

# INTERPORTO CENTRO INGROSSO PORDENONE

Interporto - Centro Ingrosso di Pordenone S.p.A.  
con sede in Interporto Centro Ingrosso n. 114/5 - 33170 Pordenone

## PROGRAMMA INTERVENTI

**01 - LAVORI DI COMPLETAMENTO DEL CENTRO INTERMODALE**

**6^ STRALCIO - ALLUNGAMENTO ASTA DI MANOVRA A mt 750**

**02 - LAVORI DI POTENZIAMENTO E MIGLIORAMENTO  
DELLA DOTAZIONE INFRASTRUTTURALE DEL CENTRO INTERMODALE**

**REALIZZAZIONE FASCIO DI BINARI PER LA SOSTA DEI CARRI**

Elaborato:

### RELAZIONE IDRAULICA

Intervento 02: **REALIZZAZIONE FASCIO DI BINARI PER LA SOSTA DEI CARRI**

Intervento:

00

Progetto:

00

Elaborato:

00

Data:

Maggio 2022

Scala:

Aggiornamento Gennaio 2023

Interporto - Centro Ingrosso  
di Pordenone S.p.A  
L'Amministratore Delegato  
p.ind. Alfredo De Paoli

R.U.P.

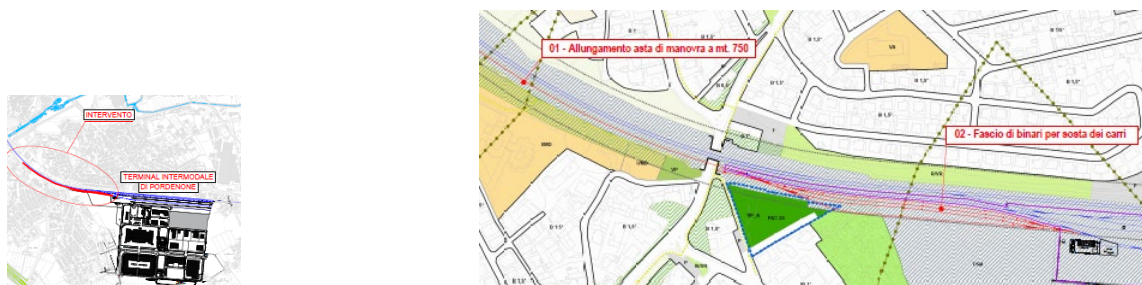
p.ind. Alfredo De Paoli

IL TECNICO  
(Ing. Scarmoncin Renzo)



## INTERPORTO PORDENONE: CARATTERIZZAZIONE IDRAULICA DELL'AMPLIAMENTO SUL QUALE SI IPOTIZZA L'INSTALLAZIONE DI UN FASCIO DI BINARI FERROVIARI.

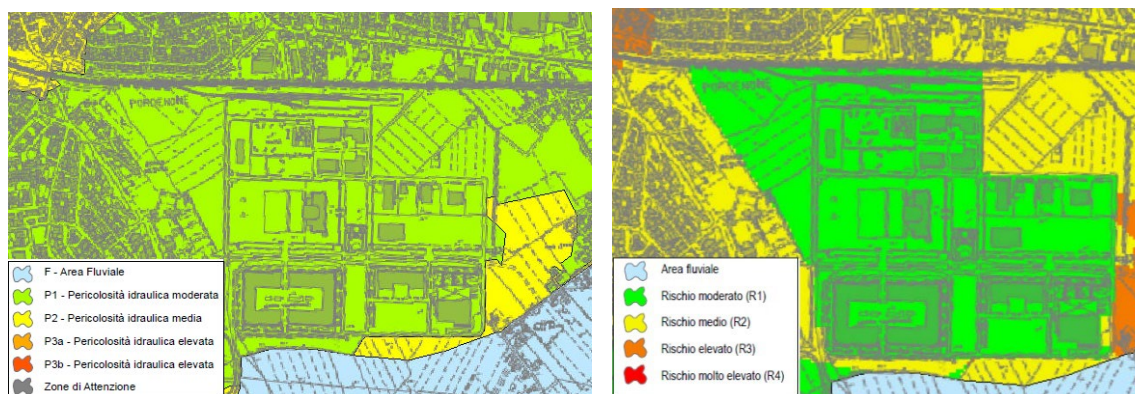
L'area per la quale è richiesto un approfondimento delle caratteristiche vincolistiche derivanti dalle criticità idrauliche è situata a Nord dell'attuale insediamento ed è meglio riportata negli allegati grafici di progetto che di seguito si riassumono.



Nell'area di studio è prevista la realizzazione di un fascio di binari a completamento di altro programmato intervento definito *allungamento dell'asta di manovra* in sostanziale continuità e al quale risulta funzionalmente complementare.

