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

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

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

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

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

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.

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:

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 10 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETTELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

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

in cui $V[\text{mm}]$ è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento, in sostanza la pioggia netta P_{net} , $P[\text{mm}]$ è il volume specifico affluito, $S'[\text{mm}]$ è il massimo volume immagazzinabile nel terreno in condizioni di saturazione, $I_a[\text{mm}]$ 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

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

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

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

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).

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 11 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETTELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

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 colloidali, 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).

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETTELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed 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.

Nel presente caso, si disponeva di un valore del coefficiente di afflusso, Φ , 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.

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 13 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
	Elaborato:	BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

A titolo di verifica, tenendo presente che, secondo la classificazione litologica del "Piano Generale di Bonifica" del Consorzio, 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.

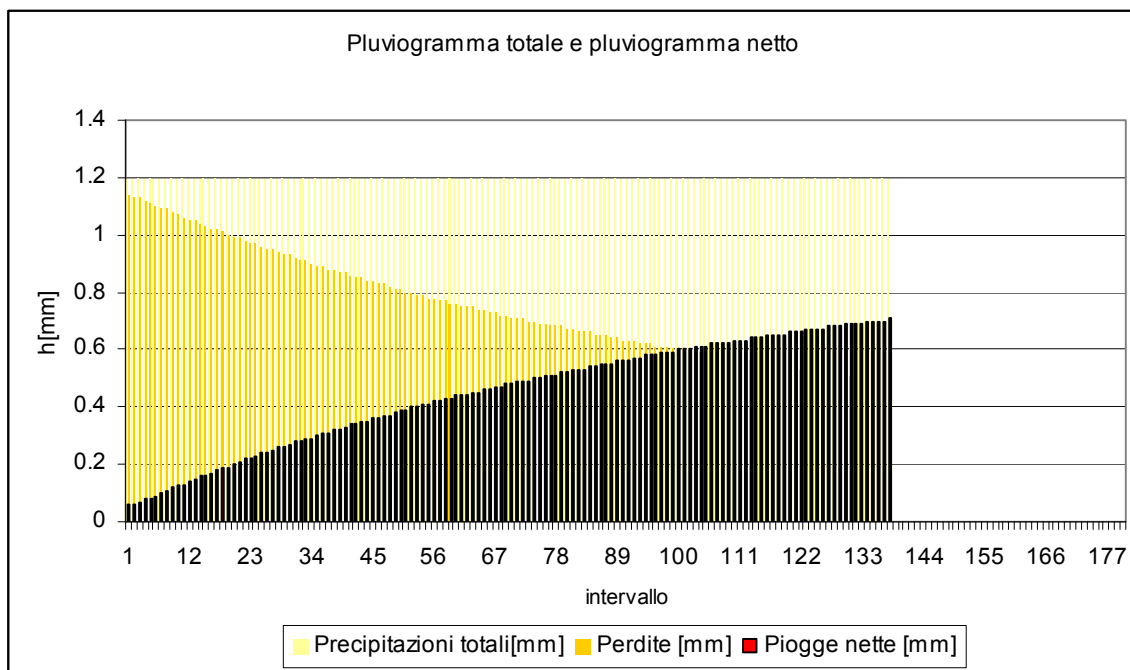


Figura 5

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
	Elaborato:	BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

4 DRENAGGIO DEL CORPO STRADALE

4.1 DRENAGGIO VIABILITÀ

4.1.1 Generalità e metodo di calcolo

Il dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche è stato effettuato 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.

$$Q_p = \phi JS$$

in cui

- ϕ 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

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 15 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETTELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

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

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.

I sistemi di raccolta previsti variano in relazione al tipo di sezione stradale. Si precisa sin d'ora che per le porzioni di rotatoria al di sopra del tracciato della galleria andranno adottate delle soluzioni diverse (canalette di scolo e condotte di scarico) rispetto al resto del sistema stradale.

4.1.2 Canalette di scolo

Per poter smaltire l'acqua proveniente dalla superficie stradale della rotatoria nei tratti al di sopra del tracciato della galleria si è deciso di utilizzare delle canalette di scolo, in quanto le normali caditoie non avrebbero avuto lo spazio sufficiente per la posa in opera. Come evidenziato nei disegni, la superficie stradale che conferisce nelle canalette è circa pari a un ottavo della superficie della rotatoria in un caso, mentre risulta molto maggiore nell'altro. Assegnate dunque le dimensioni geometriche (superficie asfaltata e larghezza nel caso più sfavorevole) ed essendo il coefficiente di drenaggio per tale superficie pari a 0.9, si possono calcolare le grandezze di interesse.

Il tempo fuori rete è pari al tempo di corrivazione calcolato mediante la formula di Maryland sopra citata ed è pari a 29.3 s.

Per il calcolo del tempo di corrivazione vero e proprio (espresso in h) alla grandezza appena definita va aggiunto il rapporto fra lunghezza del segmento della linea d'asse (120 m) e la velocità dell'acqua (1 m/s); il tempo di corrivazione sarà quindi pari a 0.041 h.

Dai parametri a ed n delle curve di possibilità pluviometrica si ricava l'altezza di pioggia (13.94 mm).

Tenendo conto che il coefficiente di drenaggio è pari a 0.9 la portata derivante dalla porzione di superficie stradale nel caso più sfavorevole risulta pari a 67 l/s, ovvero $0.067 \text{ m}^3/s$.

