

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE ESECUTIVA



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

## PROGETTO ESECUTIVO

### ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA

#### LOTTO 1:

#### TRATTA TRENTO - BORGO VALSUGANA EST

### 3 - OPERE CIVILI

#### 3.1 - Generale

#### 3.1.2 – Idrologia e Idraulica

SCALA: -

#### Relazione di compatibilità e di smaltimento idraulico

IL PROGETTISTA



**Infrarail srl - IFR**  
sede legale: Via Marsala, 41 - 00161 – Roma  
PEC: infrarail.pec@legalmail.it  
Codice Fiscale e P. IVA: 06956550484

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DISCIPLINA PROGR. REV.

I 0 0 7    0 0    E    Z Z    R I    I D 0 0 0 1    0 0 1    A

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
A	EMISSIONE	M. CIVIERO	10/05/24	A. TREFFILETTI	10/05/24	P. RONDINONE	10/05/24



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
2 di 81

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>ACRONIMI E DEFINIZIONI .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>SCOPO DEL DOCUMENTO.....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>14</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>17</b>
<b>5.1</b>	PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - CARTA DELLE PERICOLOSITÀ.....	18
<b>5.2</b>	PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA 2021 – 2027).....	19
	5.2.1 Mappe di allagabilità, pericolosità e rischio .....	21
<b>5.3</b>	ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO.....	23
	5.3.1 Abbassamento del piano del ferro 142+900 .....	26
	5.3.2 Sovrappasso Povo 138+728 .....	27
	5.3.3 SSE Caldonazzo 120+361 .....	28
	5.3.4 Sovrappasso Levico 117+362 .....	29
	5.3.5 SSE Borgo Valsugana 103+260.....	30
<b>5.4</b>	IDROLOGIA.....	31
<b>6</b>	<b>SISTEMA DI DRENAGGIO.....</b>	<b>33</b>
<b>6.1</b>	METODO RAZIONALE O DELLA CORRIVAZIONE .....	33
<b>6.2</b>	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....	38
	6.2.1 Dimensionamento dei pluviali verticali .....	39
	6.2.2 Dimensionamento dei pluviali discendenti con gomiti .....	42
<b>7</b>	<b>INTERVENTI IN PROGETTO .....</b>	<b>44</b>
<b>7.1</b>	ABBASSAMENTO DEL PIANO DEL FERRO 142+900.....	44
<b>7.2</b>	SOVRAPPASSO POVO 138+728.....	55
<b>7.3</b>	SSE CALDONAZZO 120+361 .....	58
<b>7.4</b>	SOVRAPPASSO LEVICO 117+362.....	69
	7.4.1 Risoluzione interferenza con fognatura sul sovrappasso Levico 117+362.....	69



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
3 di 81

7.5 SSE BORGO VALSUGANA 103+260 ..... 70



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
4 di 81

## 1 ACRONIMI E DEFINIZIONI

ACRONIMO	DESCRIZIONE
<b>ACC</b>	Apparato Centrale Computerizzato
<b>ACCM</b>	Apparato Centrale a Calcolatore Multistazione
<b>ACEI</b>	Apparato Centrale Elettrico ad Itinerari
<b>AV/AC</b>	Alta Velocità/Alta Capacità
<b>BA</b>	Blocco Automatico
<b>BAcc</b>	Blocco Automatico a Correnti Codificate
<b>BACf eRSC</b>	Blocco Automatico a Correnti Fisse con emulazione RSC
<b>BCA</b>	Blocco Conta Assi
<b>BM</b>	Banco di Manovra
<b>CEI</b>	Comitato Elettrotecnico Italiano
<b>CENELEC</b>	Comité européen de normalisation en électronique et en électrotechnique
<b>CCL</b>	Controllo Centralizzato Linee
<b>CdB</b>	Circuito di Binario
<b>CTC</b>	Controllo Traffico Centralizzato
<b>DC</b>	Dirigente Centrale



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
5 di 81

<b>ACRONIMO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>DCO</b>	Dirigente Centrale Operativo
<b>DM</b>	Dirigente Movimento
<b>DOTE</b>	Dirigente Operativo Trazione Elettrica
<b>DVC</b>	Dispositivo Vitale di Conferma
<b>EDCO</b>	Esclusione DCO
<b>ERTMS</b>	European Railway Traffic Management System
<b>FA</b>	Fabbricato
<b>FD</b>	Ferma Deviatoio
<b>FO</b>	Fibre Ottiche
<b>FS</b>	Fuori Servizio
<b>FT</b>	Fabbricato Tecnologico
<b>FV</b>	Fabbricato Viaggiatori
<b>GA</b>	Gestori d'Area
<b>GEA</b>	Gestore Elettronico Apparat
<b>GSM-R</b>	Global System for Mobile - Railway
<b>HVAC</b>	Heating, Ventilation and Air Conditioning
<b>laP</b>	Informazioni al Pubblico
<b>IC</b>	Interconnessione



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
6 di 81

<b>ACRONIMO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>IMT</b>	Inseguimento Marcia Treno
<b>INFILL</b>	Codice al binario per anticipare aspetto di via libera del segnale a valle
<b>IS</b>	Impianti Segnalamento
<b>ISPRA</b>	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
<b>ISTTM</b>	Istradamento Virtuale (TM)
<b>Js</b>	Interruttore a scatto
<b>LCD</b>	Liquid Cristal Display
<b>LED</b>	Light Emitting Diode
<b>LFM</b>	Luce e Forza Motrice
<b>L.T.</b>	Libero Transito
<b>LS</b>	Linea Storica
<b>MET</b>	Manovre Elettriche in Traversa per deviatoi
<b>MD</b>	Manovra Deviatoio
<b>MD</b>	Manovra Deviatoio
<b>MdO</b>	Mezzi d'Opera
<b>MESP</b>	Manovra Elettrica Sul Posto. Dispositivo utilizzato per manovrare elettricamente deviatoi non centralizzati
<b>MTBF</b>	Mean Time Between Failures



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
7 di 81

<b>ACRONIMO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>MT/BT</b>	Media Tensione/Bassa Tensione
<b>MTR</b>	Misurazione Temperatura Rotaie
<b>PaD</b>	Stato Operativo ACCM "Presenziato a Distanza"
<b>PsP</b>	Stato Operativo ACCM "Presenziato sul Posto"
<b>PBA</b>	Posto di Blocco Automatico
<b>PC</b>	Posto di Comunicazione
<b>PCM</b>	Posto Centrale ACCM
<b>PCS</b>	Posto Centrale SCC (Posto Centrale Satellite)
<b>PdR</b>	Punto di Rilevamento Temperatura Boccole
<b>PdS</b>	Posto di Servizio
<b>PI</b>	Punti Informativi
<b>PJ1</b>	Posto di Interconnessione AV (Lato AV)
<b>PJ2</b>	Posto di Interconnessione AV (Lato Linea Storica)
<b>PL</b>	Passaggio a Livello
<b>PLL</b>	Passaggio a Livello di Linea
<b>PM</b>	Posto Movimento
<b>POM</b>	Postazione Operatore Movimento ubicata al Posto Centrale
<b>POM-E</b>	Postazione Operatore Movimento di Emergenza ubicata nel posto



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
8 di 81

<b>ACRONIMO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
	periferico
<b>POM-R</b>	Postazione Operatore Movimento Remotizzata presso il posto periferico
<b>POMAN</b>	Postazione Operatore Manutenzione
<b>PP / PPF</b>	Posto Periferico / Posto Periferico Fisso (generico)
<b>PP/ACC</b>	Posto Periferico ACCM costituito da un ACC interfacciato direttamente col PCM
<b>PP/ACEI</b>	Posto periferico ACCM costituito da un ACEI interfacciato al PCM mediante GEA.
<b>PP/SPP</b>	Posto Periferico Stazione Porta Permanente
<b>PP/SPP-ACC</b>	Posto Periferico ACCM Stazione Porta Permanente di tipo ACC
<b>PP/SPP-ACEI</b>	Posto Periferico ACCM Stazione Porta Permanente di tipo ACEI
<b>PPM</b>	Posto Periferico Multistazione
<b>PPT</b>	Posto Periferico Tecnologico
<b>PRG</b>	Piano Regolatore Generale
<b>PTE</b>	Portale Trazione Elettrica
<b>PVB</b>	Posto Verifica Boccole
<b>PVS</b>	Protocollo Vitale Standard
<b>QL</b>	Quadro Luminoso



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
9 di 81

<b>ACRONIMO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>QLv/TO</b>	Quadro Luminoso vitale/Terminale Operatore
<b>QS</b>	Quadro Sinottico
<b>RAM</b>	Reliability Availability Maintainability
<b>RCE</b>	Registratore Cronologico degli Eventi
<b>RED</b>	Riscaldamento Elettrico Deviatori
<b>RFI</b>	Rete Ferroviaria Italiana
<b>Rfm</b>	Rivelatore fine manovra
<b>RI</b>	Chiave di Rallentamento
<b>RSC</b>	Ripetizione Segnali Continua
<b>RTB</b>	Rilevatore Temperatura Boccole
<b>RTF</b>	Rilevatore Ruota Frenata
<b>SCC</b>	Sistema Comando Controllo
<b>SCC/M</b>	Sistema di Comando e Controllo per ACC Multistazione
<b>SCMT</b>	Sistema di Controllo Marcia Treni
<b>SDH</b>	Synchronous Digital Hierarchy
<b>SDM</b>	Sistema Diagnostica e Manutenzione ACCM
<b>SdP</b>	Schema di Principio
<b>SIAP</b>	Sistema Integrato di Alimentazione e Protezione



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
10 di 81

<b>ACRONIMO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
<b>SIL4</b>	Safety Integrity Level 4
<b>SST-SCMT</b>	Sottosistema SCMT
<b>STI</b>	Sistema Telecomunicazioni Integrato
<b>STM</b>	Specific Transmission Module
<b>STSI</b>	Sistema di Telefonia Selettiva Integrato
<b>TD</b>	Train Describer
<b>TdP</b>	Terminale di Periferia
<b>TE</b>	Trazione Elettrica
<b>TI</b>	Titolare Interruzione
<b>TO</b>	Terminale Operatore
<b>TP</b>	Tracciato Permanente
<b>TVCC</b>	TeleVisione a Circuito Chiuso
<b>UB</b>	Unità Bloccabili
<b>UM</b>	Ufficio Movimento
<b>UNI</b>	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
<b>USB</b>	Universal Serial Bus

 <p>Infrarail S.r.l. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Via Marsala 41 - 00161 Roma</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST</p>
	<p>FOGLIO 11 di 81</p>

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riporta nel seguito l'elenco delle leggi e dei decreti di carattere generale, assunti come riferimento.

- Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE;
- Direttiva Alluvioni 2007/60/CE;
- D.Lgs. n. 152/2006 - T.U. Ambiente;
- R.D. 25/07/1904, N. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie";
- Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17 gennaio 2018) e relativa circolare n. 7 del 21 gennaio 2019, pubblicata in Gazzetta Ufficiale n. 35/2019;
- "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" della Rete Ferroviaria Italiana RFI DTC SI CS MA IFS 001 E agg. 2023;

Il progetto considera inoltre:

- "Analisi del regime delle piogge intense per la Provincia Autonoma di Trento (Associazione Italiana di Idronomia, relazione tecnico scientifica, aprile 2011)" – Ufficio pianificazione e rilevazione idriche, Provincia Autonoma di Trento.
- Piano Urbanistico Provinciale (Legge Provinciale del 27 maggio 2008, n. 5) e relative Norme di attuazione (Allegato B);
- PGUAP – Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche, D.P.R. 15 febbraio 2006;
- Criteri e metodologia per la redazione e l'aggiornamento delle carte della pericolosità, Nuovo testo coordinato con le modifiche approvato con approvato con delib. G.P. n. 1306 del 4 settembre 2020;
- Carta di sintesi della pericolosità Indicazioni e precisazioni per l'applicazione delle disposizioni concernenti le aree con penalità elevate, medie o basse e le aree con altri tipi di penalità Piano urbanistico provinciale, norme di attuazione (allegato B della l.p. n. 5 del 2008), articoli 14, comma 3, articolo 18, comma 2 Legge



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
12 di 81

provinciale per il governo del territorio l.p. n. 15 del 2015, articolo 22 Nuovo testo coordinato con le modifiche del 18/03/2022.

- Disposizioni tecniche per la predisposizione della Carta di Sintesi della Pericolosità, Nuovo testo coordinato con le modifiche approvato con delib. G.P. n. 1078 del 19 luglio 2019;
- Piano di Protezione Civile Comunale del Comune di Trento, Approvato con deliberazione del Consiglio Comunale n.48 del 17/03/2015 Dicembre 2019;
- Piano Regolatore Generale del Comune di Trento e relative Norme tecniche di attuazione (approvate con modifiche con delib. G.P. n. 1503 del 4 ottobre 2019 e da ultimo aggiornate con le modifiche introdotte a seguito dell'entrata in vigore della "Variante al piano regolatore generale di adeguamento alle prescrizioni del piano di rischio aeroportuale", approvata con deliberazione della Giunta provinciale n. 1536 di data 9 ottobre 2020.

La Provincia Autonoma di Trento è stata recentemente impegnata nella revisione dell'impianto normativo concernente la difesa delle alluvioni in Trentino. Il riassetto normativo che ne discende ha portato alla definizione di nuovi strumenti cartografici, in particolare le Carte della Pericolosità, la Carta di Sintesi della Pericolosità e la Carta Generale dei Rischi che rispondono alla necessità di fornire un quadro di riferimento organico per le attività di pianificazione e trasformazione del territorio.

La cartografia di riferimento per la relazione è la seguente:

- Provincia Autonoma Trento – Carta delle pericolosità.

Fonte: <https://patn.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/> Nome: Pericolosità alluvionali

- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni 2021-2027 (PGRA).

Fonte: <https://sigma.distrettoalpiorientali.it/sigma/download/pgra> Nome: Carta della Pericolosità idraulica

Riquadri interessati: U11/U12/U13/U15/U16/V13/V14/V15

 <p>Infrarail S.r.l. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Via Marsala 41 - 00161 Roma</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: TRATTA TRENTO-BORGIO VALSUGANA EST</p>
	<p style="text-align: right;">FOGLIO 13 di 81</p>

### 3 SCOPO DEL DOCUMENTO

La presente relazione ha come oggetto lo studio idraulico di alcune opere relative al Progetto Esecutivo (PE) della Elettificazione Trento-Bassano del Grappa, LOTTO 1: Tratta Trento-Borgio Valsugana Est.

Si evidenzia che il presente PE ha come oggetto gli interventi strettamente legati all'elettificazione della linea ferroviaria esistente.

Di seguito gli interventi oggetto della presente relazione:

- Abbassamento del piano del ferro 142+900;
- Sovrappasso Povo 138+728;
- SSE Caldonazzo 120+361;
- Sovrappasso Levico 117+362;
- Risoluzione interferenza con fognatura sul sovrappasso Levico 117+362;
- SSE Borgo Valsugana 103+260.

In sintesi, nella presente relazione si riporta:

- la verifica della compatibilità idraulica del progetto di elettificazione (e delle opere conseguenti) secondo gli strumenti normativi vigenti;
- la descrizione e verifica del sistema di drenaggio delle acque.

Si rimanda alla relazione idrologica per la classificazione delle curve di pioggia (I00700EZZRHID0001001A).



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
14 di 81

## 4 PREMESSA

La ferrovia Trento-Bassano del Grappa è una linea a semplice binario a trazione diesel della lunghezza di circa 95 km, attrezzata con Blocco Conta Assi e SSC. La linea è attualmente gestita in telecomando dal Posto Centrale di Verona. Da Trento a Tezze di Grigno rientra nel territorio della Provincia Autonoma di Trento, mentre da Primolano a Bassano nella Regione Veneto.



Figura 4.1: rappresentazione geografica della Linea Trento-Bassano del Grappa.

Le origini della costruzione della linea ferroviaria Trento - Bassano del Grappa - Venezia (detta della Valsugana) risalgono alla prima metà del secolo XIX (1840 circa), quando tutto il territorio interessato era sotto il dominio dell'impero austro-ungarico. Di fatto questo itinerario avrebbe unito il Brennero, e quindi il centro dell'Europa, con il porto di Venezia che rappresentava per gli austriaci un approdo secondario all'Adriatico subalterno al porto di Trieste che era stato da sempre considerato il naturale sbocco al mare dell'Impero. Le conseguenze della Terza guerra d'Indipendenza (1866) cambiarono l'assetto geopolitico della regione portando il Veneto nell'ambito territoriale del Regno d'Italia e dividendo l'onere della costruzione di questa linea ai due stati che intrapresero la costruzione delle rispettive tratte sino al confine politico, posto nelle vicinanze di Tezze di Grigno, che gli austriaci raggiunsero con l'apertura al traffico della loro tratta il 26 aprile

 <p>Infrarail S.r.l. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Via Marsala 41 - 00161 Roma</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST</p>
	<p>FOGLIO 15 di 81</p>

1896 dopo due anni di costruzione. Nel 1877, invece, da parte italiana era stata aperta all'esercizio, dalla Società Italiana per la Ferrovia della Valsugana SIFV (concessionaria per la costruzione e la gestione), la linea di pianura tra Mestre e Bassano e nella prima decade del 1900 la concessionaria cominciò la costruzione della linea che si inerpicava in direzione di Trento con aperture nel 1908 e nel 1909 sino a Carpanè concludendosi nel 1910 sino a Primolano, decretata come la stazione internazionale di confine tra i due Stati. L'apertura al traffico della linea completa risale al 21 luglio del 1910.

Due anni dopo le Ferrovie dello Stato rilevarono la gestione della parte italiana della linea dalla SIFV e, a seguito delle variazioni di confine conseguenti alla Prima Guerra Mondiale, con il passaggio del Trentino all'Italia, la gestione della linea fu unificata e la stazione di Primolano perse la titolarità di stazione internazionale.

La linea negli anni non ha subito particolari ammodernamenti, se non quelli legati all'upgrade dei sistemi di controllo, sino alla seconda metà degli anni Ottanta del secolo scorso quando fu oggetto di una prima parziale elettrificazione nella tratta veneta sino a Bassano del Grappa.

I volumi di traffico sono pari a 48 treni regionali al giorno, secondo uno schema dei servizi che prevede un servizio orario Trento – Bassano del Grappa ed un servizio orario Trento – Borgo Valsugana Est. La velocità della linea è compresa tra i 50 e i 105 km/h ed è costituita da 13 stazioni e 10 fermate.

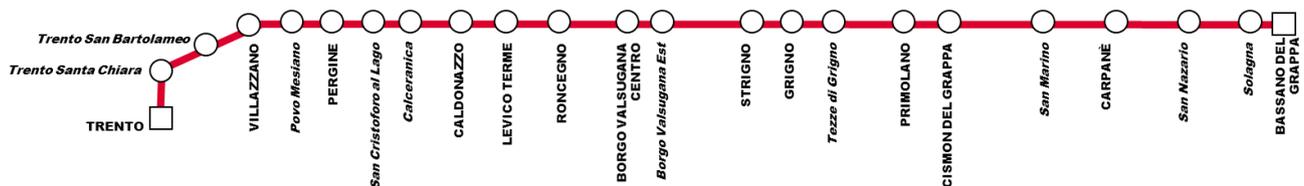


Figura 4.2: rappresentazione grafica delle stazioni e delle fermate lungo la Linea Trento-Bassano del Grappa.

 <p>Infrarail S.r.l. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Via Marsala 41 - 00161 Roma</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST</p>
	<p>FOGLIO 16 di 81</p>

La linea è in categoria:

- C3 per la tratta Trento-Primolano
- C3L, con limitazioni di velocità a 70 km/h per i carri con carico superiore al limite in categoria B2, per la tratta Primolano-Bassano del Grappa.

La linea rispetta la sagoma di riferimento FS ma non risulta classificata ai fini dell'inoltro di carri combinati codificati.

Il progetto prevede l'elettrificazione della Trento-Bassano e costituisce il completamento dell'elettrificazione della rete ferroviaria gestita da RFI in Regione Trentino Alto-Adige citato nell'Accordo Quadro per l'utilizzo della capacità dell'infrastruttura ferroviaria nel territorio della Provincia Autonoma di Trento sottoscritto in data 09/08/2016 tra Provincia Autonoma di Trento e RFI ed è stato richiesto dagli Enti Locali anche in previsione delle Olimpiadi Invernali 2026.

