

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP J34H16000620009

U.O. COORDINAMENTO TERRITORIALE NORD

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

POTENZIAMENTO LINEA VENEZIA TRIESTE

Posti di Movimento e Varianti di Tracciato

LOTTO 2: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750 m in località Fossalta di Portogruaro

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione di compatibilità idraulica e di smaltimento idraulico – Sede ferroviaria

SCALA:



COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I	Z	0	4	2	0	R	2	6	R	I	I	D	0	0	0	2	0	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F.Coppa	Giugno 2021	C.Cappellini	Giugno 2021	S. Lo Presti	Giugno 2021	A. Perego Giugno 2021

File: IZ0420R26RIID0002001A	n. Elab.:
-----------------------------	-----------

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3	DISPOSIZIONI NORMATIVE.....	6
	3.1 PAI – PIANO STRALCIO PER L’ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME LEMENE	7
	3.1.1 Norme di attuazione	7
	3.2 PGRA – DISTRETTO IDROGRAFICO DELLE ALPI ORIENTALI – I CICLO (2015-2021).....	9
	3.3 COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	12
4	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	14
	4.1 IL BACINO DEL FIUME LEMENE	16
5	DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	18
6	ANALISI IDROLOGICA	18
	6.1 CONFRONTO TRA LE METODOLOGIE DI CALCOLO DELLE LSPP.....	18
	6.2 RIEPILOGO DEI VALORI ADOTTATI	21
7	CRITERI DI PROGETTO E METODI DI VERIFICA	22
	7.1 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA.....	22
	7.2 METODI DI VERIFICA DEI TOMBINI IDRAULICI.....	23
	7.2.1 Moto permanente.....	24
8	INVARIANZA IDRAULICA.....	29
	8.1 METODOLOGIA DI CALCOLO	29
	8.2 DIMENSIONAMENTO	31
	8.2.1 Ferrovia	33
	8.2.2 Viabilità	34

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1-1 INQUADRAMENTO AREA D'INTERVENTO.....	3
FIGURA 3-1 SUDDIVISIONE TERRITORIALE IN DISTRETTI	6
FIGURA 3-2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA AI SENSI DEL PAI - LEMENE	8
FIGURA 4-1 INQUADRAMENTO PM SAN DONÀ DI PIAVE	14
FIGURA 4-2 ESTENSIONE DISTRETTO IDROGRAFICO ALPI ORIENTALI.....	15
FIGURA 4-3 CORSI D'ACQUA PRINCIPALI DI COMPETENZA DEL DISTRETTO IDROGRAFICO ALPI ORIENTALI	15
FIGURA 4-4 BACINO DEL FIUME LEMENE.....	17
FIGURA 6-1 CONFRONTO LSPP < 1 ORA, TR 200 ANNI.....	19
FIGURA 6-2 CONFRONTO LSPP > 1 ORA, TR 200 ANNI.....	20
FIGURA 6-2 IN01 – PORTATA DI PROGETTO	26
FIGURA 6-2 IN01 – PORTATA CON I CAMBIAMENTI CLIMATICI	26
FIGURA 6-2 IN02 – PORTATA DI PROGETTO	27
FIGURA 6-2 IN02 – PORTATA CON I CAMBIAMENTI CLIMATICI	27
FIGURA 6-2 IN03 – PORTATA DI PROGETTO	28
FIGURA 6-2 IN03 – PORTATA CON I CAMBIAMENTI CLIMATICI	28
FIGURA 8-1 - ANDAMENTO DEI VOLUMI	33
FIGURA 8-2 – ANDAMENTO DEI VOLUMI D’INVASO PER LA VERIFICA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI	34
FIGURA 8-3 – ANDAMENTO DEI VOLUMI D’INVASO	35
FIGURA 8-4 – ANDAMENTO DEI VOLUMI D’INVASO PER LA VERIFICA AI CAMBIAMENTI CLIMATICI	36

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 3-1 VALORI DI INTENSITÀ.....	10
TABELLA 3-2 SINTESI DELLE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	12
TABELLA 6-1 PARAMETRI IDROLOGICI PER VARIANTE DI PORTOGRUARO.....	21
TABELLA 6-2 VARIAZIONI DI PRECIPITAZIONE MASSIMA GIORNALIERA PREVISTE NELL’AREA DI INTERVENTO (ISPRA, 2015) ...	21
TABELLA 7-1 VALORI DI PORTATA IDROLOGICA	23
TABELLA 7-2 VALORI DI PORTATA IDROLOGICA DERIVANTE DAI CAMBIAMENTI CLIMATICI	23
TABELLA 7-3 - VERIFICHE TOMBINI IDRAULICI HY8	25
TABELLA 8-1 - GEOMETRIA FOSSO PIÙ VINCOLANTE.....	33
TABELLA 8-2 - VERIFICA VOLUMI DI INVASO	33
TABELLA 8-3 - VERIFICA VOLUMI D’INVASO NEI CONFRONTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI	34
TABELLA 8-4 – GEOMETRIA FOSSO	35
TABELLA 8-5 VERIFICA VOLUMI D’INVASO	35
TABELLA 8-6 - VERIFICA FOSSO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI.....	36

1 INTRODUZIONE

La presente relazione è parte integrante del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica della linea Venezia-Trieste ed è riferita al progetto della realizzazione del nuovo posto di movimento in località Fossalta di Portogruaro.

In particolare, nella presente relazione è stata valutata la compatibilità idraulica dell'intervento andando ad analizzare tutti i vincoli presenti nell'area in oggetto imposti dagli enti competenti, nello specifico sono state prese a riferimento le carte della pericolosità idraulica PAI e PGRA sviluppate dal Distretto delle Alpi Orientali. Inoltre, sono state verificate le interferenze del tracciato con il reticolo idrografico, valutando caso per caso la compatibilità con la portata di progetto e di definire i necessari adeguamenti alle opere idrauliche esistenti al fine di garantire la sicurezza idraulica della linea. Infine, è stato analizzato il sistema di raccolta e laminazione delle opere di drenaggio ferroviario.



Figura 1-1 Inquadramento area d'intervento

Per i dimensionamenti delle opere idrauliche in progetto sono stati adottati i parametri idrologici riportati nella relazione idrologica a cui si rimanda per i dettagli specifici. La scelta dei tempi di ritorno degli eventi meteorici per il calcolo delle portate necessarie al dimensionamento delle varie tipologie di opere è stata effettuata in conformità a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI e dalle Norme tecniche delle costruzioni del 2018.

	POSTI DI MOVIMENTO E VARIANTI DI TRACCIATO LOTTO 2: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750 m in località Fossalta di Portogruaro					
Relazione di compatibilità e di smaltimento idraulico – Sede ferroviaria	COMMESSA IZ04	LOTTO 20	CODIFICA R 26 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 5 di 36

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme in vigore a livello nazionale e/o europeo:

- R.D. 25/07/1904, n. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie".
- D. Lgs. 27 gennaio 1992, n. 132. "Attuazione della direttiva n. 80/68/CEE concernente la protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento provocato da certe sostanze pericolose".
- D.M. 14 Febbraio 1997 "Direttive tecniche per l'individuazione e la perimetrazione, da parte delle Regioni, delle aree a rischio idrogeologico".
- Direttiva 2000/60/CE, cosiddetta "Direttiva Acque".
- D. Lgs. n. 152/2006 – "Norme in materia ambientale".
- Direttiva 2007/60/CE, cosiddetta "Direttiva Alluvioni".
- L. 27 Febbraio 2009, n. 13 "Misure straordinarie in materia di risorse idriche e protezione dell'ambiente".
- D. Lgs 16 marzo 2009, n. 30. Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.
- D. Lgs 23 Febbraio 2010, n. 49 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e gestione dei rischi di alluvioni".
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e relativa circolare (Circolare n. 7/2019).
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) aggiornato al 2021.

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle seguenti norme in vigore a livello regionale e/o a scala di distretto idrografico:

- Autorità di bacino interregionale fiume Lemene, 2002.
- Analisi idrologica e definizione delle curve di possibilità pluviometrica del comprensorio, 2008.
- Analisi idrologiche-idrauliche per l'applicazione dei criteri dell'invarianza idraulica nel comprensorio del veneto orientale, 2012.
- Criteri e procedure per il rilascio di concessioni, autorizzazioni, pareri, relativi ad interventi interferenti con le opere consorziali, trasformazioni urbanistiche, e sistemazioni idraulico-agrarie, 2016.
- Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali – I CICLO 2015-2021.

3 DISPOSIZIONI NORMATIVE

Con le disposizioni del Testo Unico in materia ambientale (Decreto legislativo n. 152/2006) l'intero territorio italiano è stato ripartito complessivamente in 7 distretti idrografici, in ognuno dei quali è istituita l'Autorità di Bacino distrettuale, definita giuridicamente come ente pubblico non economico.



Figura 3-1 Suddivisione territoriale in distretti

Analizzando le opere in progetto secondo la nuova Direttiva 2000/60/CE, l'intervento ricade nel bacino idrografico del fiume Lemene, di competenza del Distretto Idrografico Alpi Orientali. Di conseguenza, l'analisi idraulica dovrà considerare gli strumenti di pianificazione territoriale in vigore nella zona in esame; in particolare, gli strumenti legislativi analizzati sono:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino idrografico del fiume Lemene;
- Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali – I CICLO 2015-2021.

	POSTI DI MOVIMENTO E VARIANTI DI TRACCIATO LOTTO 2: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750 m in località Fossalta di Portogruaro					
Relazione di compatibilità e di smaltimento idraulico – Sede ferroviaria	COMMESSA IZ04	LOTTO 20	CODIFICA R 26 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 7 di 36

3.1 PAI – PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME LEMENE

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Lemene ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idraulico ed idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Lemene.

Il Piano persegue l'obiettivo di garantire al territorio del bacino un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e geologico, attraverso il ripristino degli equilibri idraulici, geologici ed ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni. Inoltre, il Piano persegue finalità prioritarie di protezione di abitati, infrastrutture, luoghi e ambienti di pregio paesaggistico e ambientale interessati da fenomeni di pericolosità, nonché di riqualificazione e tutela delle caratteristiche e delle risorse del territorio.

Il Piano contiene:

- l'individuazione e perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica;
- la perimetrazione delle aree a rischio idraulico;
- le opportune indicazioni relative a tipologia e programmazione preliminare degli interventi di mitigazione o eliminazione delle condizioni di pericolosità;
- le norme di attuazione e le prescrizioni per le aree di pericolosità idraulica.

3.1.1 Norme di attuazione

Di seguito si riporta un estratto delle Norme di Attuazione del PAI. Per maggiori dettagli, si rimanda alla documentazione integrale.

ART. 4 – Classificazione dei territori per condizioni di pericolosità e classi di rischio

Il presente Piano, sulla base delle conoscenze acquisite, classifica i territori in funzione delle condizioni di pericolosità idraulica e delle classi del conseguente rischio, valutato sulla base della vulnerabilità del territorio.