La possibilità di attuare tale sviluppo ferroviario, sotto l'aspetto idraulico, impone l'approfondimento di almeno due problematiche:

- 1) La possibilità di smaltire le ulteriori portate conseguenti alla necessaria maggior impermeabilizzazione delle superfici a fronte di eventi pluviometrici estremi;
- 2) La possibilità di operare in ambito caratterizzato dall'attuale PGRA come zona a pericolosità idraulica P1 e rischio idraulico moderato R1 (cartografia Autorità Alpi Orientali sotto riportata).



Si anticipa sin d'ora che le infrastrutture essenziali di supporto sono già state realizzate alla quota dell'esistente binario Venezia – Tarvisio, quindi con un adeguato sovrizzo dell'ambito così come, peraltro, è stato fatto, sin dagli anni '80, per l'intera superficie sulla quale insiste l'interporto e ciò per evitare ogni possibilità d'interferenza con i livelli d'acqua di corsi d'acqua limitrofi se pure caratterizzati da eventi di piena di elevato tempo di ritorno.

Pur in pendenza di una progettazione esecutiva, è ragionevole ipotizzare che le modifiche apportate alle superfici, a fronte di tale ipotesi insediativa comporterà, sotto l'aspetto idraulico una importante modifica delle condizioni di permeabilità. Nella peggiore delle ipotesi l'intera superficie sarà rappresentata, sotto l'aspetto della modifica di permeabilità, da un ballast ferroviario e una parte scarsamente drenante (asfalto, cls, o materiale granulare ma ad altissima compattazione) e che dovrà essere ipotizzata completamente impermeabile.

Il rispetto del principio d'invarianza idraulica imporrà il trattenimento temporaneamente di volumi importanti: la questione, già affrontata per rispondere alla problematica per i circa 80 ha sui quali storicamente si è programmato di estendere l'Interporto, ha imposto nel recente passato la realizzazione di un invaso di circa 16.000 m<sup>3</sup> a sud dell'Interporto. Tale volume di immagazzinamento considerava anche superfici per le quali si era solo programmato un ampliamento di Interporto e quindi è, attualmente, sovradimensionato per rispondere alle normative vigenti così come dimostrato con le verifiche effettuate che si riportano di seguito.

#### VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

La presente verifica si riferisce all'estensione complessiva dell'interporto che sarà raggiunta aggiungendo le superfici di progetto alle attuali oggetto di precedenti urbanizzazioni. Tale superficie raggiunge circa i 62 ettari.

Per il calcolo della precipitazione efficace al deflusso si è ipotizzato che la risposta idrologica del suolo sia proporzionale all'intensità della precipitazione caduta al suolo e che il coefficiente di proporzionalità (coefficiente di deflusso,  $\varphi$ ) rimanga costante nel tempo.

L'analisi della permeabilità della parte già realizzata ha portato a stimare un coefficiente di deflusso medio pari a 0.59. A partire da questo dato, e considerando per la parte in progetto un coefficiente di deflusso di 0.90, essendo la superficie completamente asfaltata, si giunge al valore medio complessivo  $\varphi = 0.60$ .

#### **Evento pluviometrico di riferimento**

Per definire l'andamento pluviometrico di riferimento per le verifiche si è fatto riferimento alla curva di possibilità pluviometrica che lega l'altezza cumulata di pioggia alla durata dell'evento, espressa dalla consueta forma:

$$h = a t^n$$

I parametri che definiscono la curva sono stati determinati nella relazione idraulica allegata al progetto dei lavori di 2<sup>a</sup> stralcio (aprile 2020). Considerando un tempo di ritorno di 50 anni, i parametri sono:

$$a = 72,1 \text{ mm}$$

$$n = 0,28$$

In merito alla durata dell'evento si deve considerare che a valle del manufatto di scarico del bacino di laminazione

sono utili alcune considerazioni.

A valle del punto di restituzione della rete fognaria a servizio dell'interporto, non vi sono aree urbanizzate o elementi infrastrutturali soggetti a rischio e le acque sono destinate ad essere restituite nel fiume Meduna. I potenziali effetti negativi dell'insediamento in progetto, in termini di incremento delle portate restituite alla rete idrografica, avrebbero significato limitatamente in concomitanza di eventi pluviometrici critici per quest'ultimo corso d'acqua e pertanto a fronte di eventi prolungati per almeno 48 ore.

Per contro, vista la limitata estensione della superficie drenante, la rete fognaria si presenta maggiormente sollecitata a fronte di eventi brevi e intensi dell'ordine del tempo di corrivazione (0.75 ore) o poco superiori.

Ai fini delle verifiche sono stati considerati due scenari differenti.

