



# REGIONE DEL VENETO

GIUNTA REGIONALE


SEGRETERIA REGIONALE ALLE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ

DIREZIONE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO

## VENETO STRADE S.P.A.



# CICLOVIA NAZIONALE "TRIESTE-VENEZIA" TRATTO VENETO TRONCO 1

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. Gabriella Manginelli	LOTTO FUNZIONALE		
IL RESPONSABILE ALLA LIQUIDAZIONE Dott. Urb. Enrico Vescovo	PROGETTO DEFINITIVO CUP - D61B22001530001		INTERVENTO CICLOVIA N. 21
RESP. INTEGRAZ. SPECIALISTICHE E PROGETTISTA Ing. Gianmaria De Stavola 	ELABORATO <b>F.001</b>	TITOLO ELABORATO IDRAULICA RELAZIONE PROGETTAZIONE IDRAULICA - COMPATIBILITA' IDRAULICA E VERIFICA COMPATIBILITA' PGRA	
	DATA EMISSIONE Aprile 2023	IL RELATORE -	NOME FILE 1319.0.D.F.001.0.F.0_REL_CART
IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE -	0	Aprile 2023	PRIMA EMISSIONE
GRUPPO DI PROGETTAZIONE Ing. Gianmaria De Stavola - E-Farm s.r.l. Ing. Rolando Tonin - E-Farm s.r.l. Geom. Massimo Tabarin - E-Farm s.r.l. Ing. Sara Falasco - E-Farm s.r.l.	RIFERIMENTI INTERNI CODICE ELABORATO <b>1319.0.D.F.001.0.F.0</b> NOME FILE 1319.0.D.F.001.0.F.0_REL_CART REVISIONE 0		INVIO <input type="checkbox"/> IN PROGRESS <input checked="" type="checkbox"/> PER APPROVAZIONE  PREVENUTO IN DATA



## INDICE

1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
2. METODOLOGIA DI LAVORO .....	3
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	4
4. INTERVENTI SPECIFICI SULLA SOMMITA' ARGINALE DEI FIUMI TAGLIAMENTO, LIVENZA E NEL BACINO DEL LEMENE.....	6
5. PROGETTAZIONE RETE DI DRENAGGIO E INVASO ACQUE METEORICHE .....	6
5.1 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA .....	6
5.2 IPOTESI IDROGEOLOGICHE.....	7
5.3 AZIONI COMPENSATIVE.....	7
5.4 DESCRIZIONE E DIMENSIONAMENTO RETE DI DRENAGGIO. COMPATIBILITÀ IDRAULICA EX DGRV 2948/2009.....	8
5.4.1 TRATTO DI PISTA SOPRA I RILEVATI ARGINALI PER I QUALI NON È POSSIBILE REALIZZARE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA.....	8
5.4.2 TRATTI DI PISTA PER I QUALI È POSSIBILE REALIZZARE UN FOSSATO DI GUARDIA.....	8
5.4.3 TRATTI DI PISTA OVE SIA PRESENTE A LATO UNA RETE DI BONIFICA PREESISTENTE.....	10
5.5 MATERIALI DA IMPIEGARE PER LA REALIZZAZIONE DELLA RETE DI DRENAGGIO.....	13
5.6 RETE DRENAGGIO ACQUE METEORICHE: MATERIALI DA IMPIEGARE .....	13
6. CRITICITA' IDRAULICHE DEL TERRITORIO ATTRAVERSATO .....	15
6.1 VERIFICA DI COMPATIBILITÀ CON IL PGRA 2021 – 2027 .....	15
7. MANUFATTI IDRAULICI.....	17

## **1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

D.L. n°152 del 3 aprile 2006 e successive modifiche: "Norme in materia ambientale" che recepisce anche le disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole;

DGRV n° 3637 del 12 dicembre 2002; valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici;

DGRV n°1322 10/05/2006: valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici;

DGRV n°1841 del 19 giugno 2007: la nuova normativa regionale approfondisce alcuni aspetti fondamentali sull'estensione dell'area di studio in caso di PAT e PI;

DGRV n°2948 del 6 ottobre 2009: L. 3 agosto 1998, n. 267 – Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.

N.T.A. del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, dell'Autorità di Distretto delle Alpi Orientali, in regime di salvaguardia, in vigore dal 5.02.2022 a seguito della pubblicazione in G. U. dell'avviso di adozione del suddetto Piano da parte della Commissione Istituzionale Permanente dell'Autorità.

## **2. METODOLOGIA DI LAVORO**

Prima della progettazione è stata analizzata l'ammissibilità dell'intervento, considerando le interferenze tra il reticolo idrografico, i dissesti idraulici ad esso connessi, e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo collegate all'attuazione della prevista trasformazione urbanistica nonché i diversi piani sovraordinati a livello comunale inerenti all'idraulica e alla pericolosità idraulica del sito.

Lo studio inizia con una accurata caratterizzazione delle criticità idrauliche del territorio, coinvolgendo dapprima tutte le fonti istituzionali possibili (Autorità di Distretto Alpi Orientali, Genio Civile, Consorzi di Bonifica, Servizi Forestali Regionali, tecnici comunali). Successivamente si è verificata la reale trasformazione. A tal scopo è stato svolto sul posto un sopralluogo atto ad individuare la trama e le particolarità morfologiche ed idrogeologiche a beneficio di un più ampio quadro di conoscenze per indirizzare con maggiore grado di attenzione e attendibilità, le scelte di fattibilità e le misure compensative.

Il progetto idraulico delle opere relative alla trasformazione prevista si è conformato alla normativa vigente, che oggi prevede la redazione di:

- progetto idraulico della rete di drenaggio e smaltimento delle acque di piattaforma e dei collegamenti delle opere idrauliche di progetto alle opere idrauliche esterne esistenti;
- *valutazione di compatibilità idraulica* in ottemperanza della DGRV 3637 del 13.12.2002 e s.m.i.;
- *verifica di compatibilità idraulica* secondo le N.T.A. del PGRA 2021-2027.

### **3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO**

L'intervento prevede la realizzazione di un tratto della ciclovia Trieste - Venezia denominato Tronco 1, ubicato tra San Michele al Tagliamento e San Stino di Livenza (km 53 e 450 m).

La nuova ciclovia attraversa molti comuni, ma si snoda sia sulla sommità arginale di fiumi di rilevanza nazionale che di corsi d'acqua di bonifica principali e secondari, sia lungo strade secondarie e viabilità minore da riadattare alla funzione ciclabile che infine in tratti di viabilità sterrata, da riadattare all'utilizzo ciclabile.

L'infrastruttura di progetto si configura come una pista ciclabile in sede propria, con una larghezza di m 3,00 e due banchine laterali della larghezza di m 0,4, realizzata con un cassonetto di sottofondo in materiale misto proveniente da impianti di recupero e riciclaggio (sulla sommità arginale saranno invece impiegati esclusivamente materiali naturali), uno strato di fondazione in stabilizzato naturale e manto d'usura in asfalto monostrato ovvero in calcestruzzo, secondo il posizionamento del tratto in campagna ovvero su sommità arginale dei fiumi principali interferiti. Nei tratti su sommità arginale di canali di bonifica, il manto di finitura sarà realizzato con micro tappeto a freddo in ghiaia e bitume a triplo strato (tipo Slurry), come suggerito dal Consorzio di bonifica Veneto Orientale. Il collettamento e drenaggio delle acque di piattaforma è previsto mediante la realizzazione, ovunque ciò sia possibile, di un fosso di guardia posto a lato della pista. Tale fossato, di volume idoneo sia a ricevere la portata dilavante la pista, sia a realizzare l'invarianza idraulica del tratto di pista sotteso (almeno 0,41 m<sup>3</sup>/m di pista), si collegherà alla rete di drenaggio preesistente a fianco del tracciato. Nei tratti in cui la pista si troverà a lato della rete di scolo preesistente, si prevede il riadattamento e/o l'adeguamento della sezione della rete esistente per consentire l'invaso e lo scarico della portata aggiuntiva dovuta alla impermeabilizzazione causata dalla presenza della pista e contestualmente il mantenimento dell'invarianza idraulica, invasando l'acqua in eccesso rispetto al valore limite di 10 l/s per ettaro fissato dai Consorzi di Bonifica competenti.

L'intervento prevede la realizzazione di una pista ciclo-pedonale bidirezionale di larghezza media pari a m 3,00, minima m 2,50 e massima pari a m 3,50 per il tutta la lunghezza del tratto in progetto.

