

Regione Lombardia  
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

E 1 0 A

D

f

0 0 2

I M

- -

R 1

===

TRATTA SARONNO-COMO OPERE SOSTITUTIVE  
PL KM 31+267 NEI COMUNI DI CADORAGO E LOMAZZO  
*Progetto Definitivo*

CALCOLI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI  
SOTTOPASSO CICLOPEDONALE VIA BRAGHE  
Relazione di calcolo smaltimento acque meteoriche

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1	Maggio 2025	REVISIONE A SEGUITO DI VERIFICA		
	0	Luglio 2024	PRIMA EMISSIONE		

NORD\_ING

**NORD\_ING Srl**  
IL DIRETTORE TECNICO  
Ing. Laura Stiriti

FERROVIENORD

**FERROVIENORD S.p.A.**  
DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURA  
IL DIRETTORE  
Ing. Andrea Lucia Passarelli

Progettista



Collaborazione



REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
AN	GM	AB	Sett. 2023
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.
Emissione			00

## INDICE

1.	PREMESSA E FINALITA'	2
2.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IDRAULICO	3
2.1	<i>INDIVIDUAZIONE DEI RECAPITI E DELLE AREE SCOLANTI</i>	3
3.	ANALISI IDROLOGICA	7
3.1	<i>ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE</i>	7
3.2	<i>TEMPO DI RITORNO</i>	9
4.	ANALISI IDRAULICA	10
4.1	<i>DIMENSIONAMENTO ELEMENTI DI RACCOLTA - CANALETTE GRIGLiate</i>	10
4.2	<i>DIMENSIONAMENTO ELEMENTI DI CONVOGLIAMENTO – COLLETTORI ACQUE METEORICHE</i>	13
4.3	<i>RISOLUZIONE INTERFERENZE SOTTOPASSAGGIO</i>	16
5.	MANUFATTI PER IL RISPETTO DEL PTUA	19
5.1	<i>DIMENSIONAMENTO DELLE STRUTTURE DI LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE</i>	19
5.2	<i>VERIFICA DELLA STRUTTURA DI LAMINAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE</i>	23
5.3	<i>DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO DELLA VASCA DI LAMINAZIONE</i>	23

## 1. PREMESSA E FINALITA'

La società **NORD\_ING** in collaborazione con **APPing s.r.l.** progetterà per conto di **FERROVIE NORD S.p.A.** una nuova strada di tipo F-bis (pista ciclopedonale) sita in Comune di Lomazzo in via delle Braghe.

Ai sensi dell'art. 3, comma 3, lettera d), la realizzazione di nuove strade di tipo "F-bis – itinerario ciclopedonale", sono escluse dall'applicazione del Regolamento di Invarianza, pertanto, il presente documento costituisce la relazione idrologica ed idraulica rispondente ai requisiti del PTUA (Piano di Tutela e Uso delle Acque) con limite di scarico imposto prescritto dall'art.51 comma 3 delle Norme Tecniche di Attuazione pari a  $20 \text{ l/s} \cdot h_{\text{a imp}}$  per aree di nuova urbanizzazione.

Il presente documento riguarda in particolare il dimensionamento della rete di drenaggio, il dimensionamento delle strutture di laminazione e il controllo delle portate meteoriche scaricabili dal lotto.

I calcoli idrologici ed idraulici sono stati eseguiti considerando eventi di pioggia con tempo di ritorno pari a 50 anni (con verifica per tempi di ritorno di 100 anni) ed utilizzando i parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica adottati da ARPA Lombardia.

## 2. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IDRAULICO

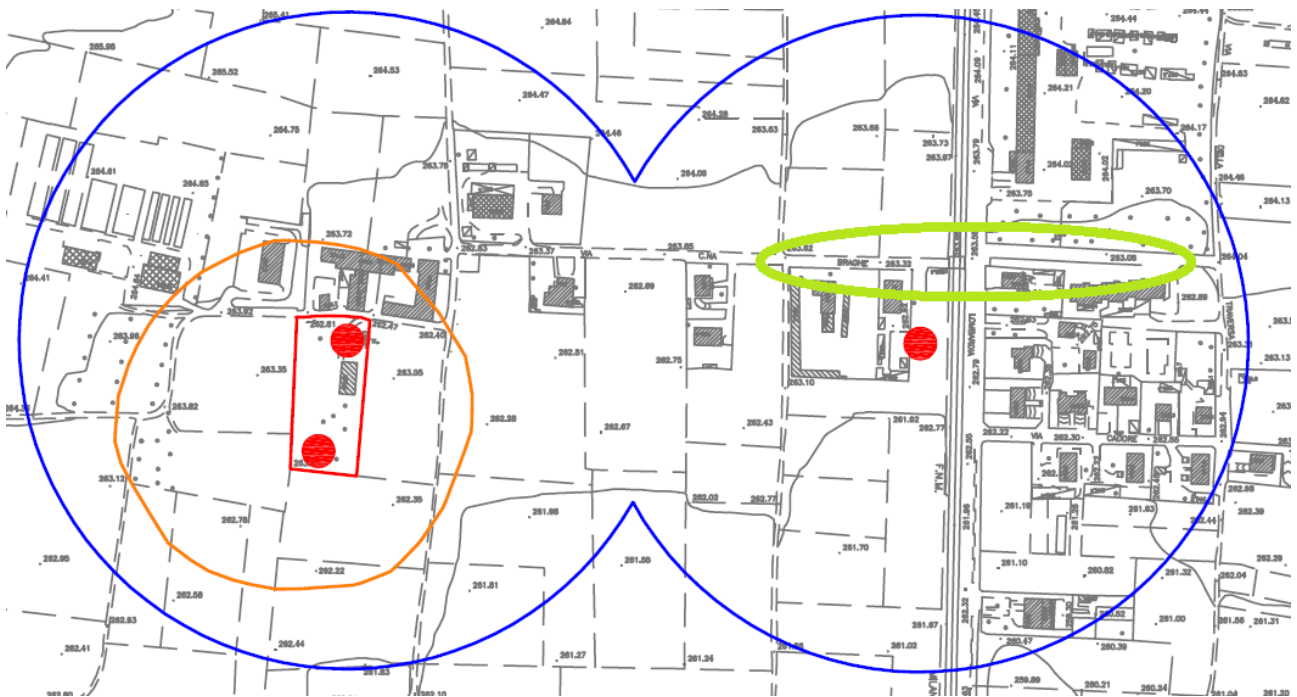
L'intervento consiste nella realizzazione di una nuova pista ciclopeditonale che percorre parallelamente via delle Braghe a Lomazzo e attraversa tramite un sottopassaggio la linea ferroviaria Saronno-Como e la Strada Provinciale 30.

L'area di intervento ha una superficie complessiva di 1'376 m<sup>2</sup> e il dimensionamento della struttura di laminazione è stato eseguito utilizzando il metodo delle sole piogge, impostando una portata massima scaricabile dal lotto pari a  $2 \text{ l/s} \cdot h_{\text{imp}}$  e i seguenti coefficienti di afflusso:

- $\phi = 1.0$  per le superfici pavimentate impermeabili;
- $\phi = 0.7$  per le terre armate;
- $\phi = 0.3$  per il terreno vegetale con inerbimento superficiale.

### 2.1 Individuazione dei recapiti e delle aree scolanti

L'area oggetto di intervento ricade all'interno di un'area di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (D.lgs. 258/2000 e successive modificazioni) pertanto, l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo non è una soluzione praticabile.



**Figura 1:** Stralcio planimetrico della tav. 3 della carta dei vincoli del Comune di Lomazzo. In verde l'area oggetto di intervento e in blu la zona di rispetto delle opere di captazione ad uso idropotabile

Le acque meteoriche laminate saranno pertanto scaricate, tramite impianto di sollevamento, nella nuova vasca di laminazione sita in Loc. Braghe il cui Ente Attuatore è il Consorzio Parco del Lura.