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 16 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
	Elaborato:	BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

A questo punto è necessario dimensionare la canaletta di scolo: si assume una larghezza pari a 0.3 m, un'altezza del battente d'acqua pari a 0.25 m e una pendenza pari allo 0.2 %.

Assegnando poi una scabrezza tipica di questo tipo di manufatti si ricava che la portata che ciascuna canaletta è in grado di convogliare è pari a 67.4 l/s, ovvero $0.0674 \text{ m}^3/\text{s}$.

Essendo la portata della canaletta maggiore di quella derivante dalla superficie stradale la verifica risulta soddisfatta.

4.1.3 Condotta di scarico

A questo punto, per poter recapitare l'acqua proveniente dalle canalette nei fossi di guardia, è necessario prevedere la presenza di una condotta circolare. Si assume un diametro pari a 0.3 m, un grado di riempimento del 70% e una pendenza pari all'1%. La portata convogliabile da tale condotta risulta pari a 126.3 l/s, ovvero $0.126 \text{ m}^3/\text{s}$. Evidentemente tale portata è maggiore della portata in arrivo dalle canalette di scolo e pertanto la verifica risulta soddisfatta anche in questo caso. Infine i fossi di guardia, come esplicitato di seguito, sono in grado di convogliare portate molto maggiori di quella proveniente dalla superficie stradale.

4.1.4 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.

Vista la varietà delle estensioni delle aree da servire, sono state individuate cinque sezioni tipo, che rappresentano le dimensioni minime che dovranno avere i fossati nei tratti corrispondenti:

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 17 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

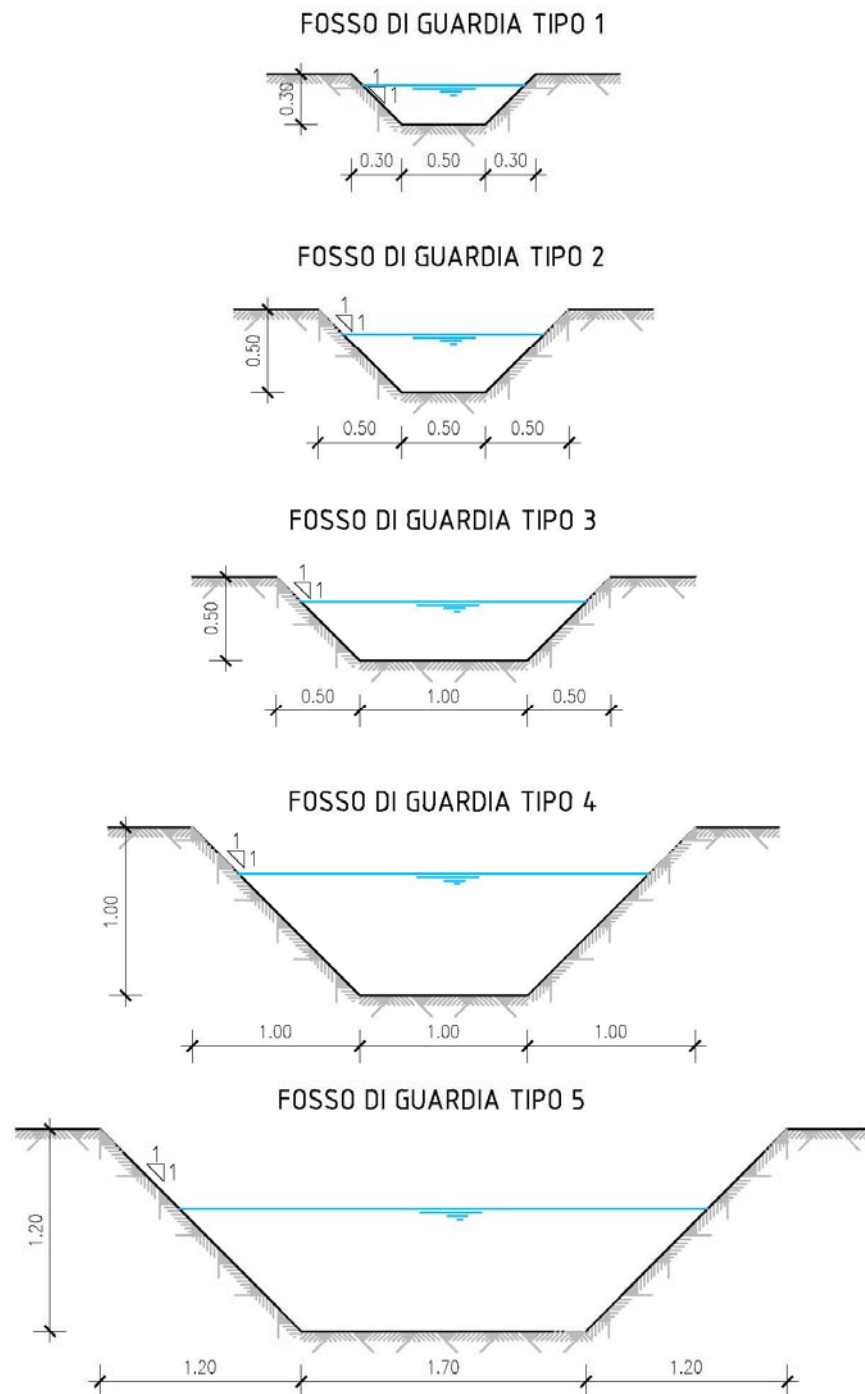


Figura 6- Sezioni tipo dei fossi di guardia

La metodologia progettuale dei profili longitudinali dei fossi di guardia tiene conto delle condizioni al contorno dell'idrografia superficiale ottimizzando tutte le componenti che garantiscono il miglior invaso e deflusso delle acque:

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 18 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

1. verifica e definizione della quota minima dei punti consegna nell'idrografia superficiale in base alla topografia del ricettore esistente (quota fondo) ed alle condizioni di deflusso locali;
2. sviluppo a ritroso del profilo (da valle verso monte) in base alla pendenza minima assegnabile al tronco considerato per garantire il deflusso delle acque;
3. verifica che l'assetto del nuovo fondo fosso di guardia sia tale da privilegiare il verso di flusso che garantisca la funzione di invaso e drenaggio delle aree di campagna limitrofe di competenza.

In prossimità della rotatoria Est Casello il fosso di guardia della bretella si collega con il fosso Eb del Casello di Martellago-Scorzè.

Si riportano di seguito i layout di calcolo e verifica dei fossi di guardia stradali, compresi gli schemi planimetrici identificativi della nomenclatura fossi e la localizzazione e codifica dei punti di consegna nell'idrografia superficiale esistente.

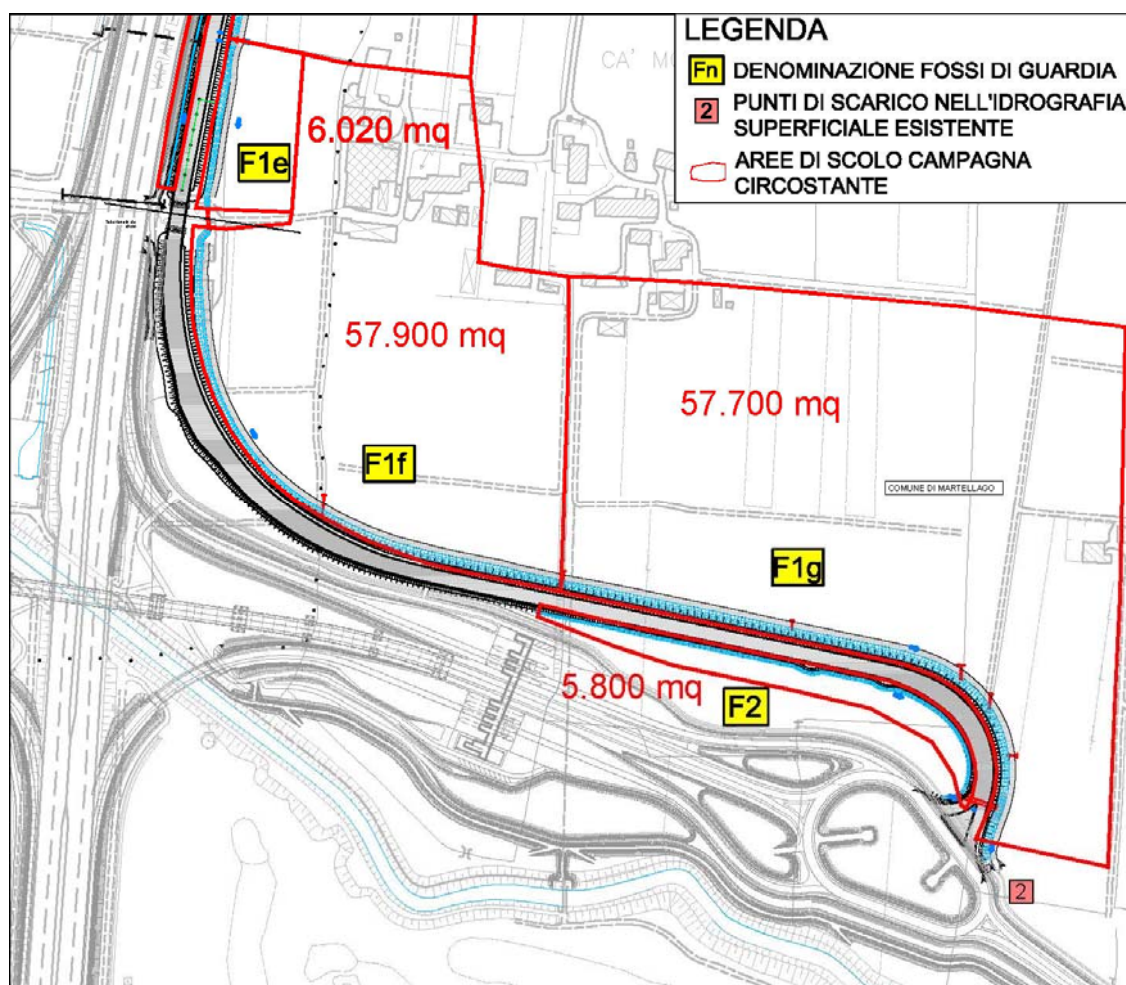


Figura 7- Tratto sud, schema identificativo fossi di guardia, aree campagna di pertinenza fossi guardia e punti di consegna nell'idrografia superficiale

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 19 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese"
Relazione Idrologica ed Idraulica