La pista ciclabile sarà quindi realizzata prevalentemente con tre diverse modalità:

1. in sommità del rilevato arginale di fiumi e di canali consortili;
2. a margine di strade esistenti con adattamento/rifacimento delle opere di invarianza idraulica;
3. sul sedime di strade secondarie esistenti, pavimentate o sterrate, già dotate di opere di invarianza idraulica;
4. su capezzagne di proprietà privata oggetto di esproprio parallele ai canali consortili.

Nei tratti che si troveranno in sommità arginale non è possibile eseguire scavi, ma solo scotico superficiale di cm 5, oltre il quale non è possibile spingersi. Questa prescrizione esclude la possibilità di realizzare il richiesto volume di invaso, pari mediamente a 0,41 m<sup>3</sup>/m di pista avente larghezza media di m 3, mediante realizzazione di una scolina o di una depressione. Inoltre, sempre per l'impossibilità di scavare in sommità arginale è impossibile anche realizzare un sistema di fognatura mediante caditoie o canalette, tubazioni e condotte di discesa della sponda arginale ad opportuno interasse, scaricanti in volumi di accumulo realizzati almeno a 4 m di distanza dal piede

dell'arginatura. Realizzare la scolina di guardia della pista al piede dell'arginatura è altresì vietato dalla vigente normativa e specificamente dalle prescrizioni del Genio Civile e risulta comunque tecnicamente sconsigliabile, considerata la possibile presenza di venute d'acqua dal corpo arginale dei fiumi principali, ad esempio il Livenza<sup>1</sup> che ha richiesto negli ultimi anni l'esecuzione di diaframature in calcestruzzo in più tratti per garantire l'impermeabilità delle arginature. La scolina di che trattasi potrebbe essere realizzata ad una distanza di almeno 4 metri dal piede dell'arginatura, ma anche in queste condizioni risulta improponibile realizzarla sia per l'irreperibilità degli ingenti fondi necessari all'esproprio, sia per le interferenze con l'edificato, conseguenti alla necessità di espropriare una fascia di 5 m circa di larghezza al piede dell'arginatura. Inoltre, dal punto di vista tecnico, l'opera ipotizzata costituirebbe comunque una trincea drenante che potrebbe facilitare il passaggio delle acque che possono permeare il corpo dell'arginatura. Riassumendo, non è possibile effettuare scavi, né normativamente, né tecnicamente ed economicamente, inoltre non è possibile realizzare un fossato di invaso al piede dell'arginatura. Non potendo convogliare l'acqua che dilava la pista in sommità arginale altrove per poterla invasare ai fini dell'invarianza idraulica, risulta, di fatto, impossibile realizzare valide opere di invarianza idraulica. Ne consegue che i tratti di pista nelle condizioni di cui al punto 1 non potranno essere invariati dal punto di vista idraulico. Si può tuttavia pensare che, essendo l'invaso richiesto dell'ordine di 0,41 m<sup>3</sup>/m di lunghezza della pista, tale volume possa essere ritenuto compreso nel volume contenuto nell'alveo del corso d'acqua interferito, una volta effettuata ad esempio una opportuna risistemazione della vegetazione in alveo e/o in golena.

I tratti di pista ricompresi nella tipologia indicata al punto 2 sono quelli in cui saranno realizzati interventi di compensazione del volume di invaso per l'invarianza idraulica. Ove opere di scolo siano già esistenti si provvederà solo al loro adattamento/risagomatura per adattarli alle nuove condizioni; ove non siano già esistenti, si provvederà alla realizzazione di una nuova scolina con funzione di fossato di guardia della pista, con cunetta di fondo pari a 0,20 m, scarpa delle sponde pari ad 1/1 e profondità di m 0,40. Risulta che l'area utile della scolina è pari a 0,24 m<sup>2</sup> pertanto il volume ricavato per metro lineare di lunghezza è pari a 0,24 m<sup>3</sup>, ovvero quello necessario al mantenimento dell'invarianza idraulica. Tale scolina sarà collegata alla rete di drenaggio adiacente ovvero dotata di manufatti a bocca tassata per il collegamento ove ciò si rendesse necessario per il mantenimento dell'invarianza.

---

<sup>1</sup> Il fiume Livenza è stato assoggettato negli ultimi anni a diaframatura di numerosi tratti dei corpi arginali per garantirne l'impermeabilità e la resistenza a fronte di formazione di vie d'acqua nei corpi arginali stessi, scoperte mediante rilevazioni termografiche sin dai lontani primi anni 90 del secolo scorso.

#### **4. INTERVENTI SPECIFICI SULLA SOMMITA' ARGINALE DEI FIUMI TAGLIAMENTO, LIVENZA E NEL BACINO DEL LEMENE**

In sommità arginale del fiume Tagliamento, dalla chilometrica 0 + 000 alla chilometrica 1 + 300, per tutto il percorso che ricade in sommità arginale di canali e/o fiumi facenti parte del bacino del Lemene, ed infine in sommità arginale del fiume Livenza, in comune di San Stino di Livenza, dalla chilometrica 50 + 573 alla chilometrica 51 + 400 e successivamente tra le chilometriche 51 + 948 e 53 + 323, la ciclovia sarà realizzata con un pacchetto di pavimentazione costituito da uno strato di fondazione in misto stabilizzato naturale per uno spessore minimo di 15 cm e uno strato di finitura superficiale in calcestre dello spessore medio di cm 8, previo scotico dello strato vegetale su sommità arginale per uno spessore massimo di cm 5. Il rialzo complessivo della quota di sommità arginale sarà di 18 cm.

Il calcestre è una pavimentazione in ghiaia stabilizzata e sabbia calcarea, particolarmente semplice da posare, con un basso impatto ambientale, che garantisce un ottimo drenaggio dell'acqua anche dopo la compattazione dei materiali che la compongono. Il materiale ha ottime prestazioni rispetto agli agenti climatici e bassi costi di manutenzione. Il calcestre è un prodotto di cava che nasce già miscelato. I granuli partono dalla polvere e arrivano fino a un diametro di 15 mm. L'alta percentuale di granelli fini aiuta a durante la compattazione e la stesa, ottenendo una superficie perfettamente compatta, capace di drenare al meglio l'acqua.

#### **5. PROGETTAZIONE RETE DI DRENAGGIO E INVASO ACQUE METEORICHE**

##### ***5.1 Curve di possibilità pluviometrica***

Per la determinazione dei carichi idraulici prodotti dalla nuova pista ciclopedonale attraverso le tradizionali metodologie, è necessario utilizzare una curva di possibilità pluviometrica che definisca le altezze di pioggia e le relative intensità per fenomeni di durate diverse, tipicamente quelle riportate negli Annali Idrologici del Magistrato alle Acque (5, 15 30 45 minuti e 1, 3, 6, 12 e 24 ore). Poiché i comuni attraversati dai due tronchi della ciclovia di interesse fanno parte del comprensorio del Consorzio di Bonifica Veneto Orientale, è possibile utilizzare la curva di possibilità pluviometrica a tre parametri determinata dallo stesso Consorzio e valida per l'intero comprensorio. Tale curva ha coefficienti riportati nella tabella che segue:

<b>Consorzio Bonifica Veneto Orientale</b>		
<b>Tempo di ritorno = 50 anni</b>		
<b>a</b>	25.4	[mm/min <sup>c</sup> ]
<b>b</b>	11.7	[min]
<b>c</b>	0.799	[-]

Tabella 1- Coefficienti curva possibilità pluviometrica a 3 parametri (Fonte: Consorzio Bonifica Veneto Orientale)

dovendo affrontare sostanzialmente un problema di reti di drenaggio, si è utilizzata la curva sopra descritta che, intrinsecamente per costruzione, si adatta all'intero campo di durate di pioggia, da alcuni minuti sino a 24 ore. La curva di possibilità climatica è stata utilizzata ipotizzando eventi di breve durata che, tipicamente di maggior intensità, risultano critici per la rete di prima raccolta delle acque di piattaforma.

Il tempo di ritorno a cui fare riferimento, vista la necessità di garantire la compatibilità idraulica è fissato dalle disposizioni normative della Regione Veneto a 50 anni.

