

**Dr. Geologo Roby VUILLERMOZ**

Partita IVA 00621420074

Tel 016541854 - 3358079496 - Fax 0165369567 - e-mail: [studio@vuillermoz.it](mailto:studio@vuillermoz.it)

rue Charrey, 6 - 11100 AOSTA (AO)  
C.F. VLL RBY 69A25 A326A



Regione Autonoma Valle d'Aosta  
**Comune di Rhêmes-Saint-Georges**  
Region Autonome Vallée d'Aoste  
*Commune de Rhêmes-Saint-Georges*

## *Progetto pista forestale "ru des Barrières"*

### **PROGETTO MUNICIPALE**

- **RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**
- **MODELLAZIONE SISMICA**
- **STUDIO DI COMPATIBILITÀ**

**Committente:**  
RAVA  
**Commessa:**  
**18192RG**  
**Emissione:**  
agosto 2019  
**Versione:**  
3





# SOMMARIO

<b>1. GENERALITÀ.....</b>	<b>5</b>
1.1 DOCUMENTAZIONE CONSULTATA.....	5
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>6</b>
<b>3. DESCRIZIONE DELLE OPERE .....</b>	<b>8</b>
<b>4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO .....</b>	<b>11</b>
4.1 CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA .....	11
4.2 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA.....	11
4.3 CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE.....	11
4.4 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA .....	11
4.5 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA.....	16
4.6 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA.....	17
4.7 PERICOLOSITÀ LEGATA ALLE VALANGHE .....	20
<b>5. AMBITI INEDIFICABILI.....</b>	<b>26</b>
<b>6. MODELLAZIONE SISMICA .....</b>	<b>33</b>
6.1 PREMESSE.....	33
6.2 DEFINIZIONE DEL TERREMOTO DI PROGETTO.....	35
6.3 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO.....	37
<b>7. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA.....</b>	<b>39</b>
<b>8. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>41</b>
8.1 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	41
8.2 SOTTOPRODOTTO .....	41
8.3 UTILIZZO NEL SITO DI PRODUZIONE DELLE TERRE E ROCCE ESCLUSE DALLA DISCIPLINA RIFIUTI.....	42
8.4 PIANO PRELIMINARE DI UTILIZZO IN SITO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO ESCLUSE DALLA DISCIPLINA DEI RIFIUTI.....	43
8.4.1 <i>Descrizione dettagliata delle opere da realizzare, comprese le modalità di scavo.....</i>	<i>43</i>
8.4.2 <i>Inquadramento ambientale del sito.....</i>	<i>43</i>
8.4.3 <i>Proposta del piano di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva.....</i>	<i>44</i>
<b>9. VERIFICHE DI STABILITÀ .....</b>	<b>46</b>
<b>10. ANALISI IDROLOGICA DEI BACINI DEI RIVI DI “BOIS DE RONC”.....</b>	<b>47</b>
10.1 CALCOLO PORTATE BACINI IDROGRAFICI.....	47
10.2 GENERALITÀ DEL METODO DI CALCOLO .....	47
10.3 DATI MORFOMETRICI DEI BACINI IDROGRAFICI .....	50
10.3.1 <i>Bacino n. 1 .....</i>	<i>50</i>
10.3.2 <i>Bacino n. 2 .....</i>	<i>51</i>
10.3.3 <i>Bacino n. 3 .....</i>	<i>52</i>
10.3.4 <i>Bacino n. 4 .....</i>	<i>53</i>
10.4 VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	54
10.4.1 <i>Bacino n. 1 .....</i>	<i>54</i>
10.4.2 <i>Bacino n. 2 .....</i>	<i>54</i>
10.4.3 <i>Bacino n. 3 .....</i>	<i>55</i>
10.4.4 <i>Bacino n. 4 .....</i>	<i>55</i>
10.5 VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA DETERMINATA CON L'ALTEZZA DI PRECIPITAZIONE DERIVATA DALLA REGIONALIZZAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE .....	55
10.5.1 <i>Portate bacino n. 1.....</i>	<i>66</i>
10.5.2 <i>Portate bacino n. 2.....</i>	<i>68</i>
10.5.3 <i>Portate bacino n. 3.....</i>	<i>70</i>
10.5.4 <i>Portate bacino n. 4.....</i>	<i>72</i>