2. Ai fini dell'individuazione delle misure di salvaguardia, il Piano classifica le aree pericolose secondo le seguenti condizioni di pericolosità idraulica:

1. P1 – moderata;
2. P2 – media;
3. P3 – elevata.

3. Ai fini dell'individuazione delle priorità di attuazione degli interventi, il Piano classifica le aree a rischio secondo le classi di rischio idraulico di cui al D.P.C.M. 29 settembre 1998:

1. R1 – moderato;
2. R2 – medio;
3. R3 – elevato.

In base alla tavola di perimetrazione delle aree a rischio esondazione del PAI, gli interventi in progetto sono esterni alle aree a pericolosità, come si evince dalla figura riportata di seguito.



Figura 3-2 Pericolosità idraulica ai sensi del PAI - Lemene

	POSTI DI MOVIMENTO E VARIANTI DI TRACCIATO					
	LOTTO 2: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750 m in località Fossalta di Portogruaro					
Relazione di compatibilità e di smaltimento idraulico – Sede ferroviaria	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	IZ04	20	R 26 RI	ID0002 001	A	9 di 36

3.2 PGRA – DISTRETTO IDROGRAFICO DELLE ALPI ORIENTALI – I CICLO (2015-2021)

Le norme comunitarie prevedono l'obbligo di predisporre per ogni distretto, a partire dal quadro della pericolosità e del rischio di alluvioni definito con l'attività di mappatura, uno o più Piani di Gestione del Rischio di Alluvioni (art. 7 D. Lgs. 49/2010 e art. 7 Dir. 2007/60/CE), contenenti le misure necessarie per raggiungere l'obiettivo di ridurre le conseguenze negative dei fenomeni alluvionali nei confronti, della salute umana, del territorio, dei beni, dell'ambiente, del patrimonio culturale e delle attività economiche e sociali. In particolare, il PGRA dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale. Il Distretto idrografico delle Alpi Orientali interessa prevalentemente le Province Autonome di Trento e Bolzano, le Regioni Veneto, Friuli-Venezia Giulia, una ridotta parte della Lombardia e porzioni di territorio di Svizzera, Austria e Slovenia.

L'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE identifica tre scenari su cui valutare la pericolosità idraulica:

1. scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi;
2. alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità di alluvione);
3. alluvioni frequenti: tempo di ritorno tra 20 e 50 anni (elevata probabilità di alluvione).

In linea con quanto richiesto dal D. Lgs. 49/2010, i tempi di ritorno associati agli scenari ad elevata, media e scarsa probabilità di alluvione sono stati fissati, rispettivamente, pari a 30, 100 e 300 anni.

Fissato lo scenario, il dominio (sul quale è stata sviluppata la procedura di calcolo e indagato il grado di rischio nelle sue diverse fattispecie) è rappresentato dal territorio che potrebbe essere interessato dall'occupazione delle acque esterne all'area fluviale, ovvero quelle aree che potrebbero essere inondate conseguentemente al sormonto spondale e/o al cedimento delle arginature durante eventi di piena di assegnata probabilità di accadimento. Noti nei vari punti del territorio i tiranti d'acqua massimi h e le velocità massime v che si possono manifestare durante un evento di piena, il pericolo è legato all'intensità del fenomeno I , funzione del tirante e della velocità. L'origine della funzione di seguito descritta è sostanzialmente impostata prendendo a riferimento, come elemento vulnerabile, l'incolumità delle persone.

Le tre classi di intensità - bassa (I_b), media (I_m) e alta (I_a) - sono state così definite:

$$I_b = \begin{cases} h \leq 1.0 \text{ m se } v \leq 0.5 \text{ m/s} \\ h \cdot v \leq 0.5 \text{ m}^2/\text{s se } v > 0.5 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$I_m = \begin{cases} 1.0 < h \leq 2 \text{ m se } v \leq 0.5 \text{ m/s} \\ 0.5 \text{ m}^2/\text{s} < h \cdot v \leq 1 \text{ m}^2/\text{s se } v > 0.5 \text{ m/s} \end{cases}$$

$$I_a = \begin{cases} h > 2 \text{ m se } v \leq 0.5 \text{ m/s} \\ h \cdot v > 1 \text{ m}^2/\text{s se } v > 0.5 \text{ m/s} \end{cases}$$

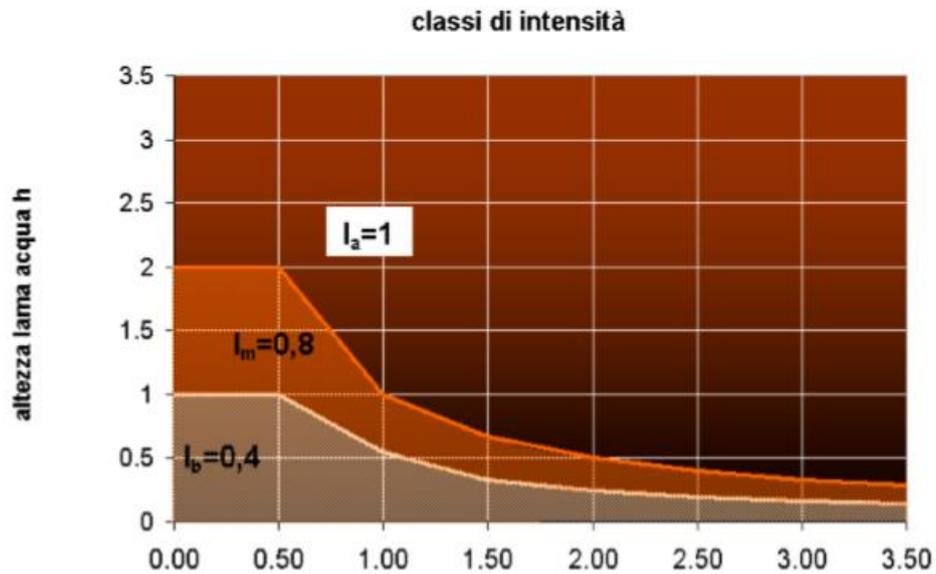


Figure 3-1 Definizione delle classi di Intensità

Tabella 3-1 Valori di intensità

Descrizione	Classe di I	Valore di I
Intensità bassa (I _b): zone inondate da acque con basso tirante	I _b	0.4
Intensità media (I _m): zone inondate da acque con tiranti e/o velocità significative	I _m	0.8
Intensità alta (I _a): zone inondate da acque profonde e/o ad elevata velocità di deflusso	I _a	1.0

Il metodo sopra descritto porta ad ottenere, in ogni punto del territorio considerato, la classe di intensità per ciascun scenario.

In sintesi, le condizioni di pericolosità nelle aree di interesse (in rosso) sono riportate nella figura a seguire, raffigurante un estratto della carta della pericolosità da alluvione dedotta dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).

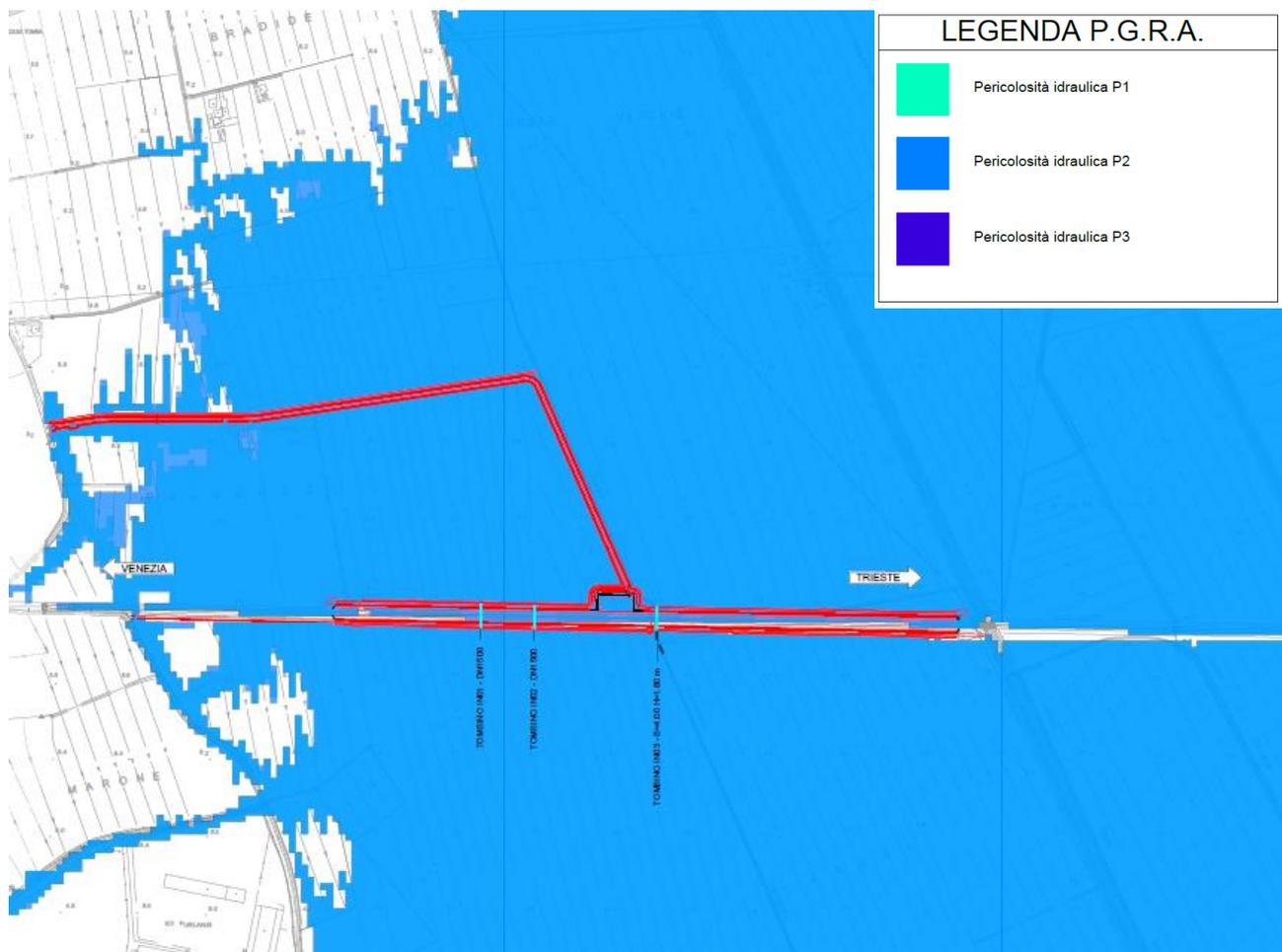


Figure 3-2 Mappe della pericolosità del PGRA

In base alle tavole di perimetrazione delle aree a rischio esondazione del PGRA del Distretto delle Alpi Orientali (I CICLO DI PIANIFICAZIONE), gli interventi in progetto ricadono in zona classificata come P2 (media probabilità di alluvione).