## **5.2 Ipotesi idrogeologiche**

I coefficienti di deflusso allo stato attuale, ed in previsione allo stato di progetto sono stati attribuiti eseguendo una media pesata secondo la copertura del suolo dei singoli coefficienti di deflusso elementari, in accordo con l'allegato A della Dgr n. 1322 10 maggio 2006 e s.m.i., riportati in *Tabella 2*, per le differenti tipologie di copertura di uso del suolo:

Tipo di superficie	Coefficiente Deflusso
Aree agricole	0.10
Superfici permeabili (aree verdi)	0.20
Superfici semi permeabili (ad esempio grigliati senza massetti, strade non pavimentate, strade in misto stabilizzato)	0.60
Superfici impermeabili	0.90

*Tabella 2 - Coefficienti di deflusso utilizzati nel calcolo in accordo con l'allegato A della Dgr. n. 1322/2006*

## **5.3 Azioni compensative**

Per ottenere l'invarianza idraulica si individua come misura compensativa la predisposizione di un volume di invaso che consenta la laminazione delle piene.

Nell'area in trasformazione dovrà essere predisposto un volume che dovrà progressivamente riempirsi mentre si verifica il deflusso delle acque meteoriche e invasare la differenza fra la portata in ingresso al sistema e la portata che è consentito esca dal comparto in esame, pari alla portata specifica di 10 l/s per ettaro imposta dal Consorzio di Bonifica competente moltiplicata per l'area sottesa dalla sezione di chiusura di riferimento del tratto di pista in esame.

L'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione d'uso di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative nei limiti di incertezza del modello adottato per i calcoli dei volumi, gli oneri del



consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

#### **5.4 Descrizione e dimensionamento rete di drenaggio. Compatibilità idraulica ex DGRV 2948/2009.**

##### **5.4.1 Tratto di pista sopra i rilevati arginali per i quali non è possibile realizzare opere di invarianza idraulica**

Considerata la peculiarità della posizione della pista talvolta ubicata in sommità di un rilevato arginale e la rete di drenaggio di bonifica a servizio del rilevato stesso e della campagna circostante, con le condizioni limitative agli scavi poste dal Genio Civile sia in sommità arginale che al piede dell'arginatura stessa, risulta impossibile realizzare opere di invarianza idraulica non interferenti con le arginature e rispettose delle prescrizioni. *I tratti in sommità arginale nelle suddette condizioni potranno essere privi di opere per l'invarianza idraulica per effetto del loro stesso posizionamento.*

In tali tratti le opere connesse con la pista ciclabile sono da ritenersi invarianti idraulicamente senza dover realizzare alcun manufatto di compensazione idraulica, in quanto le acque che dilavano le nuove superfici impermeabilizzate vengono scaricate in un corpo idrico il cui livello non è immediatamente interessato dalle precipitazioni locali, in quanto la formazione delle piene del medesimo corpo idrico avviene nel suo bacino imbrifero di monte ed i tempi di corrivazione della piena nella sezione interessata dalla pista ciclabile sono relativamente lunghi, dell'ordine di un giorno o più, ma in ogni caso superiori alla durata di pioggia legata all'evento meteorico locale in corso. Ciò significa che, nonostante la pioggia sia in corso, il livello del corpo idrico rimane pressoché inalterato e quindi resta a disposizione il volume in alveo quale compenso per l'invarianza idraulica delle opere interessate, fino a quando, trascorso il tempo di corrivazione della piena del corso idrico, l'alveo viene invaso dalla piena proveniente da monte. Per questo motivo, tali tratti dei fiumi e, a maggior ragione, il mare, rientrano nella fattispecie individuata nell'allegato A alla DGRV 2948/09, paragrafo “Indicazioni operative”, ultimo capoverso, che recita: “... omissis Nei casi in cui lo scarico delle acque meteoriche da una superficie giunga direttamente al mare o ad altro corpo idrico il cui livello non risulti influenzato dagli apporti meteorici, l'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici è implicitamente garantita a prescindere dalla realizzazione di dispositivi di laminazione. ...”

##### **5.4.2 Tratti di pista per i quali è possibile realizzare un fossato di guardia**

I tratti che invece verranno a trovarsi in campagna o a lato di viabilità discoste dalle arginature, saranno dotati di opere di drenaggio il più possibile autonome e distinte dalla rete di bonifica preesistente in modo che non si verifichino eccessi locali di portata o sia diminuito il volume di invaso della rete preesistente a favore della pista. Con l'intento di separare la rete di drenaggio della pista da quella di bonifica, recapitando solo la portata corrispondente al coefficiente udotometrico ammissibile fissato dal competente Consorzio Veneto Orientale in 10 l/s per ettaro, si è pensato di realizzare ovunque possibile un fossato di guardia a lato della pista che da un lato garantisca il volume di invaso necessario sulla base del valore di 800 m<sup>3</sup>/ha suggerito dal Genio Civile di Venezia e, dall'altro, consentisse di scaricare nella rete minore, ad intervalli regolari, la portata ammissibile valutata sulla base del coefficiente udotometrico ammissibile sopra riportato.

Questa particolare conformazione della rete di drenaggio e di invaso consente un completo disaccoppiamento tra le opere di bonifica, che ricevono la sola portata ammissibile relativa alla superficie occupata dalle nuove opere come prima della realizzazione della pista e le opere di drenaggio della pista che garantiscono l'allontanamento delle acque meteoriche dalla stessa ed il volume di invaso necessario al disaccoppiamento tra le reti. Per avere un fossato di sezione e profondità costanti, con pendenza uguale a quella della pista, si è calcolato il volume per metro di lunghezza necessario per l'invarianza idraulica in base al valore specifico fissato dal Consorzio, tenendo conto sia della pista che delle banchine e della frazione di terreno eventualmente intercluso fra pista ed opera in adiacenza, non occupata dalle opere in progetto. Verificato sulla base dei rilievi topografici eseguiti che il valor medio della larghezza della pista è pari a m 3, cui si sommano 0,8 m dalle banchine laterali e 1,4 m occupati dal fossato di guardia, si è calcolato il volume di invaso necessario per metro di lunghezza della pista:

$$V_{inv/m} = 5,2 \cdot 0,6 \cdot 800 : 10000 = 0,2496 \text{ m}^3/\text{m}$$

Sulla base del volume di invaso necessario così calcolato è stata progettata una sezione trapezia di fossato che garantisca il volume unitario calcolato, senza eccessiva profondità di scavo per non intercettare la falda freatica e che avesse profondità comunque tale da garantire l'invaso anche tenuto conto della pendenza della pista e del fossato stesso. Si ricorda che le pendenze massime del tracciato sono dell'ordine del 2 – 4 ‰, risultando maggiori solo localmente per la presenza di rampe di collegamento alla sommità arginale di fiumi o canali ovvero per l'attraversamento di corsi d'acqua o strade con manufatti specifici. In definitiva è stata scelta una sezione avente cunetta di fondo pari a m 0,5, pendenza delle sponde pari a 1:1, profondità di m 0,4 e di conseguenza larghezza in sommità di m 1,3. Il volume di tale fossato per metro di lunghezza è pari a:

$$V_{fosso} = (1,3 + 0,5) \times 0,4 / 2 = 0,36 \text{ m}^3/\text{m} > 0,2496$$

Quindi il volume di invaso necessario viene sempre garantito con buon margine e nonostante il fossato possa avere pendenza media dell'1 per mille e in alcuni tratti pendenza di qualche punto per mille. Come sopra accennato, il disaccoppiamento fra le reti viene completato scaricando una portata corrispondente al coefficiente udometrico specifico pari a 10 l/s per ettaro nella rete minore ad intervalli regolari. Imponendo che:

- la portata nel fossato per eventi con 50 anni di tempo di ritorno non provochi esondazioni dal nuovo fossato di guardia;
- ci sia il rispetto del volume specifico di invaso di 800 m<sup>3</sup>/ha;

si è ottenuto che l'interasse fra gli scarichi che rispetta le condizioni imposte è pari a 120 m. Infatti, tenendo conto dell'area media di 5.2 m<sup>2</sup>/m il coefficiente di deflusso medio pesato con l'area vale:

$$C_d = (3 \times 0,9 + (0,8 + 1,4) \times 0,2) : 5,2 = 0,604$$

la portata massima in arrivo al fossato per un tratto di 120 m, valutata con il metodo cinematico per il tempo di ritorno di 50 anni risulta pari a:

$$Q = C_d \cdot j \cdot S = 0,04601 \text{ m}^3/\text{s} = 46,01 \text{ l/s}$$

Nella quale  $C_d$  è il coefficiente di deflusso,  $j$  è l'intensità di pioggia valutata con la curva di possibilità pluviometrica di riferimento a due parametri ricavata per gli scrosci di pioggia dal Consorzio con le metodologie utilizzate per la

curva a 3 parametri ed infine S è la superficie sottesa in m<sup>2</sup>. Nella figura che segue si riportano i dettagli del calcolo.