Per il primo è stato assunto un tempo di pioggia pari a 3 ore al quale consegue un volume di pioggia cumulato di 98,1 mm. Per le considerazioni precedenti, tale scenario pluviometrico risulta molto cautelativo per valutazioni inerenti a volumi di compensazione, essendo difficile che tale evento si manifesti in contemporanea ad una piena del fiume Meduna. L'intensità di pioggia durante questo intervallo di tempo è stata ipotizzata costante.

Per il secondo è stato considerato un tempo di pioggia di 48 ore in modo da realizzare un evento che, realisticamente, potrebbe essere contemporaneo ad una piena del Meduna. In questo caso l'intensità è stata fatta variare nel tempo inserendo una scrosci di intensità variabile.

### **Volume di laminazione**

Le acque di origine meteorica, prima della loro restituzione, vengono intercettate e collettate ad una vasca di laminazione. Durante questo percorso vengono attivati i seguenti volumi di invaso.

Volume di invaso superficiale: dovuti alle asperità del terreno che intercetta la precipitazione. Vista la tipologia di superfici drenanti tale volume è stato considerato pari a 5 mm di lama d'acqua sull'intera superficie (pari a 3090 m<sup>3</sup>).

Volume della rete fognaria: volume d'acqua necessario per invasare la rete di pozzetti e tubazioni primarie e secondarie, che costituiscono la rete fognaria che recapita alla vasca di laminazione, pari a 3.327 m<sup>3</sup>, desunto dal dimensionamento progettuale.

Volume del bacino di laminazione: La vasca di laminazione ha un volume di 16.000 m<sup>3</sup>. Tale volume viene invasato a partire da una quota minima di 19.60 m s.m.m. fino alla quota massima di 22.0 m s.m.m.

### **Portata massima scaricabile**

La portata restituita al reticolo idrografico naturale dalla rete fognaria viene regolata da un manufatto dotato di luce a battente opportunamente tarato. La portata massima accettabile per non alterare il regime idrologico del corpo idrico ricettore, viene valutato facendo riferimento a un contributo unitario di 20 l/s/ettaro. In termini totali, questo limite porta a stabilire una massima capacità di scarico del manufatto  $Q^* = 1.236 \text{ m}^3/\text{s}$  corrispondente al massimo livello idrometrico raggiunto nel bacino.

## DESCRIZIONE DEL MODELLO MATEMATICO

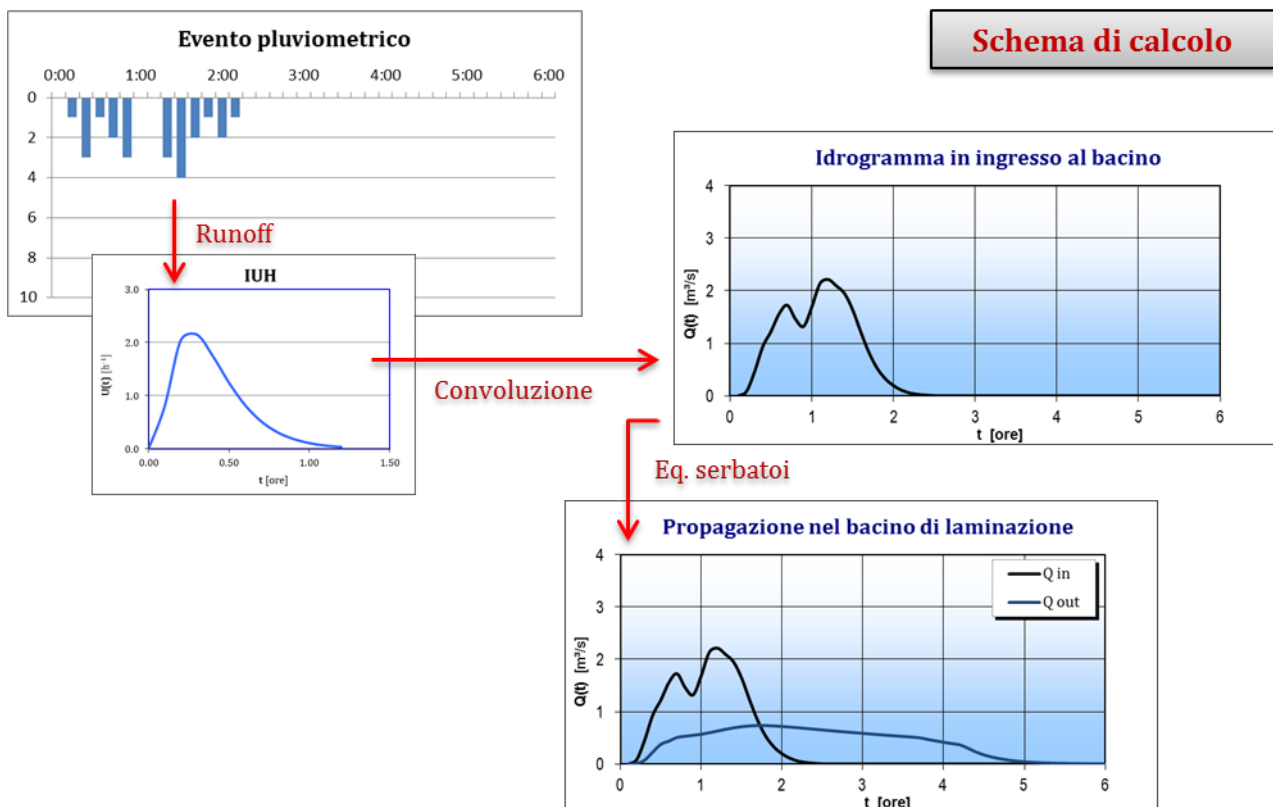
Il funzionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche dai piazzali dell'interporto è stato analizzato facendo uso di un modello matematico in grado di simulare il comportamento dell'intero sistema ovvero la formazione dei deflussi prodotti dalle superfici drenate a fronte di un evento meteorico intenso e il processo di laminazione prodotto dal bacino. Il modello oltre alle portate in ingresso al bacino, simula l'andamento temporale dei livelli idrometrici raggiunti al suo interno e delle portate scaricate attraverso il manufatto di restituzione.