In assenza delle Norme di Attuazione valide per il PGRA, si fa riferimento, per valutare la fattibilità dell'intervento, alla delibera n. 8/2019 "Attuazione della misura M21_1 finalizzata a coordinare i contenuti conoscitivi e normativi del PAI con le informazioni riportate nel vigente PGRA"; in base all'art. 3:

1. Per gli ambiti territoriali nei quali, in assenza di una cartografia derivante dai Piani per l'Assetto Idrogeologico, il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni individua aree allagabili nello scenario di

media probabilità con un'altezza idrica superiore a 0.5 metri, la stessa costituisce condizione di pericolosità da considerare.

- In tali ambiti territoriali tutti i progetti relativi agli interventi e alle trasformazioni urbanistiche ed edilizie, devono [...] contenere una relazione tecnica che asseveri la compatibilità dell'intervento anche con la condizione di pericolosità idraulica riportata nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.
- Nello scenario di media probabilità con un'altezza idrica inferiore a 0.5 metri, si deve tener conto dei principi generali espressi nelle norme di attuazione del corrispondente Piano per l'Assetto Idrogeologico o, in mancanza di tale piano, dei principi generali espressi nelle norme di attuazione del Piano per l'Assetto Idrogeologico dei fiumi Brenta-Bacchiglione, Piave, Tagliamento, Isonzo.

Nel caso dell'intervento in progetto, le mappe relative al battente idrico per scenario di media probabilità indicano un valore compreso tra 1 e 2 m, bisogna quindi considerare le risultanze del PGRA come condizione di pericolosità da normativa.

3.3 COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Di seguito si riporta una tabella di sintesi delle condizioni di pericolosità in cui si trovano attualmente gli interventi in progetto:

Tabella 3-2 Sintesi delle condizioni di pericolosità degli interventi in progetto

INTERVENTO	PAI - Lemene	PGRA – I Ciclo
PM Fossalta di Portogruaro	Esterno alle aree di pericolosità	P2

Gli interventi in progetto, stando a quanto riportato:

- nel PAI – Lemene, sono esterni alle aree classificate a pericolosità idraulica e dunque non vi sono vincoli ostativi alla realizzazione degli stessi;
- nel PGRA – I CICLO, ricadono in aree classificate come P2. In tali casi, stando a quanto riportato all'art. 3, comma 1 della delibera n. 8/2019 "Attuazione della misura M21_1 finalizzata a coordinare i contenuti conoscitivi e normativi del PAI con le informazioni riportate nel vigente PGRA: "Per gli ambiti territoriali nei quali, in assenza di una cartografia derivante dai Piani per l'Assetto

Idrogeologico, il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni individua aree allagabili nello scenario di media probabilità con un'altezza idrica superiore a 0.5 metri, la stessa costituisce condizione di pericolosità da considerare". Nel caso dell'intervento in progetto, le mappe relative al battente idrico per scenario di media probabilità indicano un valore compreso tra 1 e 2 m; dunque, è proprio questa la condizione di pericolosità da considerare.

Si può affermare che l'intervento non provoca un aumento dei livelli idrici nelle aree limitrofe e di conseguenza un aggravio della pericolosità idraulica, essendo il volume sottratto alla libera esondazione, dovuto agli allargamenti del rilevato previsti in progetto per la realizzazione dei binari in affiancamento agli esistenti, non rilevante. L'intervento non pregiudica la possibilità di sistemazioni idrauliche future lungo i corsi d'acqua e risulta non delocalizzabile.

Si sottolinea che è stato previsto un sollevamento della quota del piano del ferro nello stato di progetto minimo di 2.00 m di altezza rispetto al piano di campagna delle aree circostanti e per garantire un livello di sicurezza maggiore dell'opera è stata prevista una protezione delle scarpate mediante la posa di materassi tipo Reno così da impedire eventuali fenomeni di erosione e cedimento del rilevato, si riporta di seguito una figura della sezione tipo dell'intervento in cui si possono vedere le protezioni previste.

**SEZIONE TIPO IN RILEVATO
POSTO DI MOVIMENTO
SCALA 1:50**

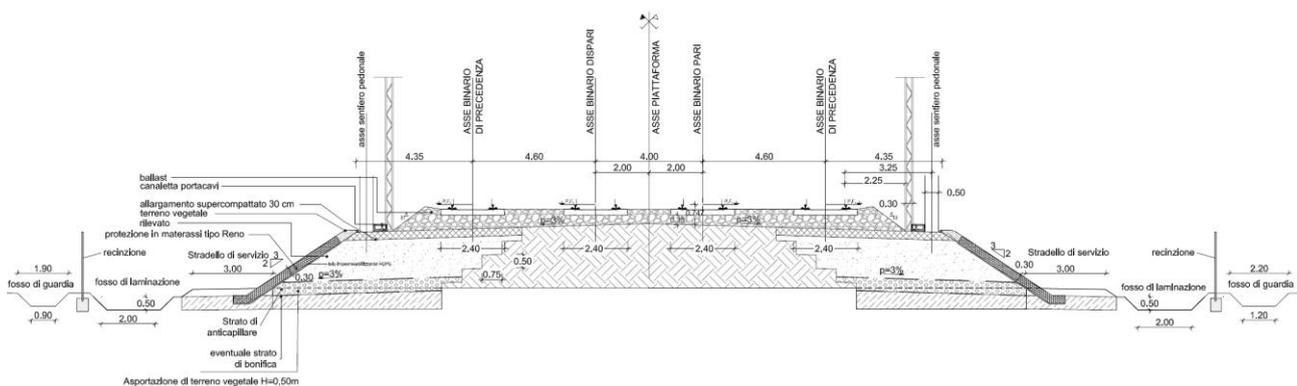


Figure 3-3 Sezione tipologica intervento

Si rimanda alla successiva fase progettuale lo studio di dettaglio della piattaforma per assicurare la protezione della stessa, garantendo anche un franco minimo di sicurezza, da eventi eccezioni catastrofici.

In sintesi, dunque, analizzati tutti gli strumenti legislativi vigenti, l'opera in progetto risulta compatibile dal punto di vista idraulico alle normative ad oggi in vigore.

4 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Come anticipato nell'introduzione, nell'ambito della progettazione del potenziamento della linea Venezia - Trieste, è prevista la realizzazione del posto di movimento ubicato nel comune di Fossalta di Portogruaro, che si estende dalla progr. 66+416.06 km alla progr. 67+420.39 km.



Figura 4-1 Inquadramento PM San Donà di Piave

Dal punto di vista dell'idrografia il PM Fossalta di Portogruaro ricade nel bacino idrografico del fiume Lemene, di competenza del Distretto Idrografico Alpi Orientali.

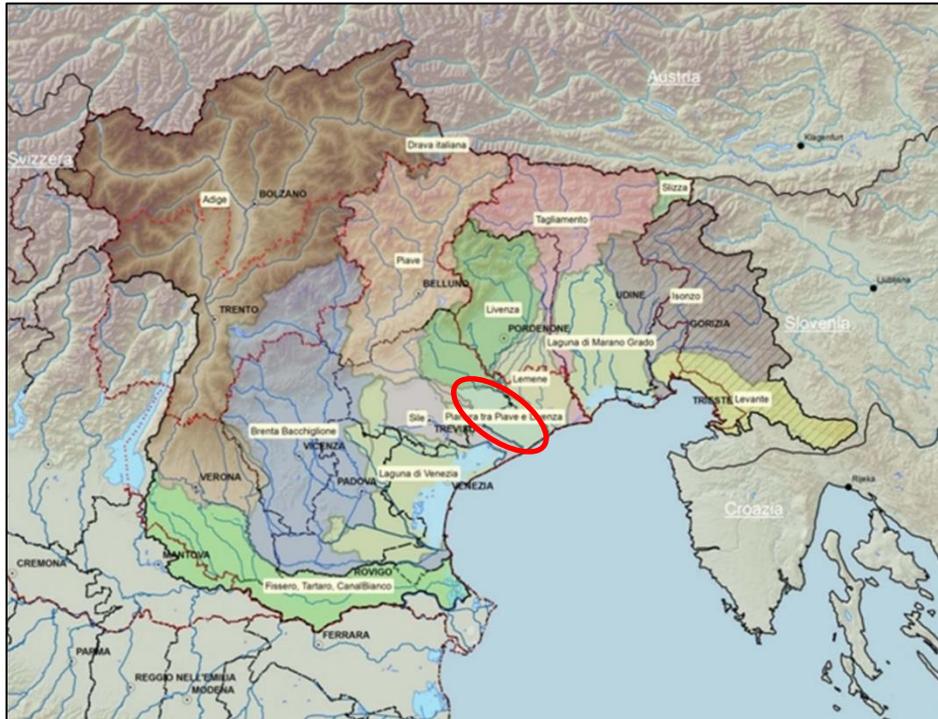


Figura 4-2 Estensione Distretto idrografico Alpi orientali

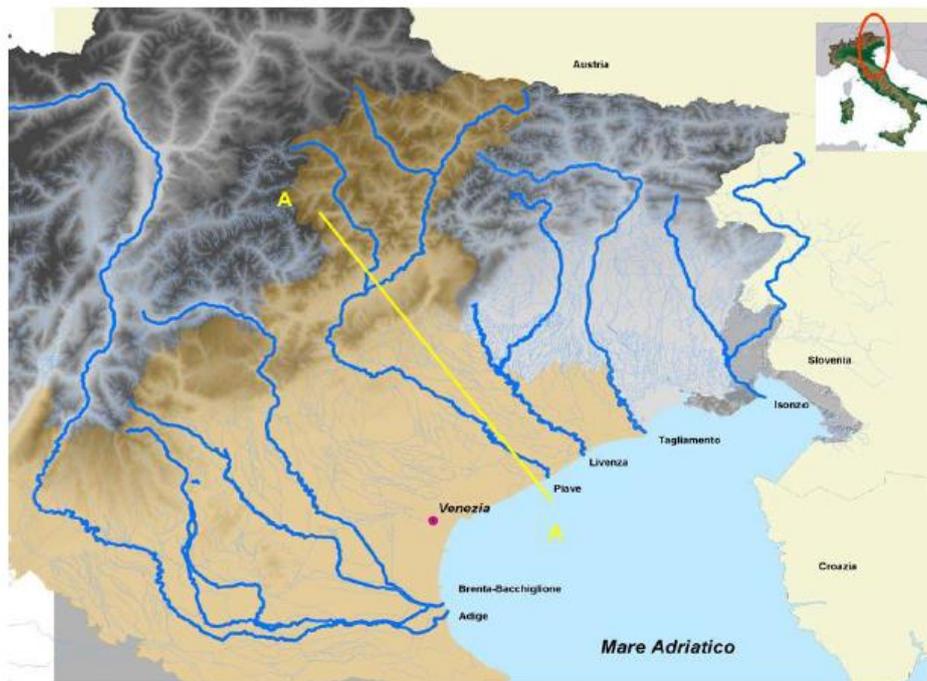


Figura 4-3 Corsi d'acqua principali di competenza del distretto idrografico alpi orientali

4.1 IL BACINO DEL FIUME LEMENE

Il bacino del fiume Lemene si estende nel territorio compreso tra la parte sud-occidentale della Regione Friuli-Venezia Giulia e la parte nord-orientale della Regione Veneto e copre una superficie complessiva di circa 860 km² di cui circa 350 km² in territorio friulano e circa 510 km² in territorio veneto. Il bacino confina ad ovest con il bacino del Livenza, seguendo per lo più l'argine sinistro del fiume Meduna, ad est con il bacino del Tagliamento in coincidenza con il suo argine destro ed a sud con il mare Adriatico.