Il progetto di elettrificazione della Linea Trento-Bassano del Grappa è suddiviso in tre lotti funzionali:

- Lotto 1: Trento-Borgo Valsugana Est;
- Lotto 2: Borgo Valsugana Est-Primolano;
- Lotto 3: Primolano-Bassano del Grappa.

Il tratto di linea Borgo Valsugana-Trento, a causa dell'elevata tortuosità presenta pendenze elevate e raggi di curvatura stretti, tali da determinare l'inibizione a transito dei treni merci, come da FL. L'intervento in generale non prevede la risoluzione di questa limitazione.

Per la realizzazione di tutte le opere sono state individuate le seguenti fasi:

- Fase 1: Elaborazione del PFTE di tutto il progetto da Trento a Bassano;
- Fase 2: Elettrificazione da Trento fino a Borgo Valsugana Est;
- Fase 3: Completamento elettrificazione delle tratte rimanenti (eventuale).

Il presente progetto è relativo all'elettrificazione da Trento a Borgo Valsugana Est (lotto 1, fase 2).

 <p>Infrarail S.r.l. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Via Marsala 41 - 00161 Roma</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST</p>
	<p style="text-align: right;">FOGLIO 17 di 81</p>

## 5 INQUADRAMENTO DELL'INTERVENTO

Il presente incarico di progettazione riguarda gli interventi legati alla sola elettrificazione della linea da Trento a Borgo Valsugana Est, che possono essere raccolti nelle seguenti macro-categorie:

- Realizzazione delle sottostazioni elettriche
- Realizzazione della linea di contatto e relativa palificata;
- Interventi sulle opere civili necessari per consentire l'inserimento della linea di contatto
- Interventi sulla piattaforma ferroviaria per consentire l'inserimento della linea di contatto

Nel presente incarico di progettazione sono invece escluse le seguenti attività:

- Verifiche strutturali delle opere di sottobinario, se non strettamente legate all'elettrificazione
- Messa in sicurezza della linea dal punto di vista idraulico, geologico e geotecnico
- Adeguamento strutturale delle gallerie rispetto ad eventuali stati di degrado o problematiche di altra natura, a meno che non strettamente necessario e funzionale all'elettrificazione
- Adeguamento della galleria alle normative sulla sicurezza delle gallerie
- Studi idraulici o geotecnici per la messa in sicurezza di eventuali tratti di linea soggetti alla modifica della livelletta a seguito dell'elettrificazione, posti in aree a rischio o in aree individuate come punti singolari
- Realizzazione di uno stradello pedonale

 <p>Infrarail S.r.l. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Via Marsala 41 - 00161 Roma</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST</p>
	<p style="text-align: right;">FOGLIO 18 di 81</p>

## 5.1 PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO - CARTA DELLE PERICOLOSITÀ

La Provincia Autonoma di Trento è stata recentemente impegnata nella revisione dell'impianto normativo concernente la difesa delle alluvioni in Trentino. Il riassetto normativo che ne discende ha portato alla definizione di nuovi strumenti cartografici, in particolare le Carte della Pericolosità, la Carta di Sintesi della Pericolosità e la Carta Generale dei Rischi che rispondono alla necessità di fornire un quadro di riferimento organico per le attività di pianificazione e trasformazione del territorio.

La G.P. con la deliberazione n. 379 del 18 marzo 2022 ha approvato l'aggiornamento dell'Allegato C della delib. 1317 del 4 settembre 2020 recante Indicazioni e precisazioni per l'applicazione delle disposizioni concernenti le aree con penalità elevate, medie o basse e le aree con altri tipi di penalità. La Carta di Sintesi della Pericolosità è uno degli elementi costituenti il Piano Urbanistico Provinciale PUP e ha il compito di individuare le aree caratterizzate da diversi gradi di penalità ai fini dell'uso del suolo, in ragione della presenza dei pericoli idrogeologici, valanghivi, sismici e d'incendio boschivo, descritti nelle Carte della Pericolosità (articolo 10 della legge provinciale 1 luglio 2011, n. 9 e articolo 14 dalle legge provinciale 27 maggio 2008, n.5).

I contenuti della carta di sintesi della pericolosità possono essere come di seguito riassunta

<p><b>1</b>      <b>Contenuti e base cartografica della Carta di sintesi della pericolosità</b></p> <p>L'articolo 14, comma 1, delle norme di attuazione del nuovo Piano urbanistico provinciale stabilisce che la carta di sintesi della pericolosità, disciplinata dalla legge urbanistica, è approvata dalla Giunta provinciale tenuto conto delle carte della pericolosità previste dalla vigente normativa in materia di protezione civile e di servizi antincendi ed è soggetta ad aggiornamenti periodici. A tal riguardo essa individua in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) le aree con penalità elevate;</li> <li>b) le aree con penalità medie;</li> <li>c) le aree con penalità basse;</li> <li>d) le aree con altri tipi di penalità.</li> </ul> <p>La Carta di sintesi della pericolosità rappresenta per le diverse aree la penalità più gravosa che risulta dalla sovrapposizione delle penalità determinate dai vari fenomeni.</p> <p>La base cartografica per la contestualizzazione della Carta di sintesi della pericolosità è la Carta tecnica provinciale in vigore.</p>
---



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
19 di 81

## 5.2 PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA 2021 – 2027)

La Direttiva Alluvioni 2007/60/CE istituisce un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni. In questo contesto l'Unione Europea ha richiamato la necessità di osservare alcuni principi basilari per gestire il rischio: solidarietà, integrazione, proporzionalità, sussidiarietà, migliori pratiche, sostenibilità e partecipazione. Principio di solidarietà, per trovare una equa ripartizione delle responsabilità, per mitigare una condizione di pericolo e rischio. Principio di integrazione tra la Direttiva Alluvioni e la Direttiva Acque 2000/60/CE, quale strumento per una gestione integrata dei bacini idrografici, sfruttando le reciproche potenzialità e sinergie nonché benefici comuni. Migliori pratiche e migliori tecnologie disponibili, per valutare le possibili criticità del territorio e mitigare le conseguenze di una possibile alluvione. Principi di proporzionalità e sussidiarietà, per garantire un elevato grado di flessibilità a livello locale e regionale, in particolare per l'organizzazione delle strutture e degli uffici. Sostenibilità dello sviluppo, per promuovere politiche comunitarie di livello elevato per la tutela ambientale (principio riconosciuto nella carta europea dei diritti fondamentali dell'UE). Partecipazione attiva, da promuovere presso i portatori d'interesse. Il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) va aggiornato ogni 6 anni. Il Piano è caratterizzato da scenari di allagabilità e di rischio idraulico su tre differenti tempi di ritorno (30, 100, 300 anni). La mitigazione del rischio è stata affrontata interessando, ai vari livelli amministrativi, le competenze proprie sia della Difesa del Suolo (pianificazione territoriale, opere idrauliche e interventi strutturali, programmi di manutenzioni dei corsi d'acqua), sia della Protezione Civile (monitoraggio, presidio, gestione evento e post evento), come stabilito dal D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva Alluvioni.

Tra gli scopi del PGRA significativa è la finalità di assicurare la necessaria sinergia tra le diverse discipline e azioni proprie della Protezione civile e quelle della pianificazione di bacino, tenendo conto che i temi trattati dai piani di protezione civile e dalla pianificazione (Piani di Assetto Idrogeologico o PAI e piani urbanistico- territoriali) pur correlati, agiscono su scenari di riferimento ed applicazione spazio-temporale profondamente diversi. I primi fondati su azioni di brevissimo periodo, i secondi caratterizzati da azioni ad elevata inerzia (spazio-temporale).



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
20 di 81

La politica nella gestione del rischio da alluvione che è emersa dal confronto con i portatori di interesse (nei diversi livelli illustrati nel documento di Piano) e che il PGRA ha inteso rappresentare, può essere colta attraverso l'importanza che il Piano ha attribuito alle misure di mitigazione non strutturale, non più considerate di carattere complementare, ma principali ed integrate, se necessario, dalle tradizionali misure strutturali già previste in gran parte dai piani di bacino e dai PAI. Da queste considerazioni deriva la necessità di stabilire un articolato processo d'integrazione attraverso il quale disporre la continuità nelle fasi di pianificazione e attuazione delle misure di mitigazione. Tale processo di integrazione deve essere sinergico con l'analogo aggiornamento del PAI e biunivocamente ad esso collegato in un contesto di evidente e necessaria reciprocità. Per queste motivazioni è stata individuata, nell'ambito del PGRA, una specifica misura (non strutturale) di prevenzione a scala distrettuale per cui, entro tre anni dall'adozione del PGRA, fatti salvi gli strumenti già predisposti nell'ambito della pianificazione di bacino in attuazione della normativa previgente, i Piani stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini componenti il distretto idrografico delle Alpi Orientali, si coordinano con i contenuti conoscitivi del Piano di Gestione e apportano, ove necessario, i conseguenti aggiornamenti. Nel contesto di un chiarimento dei ruoli dei diversi strumenti di pianificazione il PGRA non costituisce automatica variante dei PAI - dei bacini componenti il distretto idrografico delle Alpi Orientali - che continuano a costituire riferimento per gli strumenti urbanistici di pianificazione e gestione del territorio, nonché per la pianificazione di settore che consideri l'assetto idrogeologico del territorio. Allo stesso modo, le modifiche dei PAI costituiscono elementi di aggiornamento periodico della cartografia del Piano di gestione, laddove l'Autorità di bacino ne riscontri la coerenza tecnica. In tali casi, gli aggiornamenti del Piano di Gestione avvengono nel rispetto delle forme di pubblicità previste per le modifiche dei PAI dei bacini componenti il distretto idrografico delle Alpi Orientali. Analogamente, con riferimento all'integrazione con le funzioni e attività di Protezione civile, il PGRA individua la misura di preparazione che prevede l'aggiornamento dei piani di emergenza. In tal senso, è stabilito che gli enti territorialmente interessati si conformano al Piano di gestione predisponendo o adeguando, nella loro veste di organi di protezione civile, per quanto di competenza, i

 <p>Infrarail S.r.l. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Via Marsala 41 - 00161 Roma</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST</p>
	<p style="text-align: right;">FOGLIO 21 di 81</p>

piani urgenti di emergenza. A tal fine, le mappe di allagabilità e del rischio di alluvioni elaborate nello scenario di elevata probabilità (tempo di ritorno: 30 anni) costituiscono elementi di utile riferimento per l'aggiornamento della pianificazione regionale, provinciale e comunale in materia di protezione civile.

Aggiornamenti:

- 18.03.2022 Conferenza Istituzionale Permanente

La Conferenza Istituzionale Permanente del 18 marzo 2022 con Delibera n°2 del 18 marzo 2022 ha preso atto della correzione dell'errore materiale presente nell'allegato V "Norme Tecniche di Attuazione" del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) dell'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali, che sostituisce i commi 3 e 5 dell'articolo 16 delle Norme Tecniche di Attuazione e rettifica l'allegato B alle norme medesime.

- 04.02.2022 Pubblicazione in G.U.R.I. della Delibera di Adozione del Piano

La Conferenza Istituzionale Permanente con Delibera n° 3 del 21 dicembre 2021 ha adottato il primo aggiornamento del Piano di gestione del rischio di alluvioni per il periodo 2021-2027. L'avviso di adozione è pubblicato in G.U. n. 29 di oggi 4 febbraio 2022. La documentazione di piano è consultabile e scaricabile sul sito istituzionale dal 22 dicembre 2021.

### **5.2.1 Mappe di allagabilità, pericolosità e rischio**

L'art. 6 della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE (Floods Directive – FD) stabilisce che gli Stati Membri (Member States – MS) predispongano, a livello di distretto idrografico o unità di gestione, mappe di pericolosità da alluvione e mappe del rischio di alluvioni, nella scala più appropriata per le aree a rischio potenziale significativo di alluvione (APSFR) individuate ai sensi dell'art. 5, paragrafo 1. Le APSFR riportate (reporting) alla Commissione Europea (CE) sono state definite nell'ambito della revisione e aggiornamento della Valutazione Preliminare che ha segnato l'inizio del II ciclo di gestione. Le informazioni ad esse associate, relative ai fenomeni di colate detritiche ed



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
22 di 81

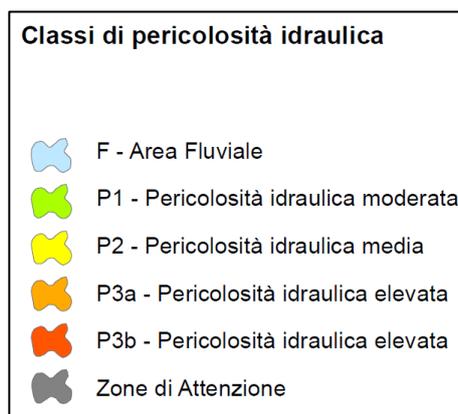
alluvioni torrentizie, sono state utilizzate per integrare le aree allagate già pubblicate nel precedente ciclo di gestione. Le mappe riportanti le classi di pericolosità idraulica sono quindi il risultato di elaborazioni effettuate sulle informazioni (allagamenti storici e tiranti idraulici) già pubblicate nel Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni vigente e quelle nuove legate al reticolo montano e pedemontano dei corsi d'acqua del Distretto. Per la restante parte di rete, che allo stato attuale non è stata indagata, non può essere esclusa la presenza di condizioni di criticità idraulica.

Al fine di promuovere, attraverso il PGRA, il processo di uniformazione dei vari strumenti di pianificazione (PAI) esistenti nell'area distrettuale, la relazione metodologica di cui è stato preso atto nella deliberazione n. 6 del 20.12.2019, prevede, peraltro, che la determinazione della pericolosità sia aggiornata in fase di progetto di piano per le porzioni di territorio che possono essere interessate dall'occupazione delle acque esterne all'area fluviale, ovvero per quelle aree che possono essere inondate conseguentemente al sormonto spondale e/o al cedimento delle arginature durante eventi di piena di assegnata probabilità di accadimento.

La matrice di classificazione della pericolosità risultante (metodo BUWAL) individua quindi, sulla base dei criteri idraulici sopra descritti, tre classi di pericolo, moderato P1, medio P2 ed elevato P3. Inserisce inoltre la classificazione in P3 delle zone contigue a difese arginali che in passato sono state sede di eventuali rotte e/o versano in cattivo stato di manutenzione (criterio storico-geometrico), nonché in presenza di fenomeni di erosione spondale, segnalate dalle Amministrazioni e/o già presenti nei PAI; sono assimilati alla medesima classe i laghetti di cava. Introduce infine la classificazione in P1 delle aree storicamente allagate, nelle aree a scolo meccanico, delle aree soggette a ristagno, nelle aree soggette a risalita della falda freatica e ruscellamento. La metodologia proposta prevede, inoltre, di associare agli eventi caratterizzati da bassa probabilità di accadimento un livello di pericolosità moderato P1, fatta eccezione per le situazioni particolari, descritte in

 <p>Infrarail S.r.l. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Via Marsala 41 - 00161 Roma</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST</p>
	<p style="text-align: right;">FOGLIO 23 di 81</p>

precedenza, in cui la classificazione sarà invece in P3. Vale la pena evidenziare che i criteri sopra elencati consentono di ben riproporre a parità di condizioni idrologiche in ingresso e di strumento modellistico utilizzato (2D) le classificazioni di pericolosità dei PAI degli ex bacini nazionali.



*Figura 5.1: Carta delle pericolosità idraulica – Classi di pericolosità*

### **5.3 ANALISI DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO**

Lo studio di compatibilità idraulica è necessario per valutare e certificare l'ammissibilità delle previsioni urbanistiche rispetto alla pericolosità idraulica dei luoghi, ovvero è volto a riscontare che non sia aggravato il livello di rischio idraulico esistente, né pregiudicata la riduzione anche futura di tale livello. La verifica di compatibilità idraulica deve pertanto valutare l'ammissibilità degli interventi di trasformazione, considerando le interferenze con le pericolosità idrauliche presenti e la necessità di prevedere interventi per la mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione della specifica pericolosità. Le norme contemplano altresì la previsione delle misure compensative, rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica della trasformazione.

L'analisi idraulica fa ad ogni modo sempre riferimento agli strumenti di pianificazione territoriale in vigore, in particolare i piani di settore di riferimento che per la zona in esame sono:

- Provincia Autonoma Trento – Carta delle pericolosità.
- Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA).



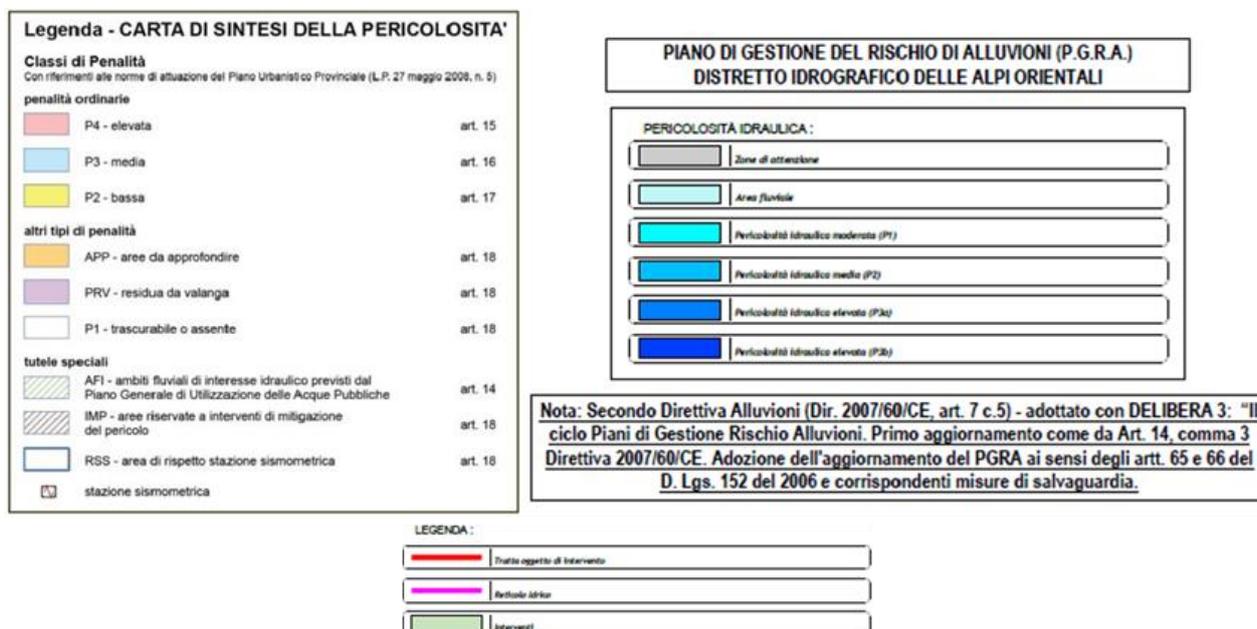
Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
24 di 81

Le opere oggetto di intervento ricadono in alcune zone a pericolosità idraulica classificate a diverse probabilità di alluvione. In ogni caso le opere di progetto non devono modificare le dinamiche idrauliche, peggiorare l'officiosità idraulica delle infrastrutture, semmai migliorarne lo stato dell'arte con interventi di efficientamento e mitigazione.

Di seguito le legende per la lettura delle carte delle pericolosità (Provincia Autonoma Trento) e per il piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA):



L'allegato V delle Norme tecniche di attuazione dell'aggiornamento e revisione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (Distretto Alpi Orientali) definisce quanto segue:



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
25 di 81

## Art. 14

### ARTICOLO 14 – AREE CLASSIFICATE A PERICOLOSITÀ MODERATA (P1)

1. Nelle aree classificate a pericolosità moderata P1 possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P3A, P3B, P2 secondo le disposizioni di cui agli articoli 12 e 13, nonché gli interventi di ristrutturazione edilizia di edifici.
2. L'attuazione degli interventi e delle trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia previsti dai piani di assetto e uso del territorio vigenti alla data di adozione del Piano e diversi da quelli di cui agli articoli 12 e 13 e dagli interventi di ristrutturazione edilizia, è subordinata alla verifica della compatibilità idraulica condotta sulla base della scheda tecnica allegata alle presenti norme (**All. A punti 2.1 e 2.2**) solo nel caso in cui sia accertato il superamento del rischio specifico medio R2.
3. Le previsioni contenute nei piani urbanistici attuativi che risultano approvati alla data di adozione del Piano si conformano alla disciplina di cui al comma 2.
4. Tutti gli interventi e le trasformazioni di natura urbanistica ed edilizia che comportano la realizzazione di nuovi edifici, opere pubbliche o di interesse pubblico, infrastrutture, devono in ogni caso essere collocati a una quota di sicurezza idraulica pari ad almeno 0,5 m sopra il piano campagna. Tale quota non si computa ai fini del calcolo delle altezze e dei volumi previsti negli strumenti urbanistici vigenti alla data di adozione del Piano.