10.6	STIMA DEL TRASPORTO SOLIDO .....	74
10.6.1	Bacino n. 1 .....	75
10.6.2	Bacino n. 2 .....	76
10.6.3	Bacino n. 3 .....	77
10.6.4	Bacino n. 4 .....	78
10.7	VERIFICHE DELLA CAPACITÀ DI DEFLUSSO DEL COLLETTORE PRINCIPALE.....	79
<b>11.</b>	<b>ANALISI DI RISCHIO.....</b>	<b>79</b>
11.1	PROBABILITÀ ASSUNTE NEL CALCOLO.....	79
11.2	ANALISI DEL RISCHIO DELLA PISTA PODERALE IN OGGETTO .....	80
11.3	CALCOLO DELL'INDICE SPEDITIVO DI ANALISI - ROCKFALL SUSCEPTIBILITY INDEX RO.S.I. - PER I TRATTI OMOGENEI DELLA PISTA .....	85
11.4	CALCOLO DEL RISCHIO PER I TRATTI STRADALI OMOGENEI.....	89
11.4.1	Tratto 1.....	92
11.4.2	Tratto 2.....	93
11.4.3	Tratto 3.....	95
11.4.4	Tratto 4.....	96
11.4.5	Tratto 5.....	98
11.4.6	Tratto 6.....	99
11.4.7	Tratto 7.....	101
11.4.8	Tratto 8.....	102
11.4.9	Tratto 9.....	104
11.4.10	Tratto 10.....	105
11.4.11	Tratto 11.....	107
11.4.12	Tratto 12.....	108
11.4.13	Tratto 13.....	110
11.4.14	Tratto 14.....	111
11.4.15	Tratto 15.....	113
11.4.16	Tratto 16.....	114
11.4.17	Tratto 17.....	116
11.4.18	Tratto 18.....	117
<b>12.</b>	<b>SPECIFICO STUDIO SULLA COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO CON LO STATO DI DISSESTO ESISTENTE E SULL'ADEGUATEZZA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA IN ATTO E DI QUELLE CONSEGUIBILI CON LE OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO NECESSARIE .....</b>	<b>120</b>
<b>13.</b>	<b>CONFORMITÀ CON IL VINCOLO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>133</b>
<b>14.</b>	<b>PRECAUZIONI PROGETTUALI E MODALITÀ COSTRUTTIVE.....</b>	<b>134</b>
<b>15.</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>135</b>

# 1. GENERALITÀ

Su incarico dell'Amministrazione regionale è stata eseguita un'indagine geologico-tecnica riguardante il progetto della pista forestale "ru des Barrières", nel comune di Rhêmes-Saint-Georges.

Al fine di raggiungere la piena conoscenza dell'area oggetto dell'opera, si è proceduto all'esecuzione di una campagna di rilievi, all'analisi delle fotografie aeree disponibili ed allo studio della letteratura esistente circa il sito in questione.

Il contenuto della presente è conforme a:

- D.M. 11.03.88 – *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno sulle terre e delle opere di fondazione"*;
- D.M. 14.01.08 – *"Norme tecniche per le costruzioni"*;
- CIRCOLARE n. 617 del 02.02.09 – *Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14.01.08;*
- D.M. 17.01.18 – *Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"*;
- Legge regionale 6 aprile 1998, n. 11 e s.m.i. – *Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta;*
- Deliberazione della Giunta regionale n. 2939 del 10 ottobre 2008 – *Approvazione delle nuove disposizioni attuative della legge regionale 6 aprile 1998 n. 11 previste agli artt. 35, 36 e 37 in sostituzione dei capitoli I, II e III dell'allegato a alla deliberazione della giunta regionale 15 febbraio 1999, n. 422 e revoca della deliberazione della giunta regionale n. 1968/2008 – e s.m.i.;*
- Legge regionale 31 luglio 2012, n. 23 e s.m.i. – *Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche.*