Dati in ingresso								Risultati parziali						Portata	
Nome	A	L	K	n	i	a	φ	NUM	DEN 1	DEN 2	ESP	T		J (mm/ora)	Q (l/s)
	m <sup>2</sup>	m	m <sup>1/2</sup> /s		%	mm/ora <sup>n</sup>						s	ora		
Area per metro di pista	5	120	15	0.367	0.1	80.688	0.604	91.58	7.95	0.18	1.34	256.12	0.07	429.93	<b>0.38</b>
Area scolante tratto di pista	624	120	15	0.367	0.1	80.688	0.604	91.58	7.95	0.18	1.34	256.12	0.07	429.93	<b>45.01</b>

Figura 1 – Calcolo portate in arrivo al fossato di guardia per metro di lunghezza e per un tratto di 120 m

La portata smaltibile dalla sezione del fossato, ad annullamento del franco, vale invece, con la pendenza minima dell'1‰:

$$Q_{\max} = A_{\text{fossato}} \cdot K_s R_H^{2/3} \cdot i^{1/2} = 0,36 \times 15 \times 0,565^{2/3} \times 0,001^{0,5} = 0.1167 \text{ m}^3/\text{s} = 112 \text{ l/s}$$

Nella quale  $K_s$  è il coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 15 attribuito al fossato a favore della sicurezza. Essendo la portata massima del fossato largamente superiore a quella massima prevista per un tratto di 120 m di pista, si è sicuri che per eventi con tempo di ritorno di 50 anni, il fossato non si riempirà completamente, quindi non si verificheranno tracimazioni, avendo una parte di sezione utile non sfruttata ed un adeguato volume per invasare la portata generata dall'evento di riferimento.

Ognuno dei tratti in cui il fossato di guardia sarà suddiviso sarà dotato di una bocca tarata che consentirà l'uscita della portata ammissibile alla rete di bonifica e tratterrà per l'intera durata dell'evento la maggior portata residua, rilasciandola a fine evento sempre come portata minore od uguale alla portata ammissibile.

Con riferimento all'area sottesa da ciascun tratto di pista, pari a 624 m<sup>2</sup>, la portata ammissibile con coefficiente udotometrico di 10 l/s per ettaro vale:

$$Q_{\text{adm}} = A_s:10000 \times 10 = 0,624 \text{ l/s}$$

La quale, in uscita dalla bocca tarata dovrà pervenire, attraverso un canale od una tubazione secondo i casi, alla rete esistente, eventualmente percorrendo in tubazione interrata il tratto di separazione fra la bocca tarata ed il fosso ricettore.

#### 5.4.3 Tratti di pista ove sia presente a lato una rete di bonifica preesistente

Le modalità di invaso e drenaggio descritte nel precedente paragrafo si riferiscono ai tratti della pista che si troveranno a distanza dalla rete preesistente. Tuttavia vi sono molti tratti della pista che si troveranno in adiacenza alla rete di bonifica preesistente. Per tali tratti la realizzazione di un nuovo fossato di guardia sarebbe pleonastica e pertanto si è progettato un sistema alternativo che coinvolge la rete di bonifica circostante, che viene adeguata per fornire il necessario volume di invaso per la pista senza pregiudicare quello occorrente per l'area di bonifica già servita e contestualmente verrà dotata di bocca tarata allo sbocco dei fossati coinvolti in modo da conferire alla rete ricettrice soltanto la portata ammissibile per mantenere il volume specifico di 10 l/s per ettaro previsto dal Consorzio in precedenza garantito dal fossato esistente.

Il progetto, che si basa su un accurato rilievo piano altimetrico dell'area coinvolta e dei fossati esistenti, prevede pertanto di utilizzare le affossature a lato della costruenda pista allargandone soltanto le cunette di fondo, senza variare quindi le quote di recapito ma ottenendo il volume di invaso necessario per compensare l'impermeabilizzazione generata dalla nuova opera. Per rendere efficace il volume di invaso, si prevede di inserire, allo sbocco nella rete dei fossati coinvolti, manufatti con bocca tarata, al limite un semplice tubo di opportuno diametro in testa fosso, che consentano l'effettivo accumulo dei previsti volumi d'acqua a monte dello sbocco.

Poiché l'invaso necessario per la rete preesistente non deve essere diminuito, è stata determinata l'area scolante relativa ad ogni fossato non per via diretta mediante individuazione del reale bacino scolante ma per via indiretta, considerando che la rete sia stata progettata convenzionalmente con volumi specifici di invaso dell'ordine di 150 m<sup>3</sup>/ha e, come indicato dal Consorzio, il coefficiente udometrico attuale sia pari a 10 l/s per ettaro. Valutando la portata dei fossati esistenti ad annullamento del franco, ovvero nella condizione per la quale il bacino scolante contribuisce integralmente alla formazione della piena, si è trovata l'area del bacino sotteso dividendo la portata totale per il coefficiente udometrico specifico indicato.

Il procedimento seguito per progettare i nuovi fossati sulla base di quelli esistenti è il seguente: dapprima si è provveduto alla rilevazione piano altimetrica di dettaglio dei fossati esistenti a lato della pista nel tratto di interesse, valutando anche la pendenza dei fossati. Successivamente con gli usuali procedimenti dell'idraulica è stata calcolata la portata di annullamento del franco del fossato, la quale, divisa per il coefficiente udometrico specifico, ha permesso di calcolare l'area del bacino sotteso dal fossato per via indiretta. Nota l'area scolante si è aggiunta a questa l'area sottesa dalla pista ciclopedonale e si è valutata la portata ammissibile complessiva alla sezione di chiusura del fossato che è servita per dimensionare la bocca tarata. Il volume di invaso aggiuntivo necessario per l'invarianza idraulica è stato valutato convenzionalmente applicando il valore specifico di 800 m<sup>3</sup>/ha imposto dal Genio Civile di Venezia.

Nella tabella che si riporta di seguito sono indicati tutti i calcoli idraulici effettuati per ogni tratto di fossato coinvolto, individuato e codificato in tabella per mezzo delle progressive chilometriche di inizio e fine dei singoli tratti. Nella stessa tabella sono riportati anche tutti gli altri tratti della pista con l'indicazione della tipologia di intervento e lo sviluppo dei relativi calcoli idraulici. Si ricorda infine che, nei tratti in cui la pista verrà a trovarsi sullo stesso sedime di strade preesistenti asfaltate e/o sterrate, si è considerato che la strada fosse di per sé invariante idraulicamente e quindi non sono state previste opere di laminazione.

Dal punto di vista costruttivo i manufatti che realizzano le bocche tarate di questa parte della rete di drenaggio sono sostanzialmente tratti di tubazione di opportuno diametro posti in opera nella sezione di uscita dei fossati quale nuovo collegamento alla rete di valle.