La bassa pianura veneto - friulana è caratterizzata da un sistema idraulico fortemente antropizzato ove le opere irrigue nella zona pedemontana e quelle di bonifica nei territori più bassi regolano il decorso delle acque. Le opere di bonifica assumono notevole importanza per garantire le condizioni di sicurezza al territorio, garantendo, dove le pendenze naturali non lo consentirebbero, l'allontanamento delle acque meteoriche dalle campagne; questo aspetto che assume particolare rilevanza in quei territori che hanno quote prossime, se non inferiori, al medio mare.

I fenomeni idraulici che si sviluppano nei territori di pianura sono generalmente lenti e consentono di prevedere con sufficiente anticipo l'arrivo dell'onda di piena in una determinata sezione di controllo del corso d'acqua. Il carattere impulsivo si manifesta solo in occasione di fenomeni di crollo arginale che tuttavia possono in qualche modo essere previsti in relazione alla ripetitività storica dell'evento, all'insorgenza di fontanazzi o all'approssimarsi del sormonto arginale. Solitamente infatti le rotture del rilevato arginale possono manifestarsi in prossimità di sezioni ristrette del corso d'acqua, a seguito di sormonto arginale e quando all'interno dell'alveo i livelli si siano mantenuti sostenuti per tempi relativamente lunghi.

Inoltre, nel bacino del fiume Lemene risulta presente la fascia delle risorgive che si trova in destra del fiume Tagliamento. Le acque di tali risorgive fuoriescono in sorgenti piccole e disseminate, vengono quindi raccolte in una rete di canali, rii e confluiscono in collettori di dimensioni più consistenti. In alcune zone, situate però a monte, propriamente all'interno del bacino del fiume Livenza, una concentrazione maggiore di queste sorgenti ha dato origine a parecchi laghetti sorgentizi, quali quello di Burida a Pordenone e quelli di Guarnirei a Fontanafredda.



Figura 4-4 Bacino del fiume Lemene

5 DESCRIZIONE DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Il sistema di drenaggio previsto è costituito da un sistema di raccolta, collettamento e smaltimento delle acque meteoriche afferenti la piattaforma ferroviaria composto da embrici che scaricano le acque di piattaforma nei fossi di laminazione ubicati al piede del rilevato.

Per dare ricucire i fossi di guardi interrotti dalla presenza delle opere in progetto si prevedono dei fossi che recapitano le acque a monte dei tombini di progetto o all'interno del reticolo esistente.

Nella presente relazione è riportate il dimensionamento delle opere di laminazione e dei tombini di attraversamento, mentre si rimanda alla successiva fase progettuale per il dimensionamento degli embrici.

6 ANALISI IDROLOGICA

In generale, per la stima delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica, è preferibile utilizzare analisi già esistenti purché siano valide e stabiliscano in modo autorevole i valori delle LSPP dell'area in esame; nel presente progetto sono state confrontate:

1. le Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica elaborate (su committenza del Dipartimento della Protezione Civile) da NordEst Ingegneria S.r.l., all'interno del progetto "*Analisi Regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento*", con particolare riferimento ad i valori validi per il Consorzio di Bonifica Veneto Orientale, all'interno del quale ricadono le nostre opere;
2. le Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica che si ottengono eseguendo un'opportuna analisi statistica (con distribuzione di Gumbel) sui massimi di precipitazione, per diverse durate di pioggia, di una stazione pluviometrica ARPAV localizzata nelle vicinanze delle opere in progetto.

Per le elaborazioni di dettaglio si rimanda all'elaborato specifico.

6.1 CONFRONTO TRA LE METODOLOGIE DI CALCOLO DELLE LSPP

Al fine di individuare il metodo di analisi più affidabile per la definizione delle curve di pioggia di progetto da utilizzare nei calcoli per il dimensionamento delle opere idrauliche è stato effettuato il confronto tra le altezze di pioggia calcolate con i due metodi precedentemente descritti.

Si riporta il confronto, a titolo esemplificativo, del solo tempo di ritorno 200 anni.

LSPP < 1 ORA



Figura 6-1 Confronto LSPP < 1 ora, Tr 200 anni

Come si vede dall'immagine precedente, le altezze di pioggia che scaturiscono dall'analisi statistica con il metodo di Gumbel applicato ad i valori di precipitazione forniti da ARPA-FVG risultano superiori a quelle che si ottengono dall'analisi regionalizzata.

Di conseguenza, per le durate di pioggia inferiori all'ora, si impiegherà, per il dimensionamento delle opere in progetto, la formula bi-parametrica con i valori dei parametri a, n derivanti dai massimi valori di precipitazione forniti da ARPA-FVG.

LSPP > 1 ORA

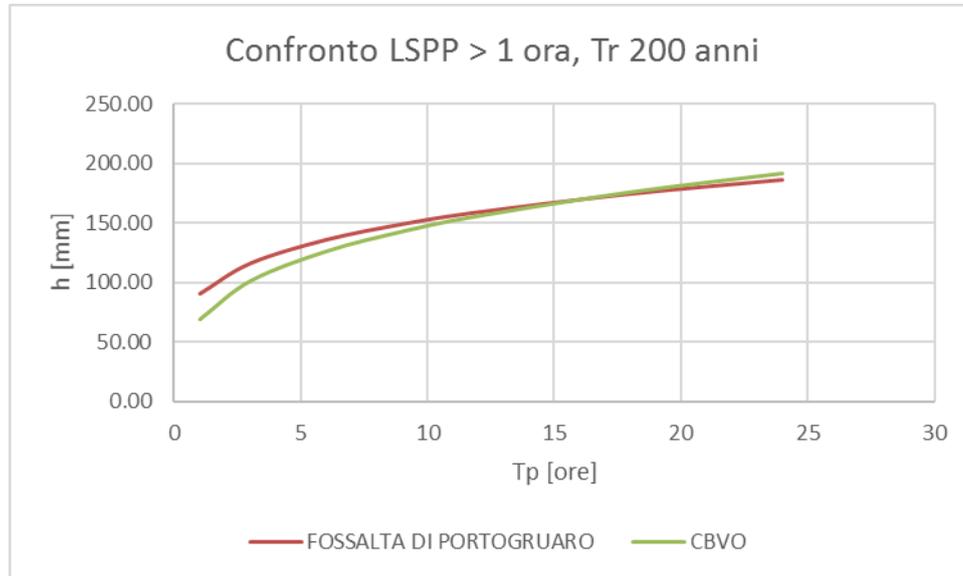


Figura 6-2 Confronto LSPP > 1 ora, Tr 200 anni

Come si vede dall'immagine precedente, nel caso di durate di precipitazione superiori all'ora, la situazione è più incerta: per durate maggiori di 18 ore, la curva dell'analisi regionalizzata è sempre più alta di quella ottenuta elaborando i dati forniti da ARPAV, mentre finché la durata di pioggia è inferiore a 18 ore, è la curva di ARPAV ad essere predominante.

Nella pratica progettuale il dimensionamento delle vasche di laminazione/dispersione e dei bacini si riferisce in genere a durate di precipitazione di molto superiori all'ora; di conseguenza, per tali durate di pioggia superiori, si impiegheranno le curve valide per il Consorzio di Bonifica Veneto Orientale (CBVO) essendo queste più gravose.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	POSTI DI MOVIMENTO E VARIANTI DI TRACCIATO LOTTO 2: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750 m in località Fossalta di Portogruaro					
	Relazione di compatibilità e di smaltimento idraulico – Sede ferroviaria	COMMESSA IZ04	LOTTO 20	CODIFICA R 26 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A

6.2 RIEPILOGO DEI VALORI ADOTTATI

Di seguito, sinteticamente, i valori dei parametri idrologici da impiegare per il dimensionamento delle opere in progetto, distinti in base alla durata di pioggia (minore/maggiore di un'ora). Le durate di precipitazione vanno inserite in ore.

Tabella 6-1 Parametri idrologici per Variante di Portogruaro

Durata di pioggia < 1 ora		
TR [anni]	a [mm/h]	n [-]
25	79.40	0.629
50	89.20	0.641
100	98.93	0.650
200	108.63	0.658

Durata di pioggia > 1 ora			
TR [anni]	a [mm · min ⁻¹]	b [min]	c [-]
50	25.4	10.4	0.754
100	24.5	9.6	0.732
200	23.2	8.7	0.709

$$h_{TOT} [mm] = a \cdot t^n$$

$$h_{TOT} [mm] = \frac{a}{(t + b)^c} t$$

La durata di pioggia va inserita in ore.

La durata di pioggia va inserita in minuti.

Il tema dei cambiamenti climatici è stato tenuto in conto incrementando i valori di precipitazione attesi in maniera proporzionale rispetto a quanto desumibile dalle mappe messe a disposizione da ISPRA. In particolare, nella tabella seguente, si riportano i valori di variazione “*media di insieme*” (*ENSEMBLE MEAN*) di precipitazione massima giornaliera (h_{24}) (rispetto al valore medio nel periodo climatologico di riferimento 1971-2000), prevista nell'area di intervento, per i tre orizzonti temporali: 2021-2050, 2041-2070, 2061-2090, con riferimento allo scenario “massimo” di emissione RCP8.5 da utilizzare per la verifica degli elementi idraulici.

Tabella 6-2 Variazioni di precipitazione massima giornaliera previste nell'area di intervento (ISPRA, 2015)

INTERVENTO	Variazione media h_{24} (RCP8.5) [mm]		
	2021-2050	2041-2070	2061-2090
PM Fossalta di Portogruaro	+ 5-10	+10-15	+15-20

7 CRITERI DI PROGETTO E METODI DI VERIFICA

Lo studio idraulico è finalizzato al dimensionamento della sezione interna degli attraversamenti non trascurando gli eventuali accorgimenti per la risoluzione delle problematiche che potrebbero instaurarsi in seguito alla realizzazione del rilevato ferroviario in progetto.