Gli interventi in oggetto sono opere di interesse pubblico, puntuali che non comportano una riduzione della capacità di invaso e soprattutto sono opere non delocalizzabili. Inoltre, non costituiscono ostacolo al deflusso, non pregiudicano la possibilità di sistemazione idraulica definitiva dell'area, assicurano il mantenimento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area e la sicurezza delle opere di difesa esistenti e non producono effetti né in termini di modifica di deflussi idrici, né in termini di squilibrio degli attuali bilanci della risorsa idrica (prelievi e scarichi).

Per quanto sopraccitato, è possibile affermare che le opere in progetto risultano idraulicamente compatibili con le norme in vigore attualmente.

Di seguito la classificazione della pericolosità per intervento.



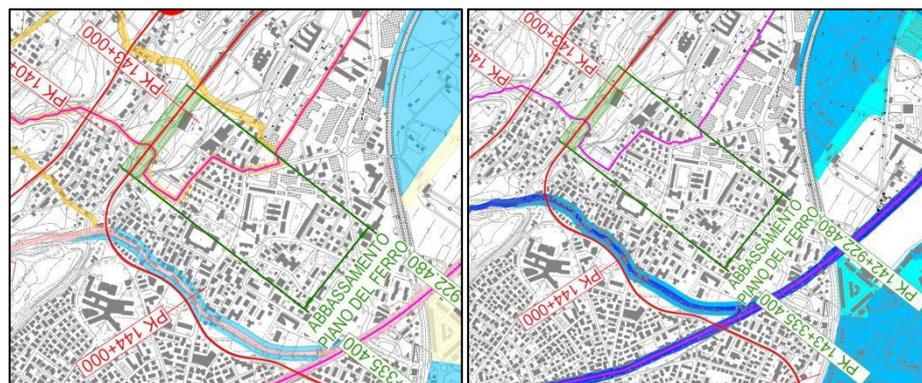
Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
26 di 81

### 5.3.1 Abbassamento del piano del ferro 142+900

Di seguito gli estratti dei piani della carta delle pericolosità della Provincia Autonoma di Trento e del piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA):



L'abbassamento del piano del ferro interessa aree APP "aree da approfondire".

L'adunanza del 09 Giugno 2023 della giunta provinciale, ha espresso il seguente rilievo:

**Trento: Abbassamento del piano ferro Km 142+900:**

L'intervento interessa aree APP "aree da approfondire" da **reticolo** della CSP. Anche in questo caso è necessario integrare il progetto con uno **studio asseverato che attesti la compatibilità dell'intervento con l'assetto del corso d'acqua.**

Rilevato quanto sopra l'intervento in oggetto NON necessita di autorizzazione ai sensi del capo IV delle nda del PUP ma **deve essere integrato con i necessari studi asseverati (cfr. Allegato C della deliberazione 379/2022) e con la dichiarazione che gli interventi relativi alla mera elettrificazione della linea di contatto rientrano tra i casi di esclusione dall'applicazione delle norme di cui al capo IV delle NDA del PUP (lettera j del punto 5 dell'allegato C della delibera 379/2022).**

Gli interventi in oggetto sono opere di interesse pubblico, puntuali che non comportano una riduzione della capacità di invaso e soprattutto sono opere non delocalizzabili. Inoltre, non costituiscono ostacolo al deflusso, non pregiudicano la possibilità di sistemazione idraulica definitiva dell'area, assicurano il mantenimento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area e la sicurezza delle opere di difesa esistenti e non producono effetti né in termini di modifica di deflussi idrici, né in termini di squilibrio degli attuali bilanci della risorsa idrica (prelievi e scarichi).

Gli interventi relativi alla mera elettrificazione della linea di contatto rientrano tra i casi di esclusione dell'applicazione delle norme di cui al capo IV delle NDA del PUP



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

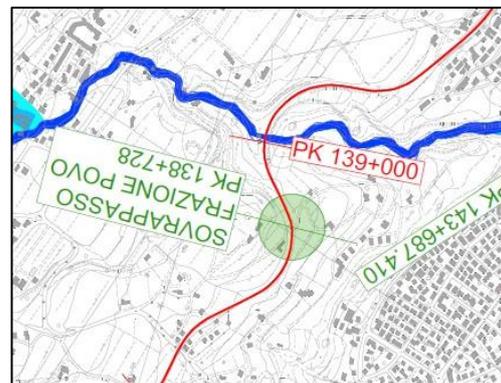
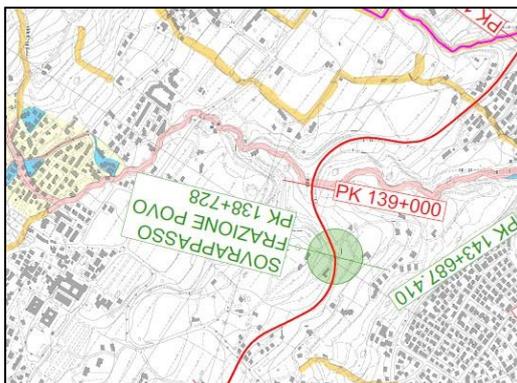
FOGLIO  
27 di 81

lettera j del punto 5 dell'allegato C della delibera 379/2022, di cui si riporta uno stralcio:

j) manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture per la mobilità esistenti con consolidamento di rampe e scarpate e sistemazione, rettifica e adeguamento della sezione viaria, compresa la regimazione delle acque mediante cunette e drenaggi, la sistemazione di parapetti o barriere antirumore;

### 5.3.2 Sovrappasso Povo 138+728

Di seguito gli estratti dei piani della carta delle pericolosità della Provincia Autonoma di Trento e del piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA):



Il sovrappasso di Povo non ricade in aree di pericolosità.



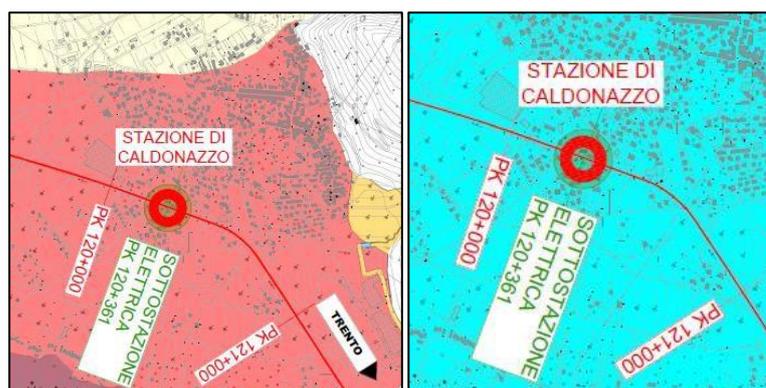
Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
28 di 81

### 5.3.3 SSE Caldonazzo 120+361

Di seguito gli estratti dei piani della carta delle pericolosità della Provincia Autonoma di Trento e del piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA):



La SSE di Caldonazzo ricade in aree a pericolosità residuale bassa (HR2) e pericolosità moderata (P1). Poiché a tali aree la pianificazione territoriale associa tiranti idrici massimi attesi pari a 0.50 m, il fabbricato della SSE e tutte le apparecchiature sensibili di piazzale sono da realizzarsi a quota minima +0.50 m dal piano campagna (Art. 14, Allegato V, Norme tecniche di attuazione PGRA).

Il piazzale è stato ubicato ad una quota di +0.60 m rispetto al P.C., inoltre, i fabbricati sono ubicati ad una quota di +0.10 m rispetto al piazzale; pertanto, risulta un franco rispetto alla quota di sicurezza idraulica pari a 0.20 m. Di seguito le quote di riferimento:

- Q media P.C = 467.00 m slm
- Q Piazzale = 467.60 m slm
- Q Edifici = 467.70 m slm
- Franco rispetto alla quota di sicurezza idraulica = 0.20 m



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
29 di 81

### 5.3.4 Sovrappasso Levico 117+362

Di seguito gli estratti dei piani della carta delle pericolosità della Provincia Autonoma di Trento e del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA):



Il sovrappasso Levico ricade in aree a pericolosità bassa P1 secondo il PGRA e pericolosità moderata P2 secondo la Carta di Sintesi.

Il rinnovamento del sovrappasso non comporterà l'abbassamento di quello attuale; pertanto, le condizioni ante- operam e post-operam rimangono le stesse. L'intervento in progetto, quindi, risulta compatibile in quanto non altera lo stato dei luoghi soggetto a esondazioni di tipo non torrentizio.

L'adunanza del 09 Giugno 2023 della giunta provinciale, ha espresso il rilievo di seguito riportato:

#### Elettrificazione - Opere civili:

##### Levico: Sovrappasso - Levico km 117+362.

L'intervento ricade in area P2 "Aree con penalità medie" di tipo **torrentizio**. In ragione a quanto dettato dall'articolo 17 delle NdA del Piano urbanistico provinciale (PUP) e a quanto precisato dall'allegato C alla deliberazione sopra richiamata la relazione tecnica che attesta la compatibilità dell'intervento deve essere **asseverata** dal tecnico incaricato secondo le modalità descritte al capitolo 3 dell'allegato richiamato.

Alla presente relazione tecnica sono correlate le asseverazioni di cui agli allegati C1 e C2.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
30 di 81

### 5.3.5 SSE Borgo Valsugana 103+260

Di seguito gli estratti dei piani della carta delle pericolosità della Provincia Autonoma di Trento e del piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA):



La SSE di Borgo Valsugana ricade in aree a pericolosità residuale bassa (HR2) e pericolosità moderata (P1). Poiché a tali aree la pianificazione territoriale associa tiranti idrici massimi attesi pari a 0,50m, il fabbricato della SSE e tutte le apparecchiature sensibili di piazzale sono da realizzarsi a quota minima +0.50m dal piano campagna (Art. 14, Allegato V, Norme tecniche di attuazione PGRA).

Il piazzale è stato ubicato ad una quota di +0.70 m rispetto al P.C., inoltre i fabbricati sono ubicati ad una quota di +0.10 m rispetto al piazzale; pertanto, risulta un franco rispetto alla quota di sicurezza idraulica pari a 0.30 m. Di seguito le quote di riferimento:

Q media P.C = 389.80 m slm

Q Piazzale = 390.50 m slm

Q Edifici = 390.60 m slm

Franco rispetto alla quota di sicurezza idraulica = 0.30 m



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
31 di 81

## 5.4 IDROLOGIA

Nel seguente capitolo si richiamano i valori delle curve di possibilità pluviometrica utilizzati, l'analisi eseguita è riportata ampiamente nella relazione idrologica associata, elaborato I00700EZZRHID0001001A.

Nell'ambito dello studio idrologico vengono stimati i parametri della legge di possibilità pluviometrica per i differenti tempi di ritorno al fine di calcolare, mediante un modello di trasformazione afflussi-deflussi, le portate di progetto che interessano i manufatti idraulici.

I tempi di ritorno (Tr) prescritti dal Manuale di Progettazione ferroviaria variano infatti a seconda del tipo di intervento:

- Drenaggio della piattaforma (cunetta, tubazioni):

	Tr [anni]
Linea ferroviaria	100
Deviazione stradali	25

- Impianti dispersione:

	Tr [anni]
Imp. Dispersione	50

Bacino	Progressiva [km]	ID luogo	Tr
Adige	142+900	Abbassamento piano del ferro	100 anni
	138+728	Sovrappasso frazione Povo	25 anni
Brenta - Bacchiglione	120+361	SSE Caldonazzo - Fabbriato	50 anni
	117+362	Sovrappasso Levico	25 anni
	103+260	SSE Borgo Valsugana - Piazzale	50 anni

Visti i parametri dei tempi di ritorno (Tr) prescritti dal Manuale di Progettazione ferroviaria a seconda del tipo di manufatto idraulico verranno utilizzate, per la determinazione delle portate, le curve ricavate dall'elaborazione statistica delle



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
32 di 81

registrazioni pluviometriche delle stazioni considerate (T0129 Trento Laste, T0010 Levico Terme e T0222 Borgo Valsugana).

Di seguito la tabella riassuntiva con i valori di a e n, per tempi maggiori e inferiori a 1 ora, per Tr = 25, 50, 100, 200 anni ricavati dall'elaborazione statistica delle registrazioni pluviometriche delle stazioni:

Tabella riepilogativa valori a, n (t>1h e t<1h) per intervento.								
Bacino	Progressiva	Intervento	Stazione Rif.	Tr	t>1h		t<1h	
					a	n	a	n
Adige	142+900	Abbassamento piano del ferro	T0129 Trento (Laste)	25	35.801	0.3918	41.284	0.4442
				50	39.893	0.3892	45.804	0.4444
				100	43.955	0.3871	50.290	0.4445
				200	48.002	0.3853	54.760	0.4447
Adige	138+728	Sovrappasso frazione Povo	T0129 Trento (Laste)	25	35.801	0.3918	41.284	0.4442
				50	39.893	0.3892	45.804	0.4444
				100	43.955	0.3871	50.290	0.4445
				200	48.002	0.3853	54.760	0.4447
Brenta - Bacchiglione	120+361	SSE Caldonazzo - Fabbriato	T0010 Levico (Terme)	25	56.593	0.3508	55.272	0.4068
				50	64.283	0.3481	62.491	0.4083
				100	71.916	0.3459	69.656	0.4094
				200	79.916	0.3441	76.795	0.4104
Brenta - Bacchiglione	117+362	Sovrappasso Levico	T0010 Levico (Terme)	25	56.593	0.3508	55.272	0.4068
				50	64.283	0.3481	62.491	0.4083
				100	71.916	0.3459	69.656	0.4094
				200	79.916	0.3441	76.795	0.4104
Brenta - Bacchiglione	103+260	SSE Borgo Valsugana - Piazzale	T0222 Borgo Valsugana	25	37.782	0.4056	46.689	0.4049
				50	42.123	0.4060	52.509	0.4062
				100	46.433	0.4064	58.286	0.4073
				200	50.726	0.4067	64.042	0.4081



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
33 di 81

## 6 SISTEMA DI DRENAGGIO

Il progetto in essere necessita di varie opere idrauliche che bisogna dimensionare e verificare adeguatamente.

Il dimensionamento degli elementi costituenti il sistema di raccolta e smaltimento delle acque è differente per ciascuna opera, la procedura può essere riepilogata con i seguenti passi:

- Individuazione delle curve di possibilità pluviometrica (Analisi idrologica);
- Calcolo delle portate generate dalla precipitazione meteorica (Metodo di trasformazione afflussi/deflussi);
- Dimensionamento e verifica degli elementi di raccolta delle acque.

In questo capitolo si descrive la metodologia di verifica impiegata per i vari elementi del sistema di drenaggio.

### 6.1 METODO RAZIONALE O DELLA CORRIVAZIONE

Nel presente paragrafo, si riportano alcuni richiami di teoria riguardanti il metodo utilizzato per il calcolo delle portate, ovvero il metodo razionale. Quest'ultimo è rigoroso sotto le seguenti ipotesi:

- intensità di precipitazione uniforme nello spazio e costante nel tempo;
- coefficiente di deflusso costante durante l'evento ed indipendente dall'intensità di precipitazione;
- modello lineare stazionario di trasformazione afflussi-deflussi;
- portata nulla all'istante iniziale.

Il metodo della corrivazione, detto anche modello cinematico o metodo aree-tempi, considera prevalenti nel bacino i fenomeni di traslazione dell'acqua. Il bacino è schematizzato come un insieme di canali lineari e si assume come ipotesi di base che il tempo impiegato dalla precipitazione efficace per raggiungere la sezione di chiusura a partire da un generico punto del bacino è invariante e dipende soltanto dalla posizione del punto di origine. Ne consegue che esiste un tempo di base  $t_0$ , che nel caso specifico



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
34 di 81

è denominato tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino, definito come il tempo necessario alla particella d'acqua che cade nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino.

Per tale modello si assume anche che si possa suddividere il bacino in un numero di linee, dette isocorrive, delimitate da linee che uniscono i punti di uguale tempo di corrivazione rispetto alla sezione di chiusura. Inoltre, per l'ipotesi di linearità e stazionarietà, è possibile considerare la portata nella sezione di chiusura in un generico istante come somma dei contributi delle diverse linee isocorrive, opportunamente traslati nel tempo per tenere conto del tempo di corrivazione di ciascuna fascia.

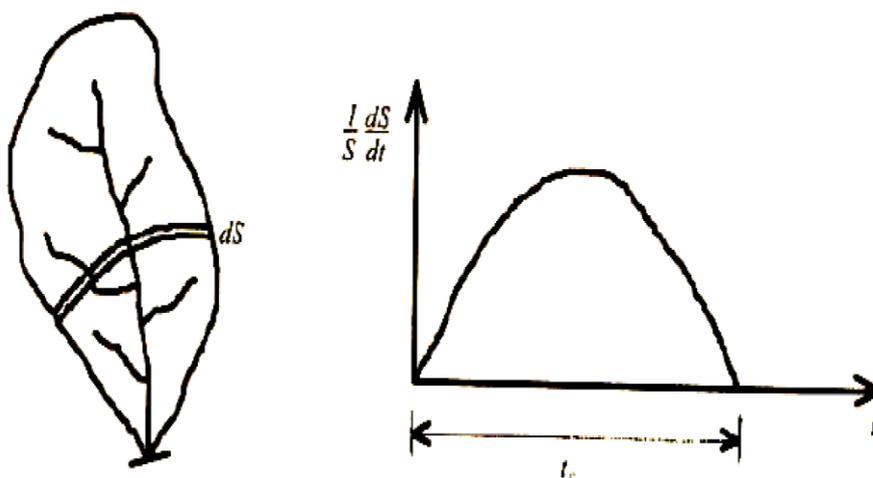


Figura 6.1: Rappresentazione del bacino e del relativo IUH (CSDU)

L'IUH va dedotto dalla cosiddetta curva cumulata aree-tempi  $S = s(t)$  del bacino; essa rappresenta le aree  $S_i$  del bacino comprese tra la sezione di chiusura e la linea isocorriva relativa al generico tempo  $t$  di corrivazione. La curva  $s(t)$  è quindi una curva crescente dall'origine al punto di coordinate  $(S, t_c)$  essendo  $S$  la superficie complessiva del bacino.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
35 di 81

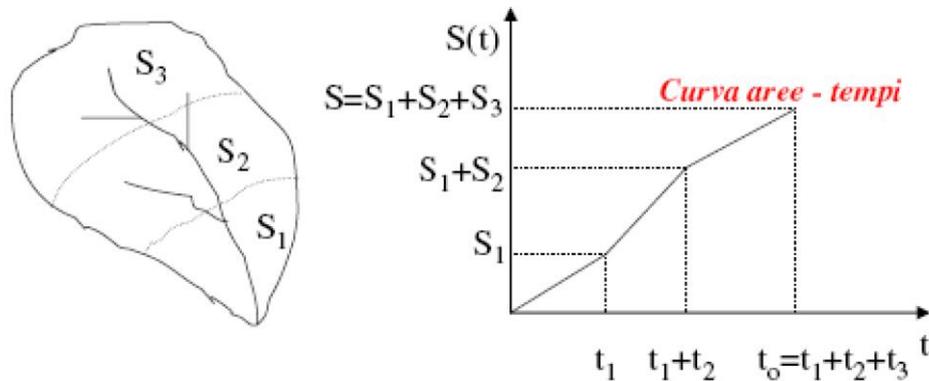


Figura 6.2: Curva aree-tempi per un bacino delimitato dalla sezione di chiusura

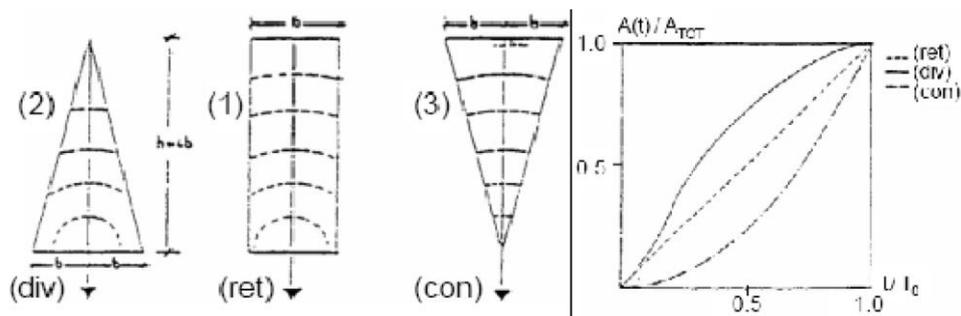


Figura 6.3: Curva aree-tempi diverse per uno stesso bacino, delimitato dalla sezione di chiusura

Per i bacini serviti da una rete di drenaggio artificiale la costruzione della curva aree-tempi è abbastanza semplice, se si ammette, seguendo la metodologia tradizionale che i tempi di corrivazione siano legati ai tempi impiegati dalle acque a percorrere i singoli tronchi della rete.