## 1.1 DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

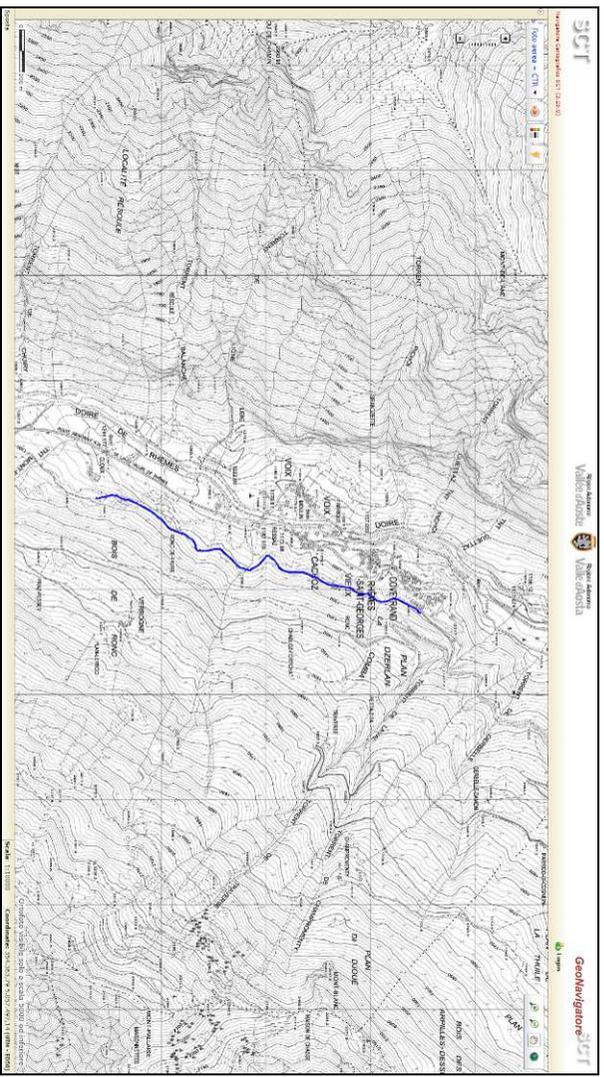
Per la presente relazione è stata consultata la seguente documentazione:

- Ambiti inedificabili Comune di Rhêmes-Saint-Georges;
- Progetto di fattibilità tecnico-economica della pista forestale ru des Barrières – Marzo 2017 (Studio tecnico Abithe);
- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA alla scala 1:50.000 foglio 090 AOSTA.

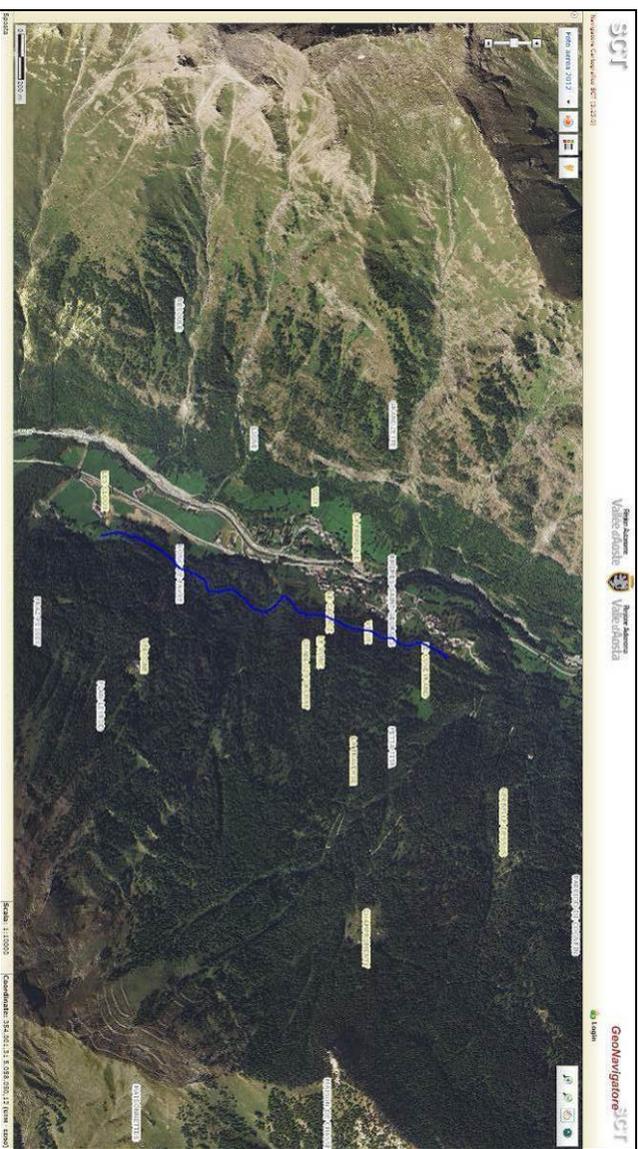
## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il tracciato, individuato sulla planimetria catastale del comune di Rhêmes-Saint-Georges, è situato sui terreni a mezza costa della destra idrografica della valle, ad una quota compresa tra 1240 m e 1290 m s.l.m.. L'area insiste su di un settore da mediamente a fortemente acclive, caratterizzato in prevalenza da boschi alternati a rade praterie.