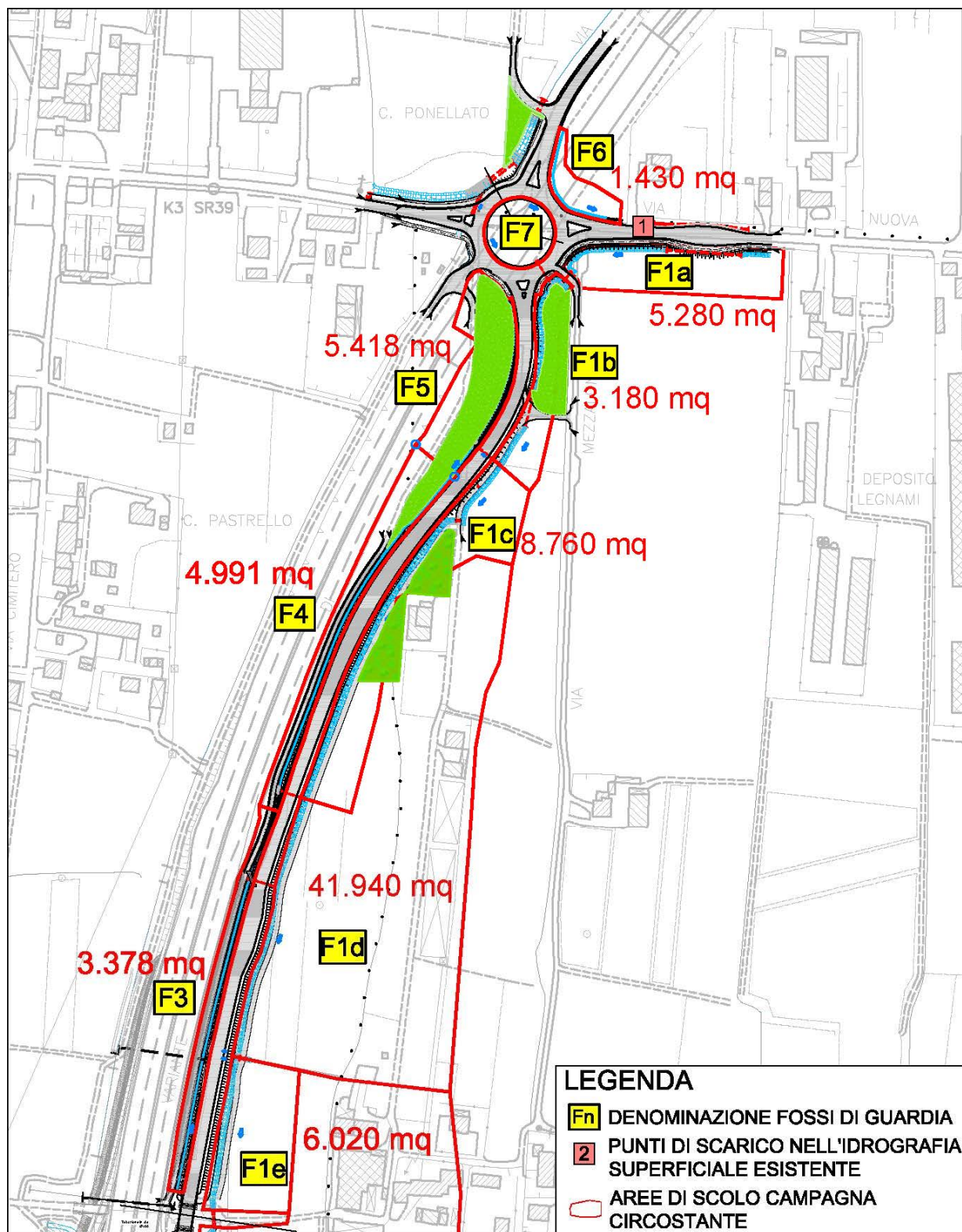


Figura 8- Tratto nord, schema identificativo fossi di guardia, aree campagna di pertinenza fossi guardia e punti di consegna nell'idrografia superficiale

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese"
Relazione Idrologica ed Idraulica