I tempi di traslazione in rete possono infatti essere stimati approssimativamente pari al rapporto tra la lunghezza di ogni tronco e la velocità  $V_{u,i}$ , di moto uniforme in condizioni di massimo riempimento.

Partendo dalla sezione di chiusura e risalendo verso monte, seguendo il percorso più lungo della rete fognaria, si debbono quindi cumulare i tempi di percorrenza dei singoli tronchi e le rispettive superfici scolanti.

Il tempo di corrivazione si determina quindi mediante la seguente formula:

 <p>Infrarail S.r.l. Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane Via Marsala 41 - 00161 Roma</p>	<p>PROGETTO ESECUTIVO ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA LOTTO 1: TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST</p>
	<p style="text-align: right;">FOGLIO 36 di 81</p>

$$t_c = t_a + t_r$$

dove:

- $t_a$  è il tempo di entrata in rete, ossia il tempo massimo necessario alle gocce d'acqua per raggiungere la rete di drenaggio dal punto di caduta; esso è generalmente funzione della densità della rete di drenaggio e della natura delle superfici scolanti;
- $t_r$  è il tempo di traslazione lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo.

Ottenuta la curva aree-tempi del bacino, si può procedere al calcolo dell'idrogramma prodotto da una generica pioggia  $p(t)$  considerando una schematizzazione alle differenze finite con intervallo temporale  $\Delta t$  sufficientemente breve. Nel caso in esame, considerata l'estensione limitata dei bacini di drenaggio di ogni collettore e dell'estensione delle reti, si è proceduto approssimando la curva area-tempi dei bacini ad una retta e il modello utilizzato risulta perciò semplificato, ma cautelativo. Il tempo di corrivazione utilizzato è quindi unico ed è stato considerato pari a 5 min. Sarà, dunque, necessario utilizzare le curve di possibilità pluviometrica per tempi di pioggia minori di un'ora.

Noto il tempo di corrivazione, la formula razionale per la previsione della portata di massima piena è direttamente dedotta dal metodo cinematico, nell'ipotesi che la durata di pioggia critica sia pari al tempo di corrivazione  $t_c$ : infatti, se la durata della precipitazione fosse inferiore a  $t_c$ , solo una parte del bacino contribuirebbe alla formazione della portata, che risulterebbe pertanto di minore entità. Viceversa, se la durata dell'evento fosse maggiore di  $t_c$ , l'intensità della pioggia sarebbe minore e quindi il colmo di piena meno intenso. Nella Figura 6.4 è riportato uno schema del funzionamento del modello cinematico con tre eventi di precipitazione di durata, rispettivamente, minore, uguale e maggiore del tempo di corrivazione.

Si noti come per un tempo di pioggia pari a quello di corrivazione, l'idrogramma di piena assuma la forma triangolare.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
37 di 81

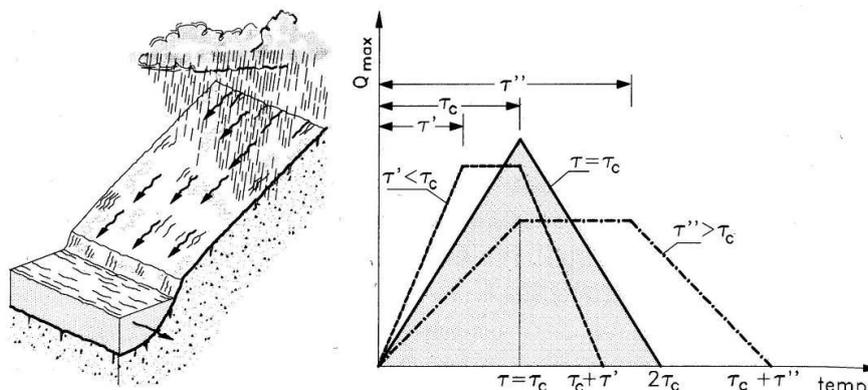


Figura 6.4: Modello cinematico: idrogramma di piena per differenti durate di precipitazioni

Nota la curva di possibilità pluviometrica per il tempo di ritorno  $T_r$  prefissato, la massima portata di piena può essere calcolata per ogni sezione di progetto procedendo da monte verso valle, determinando per ciascuna di esse l'area drenata ed il tempo di corrivazione. La formula da impiegare per il calcolo è la seguente:

$$Q_c = \frac{\Psi \cdot h \cdot A}{t_c}$$

dove:

- $Q_c$  è la portata da smaltire calcolata per una durata di pioggia pari a  $t_c$ , in  $m^3/s$ ;
- $A$  è la superficie dell'area afferente, in  $m^2$ ;
- $\Psi$  è il coefficiente di deflusso, parametro minore dell'unità tramite il quale si tiene globalmente conto delle perdite del bacino (infiltrazione nel terreno, ritenzione nelle depressioni superficiali, ecc.) a causa delle quali la portata al colmo è minore della portata di pioggia;
- $h$  è l'altezza di precipitazione, individuata a partire dalle curve di probabilità pluviometrica, calcolata per una durata di pioggia pari a  $t_c$ , in mm.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
38 di 81

## 6.2 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Definiti i parametri pluviometrici e il metodo di trasformazione afflussi/deflussi, si effettua il dimensionamento delle opere idrauliche in progetto. La verifica idraulica viene effettuata valutando le altezze idriche e le velocità relative alle portate di progetto tramite l'espressione di Chezy e l'equazione di continuità:

$$V = \chi \sqrt{R_i i_{coll}}$$

$$Q_{max} = A_b V$$

Il coefficiente di scabrezza  $\chi$  è stato valutato, in questa sede, secondo la formula di Gaukler-Strickler:

$$\chi = K_s R_i^{1/6}$$

ottenendo:

$$Q_{max} = A_b K_s R_i^{2/3} i_{coll}^{1/2}$$

dove:

- $Q_{max}$  è la massima portata smaltibile dal collettore, in m<sup>3</sup>/s;
- $A_b$  è la sezione idrica, in m<sup>2</sup>;
- $i_{coll}$  è la pendenza media del collettore, in m/m;
- $R_i$  è il raggio idraulico, pari al rapporto tra sezione idrica e perimetro bagnato, in m;
- $K_s$  è il coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler [m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup>] che dipende dalle caratteristiche del materiale utilizzato.

In base alle relazioni di cui sopra, è possibile verificare le differenti opere idrauliche, tenendo conto dei seguenti vincoli di progetto:

- la velocità minima di moto uniforme non deve essere inferiore a 0.5 m/s, al fine di evitare il deposito di sedimenti sul fondo (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici);



- la velocità massima non deve essere maggiore di 4 m/s, al fine di contenere i fenomeni di abrasione (Circolare n. 11633 del 07.01.1974 del Ministero dei Lavori Pubblici);
- il grado di riempimento, per le opere idrauliche connesse alla piattaforma ferroviaria, deve essere non superiore al 70% per elementi chiusi per evitare che la condotta possa andare in pressione; il grado di riempimento per le opere idrauliche deve essere non superiore al 50% per le condotte con DN minore di 500 mm;

### 6.2.1 Dimensionamento dei pluviali verticali

Per il calcolo dei canali di gronda e dei pluviali si fa riferimento alla norma UNI EN 12056 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici-Impianti per acque reflue progettazione e calcolo". La capacità dei pluviali verticali viene fornita direttamente dalla Tabella 6.1 in funzione del diametro del pluviale.

**Capacità di pluviali verticali**

Diametro interno del pluviale $d$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RMP}$ (l/s)		Diametro interno del pluviale $d$ (mm)	Capacità idraulica $Q_{RMP}$ (l/s)	
	Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$		Grado di riempimento $f=0,20$	Grado di riempimento $f=0,33$
50	0,7	1,7	140	11,4	26,3
55	0,9	2,2	150	13,7	31,6
60	1,2	2,7	160	16,3	37,5
65	1,5	3,4	170	19,1	44,1
70	1,8	4,1	180	22,3	51,4
75	2,2	5,0	190	25,7	59,3
80	2,6	5,9	200	29,5	68,0
85	3,0	6,9	220	38,1	87,7
90	3,5	8,1	240	48,0	110,6
95	4,0	9,3	260	59,4	137,0
100	4,6	10,7	280	72,4	166,9
110	6,0	13,8	300	87,1	200,6
120	7,6	17,4	>300	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton	Utilizzare l'equazione di Wyly-Eaton
130	9,4	21,6			

Nota  
Sulla base dell'equazione di Wyly-Eaton:  
$$Q_{RMP} = 2,5 \cdot 10^{-4} \cdot k_s^{-0,167} \cdot d^{2,667} \cdot f^{1,667}$$
  
dove:  
 $Q_{RMP}$  è la capacità del pluviale, in litri al secondo (l/s);  
 $k_s$  è la scabrezza del pluviale, in millimetri (considerata 0,25 mm);  
 $d$  è il diametro interno del pluviale, in millimetri (mm);  
 $f$  è il grado di riempimento, definito come proporzione della sezione trasversale riempita d'acqua, adimensionale.

Tabella 6.1: Capacità idraulica dei pluviali verticali norma UNI EN ISO 12056



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
40 di 81

In generale il confronto tra portata massima da smaltire e capacità idraulica viene fatta considerando un grado di riempimento pari al 33%.

In generale, il sistema di raccolta dei fabbricati prevede la captazione e l'invio delle acque della copertura, attraverso le grondaie, all'interno dei pluviali presenti su entrambi i lati lunghi del fabbricato. Tali pluviali, poi, si riversano all'interno di pozzetti idraulici di dimensioni standard 0.50x0.50 in CLS vibrato precompresso, posizionati all'interno del marciapiede e provvisti di chiusino in ghisa sferoidale di classe C250. In Figura 6.5 si riporta un dettaglio tipologico del collegamento tra il pluviale ed il pozzetto.

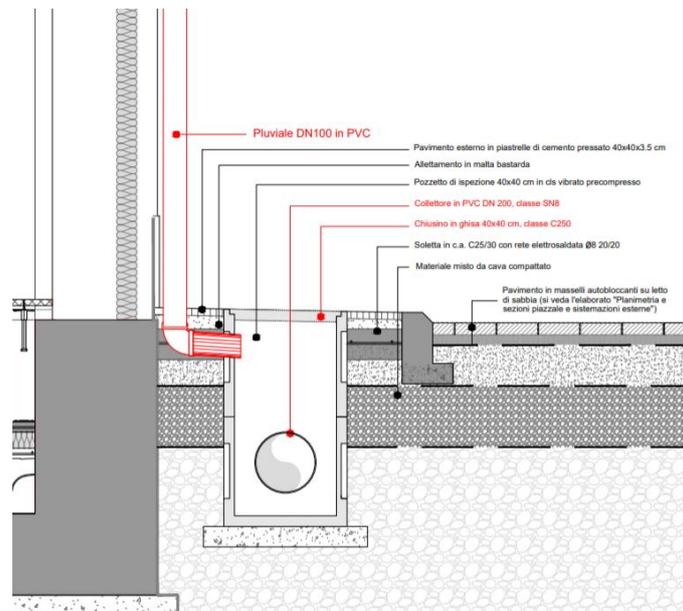


Figura 6.5: Dettaglio collegamento pluviale-pozzetto

La copertura dei fabbricati è a due falde e generalmente sono previsti 4 pluviali disposti sui lati lunghi dell'edificio, ad eccezione di quando la presenza dei pozzetti impiantistici non lo consente; in tal caso, il numero di pluviali si riduce a 3, per evitare interferenze tra i collettori di smaltimento idraulico ed i cavidotti.

In generale, la portata massima in ciascun pluviale è stata valutata scegliendo un tempo di ritorno consono all'intervento e considerando una ripartizione uniforme della portata afferente alla copertura negli  $n$  pluviali ( $Q_{\text{pluviale}}=Q/n$ ). Si calcola quindi la capacità della bocca di efflusso secondo la seguente relazione:



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
41 di 81

$$Q_0 = \frac{K_0 D^2 h^{0.5}}{15\,000}$$

Valido se  $h > D/2$ .

Nel caso in cui  $h$  sia  $\leq D/2$  la bocca di efflusso si comporta come uno stramazzo con capacità pari a:

$$Q_0 = \frac{K_0 D h^{1.5}}{7500}$$

dove:

- $Q_0$  è la capacità della bocca di efflusso, in l/s;
- $K_0$  è il coefficiente di scarico (1 per scarico libero, 0.5 in presenza di filtri);
- $D$  è il diametro efficace bocca di efflusso, in mm;
- $h = W F_h$  è il carico alla bocca di efflusso, in mm;
- $W$  è l'altezza dell'acqua, in mm;
- $F_h$  è il coefficiente di carico alla bocca e dipende dal rapporto  $S/T$  del canale di gronda. Tale coefficiente è pari a 0.47 se  $S/T = 1$  e si calcola mediante il grafico riportato in Figura 6.6.

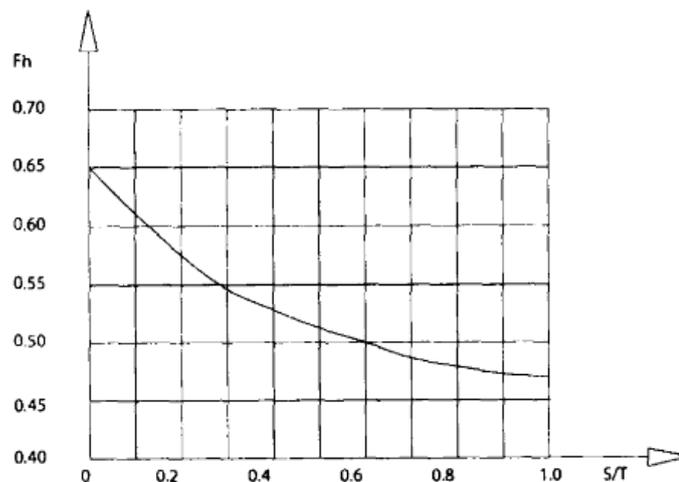


Figura 6.6: Coefficiente di carico per la determinazione del carico disponibile alla bocca di efflusso



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
42 di 81

Quando  $Q_{\text{pluviale}} < Q_0$ , risulta verificato che la portata del pluviale rispetti il grado di riempimento imposto dalla normativa UNI EN 12056 e che la bocca di efflusso risulti sufficiente per convogliare le portate generate dalla copertura.

### 6.2.2 Dimensionamento dei pluviali discendenti con gomiti

Lo scarico della canaletta nel fosso di guardia ferroviario o in una canaletta avviene sia nell'intervento di abbassamento che per l'intervento del sovrappasso di Povo per mezzo di pluviali discendenti in PVC. Secondo la norma UNI EN 12056-3, nel caso in cui i pluviali abbiano delle deviazioni inferiori ai  $10^\circ$  la verifica deve avvenire come per una connessione di scarico.

figura 13 **Effetti di deviazione nei pluviali**

Legenda

- a) Capacità da calcolare come per un pluviale verticale
- b) Capacità da calcolare come per una connessione di scarico

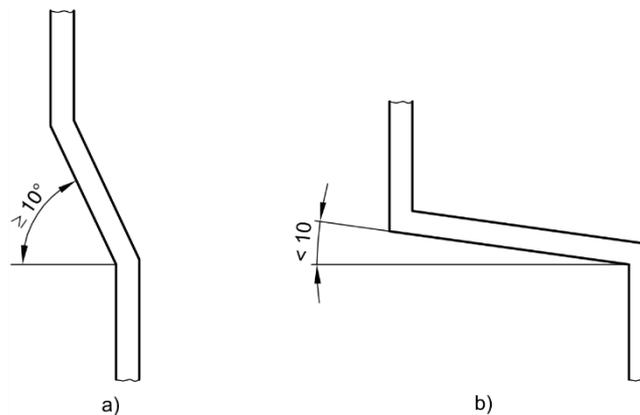


Figura 6.7: Estratto dalla norma UNI EN 12056-3

Si riportano le capacità di scarico calcolate mediante la formula di Colebrook-White, utilizzando un coefficiente di scabrezza effettiva  $k_b = 1.0 \text{ mm}$  ed un coefficiente di viscosità  $\nu = 1.31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  in Tabella 6.2.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
43 di 81

Pendenza	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
	$Q_{max}$	$v$												
cm/m	l/s	m/s												
0,50	2,9	0,5	4,8	0,6	9,0	0,7	16,7	0,8	26,5	0,9	31,6	1,0	56,8	1,1
1,00	4,2	0,8	6,8	0,9	12,8	1,0	23,7	1,2	37,6	1,3	44,9	1,4	80,6	1,6
1,50	5,1	1,0	8,3	1,1	15,7	1,3	29,1	1,5	46,2	1,6	55,0	1,7	98,8	2,0
2,00	5,9	1,1	9,6	1,2	18,2	1,5	33,6	1,7	53,3	1,9	63,6	2,0	114,2	2,3
2,50	6,7	1,2	10,8	1,4	20,3	1,6	37,6	1,9	59,7	2,1	71,1	2,2	127,7	2,6
3,00	7,3	1,3	11,8	1,5	22,3	1,8	41,2	2,1	65,4	2,3	77,9	2,4	140,0	2,8
3,50	7,9	1,5	12,8	1,6	24,1	1,9	44,5	2,2	70,6	2,5	84,2	2,6	151,2	3,0
4,00	8,4	1,6	13,7	1,8	25,8	2,1	47,6	2,4	75,5	2,7	90,0	2,8	161,7	3,2
4,50	8,9	1,7	14,5	1,9	27,3	2,2	50,5	2,5	80,1	2,8	95,5	3,0	171,5	3,4
5,00	9,4	1,7	15,3	2,0	28,8	2,3	53,3	2,7	84,5	3,0	100,7	3,1	180,8	3,6

$Q_{max}$  = Portata massima ammessa (l/s).  
 $v$  = Velocità (m/s).

Tabella 6.2: Valori di scarico con grado di riempimento del 70%



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
44 di 81

## 7 INTERVENTI IN PROGETTO

### 7.1 ABBASSAMENTO DEL PIANO DEL FERRO 142+900

L'intervento interessa la tratta:

- dal km 142+828 (fermata San Bartolameo)
- al km 143+533 (fermata Santa Chiara)

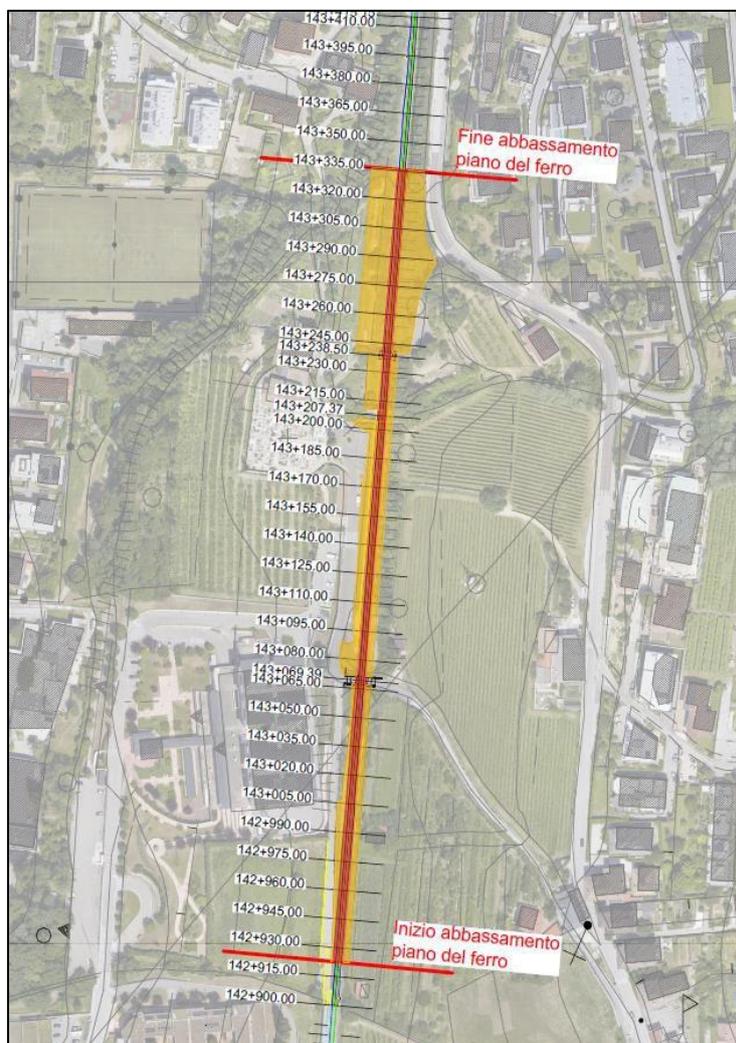


Figura 6.1: Ortofoto con superfici di riferimento e sviluppo intervento.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
45 di 81

Nel tratto considerato, dalla fermata di S. Bartolomeo in direzione S. Chiara, sul lato destro è presente allo stato attuale una canaletta in c.a. di base 50 cm e altezza circa 60 cm. Il filo superiore della canaletta sembra coincidere con il filo superiore del ballast, per cui l'evacuazione attuale è garantita da aperture praticate sul fianco della canaletta.