PROGETTO INFRASTRUTTURA CICLABILE						IN = RVENTI IDRAULICI PREVISTI													
Comune	Prog. Ass. iniziale	Prog. Ass. finale	Pavimentazione di progetto		Larghezza pista di progetto [m]	Sup. pavimentazione [m <sup>2</sup> ]	Volume necessario (base 800m <sup>2</sup> /ha) [m <sup>3</sup> ]	Tipologia intervento idraulico	Sezione fosso (spalle 1:1)			Condotta	Allargamento o fosso	Lunghezza [m]	Volume invaso progetto [m <sup>3</sup> ]	Volume invaso per metro pista [m <sup>3</sup> ]	Volume invaso 80% [m <sup>3</sup> ]		
			Tipo	Coeff. Deflusso					H [m]	Base minore [m]	Area [m <sup>2</sup> ]							Diametro [m]	Base [m]
San Michele al Tagliamento	00+000	01+400	Calcestre	0.60	2.50	3500.00	168.00	Nessun intervento (Pista in sommità argine fiume Tagliamento)						1400.00					
San Michele al Tagliamento	01+407	01+607	Calcestre	0.60	3.50	700.00	33.60	Nessun intervento						200.00					
San Michele al Tagliamento	01+607	01+807	Calcestre	0.60	3.00	600.00	28.80	Fosso	0.4	0.5	0.36			200.00	72.00	0.36	57.60		
San Michele al Tagliamento	01+807	01+820	Calcestre	0.60	3.00	39.00	1.87	Nessun intervento						13.00					
San Michele al Tagliamento	01+820	02+117	Calcestre	0.60	2.50	742.50	35.64	Fosso	0.4	0.5	0.36			297.00	106.92	0.36	85.54		
San Michele al Tagliamento	02+117	02+125	Calcestre	0.60	3.00	24.00	1.15	Nessun intervento						8.00					
San Michele al Tagliamento	02+125	03+240	Calcestre	0.60	3.00	3345.00	160.56	Fosso	0.4	0.5	0.36			1115.00	401.40	0.36	321.12		
San Michele al Tagliamento	03+240	03+255	Calcestre	0.60	3.00	45.00	2.16	Nessun intervento						15.00					
San Michele al Tagliamento	03+250	03+610	Calcestre	0.60	3.00	1080.00	51.84	Fosso	0.4	0.5	0.36			360.00	129.60	0.36	103.68		
San Michele al Tagliamento	03+610	03+620	Calcestre	0.60	3.00	30.00	1.44	Nessun intervento						10.00					
San Michele al Tagliamento	03+620	04+115	Calcestre	0.60	3.00	1485.00	71.28	Fosso	0.4	0.5	0.36			495.00	178.20	0.36	142.56		
San Michele al Tagliamento	04+115	04+180	Calcestre	0.60	3.00	195.00	9.36	Nessun intervento						65.00					
San Michele al Tagliamento	04+180	04+470	Calcestre	0.60	3.00	870.00	41.76	Fosso	0.4	0.5	0.36			290.00	104.40	0.36	83.52		
San Michele al Tagliamento	04+470	04+628	Calcestre	0.60	3.00	474.00	22.75	Nessun intervento						158.00					
San Michele al Tagliamento	04+628	09+500	Calcestre	0.60	3.00	14214.00	682.27	Fosso	0.4	0.5	0.36			4738.00	1705.68	0.36	1364.54		
San Michele al Tagliamento	09+500	09+751	Calcestre	0.60	3.00	753.00	36.14	Nessun intervento						251.00					
San Michele al Tagliamento	09+751	10+277	Calcestre	0.60	3.00	1578.00	75.74	Risagomatura e pulizia fosso esistente						526.00					
San Michele al Tagliamento	15+100	17+220	Calcestre	0.60	3.00	6360.00	305.28	Fosso	0.4	0.5	0.36			2120.00	763.20	0.36	610.56		
Caorle	17+253	17+860	Ghiaiono					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						607.00					
Caorle	17+860	17+980	Ghiaiono					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						120.00					
Caorle	17+980	18+060	Asfalto					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						80.00					
Concordia	23+610	23+630	Asfalto	1.00	3.00	60.00	4.80	Nessun intervento						20.00					
Concordia	23+630	24+528	Asfalto	1.00	3.00	2694.00	215.52	Fosso	0.4	0.5	0.36			898.00	323.28	0.36	258.62		
Concordia	24+528	24+750	Ghiaiono					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						222.00					
Concordia	24+750	25+558	Asfalto	1.00	3.00	2424.00	193.92	Fosso	0.4	0.5	0.36			808.00	290.88	0.36	232.70		
Concordia	25+558	25+570	Asfalto	1.00	3.00	36.00	2.88	Nessun intervento						12.00					
Concordia	25+570	26+523	Asfalto	1.00	3.00	2859.00	228.72	Nessun intervento						953.00					
Concordia	26+523	27+204	Asfalto					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						681.00					
Concordia	30+822	30+860	Asfalto					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						38.00					
Concordia	35+522	35+603	Asfalto					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						81.00					
Concordia	35+603	36+010	Asfalto					Nessun intervento						407.00					
Concordia	36+010	36+052	Asfalto					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						42.00					
Concordia	36+052	36+093	Asfalto					Nessun intervento						41.00					
Concordia	36+093	36+350	Asfalto	1.00	3.00	771.00	61.68	Fosso	0.4	0.5	0.36			257.00	92.52	0.36	74.02		
Concordia	36+350	36+359	Asfalto					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						9.00					
Concordia	36+359	36+549	Asfalto	1.00	3.00	570.00	45.60	Fosso	0.4	0.5	0.36			190.00	68.40	0.36	54.72		
Concordia	36+549	36+560	Ghiaiono					Nessun intervento						11.00					
Concordia	36+560	36+746	Asfalto	1.00	3.00	558.00	44.64	Fosso	0.4	0.5	0.36			186.00	66.96	0.36	53.57		
Concordia	36+746	36+752	Asfalto					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						6.00					
Concordia	36+752	37+521	Asfalto	1.00	3.00	2307.00	184.56	Condotta				0.8		769.00	386.53	0.50	309.22		
Concordia	37+521	37+536	Asfalto	1.00	3.00	45.00	3.60	Nessun intervento						15.00					
Concordia	37+536	37+725	Asfalto	1.00	3.00	567.00	45.36	Condotta				0.5		189.00	37.11	0.20	29.69		
Concordia	37+725	38+180	Fosso	1.00	3.50	1592.50	127.40	Fosso	0.4	0.5	0.36			455.00	163.80	0.36	131.04		
Concordia	38+180	38+201	Ghiaiono					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						21.00					
Concordia	38+201	38+562	Fosso	1.00	3.50	1263.50	101.08	Fosso	0.4	0.5	0.36			361.00	129.96	0.36	103.97		
Concordia	38+562	38+572	Asfalto					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						10.00					
Concordia	38+572	38+951	Asfalto	1.00	3.50	1326.50	106.12	Fosso	0.4	0.5	0.36			379.00	136.44	0.36	109.15		
Concordia	38+951	39+092	Asfalto	1.00	3.50	493.50	39.48	Nessun intervento						141.00					
Concordia	39+092	39+100	Asfalto					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						8.00					
Concordia	39+100	39+565	Pavimentazione Slurry	0.60	4.00	1860.00	89.28	Allargamento fosso esistente				0.6	0.4	465.00	111.60	0.24	89.28		
Concordia	39+565	39+580	Pavimentazione Slurry	0.60	4.00	60.00	2.88	Nessun intervento						15.00					
Concordia	39+580	40+340	Pavimentazione Slurry	0.60	4.00	3040.00	145.92	Fosso	0.4	0.5	0.36			760.00	273.60	0.36	218.88		
Concordia	40+340	42+810	Pavimentazione Slurry	0.60	4.00	9880.00	474.24	Fosso	0.4	0.5	0.36			2470.00	889.20	0.36	711.36		
Concordia	42+810	44+335	Pavimentazione Slurry	0.60	4.00	6100.00	292.80	Allargamento fosso esistente				0.6	0.4	1525.00	366.00	0.24	292.80		
Concordia	44+335	45+810	Pavimentazione Slurry	0.60	4.00	5900.00	283.20	Allargamento fosso esistente				0.6	0.4	1475.00	354.00	0.24	283.20		
San Stino	46+890	46+908	Asfalto	1.00	5.00	90.00	7.20	Nessun intervento						18.00					
San Stino	46+908	46+973	Asfalto	1.00	5.00	325.00	26.00	Fosso	0.5	0.7	0.6			65.00	39.00	0.60	31.20		
San Stino	46+973	47+014	Asfalto	1.00	5.00	205.00	16.40	Nessun intervento						41.00					
San Stino	47+014	47+100	Asfalto	1.00	5.00	430.00	34.40	Fosso	0.5	0.7	0.6			86.00	51.60	0.60	41.28		
San Stino	50+573	51+363	Calcestre	0.60	3.00	2370.00	113.76	Nessun intervento (Pista in sommità argine fiume Livenza)						790.00					
San Stino	51+948	53+323	Calcestre	0.60	3.00	4125.00	198.00	Nessun intervento (Pista in sommità argine fiume Livenza)						1375.00					
San Stino	53+323	53+452	Asfalto					Nessun intervento (Infrastruttura esistente)						129.00					
<b>Volume totale [m<sup>3</sup>]</b>							<b>4819.10</b>											<b>Volume totale [m<sup>3</sup>]</b>	<b>5793.82</b>

### **5.5 *Materiali da impiegare per la realizzazione della rete di drenaggio***

La rete a servizio della pista ciclopedonale sarà costituita da un fosso di guardia a lato del nastro asfaltato e da tratti di collegamento ed accessori realizzata con tubazioni in calcestruzzo armato centrifugato o con tubazioni in PVC, anche in relazione ai carichi superficiali che le varie tubazioni dovranno sopportare.