I criteri di progetto utilizzati nel presente studio sono suddivisi a seconda della tipologia di opera cioè tombini e ponti. I criteri si riferiscono alle opere in progetto e non a quelle esistenti, per le quali, in alcuni casi si è deciso di non intervenire in considerazione del fatto che la sede ferroviaria non prevede allargamenti o altro.

	Tempo di ritorno [anni]	Limiti
TOMBINI	200	- G.d.r. 66.7% - Velocità ammissibile= 3.5 m/s
PONTI	200	- Franco intradosso 1.50 m

Nel dimensionamento delle opere si è cercato di evitare restringimenti delle sezioni dei corsi d'acqua intercettati dalla linea.

7.1 STIMA DELLE PORTATE DI PIENA

Le portate afferenti agli attraversamenti ferroviari, dai bacini limitati, sono state valutate con il metodo razionale, che tiene conto dei fattori morfologici, pluviometrici e del tempo di corrivazione del bacino (T_c), tramite la formula:

$$Q = 2.78 \frac{\phi S h}{t_c}$$

Con h altezza di pioggia [mm], S area del bacino [km²], ϕ coefficiente di deflusso che tiene conto della riduzione dell'afflusso meteorico per effetto delle caratteristiche di permeabilità dei suoli ricadenti nel bacino, t_c tempo di corrivazione [ore].

Di seguito si descrive il metodo assunto per la definizione del coefficiente di deflusso medio ϕ e del tempo di corrivazione (T_c).

Le piogge utilizzate sono state ricavate dalla relazione idrologica allegata al progetto (IZ0420R26RHID0001001A), con le curve di pioggia distinte per area, utilizzando valori inferiori all'ora per l'idraulica di piattaforma e valori superiori ad 1 ora per le verifiche degli attraversamenti idraulici.

Di seguito sono riportate le tabelle con le portate di progetto adottate per il dimensionamento degli attraversamenti idraulici minori:

Tabella 7-1 Valori di portata idrologica

	PM Fossalta - IN01	PM Fossalta - IN02	PM Fossalta - IN03
Altezza di pioggia critica Tr 200 anni [mm]	87.23	69.48	85.96
Coeff. Deflusso [-]	0.48	0.41	0.47
Area bacino [Km²]	0.076	0.064	1.307
Tempo di corrivazione - Formula di Ventura [ore]	0.717	0.507	1.811
Portata idrologica [m³/s]	1.25	0.57	8.33

Nella tabella successiva si riportano i valori delle principali grandezze idrologiche necessarie per il calcolo portata idrologiche derivante dall'incremento di precipitazione dovuto ai cambiamenti climatici, con particolare riferimento al periodo 2061-2090.

Tabella 7-2 Valori di portata idrologica derivante dai cambiamenti climatici

	PM Fossalta - IN01	PM Fossalta - IN02	PM Fossalta - IN03
Altezza di pioggia critica Tr 200 anni [mm]	107.23	89.48	105.96
Coeff. Deflusso [-]	0.55	0.49	0.54
Area bacino [Km²]	0.076	0.064	1.307
Tempo di corrivazione - Formula di Ventura [ore]	0.717	0.507	1.811
Portata idrologica [m³/s]	1.74	0.89	11.71

7.2 METODI DI VERIFICA DEI TOMBINI IDRAULICI

	POSTI DI MOVIMENTO E VARIANTI DI TRACCIATO LOTTO 2: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750 m in località Fossalta di Portogruaro					
Relazione di compatibilità e di smaltimento idraulico – Sede ferroviaria	COMMESSA IZ04	LOTTO 20	CODIFICA R 26 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 24 di 36

I tombini di attraversamento idraulico sono stati verificati utilizzando il moto permanente mediante l'utilizzo del modello numerico HY8 per i tombini IN01, IN02, IN03. Le dimensioni delle opere esistenti, le pendenze dei canali e delle opere stesse, le quote e le attuali condizioni sono state ricavate dalla cartografia disponibile e dai rilievi topografici lungo la tratta in progetto.

7.2.1 Moto permanente

Modello di calcolo HY8

Le verifiche ed il dimensionamento idraulico sono stati effettuati in condizioni di moto permanente mediante l'utilizzo del software HY8.

Il programma HY-8 ha lo scopo di consentire un supporto alla progettazione ed alla verifica delle intersezioni dei corsi d'acqua minori con le infrastrutture viarie come strade e ferrovie. Il software utilizza le routines, in accordo ai criteri della FHWA definiti nelle pubblicazioni seguenti: HDS-5, "Hydraulic Design of Highway Culverts," e HEC-14, "Hydraulic Design of Energy Dissipators for Culverts and Channels".

I principali risultati che si possono ottenere tramite questo programma sono:

- determinare la dimensione, la forma ed il numero di opere d'arte (tombini e
- scatolari necessari a far defluire una portata di progetto;
- definire la capacità di deflusso di un manufatto esistente imponendo il livello
- idricoammissibile di monte;
- calcolare il livello idrico raggiunto a monte del manufatto per far defluire una
- determinata portata, sia in condizioni di normale deflusso che in condizioni di acqua
- ferma all'imbocco.
- determinare la scala di portata o altre relazioni tra le principali variabili idrauliche per
- determinare il livello di rischio della struttura.
- determinare il profilo idrico della portata transitante nell'opera.

Il programma fornisce direttamente output sintetici con le variabili principali della simulazione ed alcuni grafici che mostrano il comportamento idraulico della struttura al variare della portata di progetto o del livello idrico di monte.

Al fine di verificare che la luce di sbocco non sia sommersa e che il tombino non vada in pressione, si calcola il carico idraulico totale a monte H:

$$H = y_u + \frac{U^2}{2g}$$

La condizione richiesta è verificata quando tale valore H risulta inferiore ad un'altezza H*:

$H^* = 1.2 \div 1.5 D$ (diametro del tombino).

In termini di velocità e di grado di riempimento si assumono i seguenti valori di riferimento:

- Velocità massima: 5 m/s;
- Grado di riempimento massimo consentito: 67%
- Tensioni tangenziali al fondo Tm non minori di 0,2 kg/m², per evitare fenomeni di deposito di materiale solido nel tombino.

P.M. Fossalta di Portogruaro									
ID Opera	Q [m ³ /s]	Qmonte [s.l.m.]	Qvalle [s.l.m.]	L [m]	i [%]	h/f [m]	r [m]	R [%]	Manning
METODO DELLE SOLE PIOGGE									
IN01	7.70	2.29	2.21	35.00	0.2%	1.80	1.16	64%	0.015
IN02	1.03	2.95	2.46	30.00	1.6%	1.50	0.70	47%	0.015
IN03	1.25	2.92	2.46	30.00	1.5%	1.50	0.79	53%	0.015
CAMBIAMENTI CLIMATICI									
IN01	10.65	2.29	2.21	35.00	0.2%	1.80	1.44	80%	0.015
IN02	1.46	2.95	2.46	30.00	1.6%	1.50	0.87	58%	0.015
IN03	1.74	2.92	2.46	30.00	1.5%	1.50	0.97	65%	0.015