*Figura 7.1: Canaletta di evacuazione acque esistente*

Il progetto prevede l'abbassamento della livelletta ferroviaria di circa 1 m per consentire il passaggio dei cavi di Trazione Elettrica e i necessari franchi elettrici; si prevede un parziale adeguamento della sezione tipo.

Le caratteristiche principali del profilo longitudinale nel tratto in abbassamento sono:

- Inizio intervento: pk 142+918
- Fine intervento: pk 143+345
- Massimo abbassamento: 91 cm alla pk 143+210 ca.
- Pendenza:
  - originale circa 22,40%
  - Progetto:
    - -25,99‰ tra pk 142+932 e pk 143+067
    - -26,30‰ tra pk 143+067 e pk 143+220
    - -12,54‰ tra pk 143+220 e pk 143+331



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
46 di 81

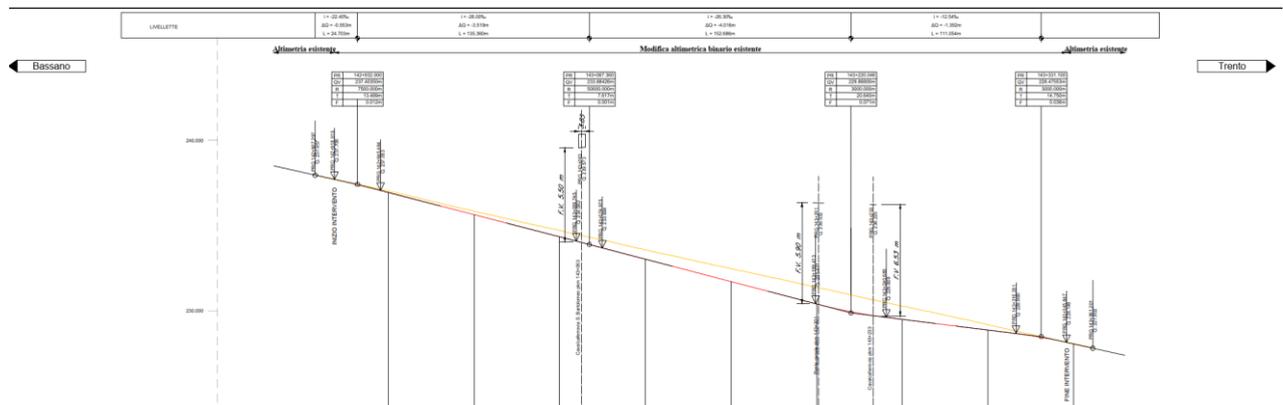


Figura 7.2: profilo longitudinale di progetto

Per permettere l'abbassamento nei tratti in trincea è necessario realizzare delle opere di sostegno delle scarpate e dei cavalcavia.

Per convogliare le acque di piattaforma in una zona accessibile e indipendente da opere d'arte esistenti, la piattaforma è inclinata del 3% verso sinistra (monofalda). Le acque vengono raccolte da una canaletta continua, che, a partire circa dall'inizio dell'intervento ferroviario, porta le acque fino alla fermata Santa Chiara, dove viene collegata alla canaletta esistente che poco dopo scarica nel corso d'acqua sottostante (rio Salè).

A monte di ogni nuova paratia è prevista una canaletta di dimensioni più ridotte, che raccoglie le acque di versante ed evita il ruscellamento delle stesse all'interno della trincea ferroviaria. Tali canalette scaricano nella canaletta principale alla base del binario mediante un pluviale dotato di pozzetto al piede, prima di ogni cavalcavia lungo linea.

Prima del ponte canale, la canaletta in sommità alla paratia scarica direttamente nel corso d'acqua (rio val Nigra) grazie alla quota favorevole.

Sul lato destro del binario viene previsto lo stesso sistema di raccolta in sommità alle paratie, che scarica però in una nuova canaletta al piede che ha origine al ponte canale, per evitare di far ruscellare le acque al di sotto del ballast o di creare un tombino per passare sull'altro lato (soluzione non desiderabile per via dei ridotti spazi a disposizione). Tale canaletta in destra prosegue fino all'innesto nella canaletta esistente.







Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
49 di 81

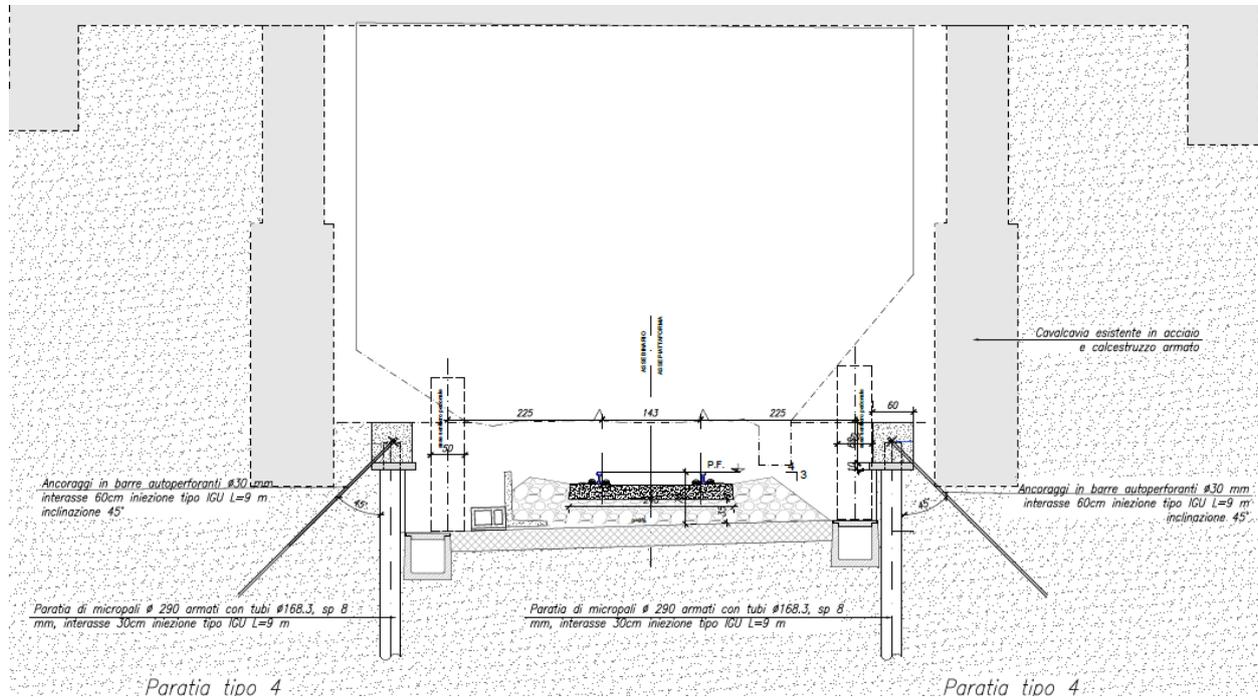


Figura 7.7: Sezione tipo 6

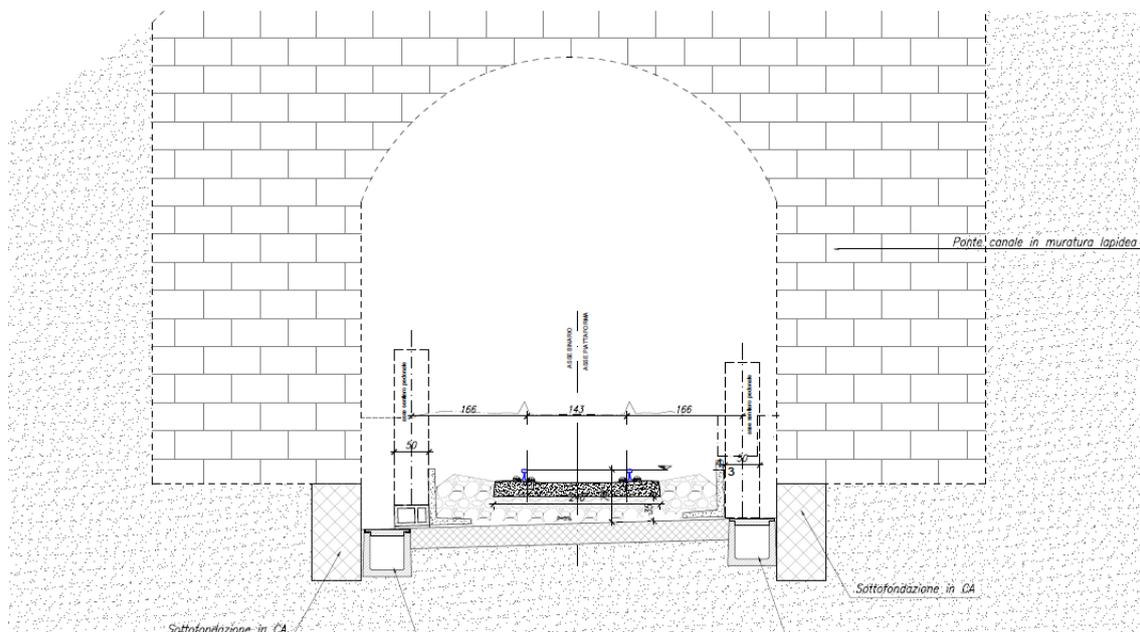


Figura 7.8: Sezione tipo 5

Si rimanda agli elaborati I00700EZZPZTR0100004A e I00700EZZPZTR0100005A per la planimetria degli interventi idraulici.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
50 di 81

La verifica delle canalette e delle tubazioni è avvenuta considerando le condizioni più critiche insistenti sulla stessa quindi la minor pendenza insistente sul tratto e la maggior superficie drenata in cui si è utilizzato un coefficiente  $\phi = 1$  per la piattaforma ferroviaria e  $\phi = 0.5$  per le aree esterne permeabili, considerando a favore della sicurezza, che per l'elevata pendenza il deflusso superficiale risulta essere minore di quanto il suolo presente vegetato potrebbe assorbire. Inoltre, si è considerato un tempo di corrivazione pari a 5 minuti, considerando che l'intervento si sviluppa per circa 430 m e con una pendenza media elevata; pertanto, un tempo di corrivazione di 5 minuti risulta essere rappresentativo dell'area in questione.

Vertici	Canaletta	Area equivalente insistente [m <sup>2</sup> ]	i <sub>med</sub> [-]	Ks [mm <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> ]	B [m]	H [m]	h [m]	Qp[l/s]	G.R.	V [m/s]	Fr [-]
V22-V23	Cc20	120	0.009	67	0.35	0.3	0.037	6.7	10%	0.61	0.6
V24-V25	Cc21	42.5	0.038	67	0.35	0.3	0.012	2.4	3%	0.65	1.2
V26-V27	Cc22	152.5	0.024	67	0.35	0.3	0.031	8.5	9%	0.91	1.5
V31-V32	Cc25	255	0.028	67	0.35	0.3	0.041	14.2	12%	1.14	2.0
V33-V34	Cc26	500	0.023	67	0.35	0.3	0.069	27.8	20%	1.33	2.2
V36-V37	Cc28	75	0.024	67	0.35	0.3	0.020	4.2	6%	0.70	1.1
V38-V39	Cc29	185	0.023	67	0.35	0.3	0.036	10.3	10%	0.96	1.5
V10-V11	Cc10	3000	0.014	67	0.6	0.5	0.212	198.3	35%	1.87	2.4
V11-V12	Cc11	1000	0.005	67	0.6	0.5	0.379	253.9	63%	1.34	0.9
V20-V21	Cc19	508.5	0.006	67	0.6	0.5	0.137	70.5	23%	1.03	0.9



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
51 di 81

*Tabella 7.1: Dimensionamento canalette*

Vertici	Tubazione	$i_{med}[-]$	$K_s [mm^{1/3}s^{-1}]$	DN	h [m]	Qp[l/s]	G.R.	V [m/s]	Fr [-]
V29-V30	Cc24	0.01	80	315	0.059	8.5	20%	0.87	0.24

*Tabella 7.2: Dimensionamento tubazioni*

Come si può notare le canalette risultano tutte ampiamente verificate, anche considerando che le stesse non hanno un afflusso da monte per via della disconnessione idraulica dell'idraulica di piattaforma che avviene alla stazione di Sanbapolis.

Le canalette in testa alle paratie scaricano le acque direttamente nella canaletta sottostante mediante un pluviale discendente con DN250 in PVC che è stato verificato per la portata di 27.8 l/s che insiste sulla canaletta Cc26, che è la più sollecitata, mediante i metodi mostrati precedentemente in accordo con la norma UNI EN 12056.





Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
53 di 81

<b>Coeff. di carico alla bocca</b>	$F_h$	0.47	-
<b>Carico alla bocca di efflusso</b>	$h$		mm
<b>Coeff. di scarico</b>	$K_0$	1	-
<b>Capacità pluviale verticale (Tabella 6.1)</b>	$Q_{GR20\%}$	<b>48</b>	<b>l/s</b>
<b>Capacità gomito (Tabella 6.2)</b>	$Q_{GR70\%}$	<b>44.9</b>	<b>l/s</b>

*Tabella 7-3: Dimensionamento dei pluviali*

### Ponte canale

Si prevede l'impermeabilizzazione del ponte canale, per evitare percolazioni d'acqua verso la ferrovia. Considerando la particolarità della struttura e le caratteristiche del rio Val Nigra si è deciso di garantire la sicurezza della infrastruttura ferroviaria dalle venute d'acqua utilizzando un metodo non invasivo sul rio e il suo ecosistema. Infatti, il rio Val Nigra risulta avere una qualità solo sufficiente ai sensi del d. lgs 152 del 2006 (Direttiva Acque) e un intervento spinto di impermeabilizzazione fisica dell'alveo potrebbe inficiare sulle sue caratteristiche di naturalità per cui è necessaria attenzione.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
54 di 81



*Figura 7.10: il ponte canale pkm 143+201*

L'intervento è attuato con idropulitura esterna della muratura, seguita da iniezioni a bassissima pressione di resine epossidiche impermeabilizzanti (compatibili con acque potabili) e infine ristilatura dei giunti della muratura, per i dettagli si rimanda all'elaborato I00700EZZPZTR0100008A.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
55 di 81

## 7.2 SOVRAPPASSO POVO 138+728

Il manufatto esistente al km 138+728, denominato sovrappasso Povo, necessita di essere demolito e ricostruito a causa della mancanza del franco necessario all'opera di elettrificazione.

Il sovrappasso di nuova realizzazione, in sostituzione dell'esistente, è un ponte monocampata, il franco netto rispetto al piano del ferro vale 5.6 m.

L'innalzamento della piattaforma stradale rende necessaria la modifica della viabilità esistente in modo da raccordare sia planimetricamente che verticalmente la nuova opera con l'articolazione viaria circostante, questo aumento di quota rende necessaria la realizzazione di una rete di raccolta delle acque meteoriche e del relativo smaltimento. Per l'intercettazione dei flussi d'acqua ricadenti sulla piattaforma stradale ed assicurare il loro recapito all'esterno del corpo stradale, si sono adottate le seguenti soluzioni e opere idrauliche che garantiscono un immediato allontanamento delle acque meteoriche:

- Pozzetti caditoia per la raccolta e convogliamento acque meteoriche sede stradale, classe D400, dimensioni 600 mm x 600 mm;
- Collettori e collettori pluviali di attraversamento per l'allontanamento delle acque meteoriche dai pozzetti caditoia in PVC DN 315 mm e DN 250 mm;
- Embrici lungo le scarpate del rilevato stradale.

Il drenaggio della piattaforma stradale è costituito da caditoie grigliate D400 poste circa ogni 5 metri che scaricano a loro volta in tubi pluviali PVC DN 250mm che fanno defluire le acque meteoriche all'esterno della sede stradale. Una volta all'esterno della sede stradale tramite embrici lungo la scarpata del rilevato, posati in corrispondenza della parte finale delle tubazioni pluviali, le acque raccolte vengono trasportate al fosso esistente nella sommità della scarpata tramite embrici. Si prevede la risagomatura del fosso esistente.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
56 di 81