**Figura 2:** Stralcio planimetrico della tavola 01.03 del progetto definitivo “Opere per la riduzione del rischio idraulico, la laminazione controllata delle piene e la riqualificazione ambientale del Torrente Lura nei comuni di Bregnano e di Lomazzo” - Lotto 1 Comune di Lomazzo – Rev.01 del 18/09/2022

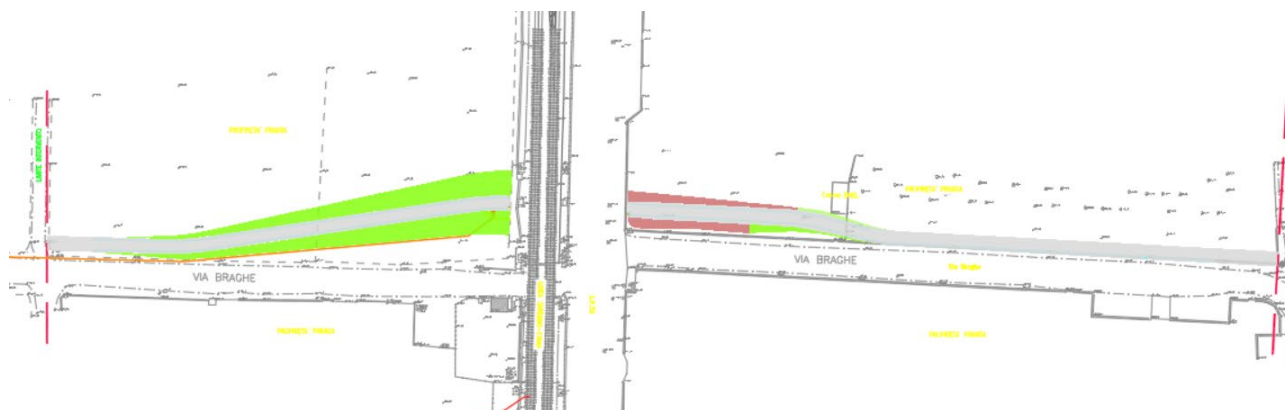


**Figura 3:** Stralcio planimetrico dell'allaccio fognario acque meteoriche in progetto - Località Braghe

La rete meteorica a servizio dell'area sarà indipendente dalle altre reti e a valle della condotta di mandata sarà presente un pozzetto di calma con allacciamento dotato di ispezione.

Non essendo presenti attività o superfici soggette al Regolamento Regionale n.4 del 2006 sulle prime piogge, non è presente alcun dispositivo per la separazione ed il trattamento delle prime piogge.

L'immagine seguente mostra la distribuzione delle superfici del lotto in progetto suddividendole tra: area pavimentata impermeabile (in grigio); terre armate (in rosso); terreno vegetale con inerbimento superficiale (in verde).



**Figura 4:** Individuazione delle superfici scolanti

**Tipologia di superficie e coefficiente di deflusso:**

- Superficie pavimentata impermeabile 785 m<sup>2</sup>;  $\phi = 1.0$
- Terre armate 97 m<sup>2</sup>;  $\phi = 0.7$
- Terreno vegetale con inerbimento superficiale 494 m<sup>2</sup>;  $\phi = 0.3$

Il coefficiente di deflusso medio ponderale è pari a 0.73, la superficie totale dell'area di intervento è pari a 1'376 m<sup>2</sup> e la superficie impermeabile equivalente è pari a 1'001.10 m<sup>2</sup>.

### 3. ANALISI IDROLOGICA

#### 3.1 Analisi probabilistica delle precipitazioni intense

Per il calcolo probabilistico delle portate di deflusso conseguenti agli eventi meteorici vengono utilizzate le cosiddette Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) o Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP).

L'analisi delle precipitazioni intense permette la definizione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica, strumento che come ben noto caratterizza la frequenza delle portate calcolate con metodologia indiretta.

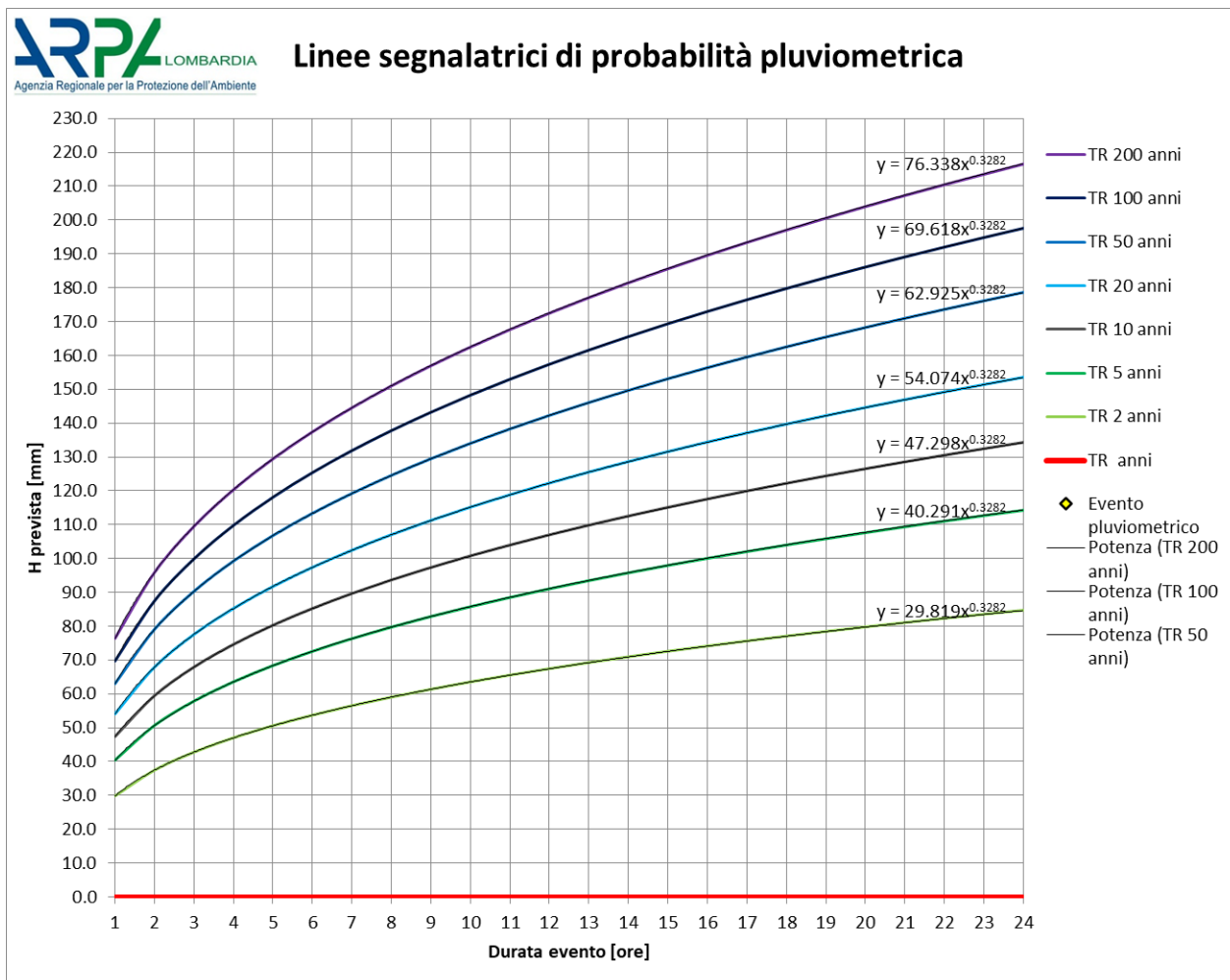
Detta  $h$  l'altezza di precipitazione in funzione della durata delle piogge stesse, la tecnica idrologica abituale fornisce, per le curve di possibilità pluviometrica, una relazione monomia del tipo:

$$h = a t^n$$

dedotta classificando in ordine decrescente le massime precipitazioni verificatesi in passato ed involupando superiormente i dati di pari ordine.

In sostanza ci si affida ad un'indagine probabilistica che consenta di trovare una relazione del tipo  $h = a t^n$  collegata ad un'assegnata probabilità di superamento; in termini pratici si vuole trovare l'altezza di pioggia  $h$ , relativa ad una certa durata  $t$ , che abbia probabilità piuttosto bassa di essere uguagliata o superata durante il periodo di un anno.

Riferendosi alla classica relazione monomia del tipo " $h = a t^n$ " delle LSPP, il grafico e la tabella seguenti indicano i parametri per tempi di ritorno  $T = 50$  anni e  $T = 100$  anni (dati forniti da ARPA Lombardia) per il sito in esame.