PARAMETRI CLIMATICI									
Elaborazione scrosci									
Tr (anni)	50								
a	81,081								
n	0,5535								
		Tr=50 anni		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A*Ks*R_H^{2/3}*I^{1/2}$					
		fosso 1.a	sez. (E1→78)		sezione trapezia - Fosso tipo 3				
Lunghezza[m]	165	S camp	S strada		b=	1 m			
Ks[m ^{1/3/s}]	60	5050	1600		y=	0,5 m			
pendenza long.[m/m]	0,00115				m=	1 scarpata 1:1			
coeff deflusso risultante	0,44				A=	0,75 m ²			
t _c [s]	758				P=	2,414 m			
t _c [h]	0,2107				R _H =	0,311 m			
h [mm]	34				Ks=	40 m ^{1/3s} -1			
i[mm/h]	163				i=	0,00115			
Portata da monte [l/s]		Q tot. [l/s]	133		Q=	0,467 m ³ /s			
Portata intercettata [l/s]	133				v=	0,623 m/s			
Portata intercettata [l/s/m]	0,81				Volume invaso	123 m ³			
t _c [minuti]	12,64								
		Tr=50 anni		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A*Ks*R_H^{2/3}*I^{1/2}$					
		fosso 1.b	sez. (78→X5)		sezione trapezia - Fosso tipo 3				
Lunghezza[m]	151	S camp	S strada		b=	1 m			
Ks[m ^{1/3/s}]	60	3180	550		y=	0,5 m			
pendenza long.[m/m]	0,00132				m=	1 scarpata 1:1			
coeff deflusso risultante	0,39				A=	0,75 m ²			
t _c [s]	677				P=	2,414 m			
t _c [h]	0,1880				R _H =	0,311 m			
h	32				Ks=	40 m ^{1/3s} -1			
i[mm/h]	171				i=	0,00132			
Portata da monte [l/s]	157	Q tot. [l/s]	226		Q=	0,501 m ³ /s			
Portata intercettata [l/s]	69				v=	0,668 m/s			
Portata intercettata [l/s/m]	0,46				Volume invaso	113 m ³			
t _c [minuti]	11,28								
		Tr=50 anni		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A*Ks*R_H^{2/3}*I^{1/2}$					
		fosso 1.c	sez. (X5→X4)		sezione trapezia - Fosso tipo 4				
Lunghezza[m]	293	S camp	S strada		b=	1 m			
Ks[m ^{1/3/s}]	60	8760	2750		y=	1,0 m			
pendenza long.[m/m]	0,00143				m=	1 scarpata 1:1			
coeff deflusso risultante	0,44				A=	2 m ²			
t _c [s]	1068				P=	3,828 m			
t _c [h]	0,2968				R _H =	0,522 m			
h	41				Ks=	40 m ^{1/3s} -1			
i[mm/h]	139				i=	0,00143			
Portata da monte [l/s]	441	Q tot. [l/s]	639		Q=	1,964 m ³ /s			
Portata intercettata [l/s]	198				v=	0,982 m/s			
Portata intercettata [l/s/m]	0,67				Volume invaso	586 m ³			
t _c [minuti]	17,81								

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese"
Relazione Idrologica ed Idraulica

	Tr=50 anni			VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$		
	fosso 1.d	sez. (X4→50)		sezione trapezia - Fosso tipo 4		
Lunghezza[m]	189	S camp	S strada	b=	1 m	
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	41940	2390	y=	1 m	
pendenza long.[m/m]	0,00244			m=	1 scarpata 1:1	
coeff deflusso risultante	0,33			A=	2 m²	
$t_c[s]$	638			P=	3,828 m	
$t_c[h]$	0,1771			$R_H=$	0,522 m	
h	31			$K_s=$	40 m ^{1/3} s ⁻¹	
i[mm/h]	176			i=	0,00244	
Portata da monte [l/s]	790	Q tot. [l/s]	1508	Q=	2,562 m³/s	
Portata intercettata [l/s]	719			v=	1,281 m/s	
Portata intercettata [l/s/m]	3,81			Volume invaso	377 m³	
$t_c[\text{minuti}]$	10,63					
	Tr=50 anni			VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$		
	fosso 1.e	sez. (50→44a)		sezione trapezia - Fosso tipo 4		
Lunghezza[m]	115	S camp	S strada	b=	1 m	
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	6020	840	y=	1 m	
pendenza long.[m/m]	0,00113			m=	1 scarpata 1:1	
coeff deflusso risultante	0,37			A=	2 m²	
$t_c[s]$	588			P=	3,828 m	
$t_c[h]$	0,1634			$R_H=$	0,522 m	
h	30			$K_s=$	40 m ^{1/3} s ⁻¹	
i[mm/h]	182			i=	0,00113	
Portata da monte [l/s]	1558	Q tot. [l/s]	1688	Q=	1,744 m³/s	
Portata intercettata [l/s]	130			v=	0,872 m/s	
Portata intercettata [l/s/m]	1,13			Volume invaso	230 m³	
$t_c[\text{minuti}]$	9,80					
	Tr=50 anni			VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$		
	fosso 1.f	sez. (44a→18)		sezione trapezia - Fosso tipo 5		
Lunghezza[m]	388	S camp	S strada	b=	1,7 m	
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	57900	4920	y=	1,2 m	
pendenza long.[m/m]	0,00052			m=	1 scarpata 1:1	
coeff deflusso risultante	0,35			A=	3,48 m²	
$t_c[s]$	1906			P=	5,094 m	
$t_c[h]$	0,5294			$R_H=$	0,683 m	
h	57			$K_s=$	40 m ^{1/3} s ⁻¹	
i[mm/h]	108			i=	0,00052	
Portata da monte [l/s]	1688	Q tot. [l/s]	2340	Q=	2,451 m³/s	
Portata intercettata [l/s]	652			v=	0,704 m/s	
Portata intercettata [l/s/m]	1,68			Volume invaso	1351 m³	
$t_c[\text{minuti}]$	31,76					
	Tr=50 anni			VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$		
	fosso 1.g	sez. (18→1)		sezione trapezia - Fosso tipo 5		
Lunghezza[m]	416	S camp	S strada	b=	1,7 m	
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	92300	1200	y=	1,2 m	
pendenza long.[m/m]	0,00096			m=	1 scarpata 1:1	
coeff deflusso risultante	0,31			A=	3,48 m²	
$t_c[s]$	1597			P=	5,094 m	
$t_c[h]$	0,4435			$R_H=$	0,683 m	
h	52			$K_s=$	40 m ^{1/3} s ⁻¹	
i[mm/h]	117			i=	0,00096	
Portata da monte [l/s]	2340	Q tot. [l/s]	3272	Q=	3,347 m³/s	
Portata intercettata [l/s]	932			v=	0,962 m/s	
Portata intercettata [l/s/m]	2,24			Volume invaso	1449 m³	