Il modello matematico utilizza due distinte procedure di calcolo che vengono eseguite in sequenza:

- 1 modello di trasformazione afflussi-deflussi che trasforma un ietogramma di precipitazione di qualsiasi andamento temporale in una sequenza di portate di deflusso diretto alla rete fognaria incluso la loro propagazione verso la sezione di ingresso al bacino di laminazione;
- 2 modello di propagazione dell'idrogramma attraverso il bacino di laminazione mediante risoluzione dell'equazione dei serbatoi.

L'idrogramma risultante dalla modello di trasformazione afflussi-deflussi viene utilizzato come input dal modello di propagazione che simula il processo di invaso e svasso del bacino di laminazione.

Lo schema riportato in figura consente di comprendere la procedura di calcolo.



Rappresentazione dello schema di calcolo

## **Modello di trasformazione afflussi-deflussi**

### Precipitazione efficace

La prima fase di calcolo del modello idrologico è quella di stabilire la frazione di precipitazione efficace alla generazione del deflusso superficiale (*runoff*) generato da ogni impulso elementare di pioggia. In letteratura vengono suggeriti numerosi algoritmi per eseguire questo calcolo, più o meno rigorosi e aderenti al fenomeno reale. Per non alterare l'impostazione generale adottata nelle valutazioni inerenti l'invarianza idraulica, si è deciso di adottare l'espressione semplificata che prevede la proporzionalità tra afflussi meteorici e deflussi nella rete, imponendo che la frazione di pioggia efficace alla generazione del deflusso (coefficiente di deflusso) rimanga costante durante l'intero evento meteorico.

### Propagazione alla sezione di chiusura

La propagazione del deflusso efficace verso la sezione di chiusura viene simulata mediante la tecnica dell'idrogramma istantaneo unitario (IUH). In esso sono sintetizzati i tempi di risposta (intervallo di tempo tra la caduta della particella d'acqua e il raggiungimento della sezione di chiusura) di ciascuna porzione di bacino.

Ogni impulso di precipitazione efficace viene trasformato in una sequenza di portate presso la sezione di riferimento mantenendone inalterato il volume e distribuendo temporalmente i deflussi in base all'andamento dell'IUH. L'algoritmo utilizzato assimila l'idrogramma al modello di distribuzione statistica Gamma che rappresenta la generalizzazione del modello dei serbatoi unitari disposti in serie (modello di Nash) dove il numero dei serbatoi può essere un numero reale. Tale espressione fa uso di due parametri noti come parametro di scala e di forma: il primo rappresenta l'intervallo di tempo medio, il secondo rappresenta la distribuzione dei tempi di tutte le altre porzioni del bacino.

In letteratura, le più note e attendibili formulazioni empiriche in grado di dare utili indicazioni sui tempi di risposta di un bacino, a partire dalle loro caratteristiche morfologiche, sono quelle riferite al tempo di corruzione (o tempo di base). Appare evidente l'utilità di correlare il generico idrogramma unitario, che intendiamo utilizzare, a questo ben noto parametro.

Gli idrogrammi elementari ottenuti trasformando tutti gli impulsi elementari di pioggia vengono sommati tra loro tenendo conto della loro diversa traslazione temporale mediante la risoluzione dell'integrale di convoluzione.