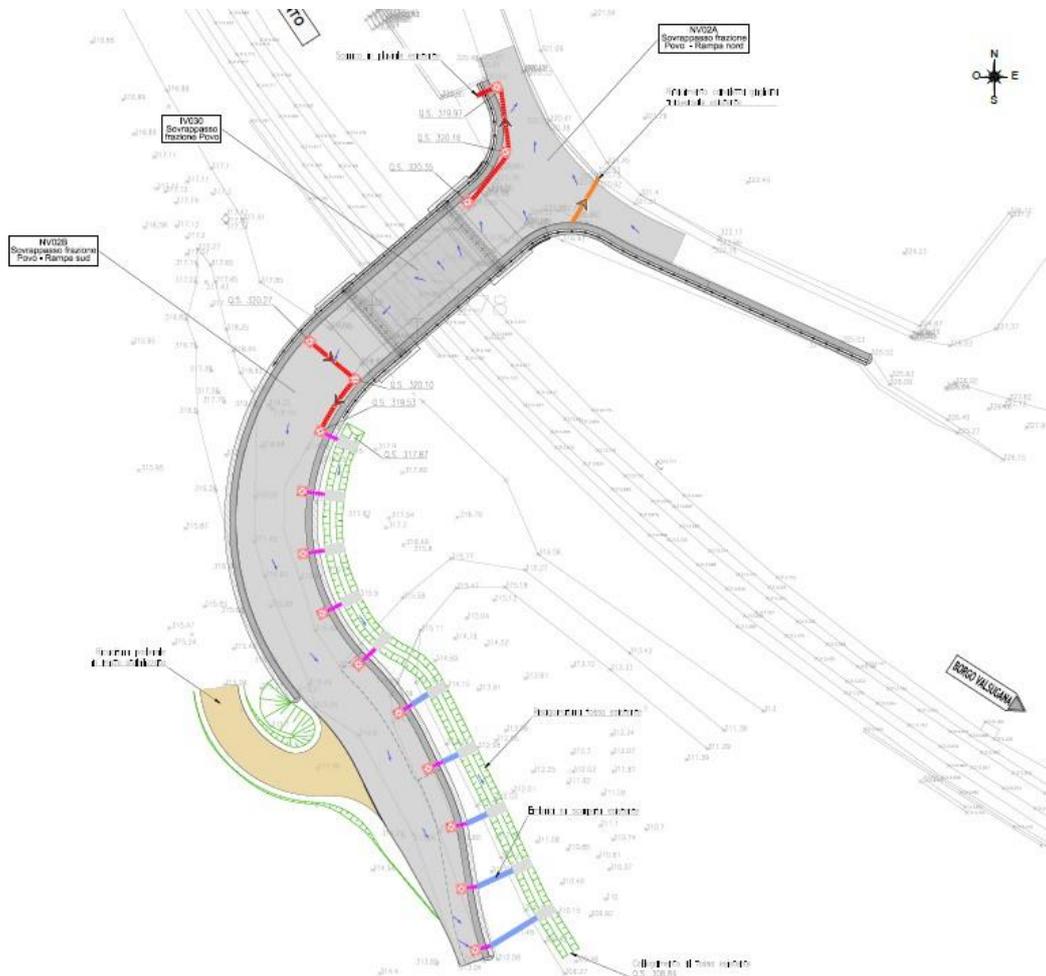


Figura 6.2.2: Planimetria rete smaltimento acque meteoriche

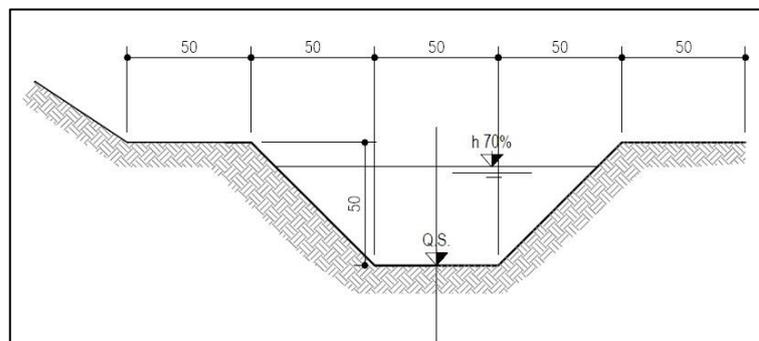


Figura 6.2.3: Sezione tipo fossa inerbita



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
57 di 81

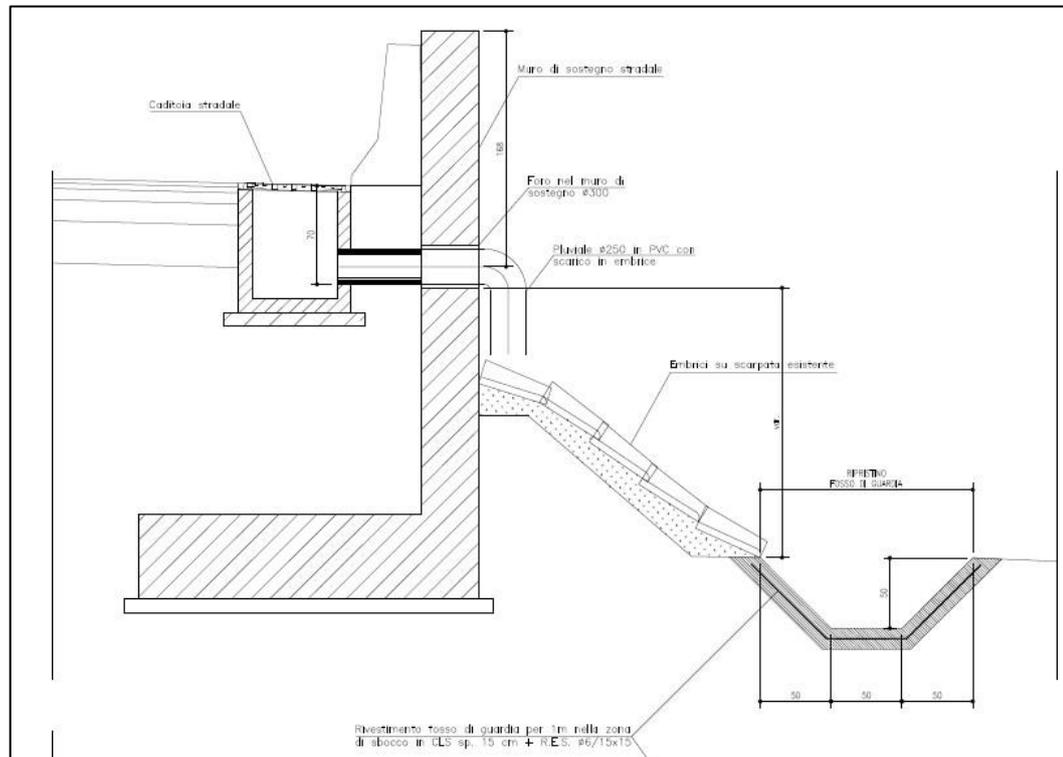


Figura 7.11: Sezione tipo scarico pluviale ed embrice



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
58 di 81

### 7.3 SSE CALDONAZZO 120+361

Per i nuovi fabbricati tecnologici SSE Caldonazzo è previsto un sistema di raccolta e smaltimento delle acque pluviali delle coperture e di tutte le superfici di loro pertinenza il cui recapito finale sarà costituito da una vasca a dispersione.

Ai fini di un corretto dimensionamento delle opere di smaltimento idraulico, si assumono le seguenti quote assolute, così come indicato negli elaborati riguardanti la progettazione ed il posizionamento delle opere civili:

- Quota assunta per il marciapiede in adiacenza al fabbricato: 467.70 mslm;
- Quota assunta per il piazzale: 467.60 mslm;
- Quota assunta per il piano campagna in adiacenza alla vasca di infiltrazione: 467.00 mslm.

Dato che il piazzale è posto in rilevato, non si prevede l'afflusso di acqua piovana dalle aree esterne.

Per le superfici scoperte sarà prevista una pavimentazione impermeabile che per scongiurare la formazione di percorsi di scorrimento preferenziali avrà pendenza pressoché nulla.

In Figura 7.12 è rappresentata la schematizzazione della rete idraulica considerata nella fase di calcolo.

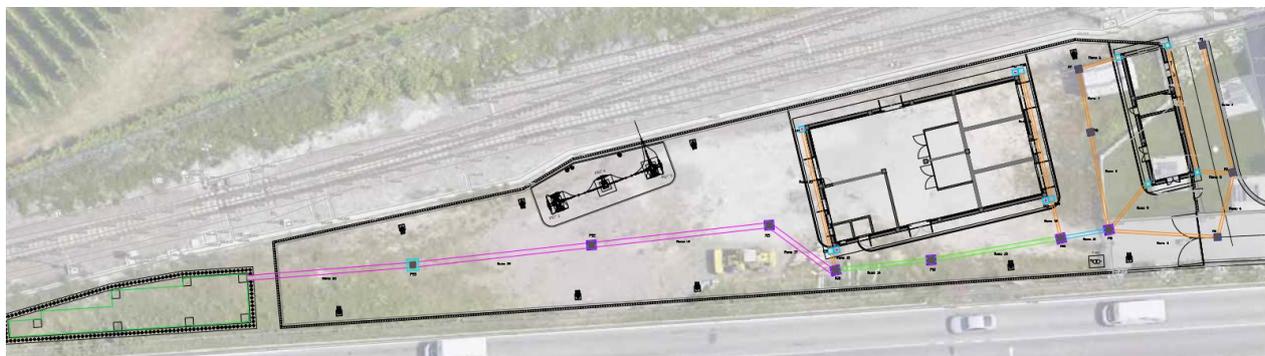


Figura 7.12 Schema idraulico fabbricati

In Tabella 7.4 sono presentati i parametri idrologici dell'intervento che sono stati utilizzati per il dimensionamento della rete di smaltimento.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
59 di 81

<b>Tempo di ritorno</b>	<b>Tr</b>	50	anni
<b>Coeff curva LSPP</b>	<b>a</b>	62.49	mm/h
<b>Coeff curva LSPP</b>	<b>n</b>	0.4083	---
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b>T<sub>c</sub></b>	5	min
<b>Tempo di pioggia</b>	<b>T<sub>p</sub></b>	5	min
<b>Altezza di pioggia</b>	<b>h</b>	22.7	mm
<b>Intensità di pioggia</b>	<b>I<sub>p</sub></b>	271.9	mm/h
<b>Superficie totale</b>	<b>S</b>	1683	m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente di deflusso</b>	<b>Ψ</b>	0.9	-

Tabella 7.4: Parametri idrologici considerati

Il sistema di raccolta del fabbricato prevede la captazione e l'invio delle acque della copertura, attraverso le grondaie, all'interno di 4 pluviali serviti da pozzetti di dimensioni 0.50x0.50 m.

Sia i pluviali che i collettori sono stati dimensionati con un tempo di ritorno di 50 anni e verificati secondo quanto esposto nel capitolo 6.2.1. Si proseguirà con il dimensionamento del pluviale (in accordo con la normativa UNI EN 12056) in cui si è considerata la formula della capacità delle bocche di efflusso considerando, a favore della sicurezza, l'altezza della linea d'acqua W pari a 1 mm in più al diametro del tubo, garantendo il funzionamento non a stramazzo dello stesso:

		SSE	MT	
<b>Superficie copertura</b>	A	352	85	m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente di deflusso della copertura</b>	Ψ <sub>cop</sub>	0.9	0.9	---
<b>Intensità di pioggia</b>	i	271.9	271.9	mm/h
<b>Portata totale</b>	Q	26.6	6.4	l/s
<b>Numero di pluviali</b>	n	4	4	-
<b>Superficie afferente al pluviale più sollecitato</b>	S <sub>p</sub>	88	21.2	m <sup>2</sup>



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
60 di 81

<b>Portata pluviale più sollecitato</b>	<b>Q</b>	<b>6.6</b>	<b>1.6</b>	<b>l/s</b>
<b>Diametro nominale DN</b>	$\emptyset$	120	80	mm
<b>Altezza dell'acqua</b>	W	121	81	mm
<b>Coeff. di carico alla bocca</b>	$F_h$	0.47	0.47	-
<b>Carico alla bocca di efflusso</b>	h	56.9	38.1	mm
<b>Coeff. di scarico</b>	$K_0$	1	1	-
<b>Capacità bocca di efflusso</b>	<b>Q<sub>0</sub></b>	<b>7.2</b>	<b>2.6</b>	<b>l/s</b>
<b>Capacità pluviale verticale (Tabella 6.1)</b>	<b>Q<sub>GR20%</sub></b>	<b>7.6</b>	<b>2.6</b>	<b>l/s</b>

Tabella 7.5: Dimensionamento dei pluviali

In Tabella 7.6 e Tabella 7.7 sono riportati rispettivamente il dimensionamento e la verifica della rete di smaltimento idraulico.

NODI	RAMO	L [m]	P [-]	H <sub>scorr,INIZ</sub> [mslm]	H <sub>scorr,FIN</sub> [mslm]	Area [m <sup>2</sup> ]	Ψ [-]	Q [l/s]
P1-P2	Ramo 1	12.6	0.005	466.55	466.49	24	0.90	1.8
P3-P4	Ramo 2	12.6	0.005	466.55	466.49	19	0.90	1.4
P4-P2	Ramo 3	3.0	0.005	466.49	466.47	19	0.90	2.9
P2-P5	Ramo 4	6.1	0.005	466.47	466.44	25	0.90	6.6
P5-P10	Ramo 5	10.2	0.005	466.44	466.39	40	0.90	9.6
P6-P7	Ramo 6	3.6	0.005	466.55	466.53	19	0.90	1.4
P7-P8	Ramo 7	5.9	0.005	466.53	466.50	86	0.90	7.9
P8-P10	Ramo 8	9.3	0.005	466.50	466.46	48	0.90	11.5
P9-P10	Ramo 9	5.6	0.005	466.55	466.52	19	0.90	1.4
P10-P15	Ramo 10	4.1	0.005	466.33	466.31	71	0.90	27.9
P12-P14	Ramo 11	12.7	0.005	466.55	466.49	79	0.90	6.0
P14-P15	Ramo 12	3.4	0.005	466.49	466.47	79	0.90	12.0



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
61 di 81

NODI	RAMO	L [m]	P [-]	H <sub>scorr,INIZ</sub> [mslm]	H <sub>scorr,FIN</sub> [mslm]	Area [m <sup>2</sup> ]	Ψ [-]	Q [l/s]
P15-P16	Ramo 13	12.4	0.005	466.22	466.16	77	0.90	45.7
P16-P20	Ramo 14	8.9	0.005	466.16	466.11	51	0.90	49.5
P17-P19	Ramo 15	12.1	0.005	466.55	466.49	79	0.90	6.0
P19-P20	Ramo 16	1.4	0.005	466.49	466.48	79	0.90	12.0
P20-P21	Ramo 17	7.3	0.005	466.01	465.98	43	0.90	64.8
P21-P22	Ramo 18	17.2	0.005	465.98	465.89	225	0.90	81.8
P22-P23	Ramo 19	17.2	0.005	465.89	465.81	234	0.90	99.4
P23-REC	Ramo 20	16.4	0.006	465.81	465.71	198	0.90	114.4

Tabella 7.6: Dimensionamento dei collettori

NODI	RAMO	P [-]	K <sub>s</sub> [m <sup>1/3</sup> /s]	DN [mm]	D <sub>int</sub> [m]	y [m]	Q [l/s]	y/D <sub>int</sub>	V [m/s]
P1-P2	Ramo 1	0.005	80	250	0.2354	0.036	1.8	15%	0.44
P3-P4	Ramo 2	0.005	80	250	0.2354	0.032	1.4	13%	0.41
P4-P2	Ramo 3	0.005	80	250	0.2354	0.044	2.9	19%	0.51
P2-P5	Ramo 4	0.005	80	250	0.2354	0.067	6.6	29%	0.65
P5-P10	Ramo 5	0.005	80	250	0.2354	0.082	9.6	35%	0.72
P6-P7	Ramo 6	0.005	80	250	0.2354	0.032	1.4	13%	0.41
P7-P8	Ramo 7	0.005	80	250	0.2354	0.074	7.9	31%	0.68
P8-P10	Ramo 8	0.005	80	250	0.2354	0.090	11.5	38%	0.75
P9-P10	Ramo 9	0.005	80	250	0.2354	0.032	1.4	13%	0.41
P10-P15	Ramo 10	0.005	80	315	0.2966	0.131	27.9	44%	0.95
P12-P14	Ramo 11	0.005	80	250	0.2354	0.064	6.0	27%	0.63
P14-P15	Ramo 12	0.005	80	250	0.2354	0.092	12.0	39%	0.76
P15-P16	Ramo 13	0.005	80	400	0.3766	0.154	45.7	41%	1.07



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
62 di 81

NODI	RAMO	P [-]	$K_s$ [ $m^{1/3}/s$ ]	DN [mm]	$D_{int}$ [m]	y [m]	Q [l/s]	y/ $D_{int}$	V [m/s]
P16-P20	Ramo 14	0.005	80	400	0.3766	0.161	49.5	43%	1.09
P17-P19	Ramo 15	0.005	80	250	0.2354	0.064	6.0	27%	0.63
P19-P20	Ramo 16	0.005	80	250	0.2354	0.092	12.0	39%	0.76
P20-P21	Ramo 17	0.005	80	500	0.4708	0.169	64.8	36%	1.16
P21-P22	Ramo 18	0.005	80	500	0.4708	0.191	81.8	41%	1.23
P22-P23	Ramo 19	0.005	80	500	0.4708	0.213	99.4	45%	1.30
P23-REC	Ramo 20	0.006	80	500	0.4708	0.219	114.4	47%	1.44

Tabella 7.7: Verifica dei collettori

Il recapito finale della rete di raccolta delle opere in progetto è un sistema di infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo realizzato con moduli parallelepipedi in materiale plastico con volume di ritegno pari al 95% del volume totale. Tali moduli hanno una doppia funzione: disperdono e contemporaneamente laminano le portate in arrivo; la loro dimensione è variabile a seconda delle necessità, in quanto si tratta di moduli componibili, così da realizzare la vasca delle volute dimensioni.

In particolare, è da riferire che l'approccio adottato conduce a valutazioni del volume di laminazione a favore di sicurezza, non tenendo conto degli effetti di laminazione nella rete di drenaggio; inoltre, sempre a vantaggio di sicurezza, la superficie di infiltrazione viene valutata considerando solo il contributo del fondo della vasca. Nel progetto in essere non sono previsti scarichi verso corpi ricettori ma solo strutture di infiltrazione.

Tale sistema è realizzato con moduli parallelepipedi (0.80x0.80x0.66 m) o mezzi moduli parallelepipedi (0.80x0.80x0.35 m) in materiale plastico con volume dei vuoti pari al 95% del volume totale. I moduli hanno una doppia funzione: disperdono e contemporaneamente laminano le portate in arrivo; la loro dimensione è variabile a seconda delle necessità, in quanto si tratta di moduli componibili, così da realizzare la vasca delle volute dimensioni. Indipendentemente dalle dimensioni, comunque, all'esterno vengono sempre avvolti con geotessile per evitare il trasferimento di materiale all'interno della trincea. Inoltre, sono carrabili per ricoprimenti minimi di 80 cm ed in grado



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGIO VALSUGANA EST

FOGLIO  
63 di 81

di resistere a carichi indotti da traffico di tipo “pesante” (classe di resistenza E600 o superiore). Il rinterro viene effettuato con materiale di elevate capacità drenanti ben costipato (ghiaia, ghiaietto). In Figura 7.13 si riporta uno schema tipo del sistema utilizzato come recapito finale.



*Figura 7.13: Tipologico di trincea drenante con modulo in materiale plastico*

Nel caso in esame, tenuto conto della quota del p.c. in progetto e della necessità di realizzare una vasca con una quota compatibile con la rete di smaltimento e rivestirla con geotessile. La vasca sarà dotata di camere di ispezione del tipo presentato in Figura 7.14, queste camere hanno le stesse dimensioni di un modulo normale e permettono di eseguire in sicurezza i lavori di ispezione e di manutenzione, grazie alla costruzione modulare la camera si integra facilmente nella struttura del bacino e offre di conseguenza totale libertà di scelta per la sua collocazione.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
64 di 81