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese"
Relazione Idrologica ed Idraulica

	<i>Tr=50 anni</i>		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$	
	fosso 2	sez. (18→2)	sezione trapezia - Fosso tipo 2	
Lunghezza[m]	328	S camp S strada	b=	0,5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	5800 2950	y=	0,5 m
pendenza long.[m/m]	0,00161		m=	1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0,50		A=	0,5 m ²
$t_c[s]$	1111		P=	1,914 m
$t_c[h]$	0,3085		$R_H=$	0,261 m
h	42		$K_s=$	40 m ^{1/3} s ⁻¹
i[mm/h]	137		i=	0,00161
Portata da monte [l/s]	0,00	Q tot. [l/s] 167	Q=	0,328 m ³ /s
Portata intercettata [l/s]	167		v=	0,657 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0,51		Volume invaso	164 m ³
$t_c[\text{minuti}]$	18,51			

	<i>Tr=50 anni</i>		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$	
	fosso 3	sez. (45→55)	sezione trapezia - Fosso tipo 2	
Lunghezza[m]	227	S camp S strada	b=	0,5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	3378 250	y=	0,5 m
pendenza long.[m/m]	0,00677		m=	1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0,34		A=	0,5 m ²
$t_c[s]$	503		P=	1,914 m
$t_c[h]$	0,1398		$R_H=$	0,261 m
h	27		$K_s=$	40 m ^{1/3} s ⁻¹
i[mm/h]	195		i=	0,00677
Portata da monte [l/s]	0,00	Q tot. [l/s] 67	Q=	0,672 m ³ /s
Portata intercettata [l/s]	67		v=	1,345 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0,30		Volume invaso	114 m ³
$t_c[\text{minuti}]$	8,39			

	<i>Tr=50 anni</i>		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$	
	fosso 4	sez. (71→58)	sezione trapezia - Fosso tipo 2	
Lunghezza[m]	263	S camp S strada	b=	0,5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	4991 265	y=	0,5 m
pendenza long.[m/m]	0,00456		m=	1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0,33		A=	0,5 m ²
$t_c[s]$	648		P=	1,914 m
$t_c[h]$	0,1799		$R_H=$	0,261 m
h	31		$K_s=$	40 m ^{1/3} s ⁻¹
i[mm/h]	174		i=	0,00456
Portata da monte [l/s]	0	Q tot. [l/s] 84	Q=	0,552 m ³ /s
Portata intercettata [l/s]	84		v=	1,103 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	0,32		Volume invaso	132 m ³
$t_c[\text{minuti}]$	10,79			

	<i>Tr=50 anni</i>		VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$	
	fosso 5	sez. (77→72)	sezione trapezia - Fosso tipo 2	
Lunghezza[m]	113	S camp S strada	b=	0,5 m
$K_s[m^{1/3/s}]$	60	5418 1940	y=	0,5 m
pendenza long.[m/m]	0,00452		m=	1 scarpata 1:1
coeff deflusso risultante	0,46		A=	0,5 m ²
$t_c[s]$	349		P=	1,914 m
$t_c[h]$	0,0970		$R_H=$	0,261 m
h	22		$K_s=$	40 m ^{1/3} s ⁻¹
i[mm/h]	230		i=	0,00452
Portata da monte [l/s]	0	Q tot. [l/s] 215	Q=	0,550 m ³ /s
Portata intercettata [l/s]	215		v=	1,099 m/s
Portata intercettata [l/s/m]	1,91		Volume invaso	56 m ³
$t_c[\text{minuti}]$	5,82			

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE

PROGETTO DEFINITIVO

Progettazione: ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
Elaborato: BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese"
Relazione Idrologica ed Idraulica

	<i>Tr=50 anni</i>				VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A*Ks*R_H^{2/3}*i^{1/2}$			
	fosso 6	sez. (N3→E10)			sezione trapezia - Fosso tipo 1			
Lunghezza[m]	99	S camp	S strada		b=	0,5	m	
Ks[m ^{1/3/s}]	60	1430	1070		y=	0,3	m	
pendenza long.[m/m]	0,00845				m=	1	scarpata 1:1	
coeff deflusso risultante	0,56				A=	0,24	m²	
t _c [s]	254				P=	1,349	m	
t _c [h]	0,0705				R _H =	0,178	m	
h	19				Ks=	40	m ^{1/3s} -1	
i[mm/h]	265				i=	0,00845		
Portata da monte [l/s]	0	Q tot.[l/s]	102		Q=	0,279	m³/s	
Portata intercettata [l/s]	102				v=	1,163	m/s	
Portata intercettata [l/s/m]	1,03				Volume invaso	24	m³	
t _c [minuti]	4,23							

	<i>Tr=50 anni</i>				VERIFICA CAPACITA' PORTATA: $Q=A*Ks*R_H^{2/3}*i^{1/2}$			
	fosso 7	sez. rotatoria			sezione trapezia - Fosso tipo 1			
Lunghezza[m]	144	S camp	S strada		b=	0,5	m	
Ks[m ^{1/3/s}]	60	1809,557	0		y=	0,3	m	
pendenza long.[m/m]	0,00066				m=	1	scarpata 1:1	
coeff deflusso risultante	0,30				A=	0,24	m²	
t _c [s]	843				P=	1,349	m	
t _c [h]	0,2342				R _H =	0,178	m	
h	36				Ks=	40	m ^{1/3s} -1	
i[mm/h]	155				i=	0,00066		
Portata da monte [l/s]	0	Q tot.[l/s]	23		Q=	0,078	m³/s	
Portata intercettata [l/s]	23				v=	0,326	m/s	
Portata intercettata [l/s/m]	0,16				Volume invaso	35	m³	
t _c [minuti]	14,05							