Le acque meteoriche saranno convogliate, per mezzo di una bocca tarata che consentirà di far defluire a valle la portata ammissibile del singolo tratto, determinata in base alla portata specifica di 5 l/s per ettaro fissata dal competente Consorzio Alta Pianura Veneta, alla rete di capo fossi esistente al piede del rilevato. Ad evitare smottamenti, le acque di piattaforma saranno scaricate nei fossati al piede con passo standard di 120 m per mezzo di embrici ed, eventualmente, per mezzo di una tubazione interrata in calcestruzzo qualora il fossato si trovi a distanza dal piede del rilevato. Attraverso i fossati suddetti, le acque di drenaggio saranno inviate alla rete di bonifica di ordine superiore per il definitivo smaltimento, previa installazione di una bocca tarata alla sezione di chiusura che consenta il passaggio della portata ammissibile in base al coefficiente di 10 l/s per ettaro fissato dal Consorzio Veneto Orientale competente per territorio.

### **5.6 *Rete drenaggio acque meteoriche: materiali da impiegare***

- a) collettori primari in tubi di calcestruzzo armato vibro centrifugati, con giunti a bicchiere e guarnizioni di tenuta elastomeriche, in elementi della lunghezza di m. 2,00 del diametro interno da cm. 30 a cm 40; i tubi verranno rivestiti in calcestruzzo a kg 200 di cemento per m<sup>3</sup>, in corrispondenza di singolarità che lo richiedano, quali allacciamenti o attraversamenti stradali per la raccolta di acque meteoriche ecc.;
- b) attraversamenti stradali, per il trasferimento delle acque in uscita o in entrata alla bocca tarata attraverso la pista, l'eventuale raccolta di acque meteoriche dai pozzetti con caditoia, che saranno in tubi di P.V.C. a norma UNI EN 1401 classe SN8 del diametro interno da mm 160 a mm 350, ovvero in calcestruzzo armato vibro centrifugato degli stessi diametri, entrambi i tubi posati su letto e rinfianco di sabbia;
- c) tubazioni per il trasferimento delle acque in uscita o in entrata alla bocca tarata attraverso la pista oppure per il collegamento delle linee di discesa in embrici a fossati di scolo discosti dal piede dell'arginatura in P.V.C. a norma UNI EN 1401 classe SN8 del diametro interno da mm 160 a mm 350 posati e rinfiancati con sabbia ovvero in calcestruzzo armato vibro centrifugato degli stessi diametri e, ove non vi sia sufficiente ricoprimento, protetti con getto di calcestruzzo armato con rete in acciaio elettrosaldato. I tubi saranno rinfiancati in calcestruzzo a kg 200 di cemento per m<sup>3</sup> in corrispondenza di singolarità che lo richiedano e comunque in corrispondenza di allacciamenti o di innesto a pozzetti di ispezione o di raccordo;
- d) embrici prefabbricati componibili realizzati in calcestruzzo armato e vibrato con finitura industriale impiegati per il convogliamento e lo scarico di acque meteoriche da scarpate o pendii. Poiché la pendenza delle sponde del rilevato ove saranno applicati è elevata si utilizzerà il tipo di embrici dotato di incastro maschio-femmina. Il modello è corredato da pezzi speciali (inviti) per l'imbocco e il convogliamento iniziale delle acque. Gli embrici e i relativi inviti sono prodotti mediante tecnologie che consentono il confezionamento di

un calcestruzzo altamente compatto, impermeabile e dotato di elevata durabilità, come prescritto dalle norme UNI EN 206 e UNI EN 11104.

- e) pozzetti d'ispezione o per bocca tarata, in calcestruzzo armato e vibrato se del tipo prefabbricato, ovvero gettati in opera, in corrispondenza di singolarità che lo richiedano; i pozzetti saranno di dimensioni adatte al diametro delle tubazioni impiegate e comunque di dimensioni interne non inferiori a cm. 80x80, specie per quelli che accoglieranno la bocca tarata standard, disposti se di ispezione ad interasse variabile con un massimo di m. 45 - 50 oltre che in tutti i vertici con cambio di direzione o di diametro della condotta, mentre la profondità sarà variabile; nel caso di pozzetti gettati in opera, lo spessore delle pareti d'ambito, da eseguire in calcestruzzo a kg 250 per m<sup>3</sup>, sarà di cm. 15-20; detti pozzetti avranno decantazione di almeno cm. 25 e saranno completi di soletta di copertura in c.a., calcolata per sopportare i carichi e sovraccarichi stradali previsti specifici per ogni luogo di posa; nella soletta dovrà essere ricavato un foro per ispezione che garantisca una luce netta di cm. 60x60; i chiusini saranno in ghisa sferoidale, completi di telaio pure in ghisa ed avranno diametro interno netto di cm. 60 o luce netta di cm 60x60, rispondenti alle norme UNI EN 124, classe D400";
- f) caditoie con feritoie, complete di telaio in ghisa di prima fusione, rispondenti alle norme UNI EN 124, classe C250
- g) chiusini completi di telaio in ghisa sferoidale, rispondenti alle norme UNI EN 124, normalmente di classe C250, mentre saranno di classe D400 qualora impiegati per attraversamenti stradali o in situazioni in cui siano presenti carichi di rilievo sulle sedi stradali (ad esempio trattori o mezzi pesanti)



## **6. CRITICITA' IDRAULICHE DEL TERRITORIO ATTRAVERSATO**

La nuova pista ciclabile attraverserà i territori dei comuni di San Michele al Tagliamento, Caorle, Concordia Sagittaria e San Stino di Livenza, in provincia di Venezia. Tali territori hanno classificazione di pericolosità idraulica generalmente nulla o moderata. Nelle figure che seguono si riportano le mappe di pericolosità, rischio idraulico e tirante idrico massimo del PGRA 2021-2027 alle quali è stato sovrapposto l'asse della pista, dalle quali si può desumere che il tracciato della nuova opera è esposto a condizioni di pericolosità di grado P1 e P2 e di rischio idraulico di grado R1 ed R2.

### **6.1 Verifica di compatibilità con il PGRA 2021 – 2027**

Nel corso dell'iter autorizzativo del progetto, l'Autorità di Distretto delle Alpi Orientali ha adottato il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (acronimo: P.G.R.A.) le cui N.T.A. sono diventate cogenti in regime di salvaguardia il 5.02.2022. Tale piano classifica la zona di intervento con grado di pericolosità idraulica P2, P3B e, per la maggior parte, P1, come si evince dagli stralci cartografici riportati nelle immagini che seguono:

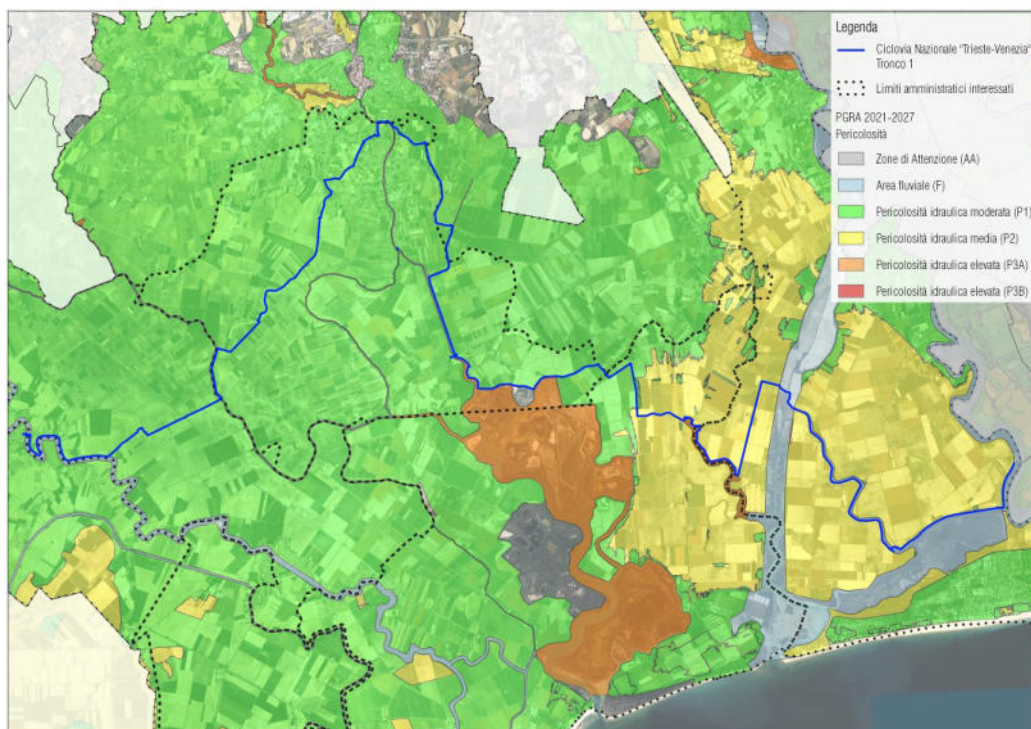


Figura 2 P.G.R.A. 2021-2027 cartografia della pericolosità idraulica – in blu il tracciato della pista relativo al tronco 1 in progettazione (Fonte: elaborazione Proteco su basi Autorità di Distretto Alpi Orientali)