## **Modello di propagazione in serbatoio**

Il problema della propagazione di un idrogramma di piena all'interno di un serbatoio viene generalmente risolto nell'ipotesi semplificativa di considerare orizzontale il profilo idraulico all'interno dello stesso, ipotesi ragionevole se si considera la velocità estremamente bassa della corrente che riducono le perdite energetiche a valore quasi nulli. In queste condizioni l'equazione cinematica non è necessaria e il processo di invaso e svasso del serbatoio può essere simulato applicando il principio di continuità al volume ( $W$ ) invasato. Per un intervallo temporale ( $\Delta t$ ), durante il quale la portata in ingresso ( $Q_i$ ) e in uscita ( $Q_u$ ) dal serbatoio può ritenersi costante, il principio di continuità si traduce nella:

$$\Delta W = (Q_i - Q_u) \Delta t$$

nota come equazione dei serbatoi.

La portata in ingresso è una grandezza nota per ogni passo temporale di calcolo mentre il volume invasato e la portata in uscita rappresentano le incognite del problema e dipendono entrambe dal livello idrometrico raggiunto nel tempo. Il volume invasato viene correlato alla quota idrometrica ( $z$ ) secondo una tabella di valori (*diagramma del serbatoio*) ricavati dalle caratteristiche geometriche del bacino mentre la portata in uscita viene correlata alla quota idrometrica mediante la *scala delle portate* della sezione di scarico.

Dal momento che sia  $W$  che  $Q_u$  dipendono dalla grandezza incognita  $z$ , l'equazione viene risolta con la tecnica delle differenze finite, suddividendo il problema in passi temporali di calcolo durante i quali si assume che le portate in ingresso e in uscita varino in modo lineare dal valore  $Q_{(i)}$  al valore  $Q_{(i+1)}$ . Noti i valori di tutte le grandezze al passo temporale  $i$ -esimo, i corrispondenti valori al passo temporale successivo ( $i+1$ ) si ottengono mediante un algoritmo numerico iterativo.

Questa tecnica richiede la conoscenza di uno stato iniziale in cui le grandezze sono nota (condizioni al contorno).

Fissato il livello iniziale nel serbatoio ( $z_0$ ), si calcolano i corrispondenti valori iniziali:

$$W = W(z_0)$$

$$Q_u = Q_u(z_0)$$

### Applicazione del modello

Nella valutazione della precipitazione efficace (runoff) si è adottato il coefficiente di deflusso costante imponendolo pari a 0.60, valore calcolato dalle considerazioni espresse in precedenza.

La propagazione dei deflussi alla sezione di ingresso al bacino è stata simulata ricorrendo alla tecnica dell'idrogramma unitario istantaneo imponendo i parametri della funzione Gamma in modo che il tempo di base dell'IUH coincida con il tempo di corrivazione (pari a 0.75 ore).

Infine, la scala delle portate del manufatto di restituzione è stata ottenuta utilizzando la formula della foronomia per luci a battente:

$$Q = Cq S \sqrt{2g \Delta h}$$

dove  $Cq$  è il coefficiente di deflusso e  $S$  è la sezione della luce e  $\Delta h$  è livello idrometrico relativo alla quota di sfioro della luce fatta coincidere con il fondo del bacino.

L'equazione è stata tarata per ottenere, in corrispondenza del massimo riempimento della vasca, la portata scaricata pari al limite massimo ammissibile ( $Q^*$ ) calcolato in precedenza.

Come condizione iniziale, si è considerato il bacino vuoto ovvero che all'istante  $t=0$  il livello idrometrico sia pari alla quota minima del serbatoio ( $z_0$ ) e che le portate in ingresso e in uscita siano nulle.

$$z(t_0) = z_0$$

$$W(t_0) = 0$$

$$Q_u(t_0) = 0$$

## **RISULTATI**

Mediante il modello implementato sono stati simulati 2 scenari differenti. Il primo consiste in un evento sintetico, con intensità di pioggia costante e durata relativamente breve. Il secondo consiste nella ricostruzione di un evento reale di durata elevata che ha prodotto un'importante onda di piena nel fiume Meduna. Questo secondo scenario vuole rappresentare una situazione di possibile contemporaneità di eventi intensi sull'area dell'interporto e sul bacino del Meduna.

### Scenario 1

Il primo scenario di riferimento Mediante il modello implementato è stato simulato lo scenario corrispondente a un evento meteorico di 6 ore, con intensità di pioggia costante. Si tratta di un evento con altezza di pioggia cumulata pari a 119.1 mm, per una intensità oraria di 19.85 mm/h.