4.1.5 Tombinamenti e tubazioni

4.1.5.1 Collegamento Fossi 1-a e 1-b

sezione circolare			
D=	0.6		
riempimento=	0.7		
A=	0.211	m²	
P=	1.189	m	
R _H =	0.178	m	
Ks=	50	m ^{1/3s} -1	
i=	0.0034		
Q=	0.195	m³/s	
v=	0.92	m/s	

Portata di progetto: $0.133 \text{ m}^3/\text{s}$. Verifica soddisfatta.

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
	Elaborato:	BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

4.1.5.2 Tubo proveniente da rotatoria

sezione circolare	
D=	0,3
riempimento=	0,7
A=	0,053 m ²
P=	0,595 m
R _H =	0,089 m
Ks=	50 m ^{1/3} s ⁻¹
i=	0,0428
Q=	0,109 m ³ /s
v=	2,06 m/s

Portata di progetto: 0.030 m³/s. Verifica soddisfatta.

4.1.5.3 Tombinamento Fosso 1 tra le progressive 255.63-283.05

sezione circolare	
D=	0.8
riempimento=	0.7
A=	0.376 m ²
P=	1.586 m
R _H =	0.237 m
Ks=	50 m ^{1/3} s ⁻¹
i=	0.0013
Q=	0.262 m ³ /s
v=	0.70 m/s

Portata di progetto: 0.202 m³/s. Verifica soddisfatta.

4.1.5.4 Collegamento Fosso 5 – Fosso 1

sezione circolare	
D=	0.5
riempimento=	0.85
A=	0.178 m ²
P=	1.173 m
R _H =	0.152 m
Ks=	50 m ^{1/3} s ⁻¹
i=	0.0316
Q=	0.449 m ³ /s
v=	2.53 m/s

Portata di progetto: 0.215 m³/s. Verifica soddisfatta.

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 25 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
	Elaborato:	BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

4.1.5.5 Tombinamento Fosso 1 tra le progressive 366.86-370.04

sezione rettangolare		
b=	1.2	m
y=	0.8	m
A=	0.960	m ²
P=	2.800	m
R _H =	0.343	m
Ks=	60	m ^{1/3} s ⁻¹
i=	0.0014	
Q=	1.068	m ³ /s
v=	1.11	m/s

Portata di progetto: $0.606 \text{ m}^3/\text{s}$. Verifica soddisfatta.

4.1.5.6 Collegamento Fosso 4 – Fosso 1

sezione circolare		
D=	0.5	
riempimento=	0.7	
A=	0.147	m ²
P=	0.991	m
R _H =	0.148	m
Ks=	50	m ^{1/3} s ⁻¹
i=	0.0048	
Q=	0.142	m ³ /s
v=	0.97	m/s

Portata di progetto: $0.084 \text{ m}^3/\text{s}$. Verifica soddisfatta.

4.1.5.7 Collegamento Fosso 3 – Fosso 1

sezione circolare		
D=	0.5	
riempimento=	0.7	
A=	0.147	m ²
P=	0.991	m
R _H =	0.148	m
Ks=	50	m ^{1/3} s ⁻¹
i=	0.0100	
Q=	0.205	m ³ /s
v=	1.40	m/s

Portata di progetto: $0.067 \text{ m}^3/\text{s}$. Verifica soddisfatta.

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 26 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETTELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

4.1.5.8 Tombinamento Fosso 1 tra le progressive 912.46-924.46

sezione rettangolare		
b=	1.2	m
y=	0.8	m
A=	0.960	m ²
P=	2.800	m
R _H =	0.343	m
Ks=	60	m ^{1/3} s ⁻¹
i=	0.0042	
Q=	1.821	m ³ /s
v=	1.90	m/s

Portata di progetto: $1.638 \text{ m}^3/\text{s}$. Verifica soddisfatta.

4.1.5.9 Tombinamento finale

sezione rettangolare		
b=	2	m
y=	1	m
A=	2.000	m ²
P=	4.000	m
R _H =	0.500	m
Ks=	60	m ^{1/3} s ⁻¹
i=	0.0133	
Q=	8.729	m ³ /s
v=	4.36	m/s

Portata di progetto: $1.820 \text{ m}^3/\text{s}$. Verifica soddisfatta.

4.2 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Dall'esame della carta del rischio idraulico emerge che l'area in cui è prevista la realizzazione della bretella di collegamento al 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. Questo discorso può essere esteso anche alla viabilità oggetto della presenta progettazione, 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

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 27 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

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 della bretella:

- 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.

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-hm², che si ritiene proprio delle aree adibite ad usi agricoli.

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 –*

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 28 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
	Elaborato:	BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

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.

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 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 alla nuova viabilità di collegamento si sono considerate le aree effettivamente interessate da trasformazioni, rispetto all'assetto attuale ovvero:

- le aree che saranno rese "impermeabili" poiché 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 l/s·hm², mutuato dalle citate pianificazioni esistenti, essendo tale valore quello solitamente impiegato nella valutazione dell'invarianza idraulica.