*Corografia su base CTR – GeoNavigator – sito web RAVA*



*Corografia su base ortofoto – GeoNavigator – sito web RAVA*

### 3. DESCRIZIONE DELLE OPERE

In base a quanto risulta dagli elaborati di progetto, di cui si riportano alcuni estratti progettuali, si intende realizzare una nuova pista interpodereale. Nello specifico:

“

*La pista con il suo tracciato a mezza costa, permettendo la ripresa delle attività agro-silvo-pastorali che, per causa di forza maggiore, erano state abbandonate, valorizzerà l'intero comprensorio, riqualificandolo con esse, anche sotto l'aspetto ambientale, l'intera zona.*

*La realizzazione di questa pista in generale, si inserisce nella politica di valorizzazione delle risorse agricolo – forestali e nella tutela dell'ambiente naturale.*

*Le principali finalità che si intendono realizzare con la presente intervento sono così di seguito riepilogate:*

- *Permettere di accedere agevolmente e con mezzi meccanici agricoli e forestali servendo un'ampia zona boschiva attualmente in stato di semi-abbandono e di avanzato stato di deperimento, onde consentire ai singoli proprietari privati, la ripresa delle necessarie ed urgenti attività selvicolturali.*
- *Favorire il recupero produttivo dei prati – pascoli presenti sia a valle che a monte del tracciato;*
- *Favorire ogni intervento in caso di incendio.*
- *Rendere agevole ed efficiente la sorveglianza del territorio soprattutto della regimazione idrica superficiale.*
- *Considerato il contesto ambientale (Parco Nazionale del Gran Paradiso), in cui si colloca la pista; permettendo un più facile e sicuro accesso al bosco, sia a singoli fruitori che a visite guidate con interesse naturalistico, darà sicuramente impulso sotto l'aspetto turistico - ambientale.*

...

*L'intervento proposto, come già accennato, prevede la realizzazione di una pista forestale che taglia trasversalmente a mezza costa tutto il versante in destra orografica. La pista con andamento costante segue per lo più un tracciato posto in parte poco a monte del Ru des Barrieres, sfruttando quando possibile, i vecchi terrazzamenti e in parte il sedime del Ru medesimo, fino a terminare ricongiungendosi alla strada podereale che serve la zona a monte di Cloux.*

*La tipologia di questa infrastruttura, considerata la sua destinazione finale, non deve rispondere obbligatoriamente ai requisiti delle norme di settore. Nonostante ciò, al fine di una corretta progettazione ci si è attenuti il più possibile alle norme per la progettazione stradale - D.M. Infrastrutture e Trasporti 05/11/2001, con particolare riferimento a:*

- *Planimetria – la sequenza curve/rettilineo è coerente, poiché la lunghezza dei rettilinei non supera generalmente il raggio medio della curva successiva; i raggi di curvatura superano generalmente i 20 m, a eccezione del tornante posto all'imbocco della pista che è di 8 m.*
- *Altimetria – le pendenze in genere sono medio base tra 1% e 8%, solo l'ultimo tratto che raggiunge il 14% per permettere il congiungimento con la pista podereale esistente. Pertanto l'intero tracciato risulta compatibile con il transito di qualsiasi mezzo.*

*La morfologia del tratto di versante attraversato, presenta tratti a pendenza elevata e tratti dove sono presenti piccoli terrazzamenti. Il versante è inoltre percorso quattro compluvi con direttrice est-ovest di limitata incisione, che non comportano particolari problematiche per il loro superamento, solo su uno vi è presenza di acqua si risorgiva.*

*Il tracciato della pista, di cui il presente progetto definitivo, coincide quasi completamente con quanto previsto nello studio preliminare di fattibilità. Tuttavia, la presenza di tratti fortemente acclivi, ha reso necessario, dove possibile, effettuare piccole modifiche del tracciato. Ciò è avvenuto con l'esecuzione di limitate traslazioni planimetriche ed altimetriche, alla ricerca di quei tratti di versante con morfologie più favorevole, sfruttando maggiormente i terrazzamenti presenti al fine di migliorare la fattibilità, la sicurezza e l'economicità dell'infrastruttura.*

*Per quanto concerne le opere d'arte, lo studio di fattibilità prevedeva la semplice esecuzione di lunghe scarpate e la realizzazione di pochi muri o scogliere di controripa e di sottoscarpa.*

*La difficile morfologia dei terreni attraversati non permette, nei tratti a forte pendenza laterale, tale soluzione. Scarpate lunghe realizzate su terreni ripidi sono instabili e un ridotto grado di sicurezza, oltre a rischi di compromettere una larga fascia di vegetazione arborea che si troverebbe ad essere con la parte basale parzialmente interrata.*

*Al fine di consolidare il piano viabile e le scarpate, per ridurre al minimo la lunghezza delle scarpate e quindi la fasci di bosco in cui si interviene per la realizzazione della pista, si propone di utilizzare, dove*

necessario le terre armate. Questa tecnica facente parte dell'ingegneria naturalistica oltre a garantirci maggior stabilità alla pista, consolidare il versante, ridurre la profondità degli scavi e ci permette una completa compensazione tra scavi e riporti.