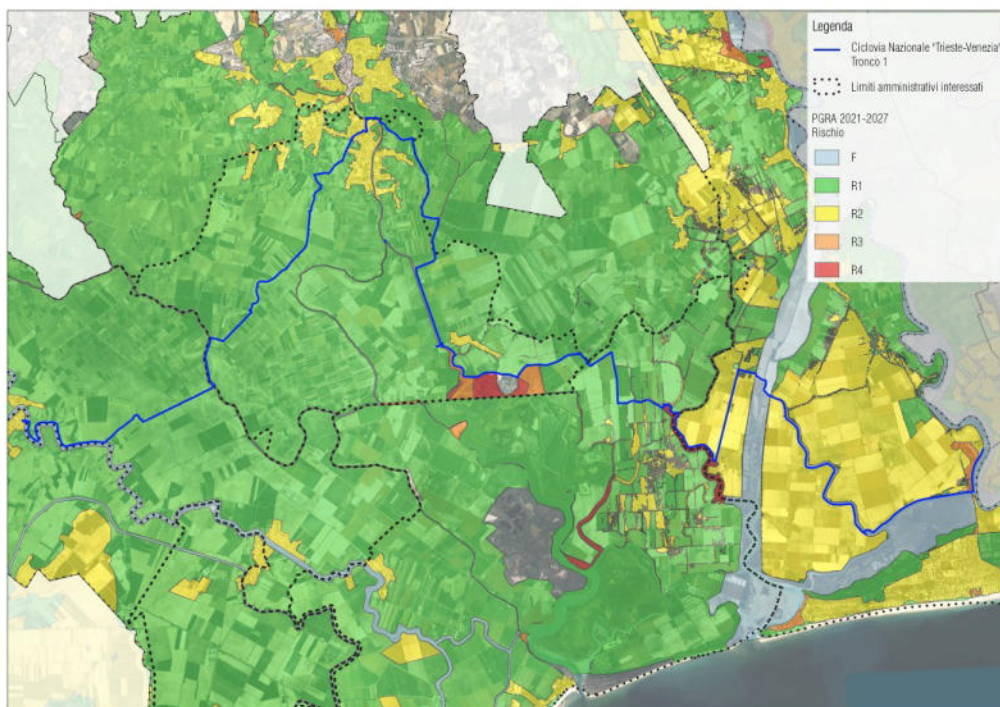


Figura 3 P.G.R.A. 2021-2027 cartografia del Rischio idraulico – in blu il tracciato della pista limitato al tronco n. 1 in progettazione (Fonte: elaborazione Proteco su basi Autorità di Distretto Alpi Orientali)

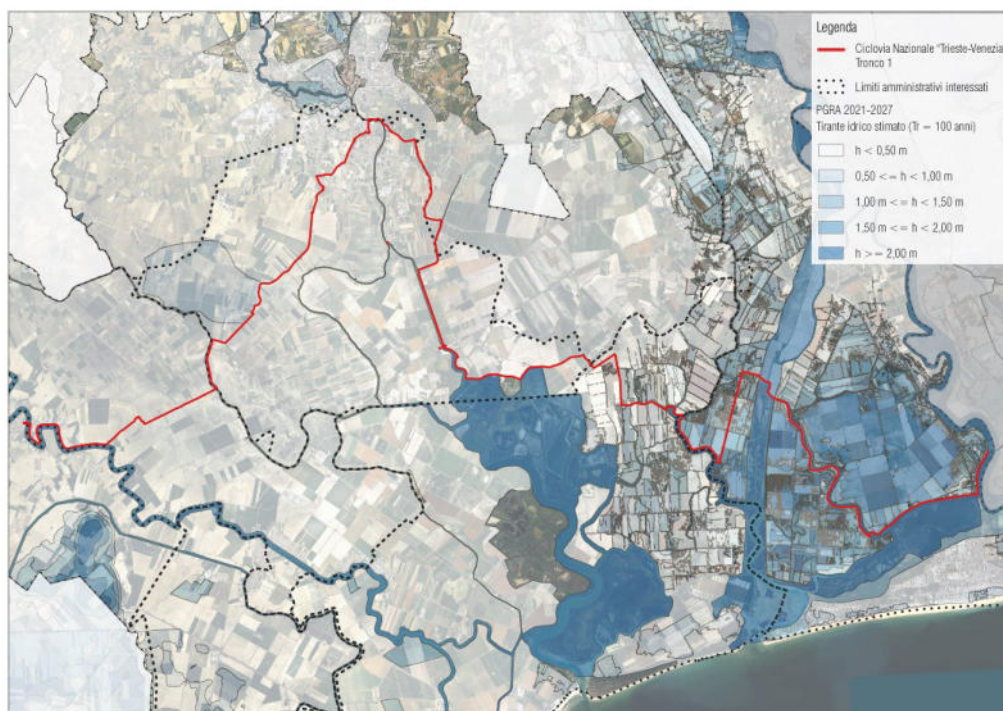


Figura 4 P.G.R.A. 2021-2027 cartografia del Tirante idrico –in rosso il tracciato della pista limitato al tronco n. 1 in progettazione (Fonte: elaborazione Proteco su basi Autorità di Distretto Alpi Orientali)

Come si può desumere dalla cartografia dell’Autorità d Distretto delle Alpi Orientali, il tracciato della ciclovia si snoda in aree di pericolosità P1 ed in parte P2, con rischio idraulico prevalentemente di grado P1 e P2, associato alle zone di omologa pericolosità. Nel tratto centrale del tronco, la ciclovia lambisce una zona di pericolosità P3B con rischio idraulico R3. Ciò nonostante l’intervento risulta ancora compatibile in quanto il tracciato corre sulla sommità arginale del corso d’acqua che è causa della pericolosità, ma sul lato opposto rispetto alla zona pericolosa e rischiosa, tanto che il percorso si trova in realtà in zona P1 R1 e la vicinanza alle zone di grado P3 è un effetto della scala della cartografia che non permette una risoluzione sufficiente a percepire il dettaglio. Pertanto **l’intervento è completamente compatibile con il PGRA.**

## **7. MANUFATTI IDRAULICI**

Per la regolazione della portata in uscita, dovrà essere realizzata una bocca tarata per la linea fognaria per acque meteoriche. Il pozzetto terminale dovrà avere dimensioni di m 0,80 x0,80. La larghezza dello stramazzo di troppo pieno sarà pertanto al massimo pari a 0.80 m. Per valutare il tirante d’acqua che agisce sulla bocca tassata si fa riferimento alla quota del fossato che ha profondità di 40 cm. Secondo le ipotesi di progetto, il fondo del collettore di scarico si troverà alla quota di -0,40 m rispetto alla quota di riferimento del livello del terreno nel rilievo piano altimetrico effettuato. Avendo il fossato pendenza rilevata del 1‰ e lunghezza variabile tra m 100 e m 400 circa, il dislivello complessivo fra origine e termine del fossato 0,10 e 0,40 m circa. Il carico idraulico sulla bocca sarà pari invece alla differenza di quota tra il livello della lama a stramazzo di troppo pieno e la quota di scorrimento finale della condotta. Volendo assegnare un franco di 10 cm alla rete fognaria, in modo che, nonostante il rigurgito determinato dall’utilizzo come vaso, non vi sia fuoriuscita d’acqua dai fossati, il carico sulla luce della bocca tassata, pari al dislivello disponibile sarà pari a:

$$h = 0,60 \text{ m}$$

A tale valore è necessario sottrarre il carico sullo stramazzo necessario al transito della portata di troppo pieno, Nella figura che segue si illustra il calcolo del diametro del foro di uscita. Con le consuete relazioni di foronomia idraulica, si valuta la portata della luce di uscita, che dovrà essere uguale a quella massima ammessa dalle disposizioni consortili, variabile come nella tabella di pag. 11. Nelle figure che seguono si riportano i dettagli del calcolo idraulico delle luci e dei diametri equivalenti alle luci rettangolari calcolate in origine.