Tabella 7-3 - Verifiche tombini idraulici HY8

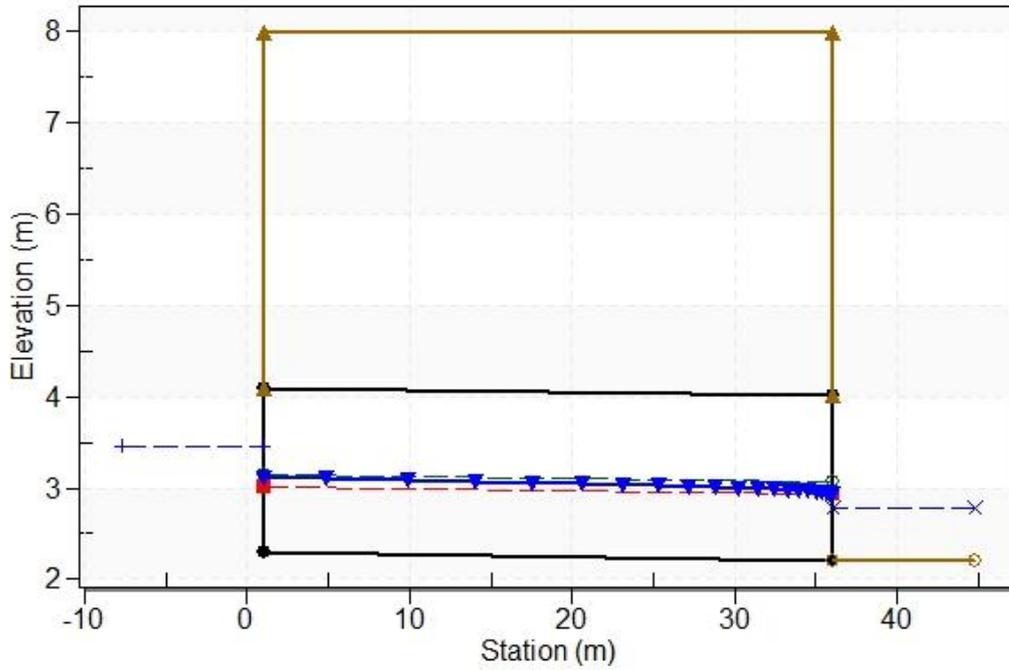


Figura 7-1 IN01 – Portata di progetto

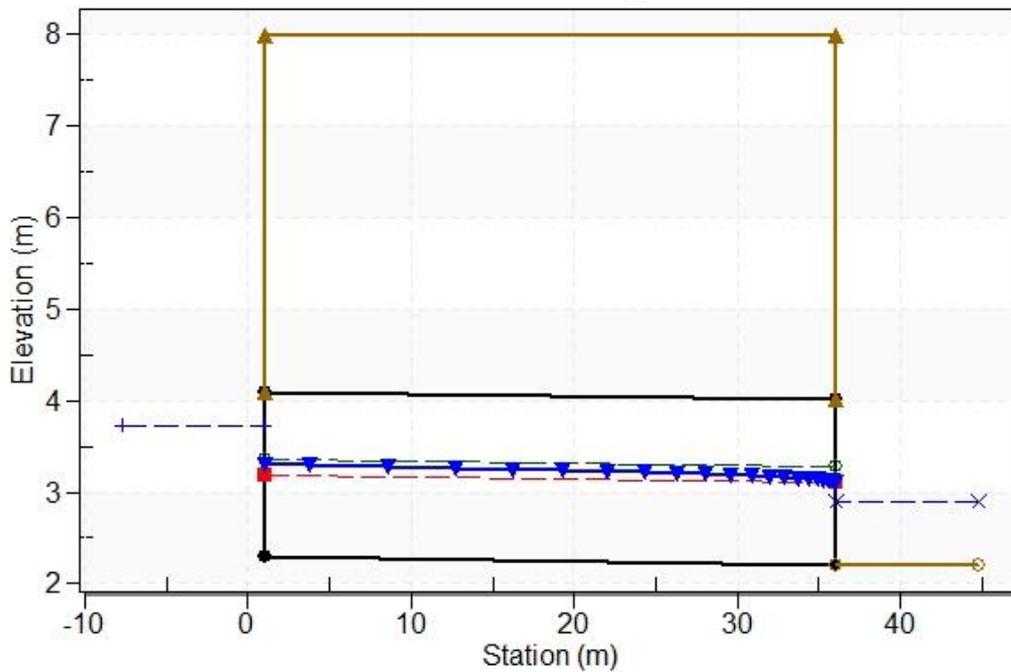


Figura 7-2 IN01 – Portata con i cambiamenti climatici

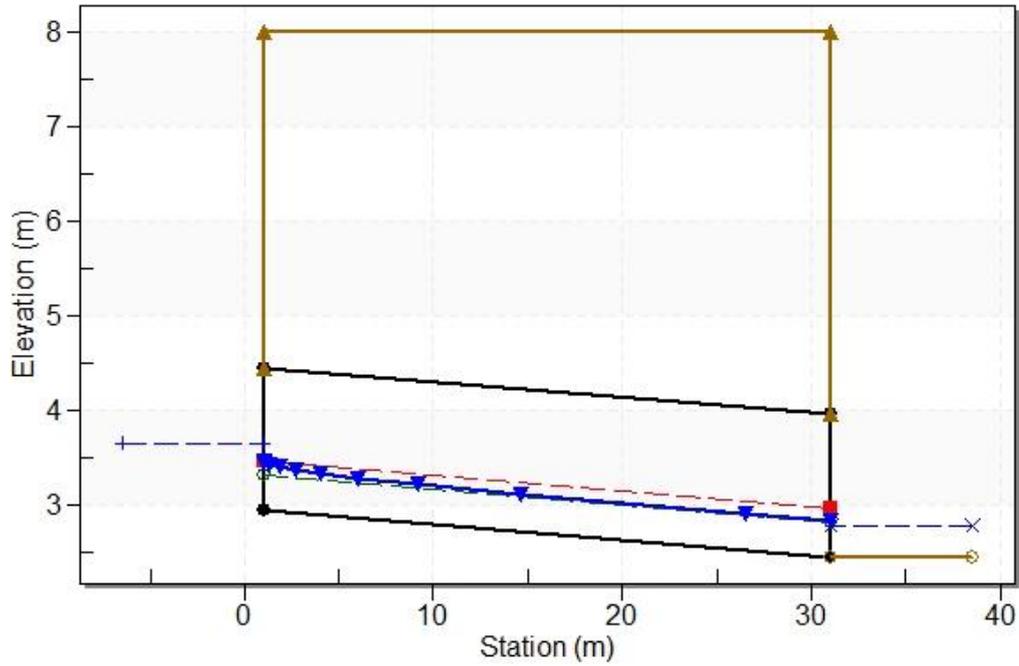


Figura 7-3 IN02 – Portata di progetto

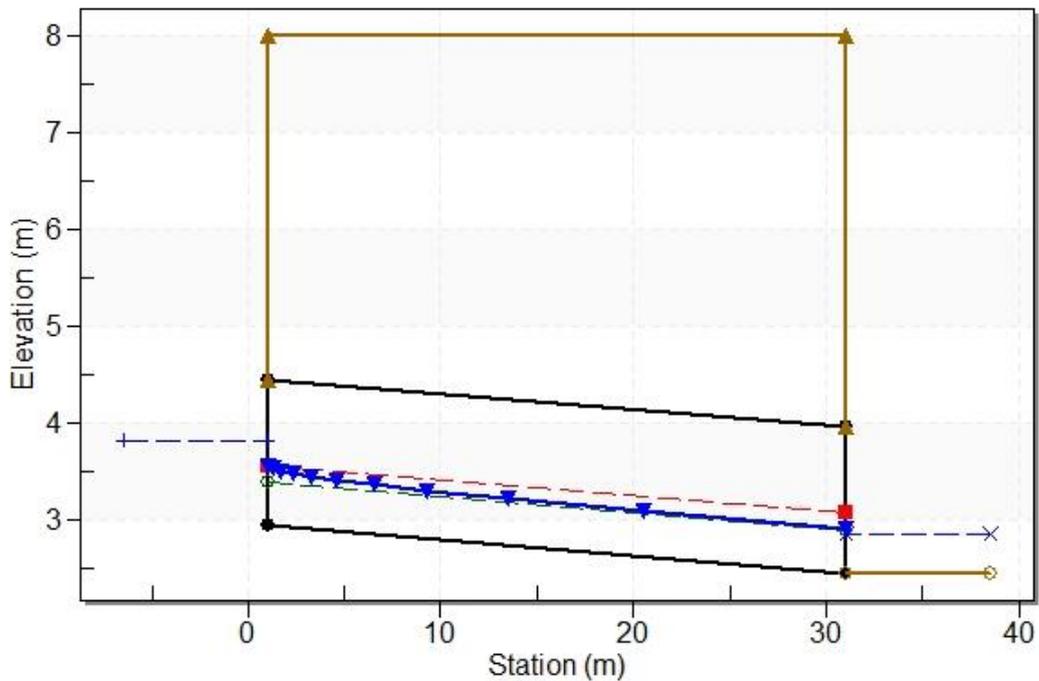


Figura 7-4 IN02 – Portata con i cambiamenti climatici

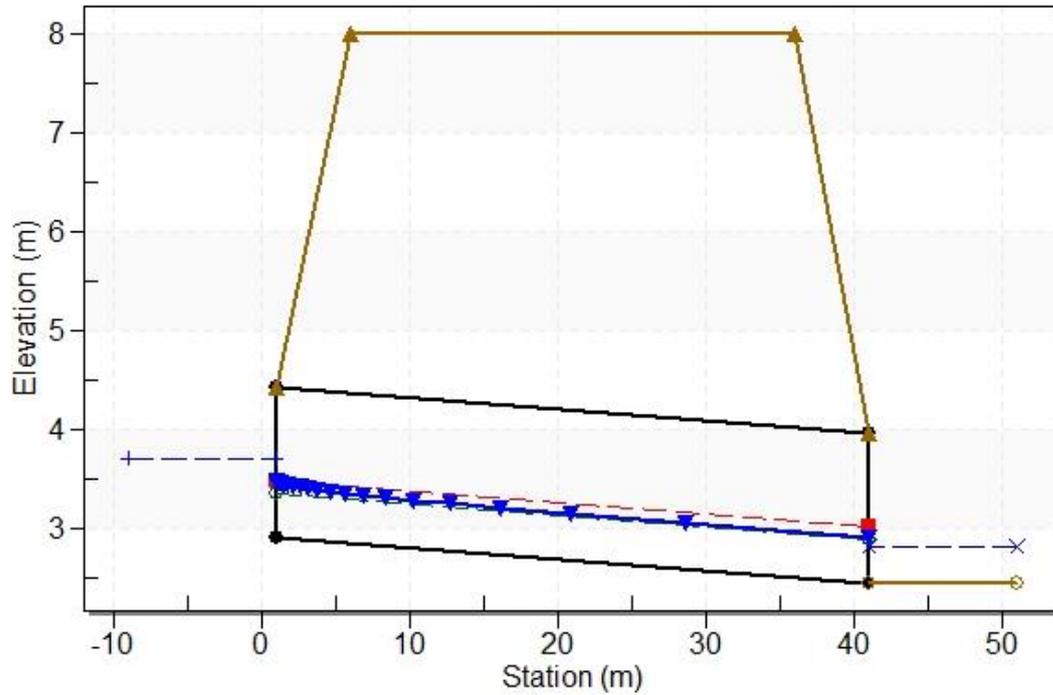


Figura 7-5 IN03 – Portata di progetto

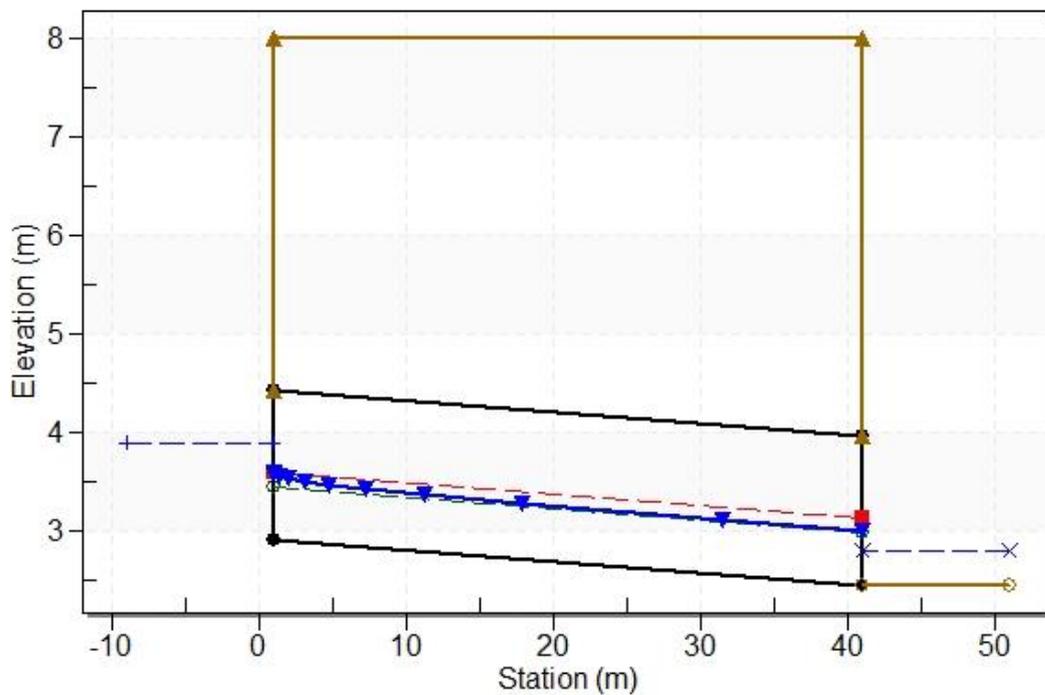


Figura 7-6 IN03 – Portata con i cambiamenti climatici

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	POSTI DI MOVIMENTO E VARIANTI DI TRACCIATO LOTTO 2: Realizzazione del Nuovo Posto di Movimento con modulo 750 m in località Fossalta di Portogruaro					
	Relazione di compatibilità e di smaltimento idraulico – Sede ferroviaria	COMMESSA IZ04	LOTTO 20	CODIFICA R 26 RI	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A

8 INVARIANZA IDRAULICA

Il calcolo dei volumi necessari all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica è richiesto nel momento in cui avviene una trasformazione del territorio che possa comportare l'incremento delle portate di piena scaricata sul recettore finale della rete (corpo idrico o rete di drenaggio): infatti, così facendo, i volumi d'acqua che vengono scaricati nei recapiti finali risultano pari a quelli presenti prima della trasformazione del territorio.