Figura 7.14: Modulo camera di ispezione

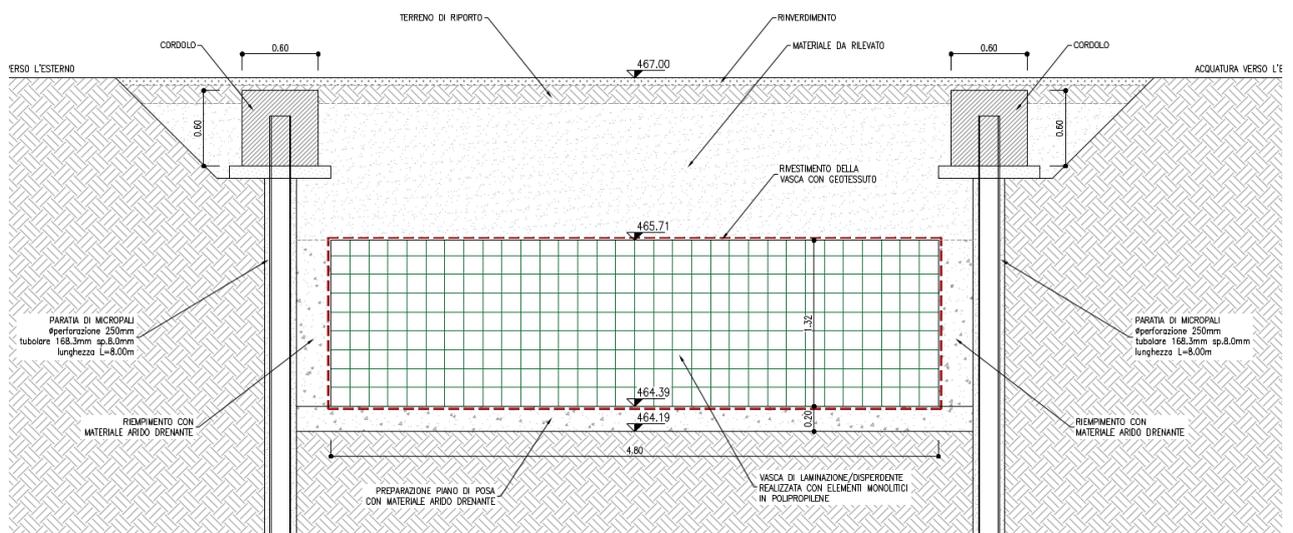


Figura 7.15: Sezione della vasca d'infiltrazione

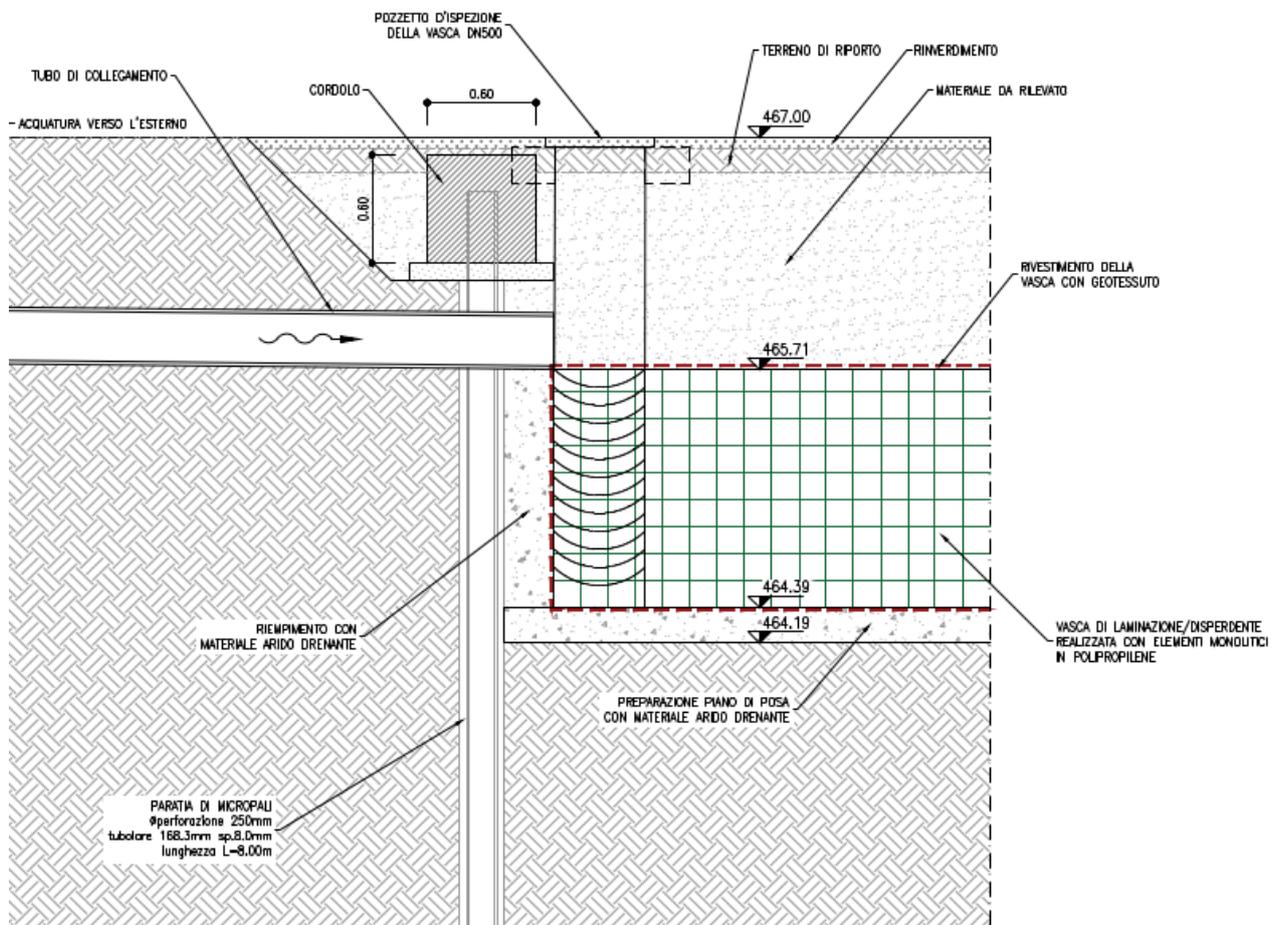


Figura 7.16: Particolare del collegamento della vasca alla rete di smaltimento

Il calcolo del volume da assegnare alla vasca di laminazione  $V$ , necessario per laminare la portata in arrivo, è stato effettuato risolvendo, con riferimento ad un bacino scolante di superficie  $S$ , l'equazione di bilancio dei volumi al variare del tempo di pioggia  $t_p$  (espresso in ore), ovvero:

$$V = V_{IN} - V_{OUT}$$

con:

- $V_{IN}$ , volume di pioggia entrante nel sistema di invaso in conseguenza di un evento pluviometrico di durata  $t_p$ ; si può esprimere come segue:

$$V_{IN} = S \Psi h(t) = S \Psi a t_p^n$$

dove  $\Psi$  è il coefficiente di afflusso e  $S$  [ $m^2$ ] la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso. Tale assunzione è valida nell'ipotesi semplificativa che inizi la dispersione contestualmente all'inizio dell'evento piovoso. Per la pioggia di progetto si



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
66 di 81

farà riferimento ad eventi con tempo di ritorno di 50 anni (come richiesto da normativa) e durate di pioggia differenti fino a un massimo di 5 giorni.

- $V_{OUT}$ , volume di pioggia in uscita dal sistema nello stesso intervallo di tempo  $t_p$ ; si può esprimere come segue:

$$V_{OUT} = Q_u t_p$$

Il calcolo dell'andamento temporale dei volumi drenati nel sottosuolo per dispersione ( $V_{OUT}$ ), è stato effettuato utilizzando lo schema di moto filtrante, secondo la formulazione:

$$Q_u = K \cdot J \cdot S = K \cdot \frac{L + h_w}{L + h_w/2} \cdot S$$

dove K rappresenta la conducibilità idraulica [m/s], S [m<sup>2</sup>] la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso e j la cadente idraulica (posta pari a 1 a favore della sicurezza).

Il valore di conducibilità idraulica K è stato posto pari a  $K = 2.3 \cdot 10^{-4}$  m/s in seguito alle analisi geotecniche svolte. A favore della sicurezza si è dimezzata la conducibilità idraulica e anche la superficie di infiltrazione così da considerare la possibile occlusione nel tempo del fondo della vasca e quindi una diminuzione della capacità d'infiltrazione.

Derivando rispetto al tempo l'equazione per il calcolo del volume da invasare nella vasca, si trova la durata critica  $t_{cr}$  che massimizza il volume invasato  $V_{max}$ :

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

Il volume da assegnare al sistema di invaso sarà dunque:

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

In particolare, è da riferire che l'approccio adottato conduce a valutazioni del volume di laminazione  $V_{max}$  a favore di sicurezza, non tenendo conto degli effetti di laminazione nella rete di drenaggio. Le superfici oggetto d'intervento e le dimensioni della vasca drenante sono riportate in Tabella 7.8.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
67 di 81

<b>Superficie</b>	<b>S</b>	1933	m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente di deflusso</b>	<b>Ψ</b>	0.835	-
<b>Area di base della vasca</b>	<b>A</b>	81.92	m <sup>2</sup>
<b>Altezza della vasca</b>	<b>H</b>	1.32	m
<b>Volume totale</b>	<b>V<sub>tot</sub></b>	108.1	m <sup>3</sup>
<b>Volume invasabile</b>	<b>V</b>	102.7	m <sup>3</sup>

Tabella 7.8: Superfici oggetto di intervento

In Figura 7.17 è rappresentato l'andamento del volume teorico accumulato nella vasca a dispersione al variare del tempo di pioggia per un evento con tempo di ritorno di 50 anni; in particolare vengono rappresentati i volumi: in ingresso ( $V_{IN}$ ), in uscita ( $V_{OUT}$ ), la loro differenza ( $\Delta V$ ) ed il volume massimo invasabile in vasca ( $V_{invasabile}$ ). Si fa notare che il tempo critico lo si ha per un tempo di pioggia di circa 3 ore, nel quale la vasca raggiunge il volume massimo invasato durante l'evento.

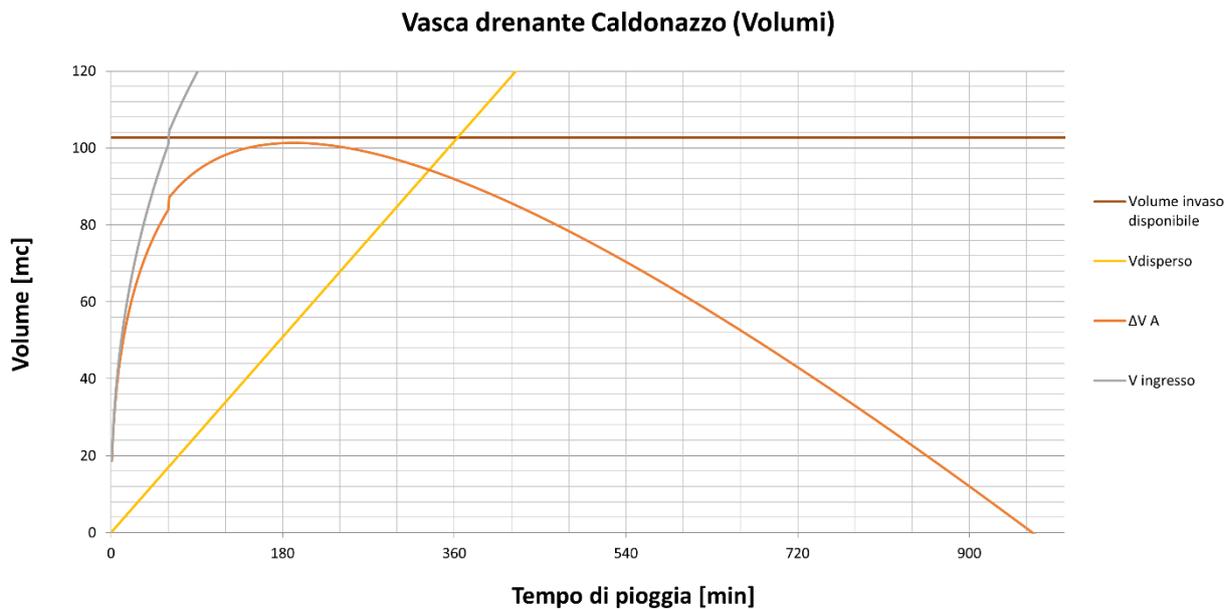


Figura 7.17: Andamento dei volumi in funzione del tempo di pioggia nella vasca drenante

La vasca drenante così dimensionata risulta verificata.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
68 di 81

<b>Volume massimo invasato durante l'evento piovoso di durata critica</b>	$V_{\max}$	101.3	$m^3$
<b>Tirante massimo sviluppato in vasca</b>	$h_{\max}$	1.24	m
<b>Portata di infiltrazione</b>	$Q_{\text{filtr}}$	0.00471	$m^3/s$
<b>Tempo di svuotamento (dopo la fine dell'evento piovoso di durata critica)</b>	$t_{\text{svuot}}$	6	ore

*Tabella 7.9: Verifica di svuotamento*



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
69 di 81

## 7.4 SOVRAPPASSO LEVICO 117+362

Allo stato attuale la viabilità di accesso al sovrappasso è una strada poderale non asfaltata, l'unica parte impermeabile è quella della struttura di attraversamento. Le acque quindi che cadono sulla viabilità e sull'opera vengono convogliate sulle scarpate laterali e smaltite per dispersione nei terreni circostanti.

L'intervento di progetto prevede una modesta modifica della livelletta stradale a seguito del rifacimento del sovrappasso e quindi il ripristino della piattaforma stradale esistente in misto granulare stabilizzato. Non andando quindi ad alterare la situazione attuale lo smaltimento delle acque meteoriche non subirà modifiche rispetto a quello esistente.

### 7.4.1 Risoluzione interferenza con fognatura sul sovrappasso Levico 117+362

Il progetto di elettrificazione delle Trento-Bassano rende necessaria la demolizione del sovrappasso al km 117+362 Levico poiché l'esistente sovrappasso non garantisce i franchi verticali necessari.

L'opera è interessata da una viabilità ciclo-pedonale e all'interno di uno dei due cordoli è presente una tubazione di evacuazione delle acque (fogna bianca) di diametro 500 mm. L'opera a progetto è un ponte monocampata. All'interno della panchina è alloggiata la nuova canalizzazione di raccolta delle acque (fogna bianca) che sostituisce quella attualmente in esercizio, che verrà demolita insieme al ponte ad arco.

La realizzazione della nuova opera, con l'integrazione della fogna bianca all'interno del vano retrostante la panchina, permette di mantenere pressoché invariata la quota della tubazione di diametro 500. Il progetto prevede l'inserimento di 2 pozzetti di ispezione a monte e a valle della nuova opera.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
70 di 81

## 7.5 SSE BORGO VALSUGANA 103+260

Per i nuovi fabbricati tecnologici SSE Borgo Valsugana è previsto un sistema di raccolta e smaltimento delle acque pluviali delle coperture e di tutte le superfici di loro pertinenza il cui recapito finale sarà costituito da una vasca a dispersione.

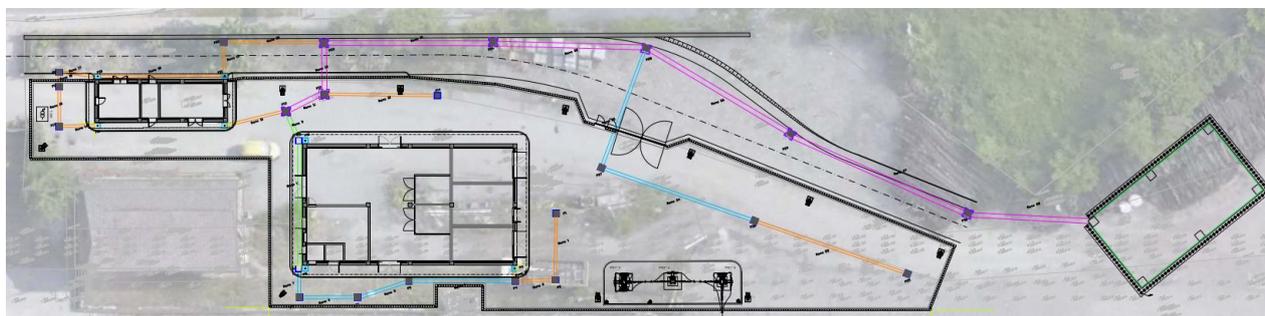
Ai fini di un corretto dimensionamento delle opere di smaltimento idraulico, si assumono le seguenti quote assolute, così come indicato negli elaborati riguardanti la progettazione ed il posizionamento delle opere civili:

- Quota assunta per il marciapiede in adiacenza al fabbricato: 390.60 mslm;
- Quota assunta per il piazzale: 390.50 mslm;
- Quota assunta per il piano campagna in adiacenza alla vasca di infiltrazione: 389.77 mslm.

Dato che il piazzale è posto in rilevato, non si prevede l'afflusso di acqua piovana dalle aree esterne.

Per le superfici scoperte sarà prevista una pavimentazione impermeabile che per scongiurare la formazione di percorsi di scorrimento preferenziali avrà pendenza pressoché nulla.

In *Figura 7.18* è rappresentata la schematizzazione della rete idraulica considerata nella fase di calcolo.



*Figura 7.18 Schema idraulico fabbricati*

In *Tabella 7.10* sono presentati i parametri idrologici dell'intervento che sono stati utilizzati per il dimensionamento della rete di smaltimento.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
71 di 81

<b>Tempo di ritorno</b>	<b>Tr</b>	50	anni
<b>Coeff curva LSPP</b>	<b>a</b>	52.51	mm/h
<b>Coeff curva LSPP</b>	<b>n</b>	0.4062	---
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b>T<sub>c</sub></b>	5	min
<b>Tempo di pioggia</b>	<b>T<sub>p</sub></b>	5	min
<b>Altezza di pioggia</b>	<b>h</b>	19.1	mm
<b>Intensità di pioggia</b>	<b>I<sub>p</sub></b>	229.6	mm/h
<b>Superficie totale</b>	<b>S</b>	2025	m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente di deflusso</b>	<b>Ψ</b>	0.9	-

Tabella 7.10: Parametri idrologici considerati

Il sistema di raccolta del fabbricato prevede la captazione e l'invio delle acque della copertura, attraverso le grondaie, all'interno di 3 pluviali serviti da pozzetti di dimensioni 0.50x0.50 m.

La scelta di prevedere l'utilizzo di 3 pluviali al posto di 4 è vincolata alla presenza di pozzetti tecnologici. Questi, infatti, disposti lungo due lati del fabbricato, impedirebbero il passaggio delle tubazioni a servizio dell'eventuale pluviale aggiuntivo che, pertanto, dovrebbe sversare direttamente sul marciapiede.

Sia i pluviali che i collettori sono stati dimensionati con un tempo di ritorno di 50 anni e verificati secondo quanto esposto nel capitolo 6.2.1. Si proseguirà con il dimensionamento del pluviale (in accordo con la normativa UNI EN 12056) in cui si è considerata la formula della capacità delle bocche di efflusso considerando, a favore della sicurezza, l'altezza della linea d'acqua  $W$  pari a 1 mm in più al diametro del tubo, garantendo il funzionamento non a stramazzo dello stesso:

		SSE	MT	
<b>Superficie copertura</b>	<b>A</b>	352	85	m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente di deflusso della copertura</b>	<b>Ψ<sub>cop</sub></b>	0.9	0.9	---
<b>Intensità di pioggia</b>	<b>i</b>	229.6	229.6	mm/h



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
72 di 81

<b>Portata totale</b>	Q	22.4	5.4	l/s
<b>Numero di pluviali</b>	n	3	4	-
<b>Superficie afferente al pluviale più sollecitato</b>	S <sub>p</sub>	176	21.2	m <sup>2</sup>
<b>Portata pluviale più sollecitato</b>	<b>Q</b>	<b>11.2</b>	<b>1.6</b>	<b>l/s</b>
<b>Diametro nominale DN</b>	Ø	150	80	mm
<b>Altezza dell'acqua</b>	W	151	81	mm
<b>Coeff. di carico alla bocca</b>	F <sub>h</sub>	0.47	0.47	-
<b>Carico alla bocca di efflusso</b>	h	71.0	38.1	mm
<b>Coeff. di scarico</b>	K <sub>0</sub>	1	1	-
<b>Capacità bocca di efflusso</b>	<b>Q<sub>0</sub></b>	<b>12.6</b>	<b>2.6</b>	<b>l/s</b>
<b>Capacità pluviale verticale (Tabella 6.1)</b>	<b>Q<sub>GR20%</sub></b>	<b>13.7</b>	<b>2.6</b>	<b>l/s</b>

Tabella 7.11: Dimensionamento dei pluviali

In Tabella 7.6 e Tabella 7.7 sono riportati rispettivamente il dimensionamento e la verifica della rete di smaltimento idraulico.