	Durata < 24 ore	
	a	n
<b>T = 50 anni</b>	62.925	0.3282
<b>T = 100 anni</b>	69.618	0.3282

Come indicato nell'allegato G del RR 7/2017, poiché tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell'ora, per le durate inferiori all'ora si possono utilizzare tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore  $n = 0,5$  in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

### 3.2 Tempo di ritorno

La scelta della portata di progetto delle opere deve basarsi su un'attenta analisi del cosiddetto rischio d'insufficienza; del rischio, cioè, che occasionalmente si possano manifestare eventi estremi più intensi di quelli compatibili con le caratteristiche idrauliche della rete, e quindi con portate maggiori di quelle previste, accompagnate da esondazioni, ristagni d'acqua, danni a cose e persone di entità talora elevata.

Discende da ciò che nei calcoli di verifica o dimensionamento occorre preliminarmente stabilire quale rischio di insufficienza si voglia accettare. In altri termini occorre fissare il valore del tempo di ritorno  $T$  di progetto, definito come il numero di anni che mediamente intercorre tra due eventi produttori portate superiori a quella di progetto.

Prendendo come riferimento il Regolamento Regionale 7/2017, tutti gli elementi idraulici sono stati dimensionati adottando un tempo di ritorno pari a 50 anni, conducendo un'ulteriore verifica della struttura di laminazione per tempo di ritorno pari a 100 anni.

## 4. ANALISI IDRAULICA

Il sistema di drenaggio è suddiviso in tre parti fondamentali:

- Elementi di raccolta: costituiscono il sistema primario e sono costituiti essenzialmente da canalette grigliate poste sui cigli della pista ciclopedonale e da 2 caditoie grigliate poste a ridosso del sottopassaggio.
- Elementi di convogliamento: rappresentano un sistema secondario, a valle degli elementi di raccolta. Gli elementi del sistema primario scaricano nel sistema secondario; si garantisce così la funzionalità del sistema primario e si evitano rigurgiti in piattaforma ottimizzando la sicurezza dell'infrastruttura. Gli elementi di convogliamento sono costituiti da collettori di diametro variabile in funzione della massima portata transitante e da una vasca di laminazione interrata prevista sul lato ovest del sottopassaggio. Tali elementi provvedono al trasferimento delle acque verso i recapiti.
- Elementi di recapito: vista l'impossibilità di infiltrare le acque nel sottosuolo, l'elemento di recapito finale dell'opera in progetto è una vasca di laminazione a servizio dei fossi di guardia dei terreni agricoli limitrofi il cui Ente Attuatore è il Consorzio Ente Parco del Lura.

### 4.1 Dimensionamento elementi di raccolta - Canalette grigliate

Le canalette grigliate, che saranno posate longitudinalmente ai cigli della pista ciclopedonale, sono state dimensionate con il tool presente sul sito "aco.it".

In particolare, sono state individuate 2 diverse tipologie di canalette; una per il ciglio nord della pista, nella quale confluiranno le acque meteoriche del pendio nord della pista e una per il ciglio sud della pista, nella quale confluiranno le acque meteoriche della pavimentazione della pista e le acque provenienti dal pendio sud della pista.

Per la verifica della capacità massima di ogni canaletta è stato determinato il profilo di moto permanente che si verifica in una generica.

La stima della portata massima transitante è stata condotta applicando la formula razionale, potendosi ritenere trascurabile l'effetto d'invaso realizzato dal piazzale e dalla canaletta stessa:

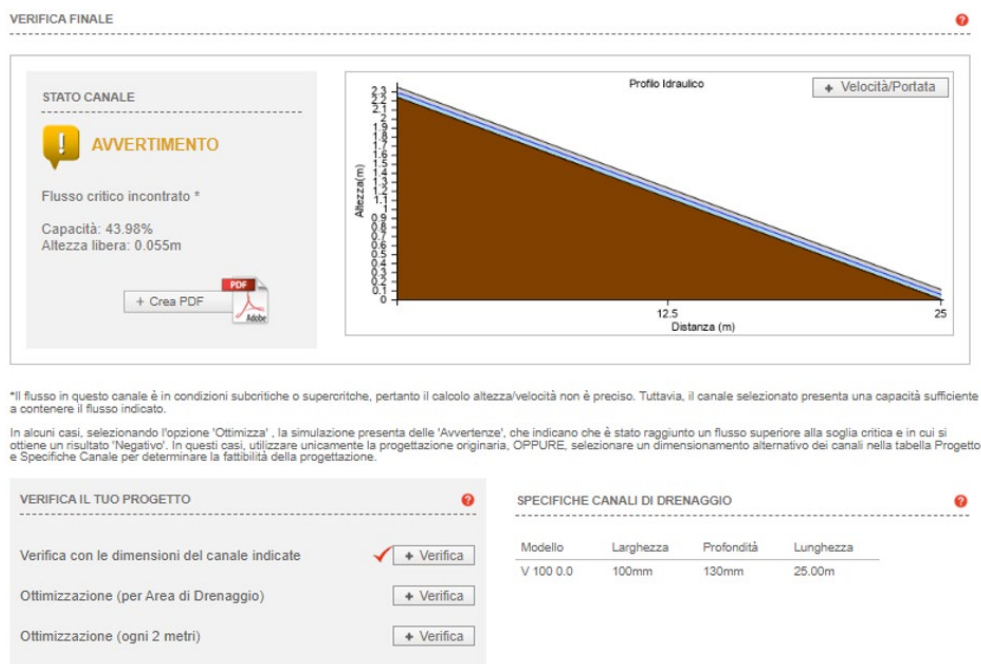
$$Q = \phi \cdot i \cdot A$$

dove  $\phi$  è il coefficiente d'afflusso,  $i$  rappresenta l'intensità massima di pioggia per TR 50 anni e durata 5 minuti (pari a 218 mm/h) ed  $A$  è la superficie drenata.

Si ottiene così una portata massima pari a:

- 2.24 l/s per la canaletta nord-est;
- 4.23 l/s per la canaletta nord-ovest;
- 30.69 l/s per la canaletta sud-est;
- 23.45 l/s per la canaletta sud-ovest.

Di seguito si riportano i risultati della simulazione.

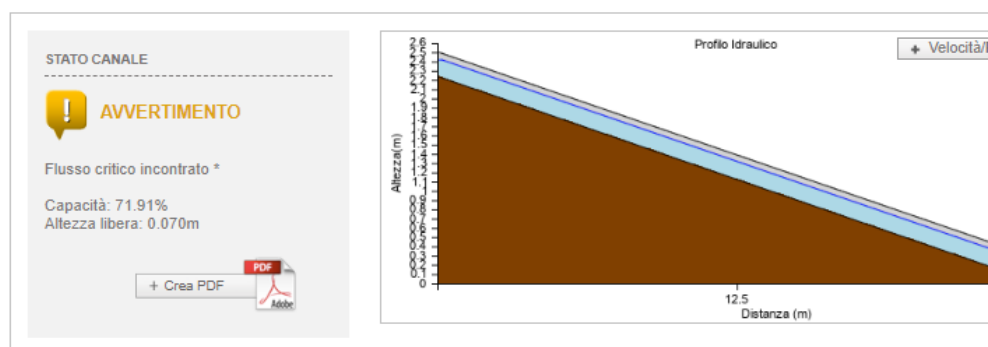


**Figura 5:** Risultato canaletta grigliata lato nord-est della pista ciclopedonale\_TR 50 anni



**Figura 6:** Risultato canaletta grigliata lato nord-ovest della pista ciclopedonale\_TR 50 anni

VERIFICA FINALE



\*Il flusso in questo canale è in condizioni subcritiche o supercritiche, pertanto il calcolo altezza/velocità non è preciso. Tuttavia, il canale selezionato presenta una capacità sufficiente a contenere il flusso indicato.

In alcuni casi, selezionando l'opzione 'Ottimizza', la simulazione presenta delle 'Avvertenze', che indicano che è stato raggiunto un flusso superiore alla soglia critica e in cui si ottiene un risultato 'Negativo'. In questi casi, utilizzare unicamente la progettazione originaria, OPPURE, selezionare un dimensionamento alternativo dei canali nella tabella Specifiche Canale per determinare la fattibilità della progettazione.