LUCE DI GRANDEZZA NON TRASCURABILE								LUCE DI GRANDEZZA NON TRASCURABILE								LUCE DI GRANDEZZA NON TRASCURABILE							
L (m)	h <sub>1</sub> (m)	h <sub>2</sub> (m)	μ	g (m/s <sup>2</sup> )	Q (l/s)	D <sub>eq</sub> (m)		L (m)	h <sub>1</sub> (m)	h <sub>2</sub> (m)	μ	g (m/s <sup>2</sup> )	Q (l/s)	D <sub>eq</sub> (m)		L (m)	h <sub>1</sub> (m)	h <sub>2</sub> (m)	μ	g (m/s <sup>2</sup> )	Q (l/s)	D <sub>eq</sub> (m)	
0,600	0,150	0,400	0,540	9,806	186,42	0,41		0,800	0,150	0,400	0,540	9,806	248,56	0,50		0,535	0,150	0,400	0,540	9,806	166,23	0,41	
$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_2^{3/2} - h_1^{3/2})}$								$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_2^{3/2} - h_1^{3/2})}$								$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_2^{3/2} - h_1^{3/2})}$							
LUCE DI GRANDEZZA NON TRASCURABILE								LUCE DI GRANDEZZA NON TRASCURABILE															
L (m)	h <sub>1</sub> (m)	h <sub>2</sub> (m)	μ	g (m/s <sup>2</sup> )	Q (l/s)	D <sub>eq</sub> (m)		L (m)	h <sub>1</sub> (m)	h <sub>2</sub> (m)	μ	g (m/s <sup>2</sup> )	Q (l/s)	D <sub>eq</sub> (m)									
0,580	0,150	0,400	0,540	9,806	180,21	0,43		0,710	0,150	0,400	0,540	9,806	220,60	0,48									
$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_2^{3/2} - h_1^{3/2})}$								$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_2^{3/2} - h_1^{3/2})}$															

Nella figura soprastante sono riportati i dettagli del calcolo del diametro del foro equivalente idraulicamente alla luce delle dimensioni indicate in figura. Tali diametri sono anche riportati per comodità nell'ultima colonna della tabella di pag. 9. Pertanto una luce del diametro indicato in tabella a pag. 9 posta con generatrice inferiore allo stesso livello del fondo del collettore è in grado di garantire una portata massima pari alla portata necessaria per ogni collettore, anch'essa indicata nella tabella a pag. 9, compatibili con la portata specifica di 5 l/s rapportata alla superficie dell'area scolante effettiva.

Al termine del tratto di 120 m di pista, nel tratto ubicato sopra al rilevato della ex ferrovia, sarà invece installata una bocca tarata standard entro un pozzetto di dimensioni di cm 80x80x80, realizzata installando nel pozzetto una lama in acciaio inox fissata al fondo ed alle pareti con tasselli ad espansione meccanici, opportunamente dimensionata e forata, in modo che la generatrice inferiore del foro sia posta alla quota di arrivo della tubazione di collegamento del pozzetto e di uscita dallo stesso.

Nella figura che segue si riportano i dettagli del calcolo di dimensionamento della luce di uscita che dovrà garantire lo scarico di una portata pari a 0,36 l/s, determinata applicando il valore specifico di 5 l/s per ettaro alla superficie di 720 m<sup>2</sup> sottesa.

LUCE DI GRANDEZZA NON TRASCURABILE						
L (m)	h <sub>1</sub> (m)	h <sub>2</sub> (m)	μ	g (m/s <sup>2</sup> )	Q (l/s)	D <sub>eq</sub> (m)
0,020	0,590	0,600	0,540	9,806	0,37	0,02

$$Q = \frac{2}{3} \mu \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot (h_2^{3/2} - h_1^{3/2})$$
  

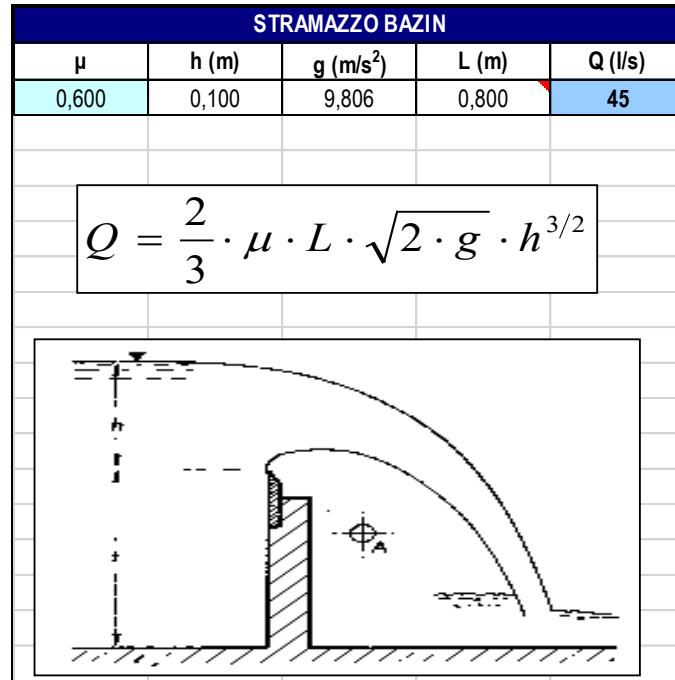
Con i dati elencati, il foro necessario avrà diametro di 20 mm.

La bocca tarata standard per tratti di 120 m sarà realizzata all'interno del pozzetto terminale del collettore di uscita mediante l'installazione di una lamiera in acciaio inox con foro delle dimensioni indicate e generatrice inferiore del foro posta alla stessa quota del fondo tubo di arrivo dalla fognatura, come sopra descritto in dettaglio. Il fissaggio della lamiera al pozzetto avverrà mediante tassellatura meccanica lungo il contorno, previa apposizione di opportuna guarnizione per la sigillatura contro le pareti ed il fondo del pozzetto. A valle della bocca tarata sarà predisposta una linea di scarico formata da embrici che si collegherà al fossato al piede del rilevato.

In caso di eventi eccezionali, che superino il tempo di ritorno di 50 anni, si attiverà comunque lo stramazzo di troppo pieno appositamente previsto all'interno della bocca tassata, portando alla giusta altezza la lama con il foro della bocca tarata. Utilizzando il metodo cinematico, si è calcolata la portata massima in uscita quando si verifica un evento con tempo di ritorno di 50 anni, che risulta pari a 129.26 l/s, ottenuta utilizzando la curva di possibilità pluviometrica e gli altri parametri necessari, ampiamente descritti nel testo che precede relativo al dimensionamento idraulico delle reti.

Considerando uno stramazzo classico in parete sottile (Bazin), con lama di larghezza pari alla larghezza del pozzetto terminale, quindi m 0.80, ipotizzando un carico h sullo stramazzo pari a 10 cm esso è in grado di **smaltire una portata di 45 l/s**, che copre la differenza di portata tra quella dell'intero evento con 50 anni di tempo di ritorno e l'evento centenario. Nel Veneto infatti la portata di un evento con 100 anni di tempo di ritorno è valutabile mediamente intorno al 20 – 30% in più di quello con 50 anni, pertanto la portata che lo stramazzo dovrà smaltire

per 100 anni di tempo di ritorno è valutabile in 129,26 l/s moltiplicati per 1,3 ai quali sottrarre il valore cinquantennale di portata. In definitiva la portata da smaltire sarà:  $129,26 \times 1,3 - 129,26 = 38,78$  l/s.



Poiché il rialzo del pelo libero di 10 cm, necessario a far passare la maggior portata per eventi superiori a quello di progetto comporterà una riduzione del franco previsto rispetto alla superficie del comparto all'incirca di pari entità, che, essendo il livello di scorrimento pari a -0,60 m dal piano campagna, all'origine del fossato si verificherà un rigurgito di 10 cm, pari al dislivello dovuto alla pendenza (minima) del fossato stesso e quindi non si avrà rigurgito dal fossato verso l'esterno.

Si fa presente che tutte le quote indicate dovranno essere attentamente verificate in cantiere ed il progetto sopra illustrato dovrà essere eventualmente rivisto qualora si verificassero in sede di cantiere differenze sostanziali rispetto a quanto rilevato in sede di progetto.