Essendo il tempo di pioggia superiore al tempo di corrivazione del bacino l'idrogramma dei deflussi diretti alla sezione di ingresso del bacino ( $Q_{in}$ ) assume la tipica forma trapezoidale, con una portata massima pari a  $2.05 \text{ m}^3/\text{s}$ . Il successivo passaggio all'interno del bacino produce un effetto di laminazione con riduzione della portata scaricata al valore limite di  $Q = 1.236 \text{ m}^3/\text{s}$  con il raggiungimento della quota idrometrica di 22.0 m s.m.m. Il raggiungimento della condizione di massimo invaso si verifica dopo 6.25 ore dall'inizio dell'evento meteorico ovvero poco dopo la cessazione della precipitazione.

Lo svuotamento del bacino è relativamente lento. Dopo 6 ore dal termine dell'evento il livello è tuttavia sceso al valore di 20.25 m s.m.m. liberando la quasi totalità del volume utile alla laminazione per un eventuale successivo scroscio di pioggia.

La figura riporta il risultato della simulazione.

### Scenario 2

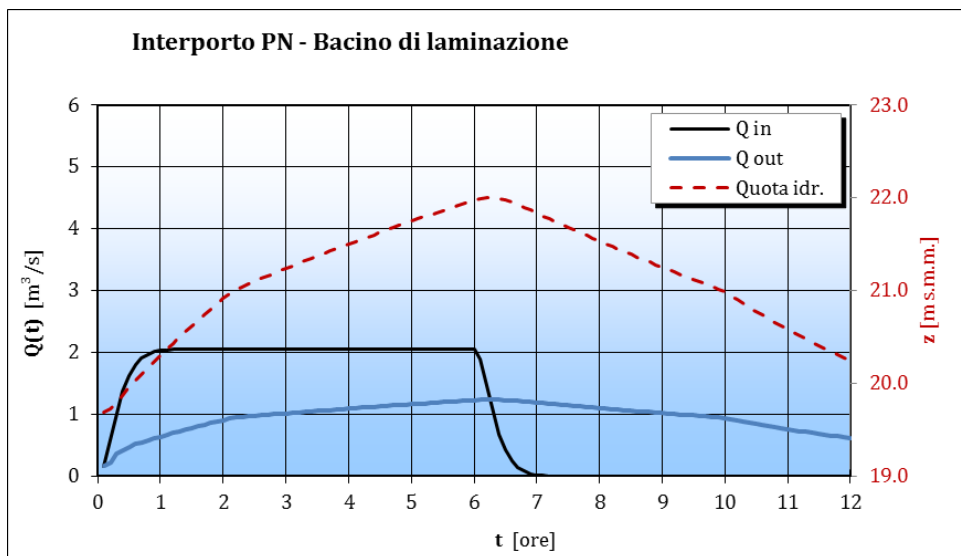
L'evento meteorico occorso nei giorni 27-30 ottobre 2018 (tempesta Vaia) ha prodotto un'importante onda di piena nel bacino del Meduna anche se non tale da causare esondazioni significative. Utilizzando le registrazioni pluviometriche della zona di Pordenone, è stato ricostruito l'andamento temporale dell'intensità di pioggia osservata. L'altezza cumulata di pioggia osservata nelle 48 ore ha raggiunto il valore di 229.1 mm.

Dalla curva di possibilità pluviometrica utilizzata ai fini del presente studio, l'altezza cumulata di pioggia per un intervallo temporale di 48 ore e attesa con un tempo di ritorno di 50 anni, corrisponde al valore di 213.1 mm. Se ne deduce che l'evento pluviometrico reale osservato nella pianura pordenonese ha avuto un tempo di ritorno leggermente superiore a 50 anni.

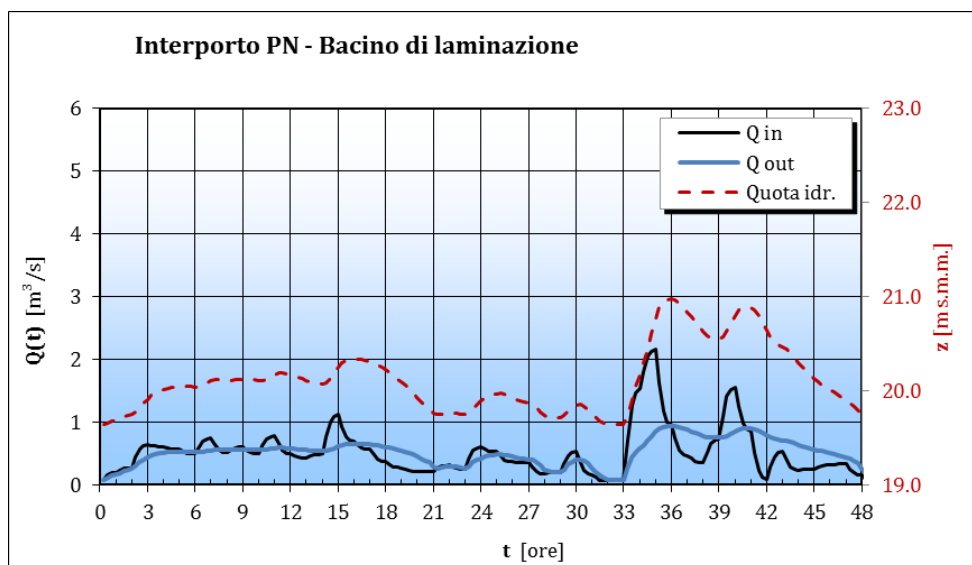
Utilizzando il modello matematico è stato simulato l'idrogramma generato dall'area in esame e il comportamento del bacino di laminazione. I risultati consentono di osservare come il bacino assolva pienamente al compito di laminare le portate in ingresso senza raggiungere mai la condizioni di massimo invaso. Il livello idrometrico raggiunge una quota massima di circa 21.0 m s.m.m. e la portata scaricata non supera il valore di  $1.0 \text{ m}^3/\text{s}$ .