**VERIFICA IL TUO PROGETTO**

Verifica con le dimensioni del canale indicate ☒ [+ Verifica](#)

Ottimizzazione (per Area di Drenaggio) [+ Verifica](#)

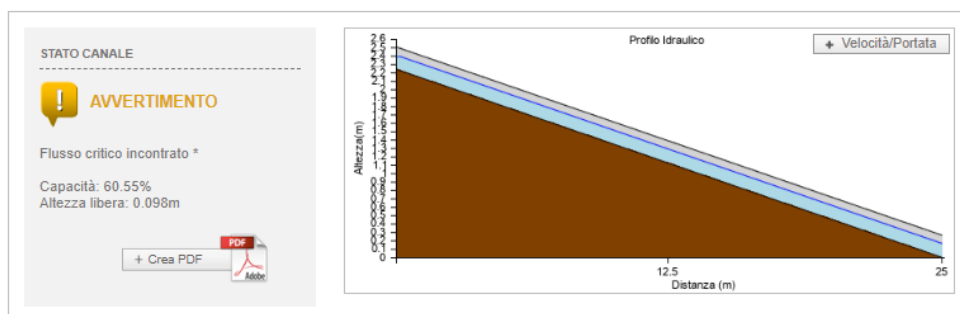
Ottimizzazione (ogni 2 metri) [+ Verifica](#)

**SPECIFICHE CANALI DI DRENAGGIO**

Modello	Larghezza	Profondità	Lunghezza
V 150 20.0	150mm	285mm	25.00m

**Figura 7:** Risultato canaletta grigliata lato sud-est della pista ciclopedonale\_TR 50 anni

VERIFICA FINALE



\*Il flusso in questo canale è in condizioni subcritiche o supercritiche, pertanto il calcolo altezza/velocità non è preciso. Tuttavia, il canale selezionato presenta una capacità sufficiente a contenere il flusso indicato.

In alcuni casi, selezionando l'opzione 'Ottimizza', la simulazione presenta delle 'Avvertenze', che indicano che è stato raggiunto un flusso superiore alla soglia critica e in cui si ottiene un risultato 'Negativo'. In questi casi, utilizzare unicamente la progettazione originaria, OPPURE, selezionare un dimensionamento alternativo dei canali nella tabella Progetto e Specifiche Canale per determinare la fattibilità della progettazione.

**VERIFICA IL TUO PROGETTO**

Verifica con le dimensioni del canale indicate ☒ [+ Verifica](#)

Ottimizzazione (per Area di Drenaggio) [+ Verifica](#)

Ottimizzazione (ogni 2 metri) [+ Verifica](#)

**SPECIFICHE CANALI DI DRENAGGIO**

Modello	Larghezza	Profondità	Lunghezza
V 150 20.0	150mm	285mm	25.00m

**Figura 8:** Risultato canaletta grigliata lato sud-ovest della pista ciclopedonale\_TR 50 anni

Come si può notare dalle figure precedenti, tutte le canalette grigliate hanno un grado di riempimento inferiore a 80%, pertanto, sono adeguate a contenere le acque meteoriche con eventi di pioggia di durata 5 minuti e tempo di ritorno 50 anni.

Le canalette grigliate previste sui cigli nord-est e nord-ovest sono di tipo ACO Multiline V 100 0.0 o similare e avranno dimensioni pari a:

- Larghezza: 100 mm
- Lunghezza: 130 mm
- Area equivalente: 0.013 m<sup>2</sup>

Le canalette grigliate previste sui cigli sud-est e sud-ovest sono di tipo ACO Multiline V 150 20.0 o similare e avranno dimensioni pari a:

- Larghezza: 150 mm
- Lunghezza: 285 mm
- Area equivalente: 0.043 m<sup>2</sup>

Poiché però le canaline saranno posate in alcuni tratti con pendenze elevate, sarà opportuno prevedere pozzetti di calma e rallentamento del flusso idrico al fine di contenere il più possibile la velocità del deflusso idrico lungo le canalette grigliate.

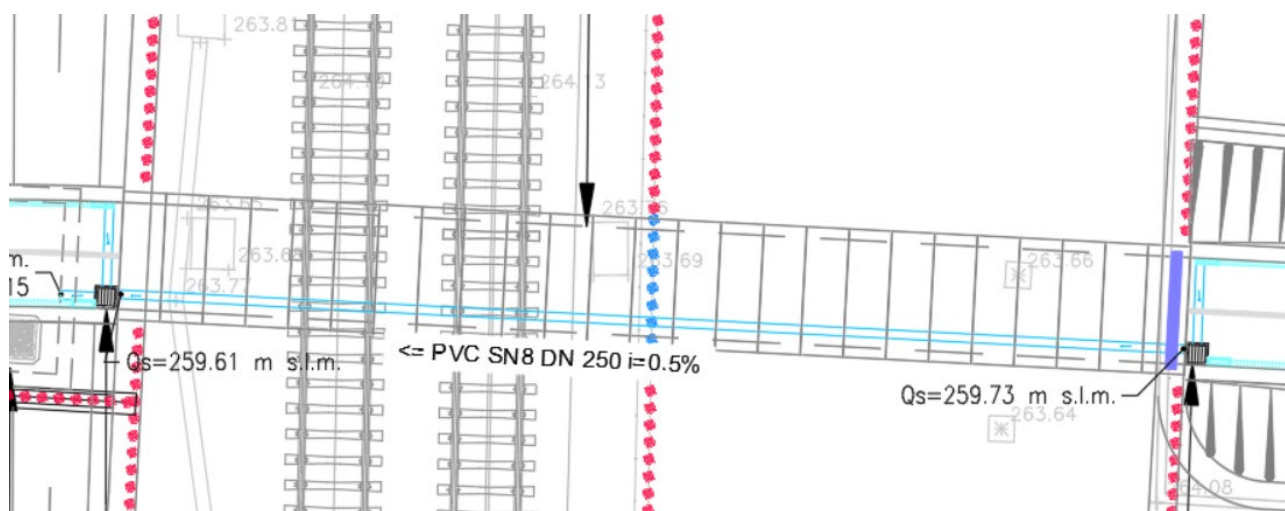
#### 4.2 Dimensionamento elementi di convogliamento – Collettori acque meteoriche

Per far confluire le acque meteoriche della pista ciclopedonale est nella vasca di laminazione è previsto un collegamento tramite una condotta in PVC posata sopra la soletta di fondazione del sottopassaggio.

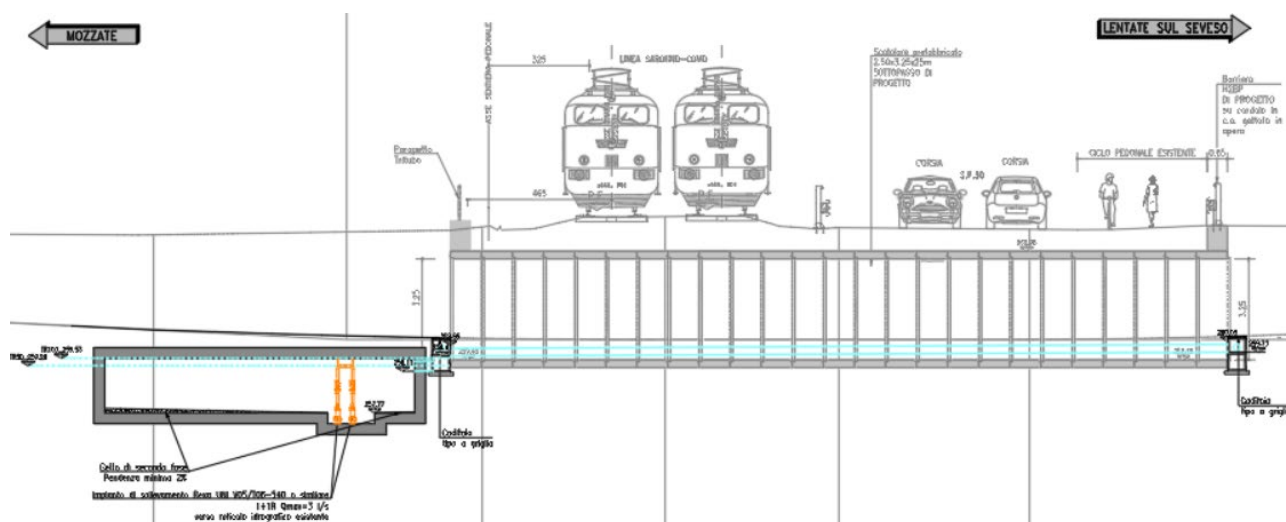
Di seguito vengono riportati i risultati del dimensionamento:

Condotta est vs vasca			
	A (mq)	phi	Aimp (mq)
Sup imp	467	1	
Sup semiperm	97	0.7	
verde drenato	30	0.3	
<b>totale</b>	<b>594</b>	<b>0.92</b>	<b>543.9</b>
Q (TR50 d5')	32.93	(l/s)	
Q (TR100 d5')	36.44	(l/s)	
<b>PVC SN8 DN250</b>			

La portata totale con evento di pioggia di durata 5 minuti e tempo di ritorno 50 anni della pista lato est è pari a 33 l/s, pertanto, sarà posata una condotta in PVC SN8 DN250mm con pendenza pari a 0.5%; applicando la formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Strickler pari a 80  $m^{1/3}/s$  si ha che la capacità massima della tubazione con uno riempimento dell'80% è pari a 36.2 l/s, ovvero maggiore della massima portata per tempo di ritorno di 50 anni.