Il fine ultimo della procedura è quello di stimare la differenza di volumi d'acqua in gioco tra la situazione post-operam e quella ante-operam, in maniera da prevedere delle opere di invaso che consentano di mantenere inalterati i volumi d'acqua destinati al recapito finale, sia che si tratti di recettori naturali, terreni o fognature.

Le diverse regioni o enti competenti hanno legiferato in materia, di seguito una sintesi di quanto esiste e di come è stato applicato nell'ambito del presente progetto.

Nel progetto in oggetto, le acque meteoriche che interessano la piattaforma sia ferroviaria che stradale vengono raccolte e convogliate nei fossi di laminazione previsti ai lati della infrastruttura che tramite un manufatto di controllo, rispettando il criterio di invarianza idraulica imposto, restituiscono ai ricettori finali la portata laminata.

8.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Il modello di calcolo dei volumi d'invaso necessari al rispetto del principio dell'invarianza idraulica si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante. In genere, questo approccio tende a produrre valori cautelativi. Nelle condizioni sopra descritte, applicando un ietogramma netto di pioggia ad intensità costante, il volume entrante prodotto dal bacino scolante risulta pari a:

$$W_e = S \cdot \Psi \cdot a \cdot \theta^n$$

S = superficie di riferimento

Ψ = coeff. di afflusso POST OPERAM

a, n = coeff. ti della curva di possibilità pluviometrica

θ = durata critica della pioggia

mentre il volume uscente considerando una laminazione ottimale $Q_u=Q_{u,max}$ risulta:

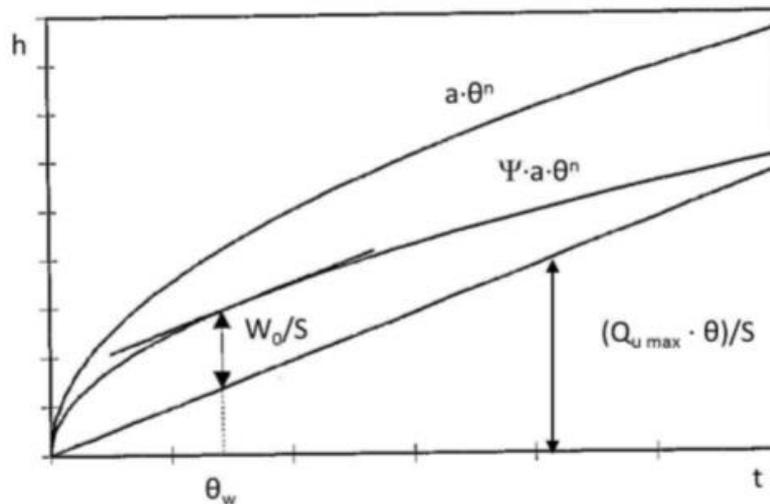
$$W_u = Q_{u,max} \cdot \theta$$

Il volume massimo da invasare a questo punto è dato dalla massima differenza tra le due curve descritte dalle precedenti due relazioni e può essere individuato graficamente riportando sul piano (h, θ) la curva di possibilità pluviometrica netta:

$$h_{netta} = \Psi a \theta^n$$

mentre la retta rappresentante il volume, riferito all'unità di area del bacino a monte, uscente dalla vasca è espressa dalla formula:

$$h_u = (Q_{u,max} \theta)/S$$



Esprimendo matematicamente la condizione di massimo, ossia derivando rispetto al tempo l'espressione per il calcolo del volume da invasare nella vasca:

$$\Delta W = h_{netta} - h_u$$

si ricava la durata critica θ_w che massimizza il volume invasato W_0 :

$$\theta_w = \left(\frac{Q_{u,max}}{S \cdot \Psi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Il volume da assegnare al sistema di invaso sarà dunque:

$$W_0 = S \cdot \Psi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{u,max}}{S \cdot \Psi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{u,max} \cdot \left(\frac{Q_{u,max}}{S \cdot \Psi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

con:

S	[ha]
W	[m ³]
a	[mm/ora ⁿ]
θ	[ore]
Q	[l/s]

Per l'applicazione del metodo è necessario stabilire il valore della massima portata ammissibile allo scarico ovvero la massima portata che può essere scaricata a valle nello stato di progetto, espressa in l/s/ha.

8.2 DIMENSIONAMENTO

Il Consorzio Veneto Orientale Analisi Idrologico-idrauliche per l'applicazione dei criteri di invarianza idraulica del 27/8/2012 ha stimato, tramite il metodo delle sole piogge e dell'invaso, i volumi di compensazione per mantenere l'invarianza ai sensi delle delibere regionali.

Di seguito, si riportano alcune indicazioni fornite dal Consorzio Veneto Orientale valide a livello generale, inerenti il coefficiente udometrico ed il contributo dei piccoli invasi:

A questo scopo, nonostante il valore di u sia variabile caso per caso a seconda delle condizioni geomorfologiche, pedologiche ed idrauliche del sito specifico, ricordando che condizioni particolari possono richiedere l'assunzione di valori cautelativamente più bassi, si assume per il Comprensorio consortile, con riferimento a terreni non urbanizzati, un coefficiente udometrico di 10 l/(s*ha).

Il contributo dei "piccoli invasi" può variare tra i 35 ed i 45 mc/ha, in dipendenza dalla morfologia e dalla destinazione d'uso della superficie afferente. In questa sede la variabilità di tale apporto è stata schematizzata come funzione del livello di impermeabilizzazione del suolo secondo la seguente tabella di riferimento:

TIPOLOGIA SUPERFICIE AFFERENTE	VOLUME PER VELO IDRICO SUPERFICIALE	VOLUME PER INVASO IN POZZETTI / CADITOIE	SOMMA VOLUME PICCOLI INVASI [mc/ha]
Superfici a verde	25	10	35
Superfici parzialmente drenanti, semi-permeabili, ghiaia, terra battuta	17	24	41
Superfici asfaltate, edificate o comunque fortemente impermeabilizzate	10	35	45

Tabella 3.3: Contributo specifico dei "piccoli invasi" per diverse tipologie di superficie

Come precedentemente scritto, si sono verificati i volumi delle vasche di laminazione applicando il metodo delle sole piogge imponendo un grado di riempimento pari al 70% del volume disponibile; inoltre, considerando l'incremento di pioggia dovuta ai cambiamenti climatici, si sono ulteriormente verificati i fossi di guardia con un grado di riempimento del 95%. Di seguito si riportano le verifiche dei fossi, in cui:

- S_1 è la porzione di intervento "impermeabile" (piattaforma ferroviaria);
- S_2 è la porzione di intervento "permeabile" (scarpate del rilevato, eventuali fossi di guardia, ecc.);
- S_{TOT} è la superficie totale (permeabile + impermeabile);
- Ψ_1 è il coeff. di deflusso per la parte di intervento "impermeabile";
- Ψ_2 è il coeff. di deflusso per la parte di intervento "permeabile";
- Ψ_{equiv} è il coeff. di deflusso equivalente, arrotondato per eccesso a favore di sicurezza.

8.2.1 Ferrovia

Dimensionamento

S_1 [m ²]	Ψ_1 [-]	S_2 [m ²]	Ψ_2 [-]	S_{tot} [m ²]	Ψ_{equiv} [-]
12600	0.9	3500	0.65	13615	0.775

S_{tot} [m ²]	S_{tot} [ha]	Tr [anni]	Ψ_{equiv} [-]	u [l/s, ha]
13615	1.3615	100	0.800	10

Tabella 8-1 - Geometria fosso più vincolante

Verifica

S_{tot} [m ²]	Tr [anni]	a	b	c	Ψ_{equiv} [-]	u [l/s, ha]	Q_{out} [m ³ /h]	V [m ³]	t_{cr} [h]
13615	100	24.5000	9.6000	0.7320	0.8	10	39.21	1073.17	10.60

L [m]	b [m]	H	B [m]	hutile [m]	V_{vasca} [m ³]	t_{cr} [h]	A_{sez} [m ²]
1000.00	2.50	0.50	3.50	0.38	1125.00	28.69	1.50

Tabella 8-2 - Verifica volumi di invaso

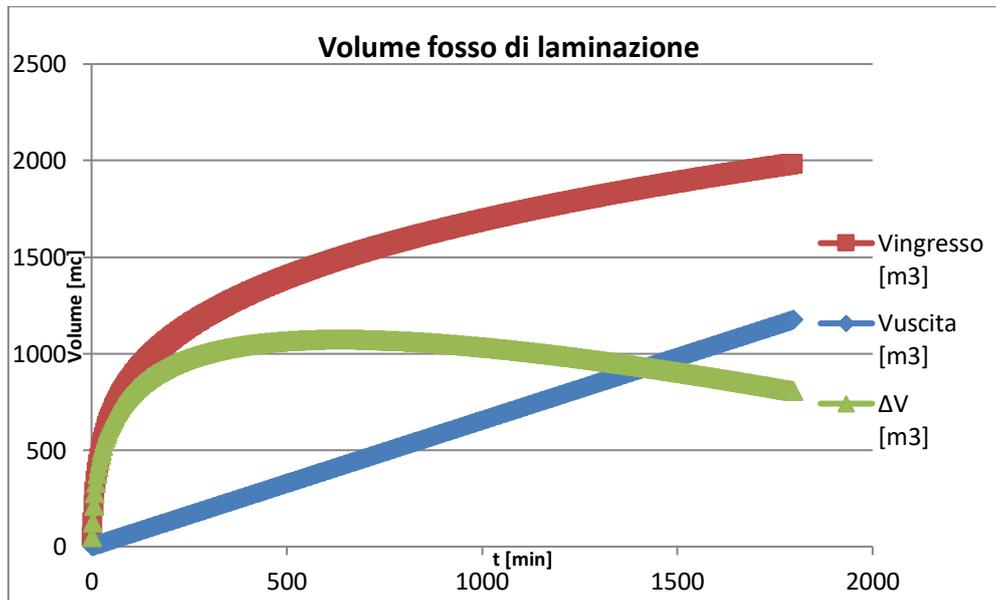


Figura 8-1 - Andamento dei volumi

Verifica ai cambiamenti climatici

S_{tot} [m ²]	Tr [anni]	a	b	c	Ψ_{equiv} [-]	u [l/s, ha]	Q_{out} [m ³ /h]	V [m ³]	t_{cr} [h]
13615	100	24.5000	9.6000	0.7320	0.8	10	39.21	1291.01	10.60

L [m]	b [m]	H	B [m]	hutile [m]	V_{vasca} [m ³]	t_{cr} [h]	A_{sez} [m ²]
1000.00	2.50	0.50	3.50	0.48	1425.00	36.34	1.50