Si conferma, così, che l'attuale vasca di laminazione, così come anticipato, è dimensionata adeguatamente anche per le ulteriori maggiori portate generate dall'impermeabilizzazione conseguente alla realizzazione del fascio di binari.



Evento sintetico con durata 6 ore




Evento reale occorso nell'ottobre 2018 (tempesta VAIA) con durata 48 ore.

## PERICOLOSITA' E RISCHIO IDRAULICO

Per quanto riguarda la compatibilità idraulica dell'ipotizzato ampliamento, con riferimento al PGRA si osserva che la totalità dell'area interessata dall'ampliamento, come sopra anticipato, è interessata da delimitazioni di pericolosità e rischio idraulico P1 ed R1 (moderato). Non è quindi richiesto l'attestato di rischio idraulico.

Ciò è confermato, comunque, anche dal certificato di rischio proposto per l'intervento collegato di prolungamento dell'asta di manovra che, nella parte finale, in parte, si sovrappone all'area d'interesse del presente progetto. Si allega a tal fine in calce, senza ulteriore commento, l'attestato rilasciato dal tecnico Ing. De Goetzen Andrea in data 29.11.2022.

 Ingegnere idraulico  
Scramoncin Renzo

## Attestato di rischio idraulico

Il sottoscritto Andrea De Goetzen codice fiscale DGTNDR71H08L483X nella qualità di Tecnico Incaricato del Comune di Portogruaro (VE) tramite l'utilizzo del software HEROLite versione 2.0.0.2, sulla base dati contenuti nell'ambiente di elaborazione creato in data 12-04-2022 chiave d2ddea18f00665ce8623e36bd4e3c7c5 ha effettuato l'elaborazione sulla base degli elementi esposti rappresentati nell'allegato grafico e sotto riportati.

Tabella di dettaglio delle varianti

ID Poligono	Area (mq)	Tipologia uso del suolo prevista nel PGRA vigente	Tipologia uso del suolo dichiarata
1	70'720	Uso del suolo attuale: Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado  Classi di rischio attuali: R1, R3, R2	Uso del suolo previsto: Reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche  Classi di rischio previste: R2, R1

Le elaborazioni effettuate consentono di verificare che gli elementi sopra riportati risultano classificabili in classe di rischio idraulico  $\leq$  R2

Il sottoscritto dichiara inoltre di aver utilizzato il software HEROLite versione 2.0.0.2 secondo le condizioni d'uso e di aver correttamente utilizzato le banche dati messe a disposizione da parte dell'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali create in data 12-04-2022 chiave d2ddea18f00665ce8623e36bd4e3c7c5.