**Figura 9:** Stralcio planimetrico condotta di collegamento della pista lato est con la vasca di laminazione

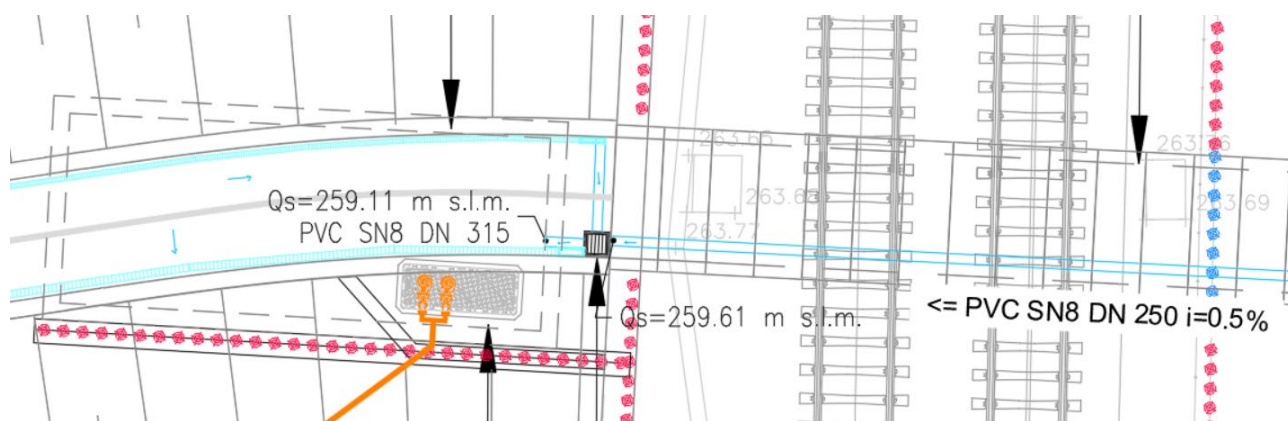


**Figura 10:** Profilo longitudinale del sottopassaggio (vista nord)

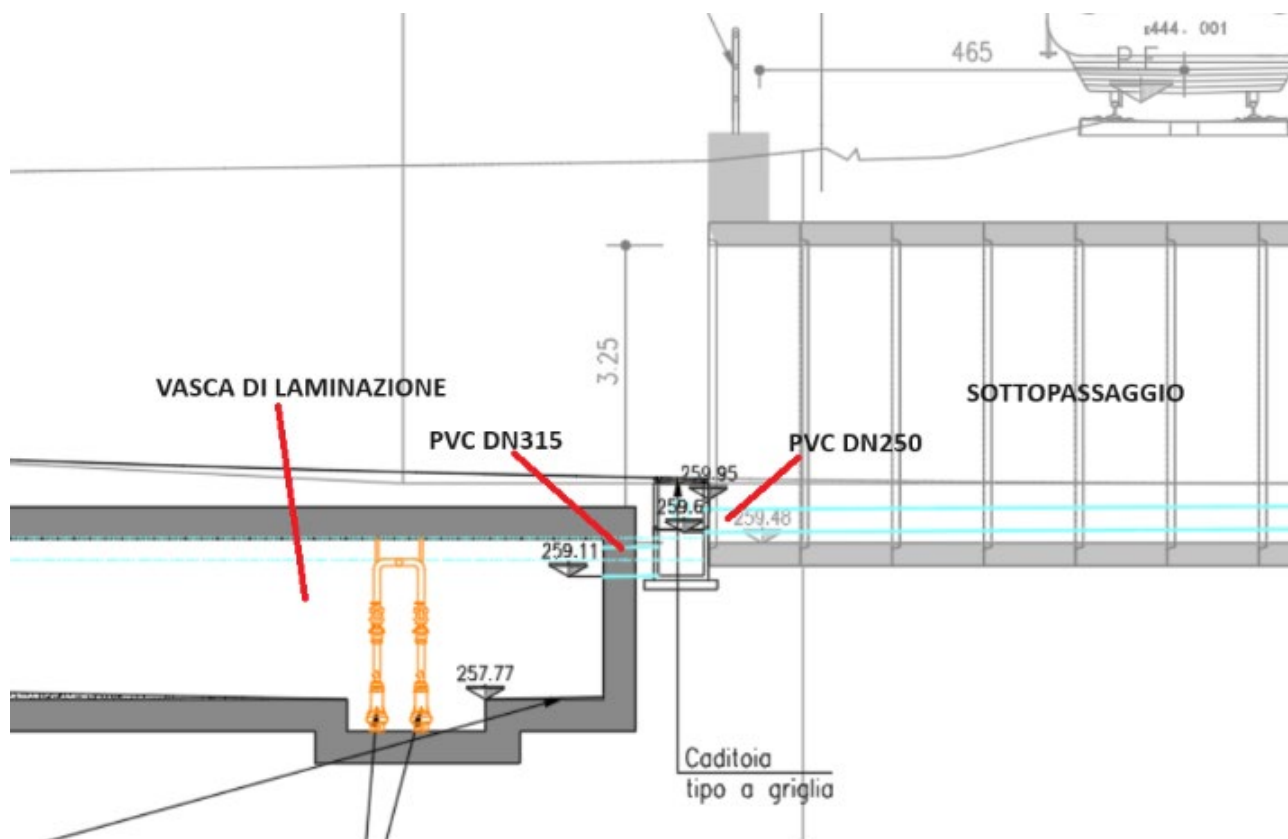
La condotta in oggetto confluisce nella caditoia tipo a griglia posta sul lato ovest del sottopassaggio a monte della vasca di laminazione; nella caditoia confluiscono anche le acque

meteoriche della pista lato ovest, pertanto, la portata totale che confluisce nella caditoia con evento di pioggia di durata 5 minuti e tempo di ritorno 50 anni, che tra l'altro è portata massima in ingresso nella vasca di laminazione, è pari a 61 l/s.

La condotta che collega la caditoia con la vasca di laminazione sarà in PVC SN8 DN315mm con pendenza pari a 1%, la quale, applicando la formula di Chezy con coefficiente di scabrezza di Strickler pari a  $80 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  e riempimento dell'80%, ha una portata massima ammissibile pari a 95 l/s (maggiore della portata massima dell'intera area in oggetto).



**Figura 11:** Stralcio planimetrico vasca di laminazione e sottopassaggio



**Figura 12:** Profilo longitudinale vasca di laminazione e sottopassaggio

### 4.3 Risoluzione interferenze sottopassaggio

L'opera in progetto è interferente con la rete acquedottistica e la fognatura pubblica gestita da Como Acqua S.r.l., pertanto, in accordo con l'Ente Gestore del SII, il progetto prevede anche la risoluzione delle interferenze.

In particolare, per il collettore fognario sarà prevista la modifica di circa 12 metri di collettore; 6 metri di condotta saranno deviati verso ovest e 6 metri di condotta saranno sifonati al fine di far passare la fognatura sotto il sottopassaggio di progetto.

Per l'acquedotto invece sarà prevista la deviazione verso ovest di circa 16 metri di rete e, per far passare la condotta sopra il sottopassaggio, sarà ridotta la profondità di posa a circa 0.5 m dal piano campagna.