Il progetto prevede che la trasformazione dell'uso del suolo interessi una superficie pari a 47'570 m²; in base alle valutazioni riportate nella seguente Tabella 3 essa, una volta realizzati gli interventi in progetto, avrà un coefficiente di deflusso medio pari a 0,52.

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 29 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETTELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

Aree interessate dalla trasformazione dell'uso del suolo	S m ²	Stato di fatto		Stato di progetto	
		fi	Seq m ²	fi	Seq m ²
Superfici rese impermeabili (aree asfaltate ed edifici)	20,500	0.10	2050	0.90	18450
Superfici rese semimpermeabili (viabilità poderale in bianco)	8,170	0.10	817	0.60	4902
Superfici sistemate a verde (cigli e scarpate, aree di mitigazione, bacini di laminazione)	26,380	0.10	2638	0.20	5276
Valori complessivi	55,050	0.10	5,505	0.52	28,628

Tabella 3 – Determinazione del coefficiente di deflusso complessivo

Imponendo una portata massima recapitata alla rete idrografica territoriale pari a 55.05 l/s, ovvero pari a 10 l/s·hm², applicando il metodo dell'invaso si determina il volume necessario alla laminazione in 2.400 m³ circa. Tale volume sarà ricavato all'interno dei fossi di guardia a bordo strada.

Tipologia	Volume a disposizione [mc]
Fossi di guardia	4755

Tabella 4 – Volume di invaso a disposizione nei fossi di guardia di progetto

Il volume complessivamente disponibile risulta quindi ben superiore a quello necessario per l'invarianza idraulica (circa 2.400 m³).

Il volume di laminazione necessario per il rispetto delle vigenti norme è quindi ampiamente garantito in quanto è parte di quello ricavato all'interno dei nuovi fossi di guardia a lato strada.

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l.
	Elaborato:	BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

5 OPERE D'ARTE RICORRENTI

5.1 EMBRICI

L'allontanamento delle acque che si accumulano sulla piattaforma stradale verso i fossi di guardia, è ufficio degli embrici posti sulla scarpata del rilevato e che creano la soluzione di continuità tra la piattaforma stradale e il fosso garantendo che il rilevato stesso non sia eroso dal percolamento delle acque.

Per il dimensionamento degli embrici si è fatto riferimento alla classica relazione di stramazzo in parete grossa, nella ragionevole ipotesi che la velocità della corrente sia trascurabile per gli esigui tiranti e le pendenze irrisorie che caratterizzano la piattaforma stradale.

$$Q = C_q \cdot l \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

con

- $C_q = 0.385$ coefficiente di portata per stramazzo in parete sottile;
- $l = 1$ m larghezza dell'embrice
- h = altezza della lama d'acqua massima consentita, nell'ipotesi che il velo d'acqua si estenda per 1.5 m (pari alla larghezza della banchina) verso il centro della carreggiata con pendenza 2.5% (variabile a seconda della pendenza trasversale).

Fissati i parametri idrologici, determinati con la trattazione già esposta, e un interasse tra gli embrici (variabile a seconda della pendenza longitudinale e della larghezza della carreggiata, pari a 2 x 4,75 m in rettilineo e variabile in curva a seconda degli allargamenti per la visibilità), si è determinata la portata che afferisce a ciascun embrice, che va confrontata con quella che l'embrice può smaltire.

La seguente tabella riporta un esempio di calcolo, in corrispondenza di un tratto con carreggiata larga in media 13,85 m e pendenza trasversale pari a 5%.

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 31 di 32
---------------------------------	--------------	------------------

OPERE COMPLEMENTARI AL PASSANTE DI MESTRE		
PROGETTO DEFINITIVO	Progettazione: Elaborato:	ZOLLET INGEGNERIA S.r.l. BRETELLA DI COLLEGAMENTO TRA LA STAZIONE DI MARTELAGO-SCORZE' E LA S.P. N. 39 "Moglianese" Relazione Idrologica ed Idraulica

Dati piattaforma					Dati pluviometrici (Tr = 50 anni)						
Lunghezza strada [m]	Larghezza media [m]	Ks[m ^{1/3} /s]	pendenza long.[m/m]	S strada [m ²]	coef risultante deflusso	a	n	tc[s]	h [mm]	i[mm/h]	Portata intercettata [l/s]
10	13.85	75	0.024	139	0.90	81.08 1	0.553 5	27.4	5	0.2	24.79

Tabella 5 - Parametri di piattaforma e idrologici per il dimensionamento degli embrici

Portata in arrivo [l/s]	Portata evacuabile [l/s]	Larghezza l [m]	Cq	Massimo tirante in cunetta h [m]	Interasse embrici [m]	pendenza trasversale.[m/m]	Pendenza long.[m/m]
24.79	25.26	1.00	0.385	0.0765	10	0.051	0.024

Tabella 6 - Parametri geometrici ed idraulici per la verifica degli embrici

Confrontando la prima e l'ultima colonna della *Tabella 6*, risulta che gli embrici previsti sono in grado di scaricare la portata in arrivo caratterizzata da Tr = 50 anni.

In maniera analoga si procede per i vari tratti, da cui risultano gli interassi riportati in *Tabella 7*

Sezione stradale	Interasse embrici (m)
1-8	10
8-22	25
22-62	10
62-76	10

Tabella 7 - Interasse embrici

Codice elaborato: 2A010300A.doc	Revisione: 0	Pagina: 32 di 32
---------------------------------	--------------	------------------