Per le opere di consolidamento di controripa verranno realizzati o muri o scogliere a secco.

### **Caratteristiche del tracciato.**

#### **PLANIMETRIA**

Il tracciato della pista, con inizio in località Coveyrand, progressiva 0.00 m (sez. 1), posto ad una quota di riferimento di 1243,1210 m s.l.m., ha inizio dalla strada poderale che sale all'abitato di Verrogne e si sviluppa trasversalmente lungo tutto in versante fino a raggiungere e terminare raccordandosi con pista interpoderale a monde di Cloux, progressiva 1812 m (sez.101) quota 1297,07 m s.l.m. Il tracciato con uno sviluppo complessivo di 1812 m supera un dislivello di m 54.

Dalla sez.1 alla sez.3 (progressiva 20,10 m), la strada si sviluppa disegnando il tornante di imbocco, portandosi con direzione nord-sud trasversalmente al versante. Superata alla sez.5 (progressiva 39,30 m) la vasca di carico dell'acquedotto comunale, prosegue a mezza costa su terreni terrazzati, semi incolti tenuti a pascolo, fino alla sez.13 (progressiva 201,96 m) dove si raggiunge e si supera la strada vicinale che sale verso Chabloy Forciaz, posta lungo un compluvi. Alla sez.16 (progressiva 254,22 m) è localizzata la prima piazzola con funzione di manovra e area per il deposito del legname. Proseguendo sempre su terreni terrazzati ex coltivati abbandonati, alla sez. 20 (progressiva 324,79 m), la pista raggiunge un pozzetone che raccoglie le acque di una piccola risorgiva. Superata la risorgiva il tracciato, sempre localizzato poco a monte del ruscello, alla sez. 23 (progressiva 377,42 m), raggiunge la seconda piazzola e alla sez.30 (progressiva 537,56 m) la terza piazzola. Da qui il sentiero prosegue portandosi dalla sez. 32 (progressiva 567,48 m) alla sez. 47 (progressiva 824,54 m), sul sedime del Ru e del sentiero che lo costeggia. Nel tratto successivo la pista, si porta per un breve tratto, a valle del Ru e del sentiero, attraversando terreni a media pendenza tenuti a pascolo fino alla sez. 54 (progressiva 946,98 m), dove raggiunge e supera la strada vicinale di Voes, portandosi nuovamente sul sedime del Ru.

Alla sez. 57 (progressiva 1009,17 m) verrà realizzata la quarta piazzola. Il tracciato prosegue poi sul nuovamente per un breve tratto sul sedime del Ru fino alla sez. 60 (progressiva 1078,69 m). , portandosi poi nuovamente a monte del Ru, su terreni inizialmente terrazzati, poi attraversa un tratto di versante particolarmente acclive fino a raggiungere alla sez. 69 (progressiva 1213,31 m), un'area di risorgive con acque affioranti fino alla sez. 72 (progressiva 1.279,67 m). Da quest'ultima sezione fino alla sez. 87 (progressiva 1619,91 m), la pista segue il sedime del Ru. In quest'ultimo tratto, dopo aver superato alla sez. 75 (progressiva 1368,83 m) un piccolo compluvio, alla sez. 76 (progressiva 1408,74 m) verrà realizzata la quinta piazzola. La pista prosegue quindi portandosi nuovamente a monte del Ru, salendo su terreni terrazzati parzialmente incolti tenuti a pascolo fino alla sez. 94 (progressiva 1705,79 m), dove verrà realizzata la sesta ed ultima piazzola. L'ultimo tratto la pista attraversa terreni ben coltivati, tenuti a prato pascolo fino a terminare alla sez.101 (progressiva 1812,18 m) raccordandosi sulla piazzola della pista interpoderale esistente.

Per utilizzare in modo ottimale i tratti in cui la morfologia è particolarmente favorevole terrazzamenti (minor pendenza trasversale), si sono ridotti al minimo i rettifili a favore di piccole curve e contro ad ampio raggio al fine di adattare per quanto possibile la pista all'orografia e morfologia del versante.

La larghezza della strada è 3,50 m, 2,50 m per il piano viabile, 0,50 m per la banchina o il posizionamento della staccionata a valle e 0,50 m per l'eventuale canale di scolo a monte.