## DETTAGLIO PLANIMETRICO RISOLUZIONE INTERFERENZE

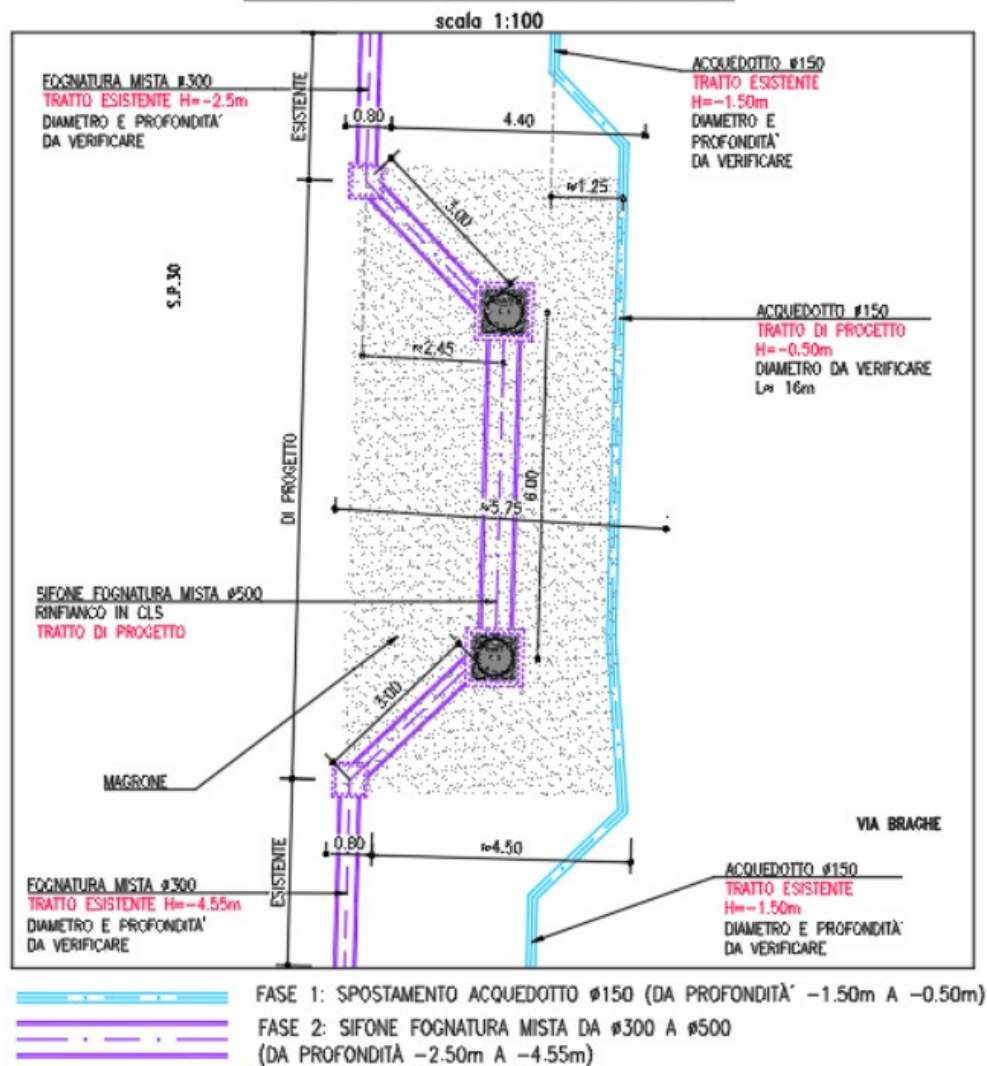


Figura 13: Planimetria risoluzione interferenze

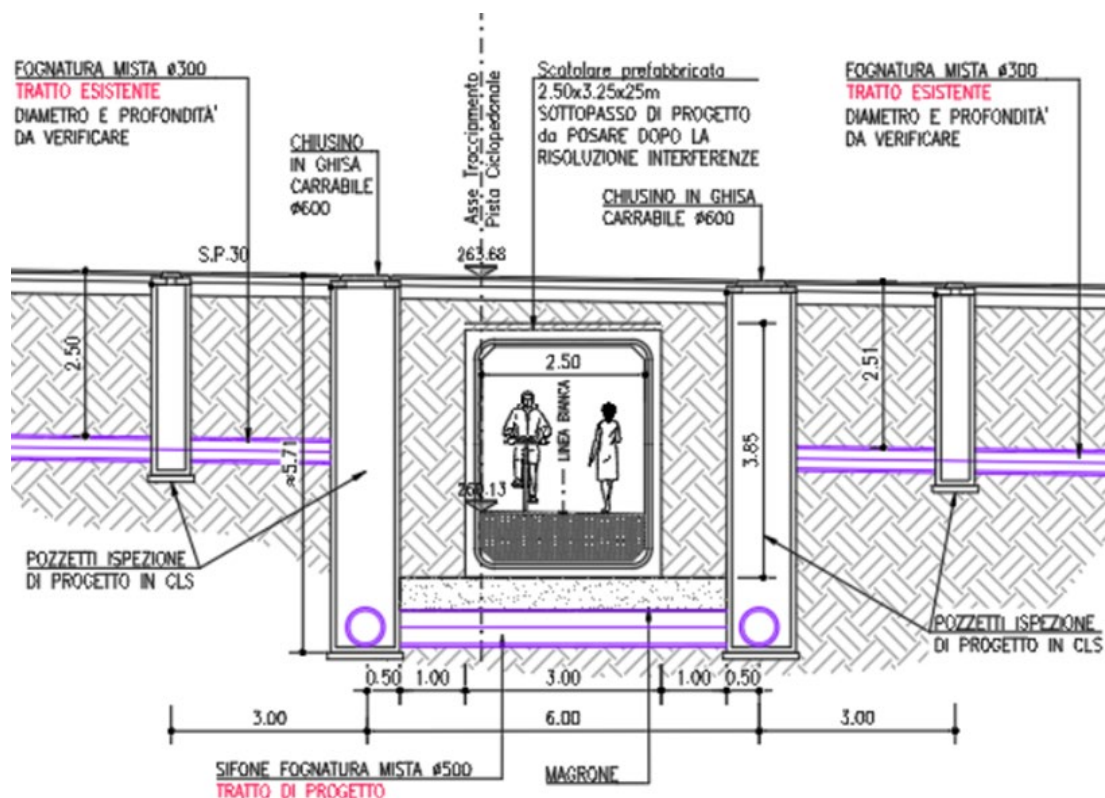


Figura 14: Sezione trasversale sottopassaggio e rete fognaria pubblica di progetto

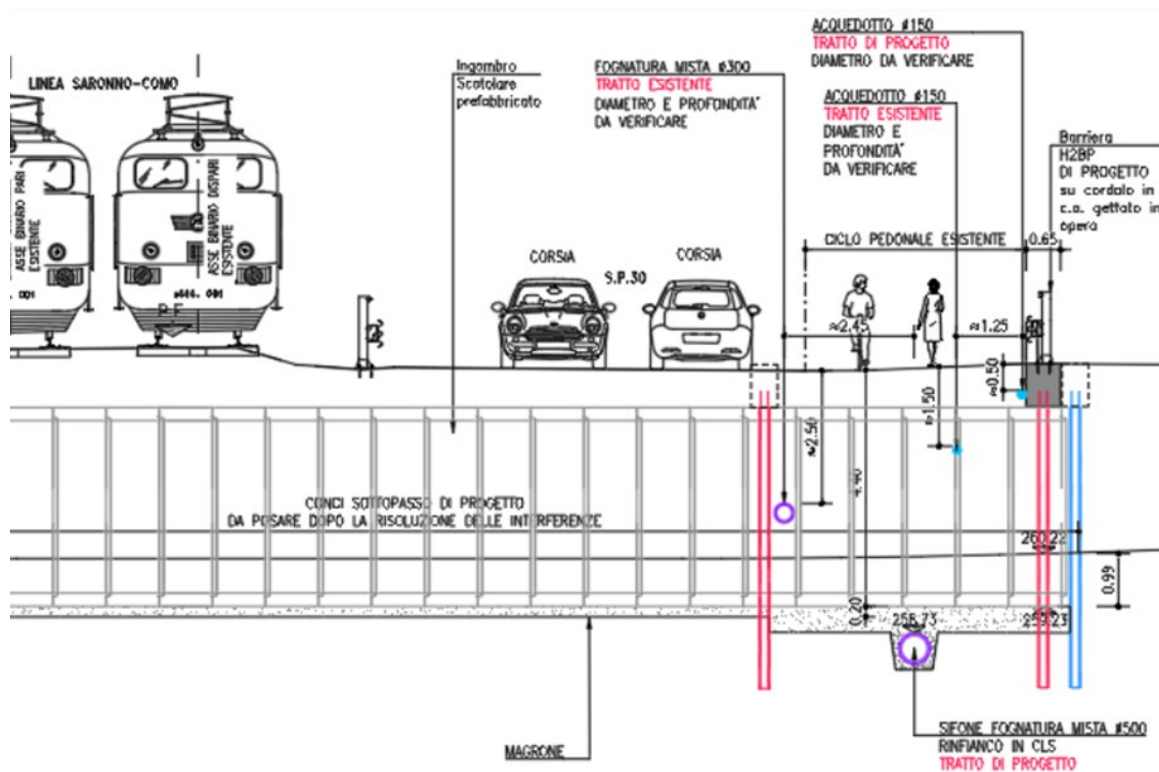


Figura 15: Sezione longitudinale sottopassaggio, rete acquedottistica e fognaria pubblica di progetto

## 5. MANUFATTI PER IL RISPETTO DEL PTUA

### 5.1 Dimensionamento delle strutture di laminazione delle acque meteoriche

Ai sensi dell'art. 3, comma 3, lettera d), la realizzazione di nuove strade di tipo "F-bis – itinerario ciclopedonale", sono escluse dall'applicazione del Regolamento di Invarianza, pertanto, il presente documento costituisce la relazione idrologica ed idraulica rispondente ai requisiti del PTUA (Piano di Tutela e Uso delle Acque) con limite di scarico imposto prescritto dall'art.51 comma 3 delle Norme Tecniche di Attuazione pari a  $20 \text{ l/s} \cdot h_{\text{imp}}$  per aree di nuova urbanizzazione.