Data compilazione: 29/11/2022

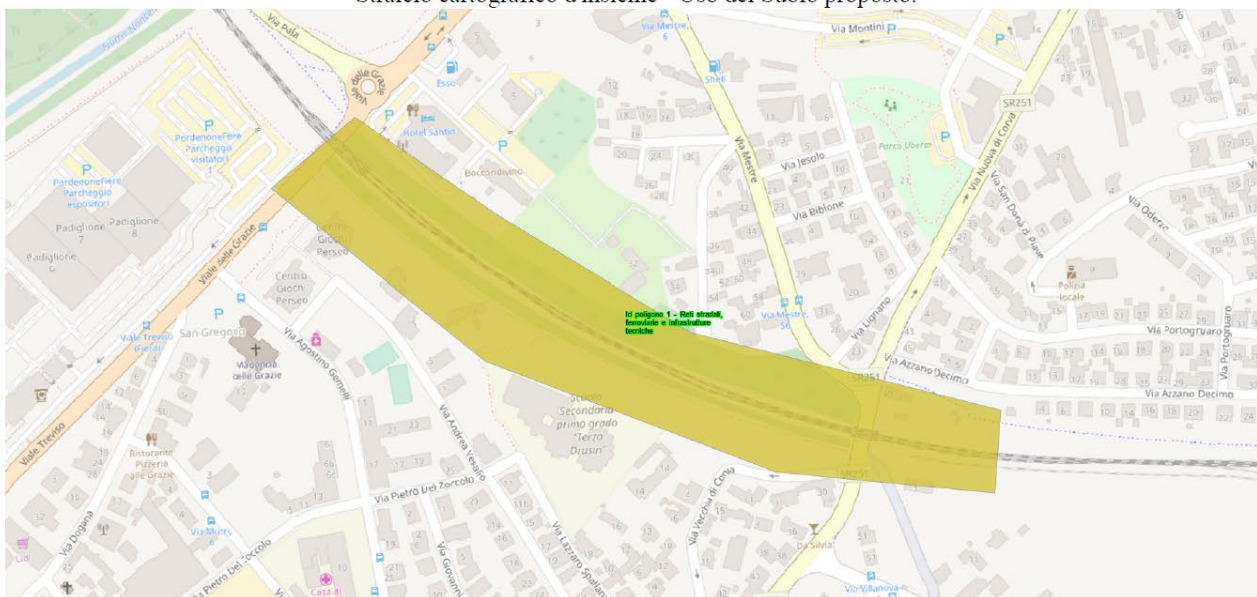
Il tecnico  
Andrea De Goetzen



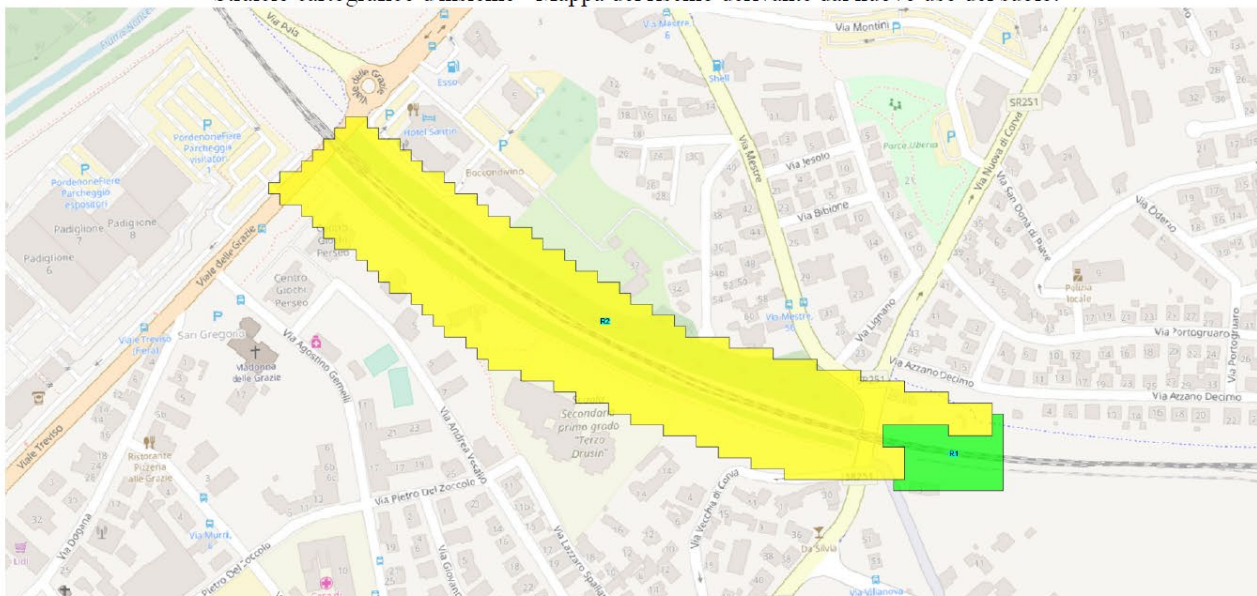
Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali

## Allegato cartografico

Stralcio cartografico d'insieme - Uso del Suolo proposto.



Stralcio cartografico d'insieme - Mappa del rischio derivante dal nuovo uso del suolo.



Autorità di Distretto delle Alpi Orientali

Si certifica che il presente attestato è stato prodotto con l'utilizzo del software HEROLite versione 2.0.0.2 sulla base dati contenuti nell'ambiente di elaborazione creato in data 12-04-2022 chiave d2ddea18f00665ce8623e36bd4e3c7c5 dall'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali.

Il responsabile del servizio di verifica della vulnerabilità:

*Ing. Giuseppe Fragola Funzionario tecnico con incarico di elevata professionalità.*