Le 6 piazzole previste hanno una larghezza media di circa 4 m, e una lunghezza variabile da 15 a 20 m con funzione di aree di deposito del legname o piazzole di sosta per gli automezzi.

“



**Pista – planimetria tratto nord**



*Pista Planimetria tratto sud*

**LEGENDA:**

	PISTA DI PROGETTO
	PIAZZOLE IN PROGETTO
	SCARPATE DA REALIZZARE
	SOLETTONE IN C.A.
	MURI IN PROGETTO
	GABBIONI IN PROGETTO
	SCOGLIERE IN PROGETTO
	TERRE ARMATE IN PROGETTO
	CANALETTA IN TERRA
	DRENAGGI
	SCOLINE
	MASSICIATA CON POZZETTO E TUBO ATTRAVERSAMENTO

Per maggiori ragguagli tecnici si rimanda agli elaborati di progetto.

## 4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

### 4.1 CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA

Il versante destro della Valle di Rhêmes-Saint-Georges è posto all'interno del SISTEMA MULTIFALDA DEL GRAN SAN BERNARDO. Nello specifico, il tracciato si snoda essenzialmente all'interno della Unità del Grand Nomenon. Questa è costituita da un basamento polimetamorfico pre-alpino formato da paragneiss con subordinate metabasiti, da intrusivi di età devoniana superiore - carbonifera a composizione granodioritica e da una copertura sedimentaria di possibile età mesozoica. È delimitata a tetto e a letto dalla zona di taglio dell'Entrelor e quella di Feluma, verso sud dalla faglia Belleface-Traio, e verso nord-est da una zona di deformazione ad alto angolo (Zona di taglio di Cogne). Nel settore le rocce sono costituite essenzialmente da gneiss minuti.

### 4.2 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA

Il settore è caratterizzato da depositi glaciali rimaneggiati: si tratta di sabbie ghiaiose, poco limose, massive o mal stratificate, non addensate, a clasti spigolosi.

Lungo l'incisione della Dora di Rhêmes si hanno dei depositi alluvionali antichi e recenti legati alla dinamica torrentizia.

Il tracciato non attraversa settori dove affiora la roccia.

### 4.3 CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE

Il substrato roccioso non viene interessato del tracciato: gli affioramenti di gneiss minuti sono presenti in limitate porzioni presenti più a monte.

### 4.4 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

La circolazione idrica del settore avviene principalmente nei materiali sciolti costituenti i depositi glaciali e gli accumuli di frana e risulta legata alla presenza di livelli impermeabili, costituiti da occasionali intercalazioni limose e dal substrato.

La superficie piezometrica segue, in genere, l'andamento della superficie topografica media locale ed ha una profondità variabile in funzione della potenza della coltre detritica e glaciale. La direzione media dei filetti di flusso è inoltre disposta lungo la direzione di massima pendenza.

La circolazione sotterranea, prevalentemente di tipo superficiale o poco profondo, risulta influenzata da apporti provenienti dai versanti e dalle infiltrazioni di acque superficiali.

La situazione idrogeologica dell'area è infatti caratterizzata dalla presenza di tre principali tipi di acquiferi:

- **acquifero in formazioni glaciali:** esso è costituito da sedimenti sabbioso-ghiaiosi, a volte limosi, di origine glaciale presenti in modeste plaghe sul versante. Questo acquifero presenta una discreta estensione ed una potenzialità idrica ridotta anche in considerazione della scarsa permeabilità.
- **acquifero in accumuli di frana:** esso è costituito da sedimenti ghiaioso-sabbiosi con blocchi e locali bancate più fini. Questo acquifero presenta una buona estensione ed una potenzialità idrica notevole in considerazione della elevata permeabilità.
- **acquifero in formazioni fratturate:** questo acquifero è rappresentato in buona parte dagli affioramenti rocciosi appartenenti al "SISTEMA MULTIFALDA DEL GRAN SAN BERNARDO". Esso risulta limitato in

quanto la roccia presenta un reticolo di fratture e di piani di faglia che determinano un basso grado di permeabilità.

Il tracciato attraversa la zona di rispetto della sorgente Momorotz. Le Norme tecniche di Attuazione di tale sorgente prevedono che:

Art. 29. *Sorgenti, pozzi*

1) *Nelle tavole prescrittive P2 – Carte degli elementi, degli usi e delle attrezzature con particolare rilevanza urbanistica, sono indicate le captazioni di “acque per consumo umano” dei soggetti gestori dei servizi acquedottistici sia pubblici che privati e di chiunque fornisca acqua a terzi attraverso impianti idrici autonomi e le relative zone di tutela assoluta, di rispetto e di protezione ai sensi della legislazione in materia di tutela delle acque destinate al consumo umano, distinguendo le sorgenti dai pozzi, nonché le relative opere di stoccaggio. Nella carta medesima sono indicate, altresì, le sorgenti o punti di emergenza di eventuali “acque minerali naturali”, “acque termali” e “acque di sorgente”.*

...