NODI	RAMO	L [m]	P [-]	H <sub>scorr,INIZ</sub> [mslm]	H <sub>scorr,FIN</sub> [mslm]	Area [m <sup>2</sup> ]	Ψ [-]	Q [l/s]
P1-P2	Ramo 1	6.3	0.005	389.45	389.42	76	0.90	4.8
P2-P4	Ramo 2	3.5	0.005	389.42	389.40	80	0.90	9.9
P3-P4	Ramo 3	0.8	0.005	389.45	389.45	79	0.90	5.1
P4-P5	Ramo 4	10.4	0.005	389.34	389.28	31	0.90	16.9
P5-P6	Ramo 5	5.0	0.005	389.28	389.26	32	0.90	18.9
P6-P7	Ramo 6	5.3	0.005	389.26	389.23	24	0.90	20.5
P7-P9	Ramo 7	2.4	0.005	389.23	389.22	46	0.90	23.4
P9-P11	Ramo 8	12.7	0.005	389.14	389.07	79	0.90	28.5



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
73 di 81

NODI	RAMO	L [m]	P [-]	H <sub>scorr,INIZ</sub> [mslm]	H <sub>scorr,FIN</sub> [mslm]	Area [m <sup>2</sup> ]	Ψ [-]	Q [l/s]
P11-P13	Ramo 9	2.6	0.005	389.07	389.06	158	0.90	38.6
P12-P13	Ramo 10	5.9	0.005	389.45	389.42	19	0.90	1.2
P13-P15	Ramo 11	3.5	0.005	388.96	388.94	103	0.90	46.3
P14-P15	Ramo 12	11.0	0.005	389.45	389.40	82	0.90	5.2
P15-P23	Ramo 13	4.2	0.005	388.94	388.92	44	0.90	54.4
P16-P17	Ramo 14	3.4	0.005	389.45	389.43	19	0.90	1.2
P17-P18	Ramo 15	3.6	0.005	389.43	389.42	72	0.90	5.8
P18-P19	Ramo 16	0.9	0.005	389.42	389.41	19	0.90	7.0
P19-P20	Ramo 17	3.4	0.005	389.41	389.39	0	0	7.0
P20-P21	Ramo 18	12.6	0.005	389.39	389.33	19	0.90	8.2
P21-P22	Ramo 19	3.0	0.005	389.33	389.32	19	0.90	9.5
P22-P23	Ramo 20	9.7	0.005	389.32	389.27	58	0.90	13.1
P23-P24	Ramo 21	16.6	0.005	388.92	388.84	55	0.90	71.0
P24-P28	Ramo 22	15.0	0.005	388.84	388.76	68	0.90	75.3
P25-P26	Ramo 23	16.1	0.005	389.45	389.37	108	0.90	6.9
P26-P27	Ramo 24	16.0	0.005	389.30	389.22	203	0.90	19.8
P27-P28	Ramo 25	12.5	0.005	389.22	389.16	135	0.90	28.4
P28-P29	Ramo 26	16.5	0.007	388.76	388.65	158	0.90	113.8
P29-P30	Ramo 27	19.1	0.007	388.65	388.51	41	0.90	116.4
P30-REC	Ramo 28	12.1	0.007	388.51	388.43	90	0.90	122.1

Tabella 7.12: Dimensionamento dei collettori



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
74 di 81

NODI	RAMO	P [-]	$K_s [m^{1/3}/s]$	DN [mm]	$D_{int} [m]$	y [m]	Q [l/s]	y/ $D_{int}$	V [m/s]
P1-P2	Ramo 1	0.005	80	250	0.2354	0.057	4.8	24%	0.59
P2-P4	Ramo 2	0.005	80	250	0.2354	0.083	9.9	35%	0.72
P3-P4	Ramo 3	0.005	80	250	0.2354	0.059	5.1	25%	0.60
P4-P5	Ramo 4	0.005	80	315	0.2966	0.100	16.9	34%	0.83
P5-P6	Ramo 5	0.005	80	315	0.2966	0.106	18.9	36%	0.85
P6-P7	Ramo 6	0.005	80	315	0.2966	0.111	20.5	37%	0.87
P7-P9	Ramo 7	0.005	80	315	0.2966	0.119	23.4	40%	0.90
P9-P11	Ramo 8	0.005	80	400	0.3766	0.120	28.5	32%	0.94
P11-P13	Ramo 9	0.005	80	400	0.3766	0.141	38.6	37%	1.02
P12-P13	Ramo 10	0.005	80	250	0.2354	0.029	1.2	12%	0.39
P13-P15	Ramo 11	0.005	80	500	0.4708	0.141	46.3	30%	1.05
P14-P15	Ramo 12	0.005	80	250	0.2354	0.060	5.2	25%	0.60
P15-P23	Ramo 13	0.005	80	500	0.4708	0.154	54.4	33%	1.10
P16-P17	Ramo 14	0.005	80	250	0.2354	0.029	1.2	12%	0.39
P17-P18	Ramo 15	0.005	80	250	0.2354	0.063	5.8	27%	0.62
P18-P19	Ramo 16	0.005	80	250	0.2354	0.069	7.0	29%	0.66
P19-P20	Ramo 17	0.005	80	250	0.2354	0.069	7.0	29%	0.66
P20-P21	Ramo 18	0.005	80	250	0.2354	0.075	8.2	32%	0.69
P21-P22	Ramo 19	0.005	80	250	0.2354	0.081	9.5	34%	0.71
P22-P23	Ramo 20	0.005	80	250	0.2354	0.097	13.1	41%	0.78
P23-P24	Ramo 21	0.005	80	500	0.4708	0.177	71.0	38%	1.19
P24-P28	Ramo 22	0.005	80	500	0.4708	0.183	75.3	39%	1.21



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
75 di 81

NODI	RAMO	P [-]	$K_s [m^{1/3}/s]$	DN [mm]	$D_{int} [m]$	y [m]	Q [l/s]	y/ $D_{int}$	V [m/s]
P25-P26	Ramo 23	0.005	80	250	0.2354	0.069	6.9	29%	0.65
P26-P27	Ramo 24	0.005	80	315	0.2966	0.109	19.8	37%	0.86
P27-P28	Ramo 25	0.005	80	315	0.2966	0.133	28.4	45%	0.95
P28-P29	Ramo 26	0.007	80	500	0.4708	0.209	113.8	44%	1.52
P29-P30	Ramo 27	0.007	80	500	0.4708	0.212	116.4	45%	1.53
P30-REC	Ramo 28	0.007	80	500	0.4708	0.218	122.1	46%	1.55

Tabella 7.13: Verifica dei collettori

Il recapito finale della rete di raccolta delle opere in progetto è un sistema di infiltrazione negli strati superficiali del sottosuolo realizzato con moduli parallelepipedi in materiale plastico con volume di ritegno pari al 95% del volume totale. Tali moduli hanno una doppia funzione: disperdono e contemporaneamente laminano le portate in arrivo; la loro dimensione è variabile a seconda delle necessità, in quanto si tratta di moduli componibili, così da realizzare la vasca delle volute dimensioni.

In particolare, è da riferire che l'approccio adottato conduce a valutazioni del volume di laminazione a favore di sicurezza, non tenendo conto degli effetti di laminazione nella rete di drenaggio; inoltre, sempre a vantaggio di sicurezza, la superficie di infiltrazione viene valutata considerando solo il contributo del fondo della vasca. Nel progetto in essere non sono previsti scarichi verso corpi ricettori ma solo strutture di infiltrazione.

Tale sistema è realizzato con moduli parallelepipedi (0.80x0.80x0.66 m) o mezzi moduli parallelepipedi (0.80x0.80x0.35 m) in materiale plastico con volume dei vuoti pari al 95% del volume totale. I moduli hanno una doppia funzione: disperdono e contemporaneamente laminano le portate in arrivo; la loro dimensione è variabile a seconda delle necessità, in quanto si tratta di moduli componibili, così da realizzare la vasca delle volute dimensioni. Indipendentemente dalle dimensioni, comunque, all'esterno vengono sempre avvolti con geotessile per evitare il trasferimento di materiale all'interno della trincea. Inoltre, sono carrabili per ricoprimenti minimi di 80 cm ed in grado di resistere a carichi indotti da traffico di tipo "pesante" (classe di resistenza E600 o



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
76 di 81

superiore). Il rinterro viene effettuato con materiale di elevate capacità drenanti ben costipato (ghiaia, ghiaietto). In *Figura 7.19* si riporta uno schema tipo del sistema utilizzato come recapito finale.



*Figura 7.19: Tipologico di trincea drenante con modulo in materiale plastico*

Nel caso in esame, tenuto conto della quota del p.c. in progetto e della necessità di realizzare una vasca con una quota compatibile con la rete di smaltimento e rivestirla con geotessile. La vasca sarà dotata di camere di ispezione del tipo presentato in *Figura 7.20*, queste camere hanno le stesse dimensioni di un modulo normale e permettono di eseguire in sicurezza i lavori di ispezione e di manutenzione, grazie alla costruzione modulare la camera si integra facilmente nella struttura del bacino e offre di conseguenza totale libertà di scelta per la sua collocazione.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
77 di 81

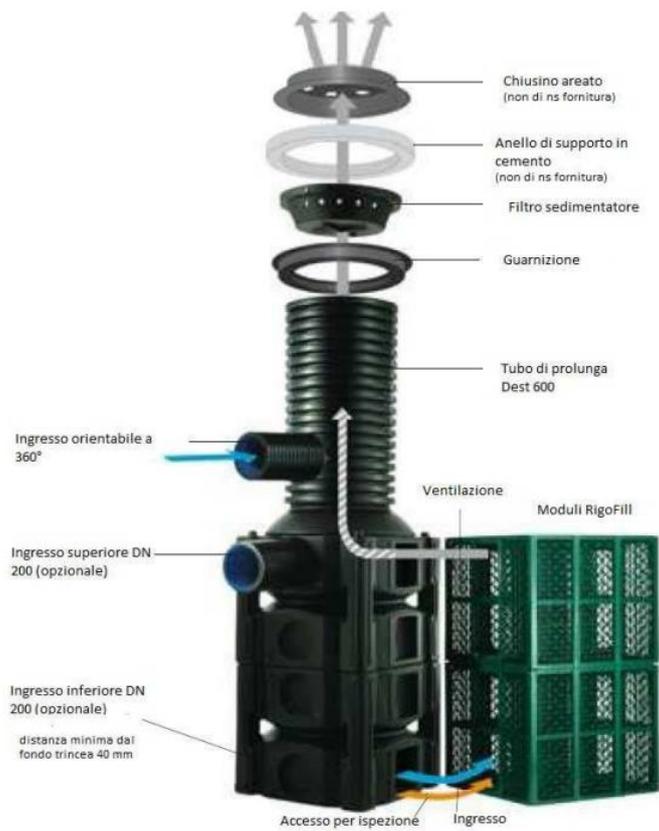


Figura 7.20: Modulo camera di ispezione

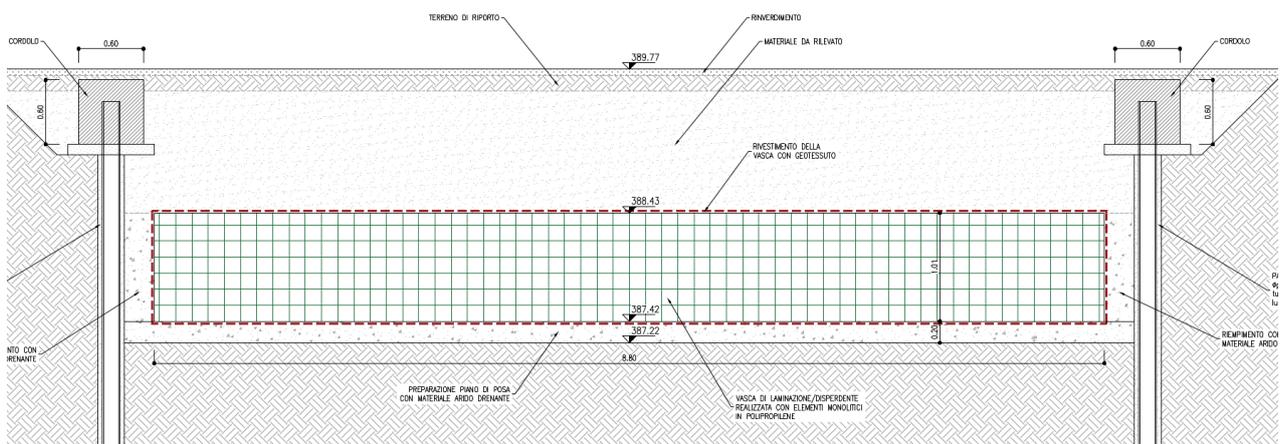


Figura 7.21: Sezione della vasca d'infiltrazione



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
78 di 81

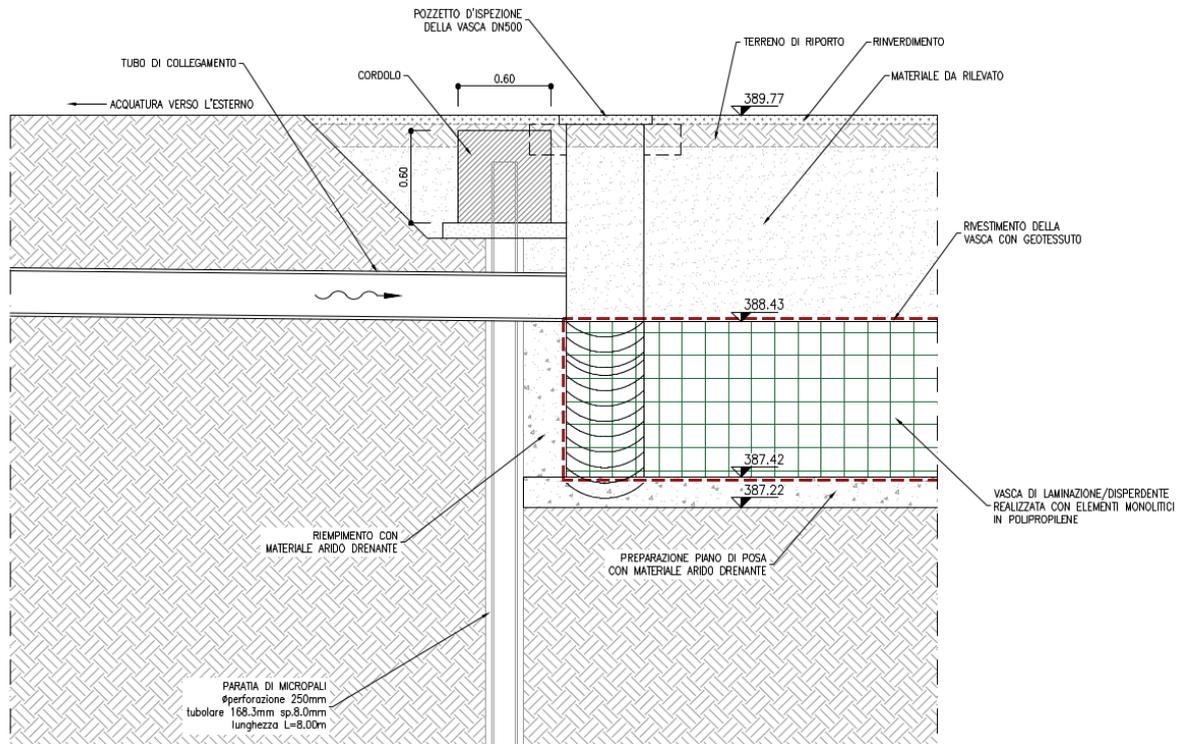


Figura 7.22: Particolare del collegamento della vasca alla rete di smaltimento

Il calcolo del volume da assegnare alla vasca di laminazione  $V$ , necessario per laminare la portata in arrivo, è stato effettuato risolvendo, con riferimento ad un bacino scolante di superficie  $S$ , l'equazione di bilancio dei volumi al variare del tempo di pioggia  $t_p$  (espresso in ore), ovvero sia:

$$V = V_{IN} - V_{OUT}$$

con:

- $V_{IN}$ , volume di pioggia entrante nel sistema di invaso in conseguenza di un evento pluviometrico di durata  $t_p$ ; si può esprimere come segue:

$$V_{IN} = S \Psi h(t) = S \Psi a t_p^n$$

dove  $\Psi$  è il coefficiente di afflusso e  $S$  [ $m^2$ ] la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso. Tale assunzione è valida nell'ipotesi semplificativa che inizi la dispersione contestualmente all'inizio dell'evento piovoso. Per la pioggia di progetto si farà riferimento ad eventi con tempo di ritorno di 50 anni (come richiesto da normativa) e durate di pioggia differenti fino a un massimo di 5 giorni.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
79 di 81

- $V_{OUT}$ , volume di pioggia in uscita dal sistema nello stesso intervallo di tempo  $t_p$ ; si può esprimere come segue:

$$V_{OUT} = Q_u t_p$$

Il calcolo dell'andamento temporale dei volumi drenati nel sottosuolo per dispersione ( $V_{OUT}$ ), è stato effettuato utilizzando lo schema di moto filtrante, secondo la formulazione:

$$Q_u = K \cdot J \cdot S = K \cdot \frac{L + h_w}{L + h_w/2} \cdot S$$

dove  $K$  rappresenta la conducibilità idraulica [m/s],  $S$  [m<sup>2</sup>] la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso e  $j$  la cadente idraulica (posta pari a 1 a favore della sicurezza).

Il valore di conducibilità idraulica  $K$  è stato posto pari a  $K = 7.2 \cdot 10^{-5}$  m/s in seguito alle analisi geotecniche svolte. A favore della sicurezza si è dimezzata la conducibilità idraulica e anche la superficie di infiltrazione così da considerare la possibile occlusione nel tempo del fondo della vasca e quindi una diminuzione della capacità d'infiltrazione.

Derivando rispetto al tempo l'equazione per il calcolo del volume da invasare nella vasca, si trova la durata critica  $t_{cr}$  che massimizza il volume invasato  $V_{max}$ :

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

Il volume da assegnare al sistema di invaso sarà dunque:

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

In particolare, è da riferire che l'approccio adottato conduce a valutazioni del volume di laminazione  $V_{max}$  a favore di sicurezza, non tenendo conto degli effetti di laminazione nella rete di drenaggio. Le superfici oggetto d'intervento e le dimensioni della vasca drenante sono riportate in Tabella 7.14.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
80 di 81

<b>Superficie</b>	<b>S</b>	2600	m <sup>2</sup>
<b>Coefficiente di deflusso</b>	<b>Ψ</b>	0.79	-
<b>Area di base della vasca</b>	<b>A</b>	140.8	m <sup>2</sup>
<b>Altezza della vasca</b>	<b>H</b>	1.01	m
<b>Volume totale</b>	<b>V<sub>tot</sub></b>	142.2	m <sup>3</sup>
<b>Volume invasabile</b>	<b>V</b>	135.1	m <sup>3</sup>

Tabella 7.14: Superfici oggetto di intervento

In Figura 7.23 è rappresentato l'andamento del volume teorico accumulato nella vasca a dispersione al variare del tempo di pioggia per un evento con tempo di ritorno di 50 anni; in particolare vengono rappresentati i volumi: in ingresso ( $V_{IN}$ ), in uscita ( $V_{OUT}$ ), la loro differenza ( $\Delta V$ ) ed il volume massimo invasabile in vasca ( $V_{invasabile}$ ). Si fa notare che il tempo critico lo si ha per un tempo di pioggia di circa 9.5 ore, nel quale la vasca raggiunge il volume massimo invasato durante l'evento.

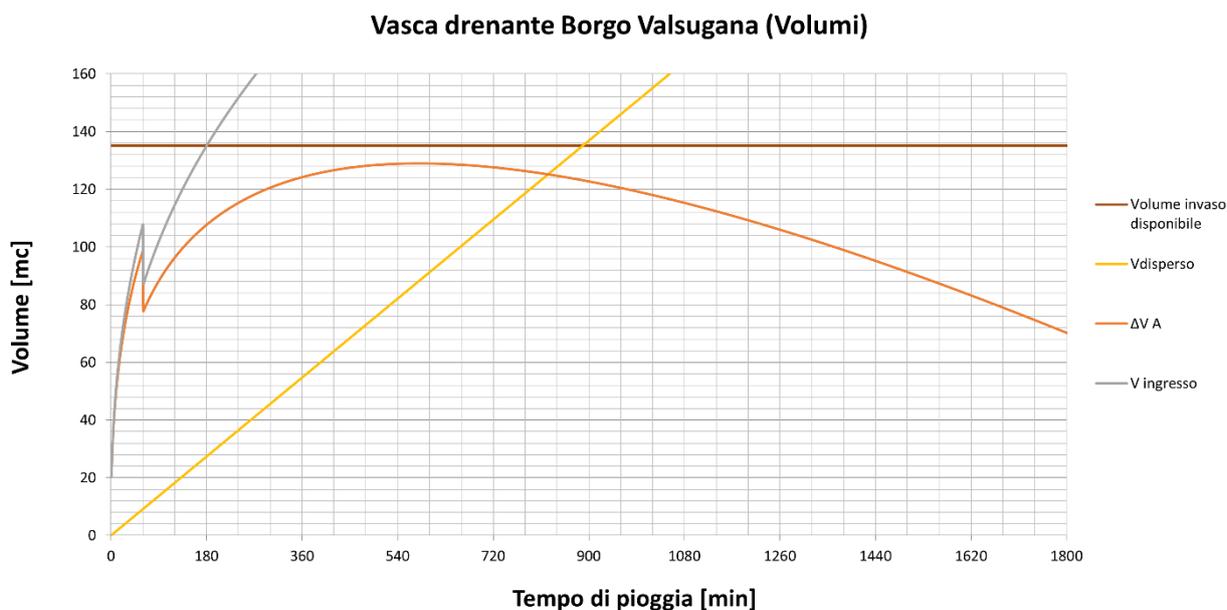


Figura 7.23: Andamento dei volumi in funzione del tempo di pioggia nella vasca drenante

La vasca drenante così dimensionata risulta verificata.



Infrarail S.r.l.  
Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane  
Via Marsala 41 - 00161 Roma

PROGETTO ESECUTIVO  
ELETTRIFICAZIONE TRENTO - BASSANO DEL GRAPPA  
LOTTO 1:  
TRATTA TRENTO-BORGO VALSUGANA EST

FOGLIO  
81 di 81

<b>Volume massimo invasato durante l'evento piovoso di durata critica</b>	$V_{\max}$	129	$m^3$
<b>Tirante massimo sviluppato in vasca</b>	$h_{\max}$	0.91	m
<b>Portata di infiltrazione</b>	$Q_{\text{filtr}}$	0.0025	$m^3/s$
<b>Tempo di svuotamento (dopo la fine dell'evento piovoso di durata critica)</b>	$t_{\text{svuot}}$	14.1	ore

*Tabella 7.15: Verifica di svuotamento*