Tabella 8-3 - Verifica volumi d'invaso nei confronti dei cambiamenti climatici

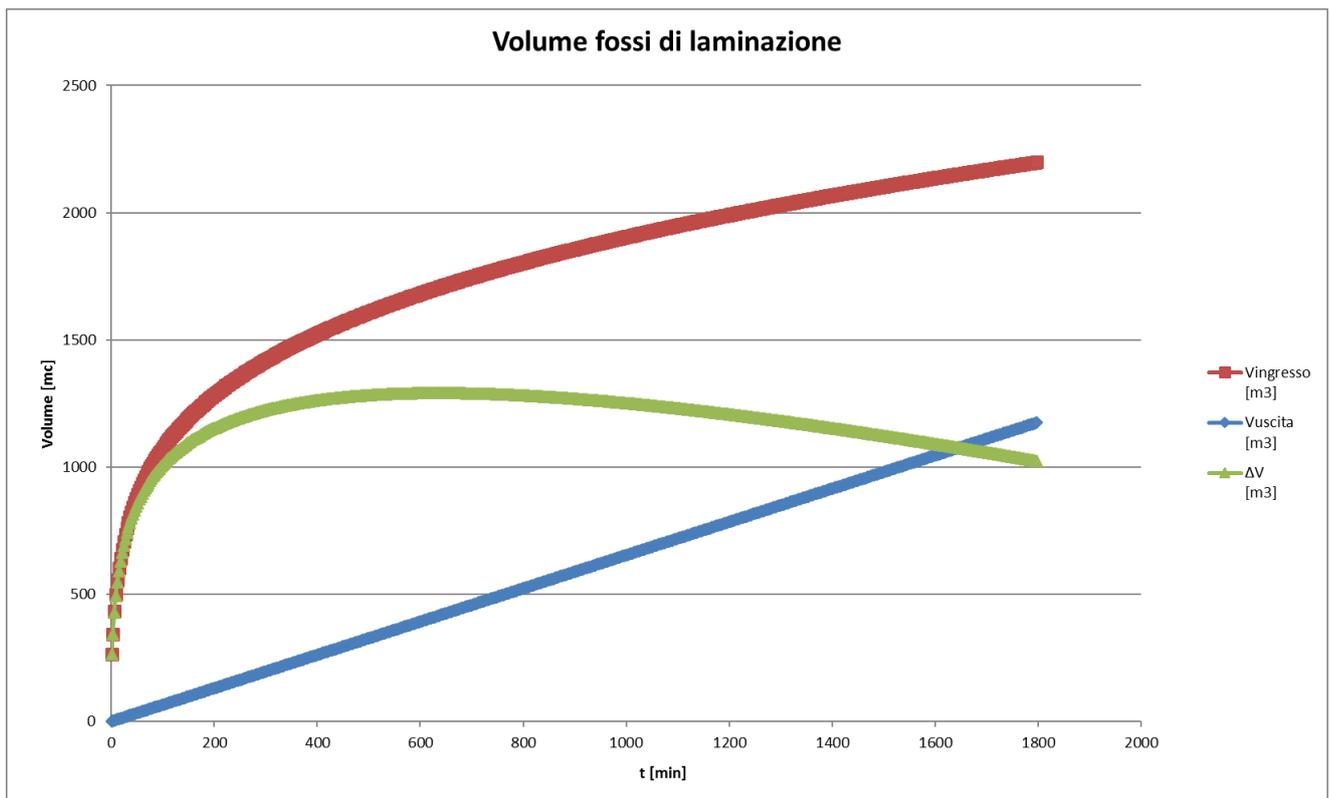


Figura 8-2 – Andamento dei volumi d'invaso per la verifica ai cambiamenti climatici

8.2.2 Viabilità

Il progetto del P.d.M. Fossalta di Portogruaro prevede la realizzazione di un piazzale a servizio del nuovo fabbricato tecnologico, anche per la viabilità verranno realizzati dei fossi di guardia di laminazione che convogliano le acque di piattaforma all'interno del canale esistente.

Dimensionamento

S_1 [m ²]	Ψ_1 [-]	S_2 [m ²]	Ψ_2 [-]	S_{tot} [m ²]	Ψ_{equiv} [-]
2800	1	1680	0.65	3892	0.825

S_{tot} [m ²]	S_{tot} [ha]	Tr [anni]	Ψ_{equiv} [-]	u [l/s, ha]
3892	0.3892	50	0.900	10

Tabella 8-4 – Geometria fosso

Verifica

S_{tot} [m ²]	Tr [anni]	a	b	c	Ψ_{equiv} [-]	u [l/s, ha]	Q_{out} [m ³ /h]	V [m ³]	t_{cr} [h]
3892	100	24.5000	9.6000	0.7320	0.9	10	12.61	345.12	10.60

L [m]	b [m]	H	B [m]	hutile [m]	V_{vasca} [m ³]	t_{cr} [h]	A_{sez} [m ²]
1120.00	0.50	0.50	1.50	0.38	420.00	33.31	0.50

Tabella 8-5 Verifica volumi d'invaso

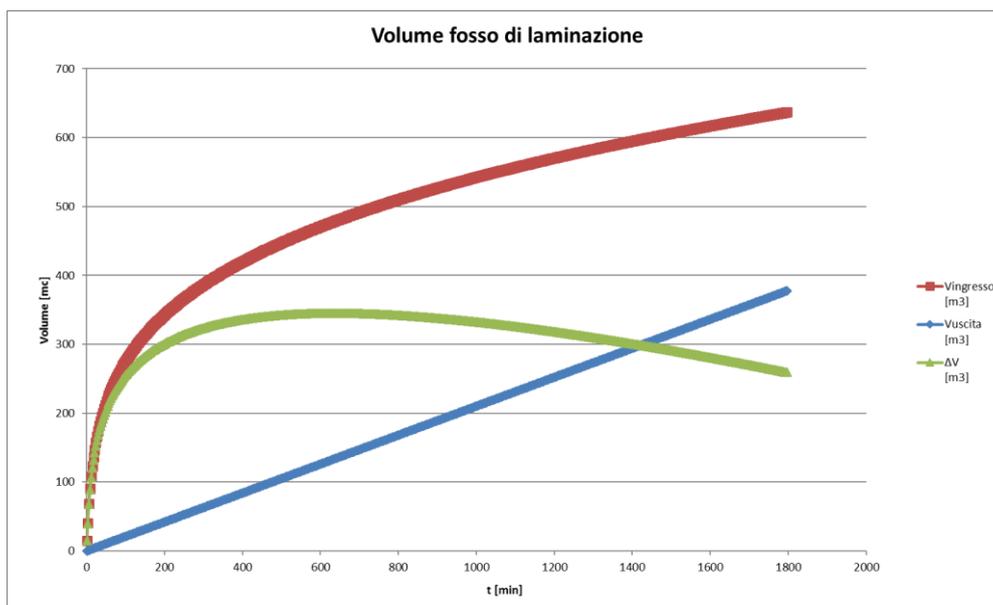


Figura 8-3 – Andamento dei volumi d'invaso

Verifica ai cambiamenti climatici

S_{tot} [m ²]	Tr [anni]	a	b	c	Ψ_{equiv} [-]	u [l/s, ha]	Q_{out} [m ³ /h]	V [m ³]	t_{cr} [h]
3892	100	24.5000	9.6000	0.7320	0.9	10	12.61	415.18	10.60

L [m]	b [m]	H	B [m]	hutile [m]	V_{vasca} [m ³]	t_{cr} [h]	A_{sez} [m ²]
1120.00	0.50	0.50	1.50	0.38	420.00	33.31	0.50

Tabella 8-6 - Verifica fosso ai cambiamenti climatici

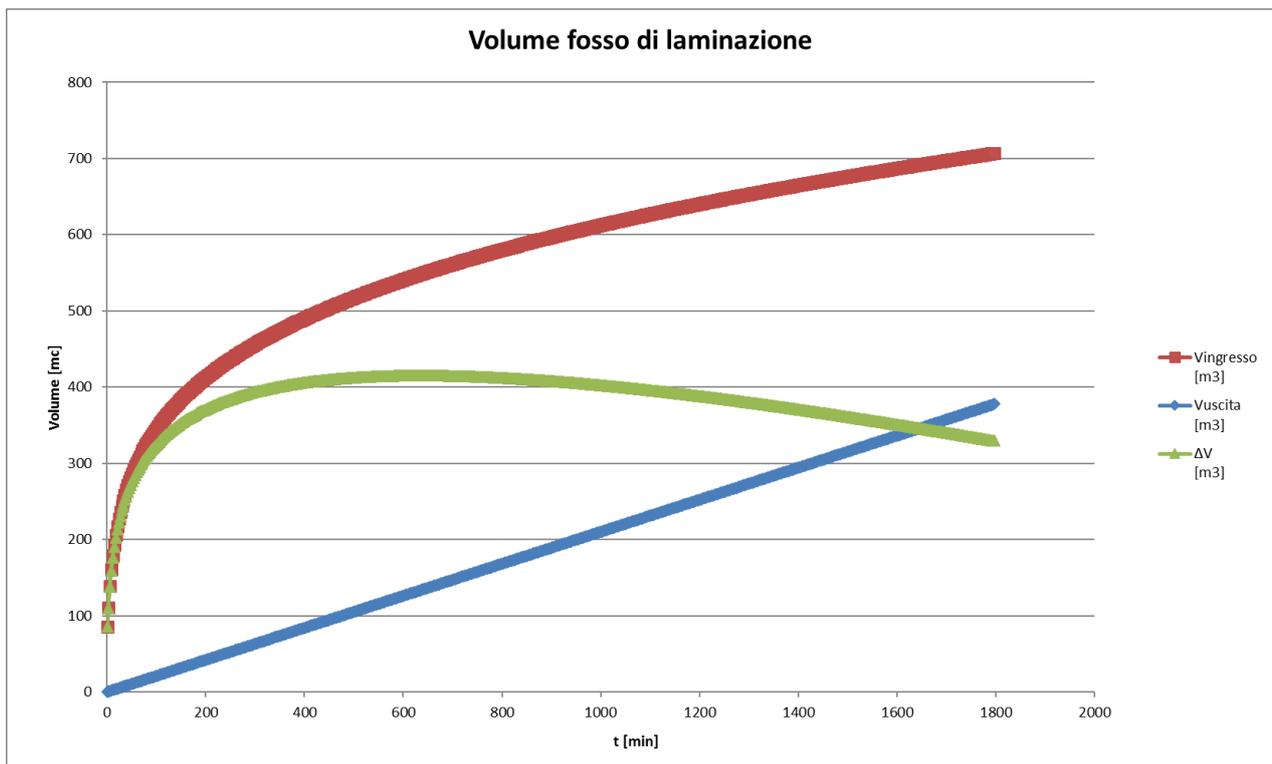


Figura 8-4 – Andamento dei volumi d'invaso per la verifica ai cambiamenti climatici