3) *Le zone di rispetto delle risorse idriche di cui al comma 1 e indicate nelle tavole di cui al suddetto comma, sono costituite dalle porzioni di territorio circostanti le zone di tutela assoluta. Nelle zone di rispetto, eventualmente articolate in “Zone di rispetto ristrette” e “Zone di rispetto allargate” sulla base di idonea relazione idrogeologica in rapporto alla tipologia dell’opera di presa o captazione ed alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa, opera la disciplina prevista dalla vigente legislazione. **In ogni caso sono vietati l’insediamento dei centri di pericolo e lo svolgimento delle attività seguenti :***

a) *dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;*  
b) *accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;*  
c) *concimazione per irrigazione;*  
d) *spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l’impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;*

e) ***dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;***  
f) *aree cimiteriali;*  
g) *apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;*  
h) *apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative della risorsa idrica;*

i) *gestione di rifiuti;*  
j) *stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;*  
k) *centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;*  
l) *pozzi perdenti;*  
m) *pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. E’ comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta eventualmente individuata ;*

n) *edificazione di stalle e realizzazione di allevamenti di bestiame ;*  
o) *usi e attività non compresi alle lettere precedenti, che possono determinare centri di pericolo per l’utilizzo delle acque per il consumo umano ;*

4) *Per gli insediamenti o le attività preesistenti di cui al comma precedente, ove possibile e comunque ad eccezione delle aree cimiteriali, si dovranno adottare tutte le misure necessarie per il loro allontanamento dalla zona di rispetto e, in subordine, per la loro messa in sicurezza*

5) *Si applicano le disposizioni finalizzate alla protezione da ogni pericolo di inquinamento o danneggiamento delle sorgenti o punti di emergenza di eventuali “acque minerali naturali”, “acque termali” e “acque di sorgente”, qualora individuate ed elencate in eventuali autorizzazioni regionali all’utilizzazione .*

6) ***Al fine di valutarne l’influenza sulle caratteristiche di qualità delle acque da destinare al consumo umano ai sensi della normativa in materia di risorse idriche , sono da sottoporre a specifica verifica le strutture e le seguenti attività collocate entro le zone di rispetto:***

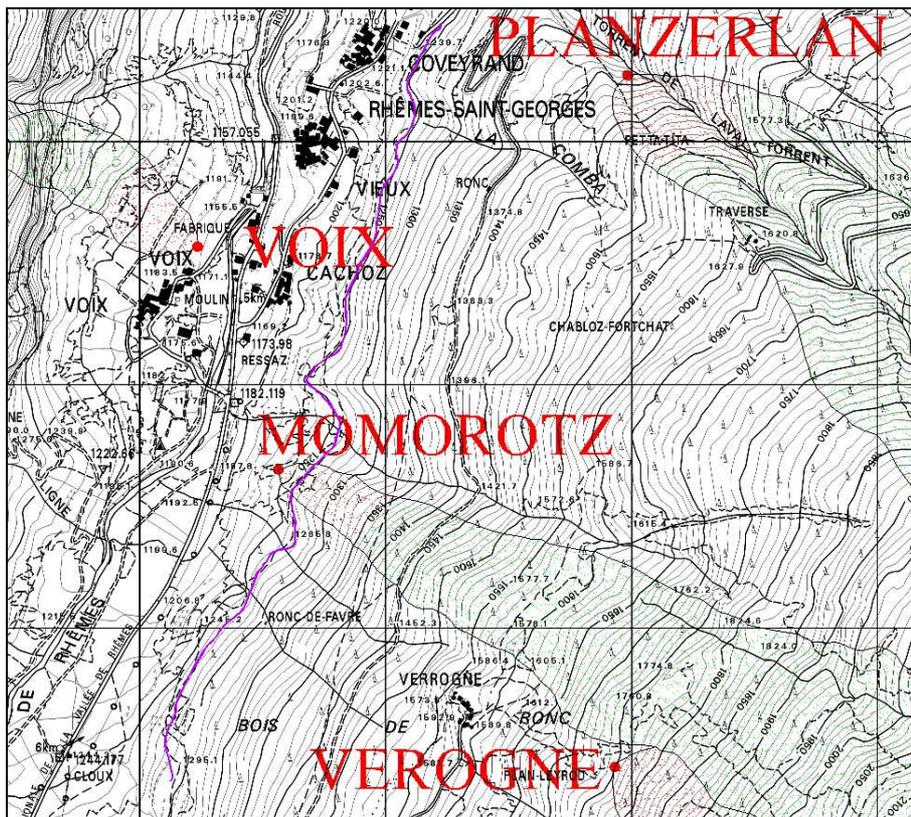
a) *fognature e impianti di trattamento dei reflui;*  
b) *edilizia residenziale e infrastrutture di servizio;*  
c) ***opere viarie, ed altre eventuali strutture di trasporto nonché in genere ogni infrastruttura di servizio;***