Lo scarico delle acque laminate avverrà attraverso impianto di sollevamento con portata sollevata pari alla massima portata ammessa allo scarico; a valle della condotta di mandata del sollevamento, poco più a monte dell'allaccio in corso idrico, sarà presente un pozzetto di calma con allaccio dotato di ispezione.

Secondo il metodo delle sole piogge, il dimensionamento del bacino è legato alla necessità di creare un adeguato volume di volanizzazione delle portate meteoriche. La capacità di invaso  $W_m$  del bacino deve essere tale, in funzione della portata massima accettabile in uscita  $Q_{\text{max}}$ , da contenere l'evento meteorico di assegnato tempo di ritorno considerato critico.

Il metodo di dimensionamento utilizzato nel caso specifico fornisce una valutazione del volume d'invaso sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata massima, ipotizzata costante, che si ammette in uscita dalla tubazione di scarico. In pratica con questo metodo viene completamente trascurata, ad eccezione delle sole perdite idrologiche, la trasformazione afflussi-deflussi che si realizza nel bacino considerato. Con questa ipotesi il volume entrante nelle strutture di laminazione per effetto di una pioggia di durata  $\theta$  risulta:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot h(\theta) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta^n$$

dove  $\varphi$  è il coefficiente d'afflusso costante del bacino drenato dal sistema di laminazione.

Nello stesso tempo  $\theta$  il volume uscito dalla vasca sarà:

$$W_u = Q_u \cdot \theta$$

Il volume invasato nel sistema sarà dunque:

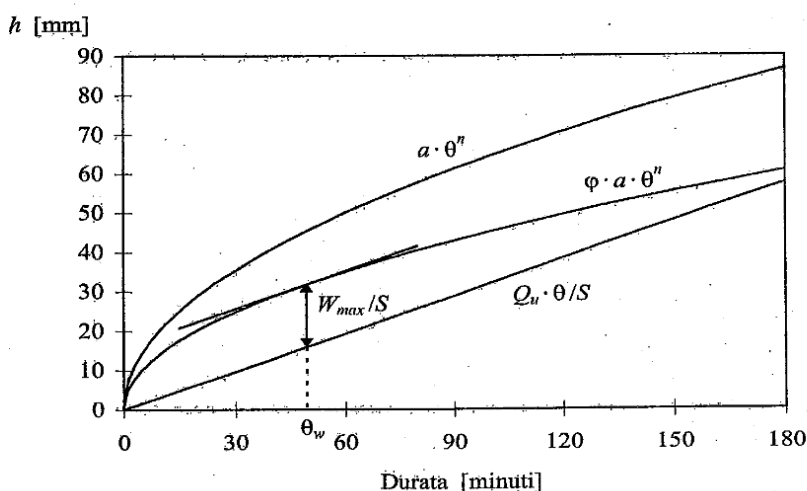
$$W = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \theta^n - Q_u \cdot \theta$$

Il volume da assegnare al bacino è il valore massimo  $W_m$  di questo volume che si ottiene per una precipitazione di durata  $\theta_w$  critica per il sistema stesso.

La determinazione di  $\theta_w$  e  $W_m$  può essere condotta molto efficacemente sul grafico della curva di possibilità pluviometrica netta, depurata cioè dalle perdite idrologiche, riportandovi anche, con dimensioni omogenee ( $h_u = W_u/S$ ), la retta dei volumi progressivamente allontanati dalla vasca con portata costante  $Q_u$ .

La durata critica  $\theta_w$  è localizzata ove è massima la distanza verticale tra le due curve. Esprimendo matematicamente tali condizioni di massimo si trova:

$$\theta_w = \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$



e quindi:

$$W_m = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_u \cdot \left( \frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Il fatto che in questo metodo venga trascurato il processo di trasformazione afflussi-deflussi che avviene nel bacino scolante comporta che le portate di piena in ingresso vengano sopravvalutate così come, di conseguenza, anche i volumi di laminazione; questo aspetto consente di garantire un adeguato margine cautelativo.

Le ipotesi progettuali utilizzate per la valutazione del volume utile necessario nella rete in progetto sono le seguenti:

- eventi meteorici caratterizzati da un tempo di ritorno  $T$  pari a 50 anni (100 anni per la verifica del dimensionamento);
- portata in uscita  $Q_u$  dal sistema pari ai limiti sopra riportati.

La regolazione della portata scaricata verso pubblica fognatura è realizzata grazie agli impianti di sollevamento con portata massima scaricata pari circa 3 l/s.

Nel seguito si riportano in grafico e tabella i calcoli che hanno fornito il dimensionamento della struttura di laminazione per piogge di durata variabile e tempo di ritorno pari a 50 anni.

# VOLUME LAMINAZIONE

Dimensionamento sulla base delle sole piogge

T di ritorno	50		
a(1-24ore)	62.925	a(<24ore)	62.925
n(1-24ore)	0.328	n(<24ore)	0.500
Δt [min]	30		
coeff. Affl.	0.73		
I/s/ha <sub>MP</sub>	20		
Qu [m3/s]	0.0028		
S [ha]	0.1376		
T. svuotam. [h]	3.06		

Vasca laminazione	
V (mc)	70.00
h (m)	1.75
lung (m)	10.00
larg (m)	4.00

Vmax < 24 ore 60.6 m³

TEMPO	PIOGGIA LORDA	PIOGGIA NETTA	ACQUA SCARICATA	ACQUA INFILTRATA	VOLUME SPECIFICO	VOLUME STRUTTURA	ALTEZZA ACQUA
t [min]	h [mm]	h*[mm]	Q*t/S [mm]	Q*t/S [mm]	Wmax/S [mm]	W [m3]	W [m]
30	44.49	32.37	3.60	0.00	28.77	39.59	0.99
60	62.93	45.78	7.20	0.00	38.58	53.09	1.33
90	71.88	52.30	10.80	0.00	41.50	57.10	1.43
120	79.00	57.48	14.40	0.00	43.08	59.27	1.48
150	85.00	61.84	18.00	0.00	43.84	60.33	1.51
180	90.24	65.66	21.60	0.00	44.06	60.62	1.52
210	94.93	69.06	25.20	0.00	43.86	60.36	1.51
240	99.18	72.16	28.80	0.00	43.36	59.66	1.49
270	103.09	75.00	32.40	0.00	42.60	58.62	1.47
300	106.71	77.64	36.00	0.00	41.64	57.30	1.43
330	110.11	80.11	39.60	0.00	40.51	55.74	1.39
360	113.30	82.43	43.20	0.00	39.23	53.98	1.35
390	116.31	84.62	46.80	0.00	37.82	52.04	1.30
420	119.17	86.70	50.40	0.00	36.30	49.96	1.25
450	121.90	88.69	54.00	0.00	34.69	47.73	1.19
480	124.51	90.59	57.60	0.00	32.99	45.39	1.13
510	127.02	92.41	61.20	0.00	31.21	42.94	1.07
540	129.42	94.16	64.80	0.00	29.36	40.40	1.01
570	131.74	95.85	68.40	0.00	27.45	37.76	0.94
600	133.97	97.47	72.00	0.00	25.47	35.05	0.88
630	136.14	99.05	75.60	0.00	23.45	32.26	0.81
660	138.23	100.57	79.20	0.00	21.37	29.40	0.74
690	140.26	102.05	82.80	0.00	19.25	26.48	0.66
720	142.24	103.48	86.40	0.00	17.08	23.51	0.59
750	144.15	104.88	90.00	0.00	14.88	20.47	0.51
780	146.02	106.24	93.60	0.00	12.64	17.39	0.43
810	147.84	107.56	97.20	0.00	10.36	14.26	0.36
840	149.62	108.85	100.80	0.00	8.05	11.08	0.28
870	151.35	110.11	104.40	0.00	5.71	7.86	0.20

Come evidenziano il grafico e la tabella precedenti, il volume di laminazione necessario è pari a 60 m³ e si verifica per una precipitazione di durata pari a 3 ore (tempo di svuotamento 3.06 ore); il requisito minimo

Il volume di accumulo disponibile e realizzato tramite la struttura già descritta è:

- vasca di laminazione di 40 m<sup>2</sup> per 1.75 metri di altezza: il volume disponibile risulta pertanto pari a 70 m<sup>3</sup> a fronte di un volume necessario pari a 60 m<sup>3</sup> (per una precipitazione di durata pari a 3 ore).

La struttura è dunque adeguata alla laminazione degli eventi meteorici con tempo di ritorno pari a 50 anni.

## 5.2 Verifica della struttura di laminazione delle acque meteoriche

La struttura di laminazione è stata anche verificata per eventi con tempo di ritorno pari a 100 anni. A tal fine è possibile ripetere i calcoli precedenti utilizzando le curve di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno pari a 100 anni e confrontare il volume di accumulo necessario in questo scenario con quello previsto in progetto.

Il volume totale da accumulare nella vasca è pari a 70.5 m<sup>3</sup> e si verifica per una precipitazione di durata pari 3.5 ore a fronte di un volume disponibile di 70 m<sup>3</sup>.

Per tempo di ritorno pari a 100 anni, anche se il volume della vasca è leggermente inferiore del volume da accumulare, il volume in eccesso pari a 0.5 m<sup>3</sup> sarà contenuto all'interno della caditoia a monte della vasca di laminazione.

## 5.3 Dimensionamento impianto di sollevamento della vasca di laminazione

Tramite il tool presente sul sito <https://www.wilo-select.com/> è stato inoltre dimensionato l'impianto di sollevamento della vasca di laminazione.

Inserendo nel software la serie/gamma di pompa in commercio, il tipo di impianto (1 pompe + 1 di riserva), la portata massima da sollevare ( $Q_{max} \approx 3$  l/s), la prevalenza complessiva senza perdite pari a circa 4 metri, le perdite di carico concentrate (curve a 90°, giunti conici, valvole, etc.) pari a circa 23 cm e le perdite di carico distribuite considerando una condotta di mandata lunga 347 metri in PE100 PN16 SDR11 De90 pari a circa 3.5 metri è stato possibile individuare il tipo di pompa da installare.

Portata	3,00 l/s
Prevalenza	7,75 m
Fluido pompato	Acque cariche 100 %
Temperatura fluido	20,00 °C
Densità	998,20 kg/m <sup>3</sup>
Viscosità cinematica	1,00 mm <sup>2</sup> /s

Figura 16: Dati inseriti nel tool di Wilo.com

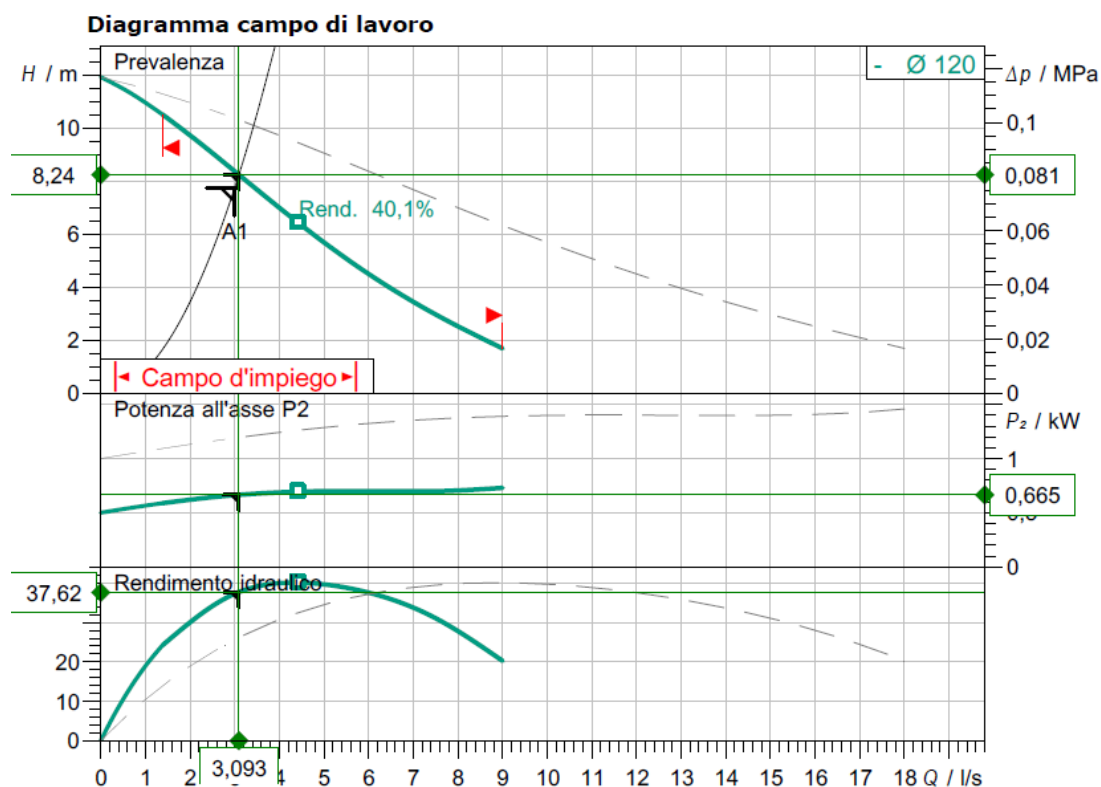


Figura 17: Curva caratteristica, curva di impianto e modello di pompa WILO Rexa UNI V05/T08-540

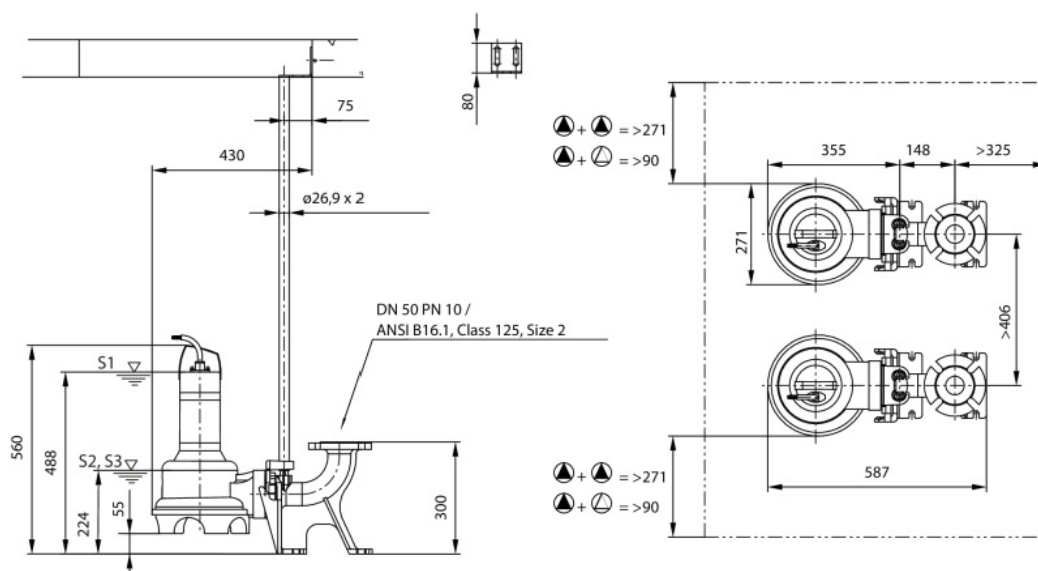


Figura 18: Sezione e pianta della pompa tipo WILO Rexa UNI V05/T08-540

**N.B. Il modello della pompa sopra indicato (Rexa UNI V05/T08-540) e il nome del fornitore (WILO) sono puramente indicativi.**