d) le pratiche agronomiche e i contenuti dei piani di utilizzazione di cui alla lettera d) del comma 3.

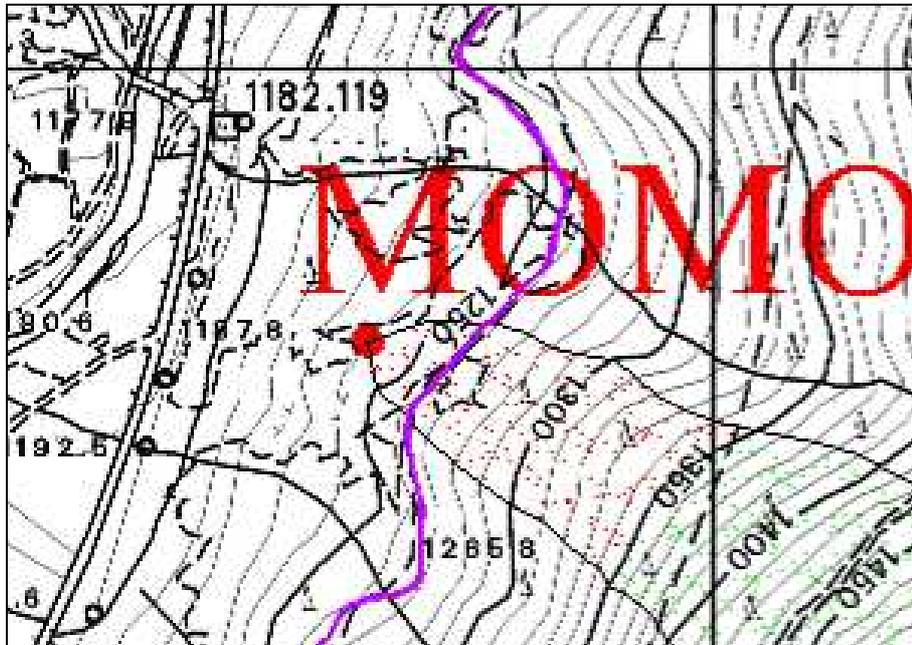
7) Per le abitazioni esistenti e le attività in atto all'interno delle zone di rispetto, deve esserne verificata la compatibilità mediante adeguati approfondimenti relativamente alla dinamica del flusso di alimentazione dell'emergenza idrica; tale studio individuerà gli eventuali interventi da assumere a salvaguardia della quantità e della qualità della risorsa idrica ad uso potabile nonché le cautele e gli accorgimenti per minimizzare il rischio di inquinamenti accidentali :

8) Nelle zone di rispetto delle risorse idriche di cui al comma 1, la nuova edificazione di infrastrutture e di edifici è ammessa previa verifica della loro compatibilità con le disposizioni di cui ai commi 2 e 3. **La nuova edificazione sarà consentita solo se compatibile con la sicurezza della risorsa idrica e comunque a seguito di specifico studio che attesti tale compatibilità e dia indicazione delle cautele e degli accorgimenti da adottare per minimizzare il rischio di incidentali inquinamenti. La verifica di compatibilità è effettuata dal richiedente il titolo abilitativo e prodotta unitamente alla richiesta di concessione edilizia o della dichiarazione di inizio attività.**

...



In base alle norme di attuazione del PRGC sopra riportate, le opere in progetto risultano ampiamente ammissibili in quanto l'art. 29 (sorgenti, pozzi) ammette che nelle zone di rispetto siano realizzate nuove infrastrutture viarie a condizione che non vi sia dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade. In virtù della tipologia della strada, caratterizzata da un fondo in terra inerbita, da un traffico estremamente ridotto e da una utenza legata essenzialmente alla pratica agricola ed alla gestione del bosco, si può ritenere l'opera compatibile con l'esigenza di tutela della risorsa idrica.



Come riportato precedentemente, le opere si inseriscono in aree caratterizzate da depositi glaciali rimaneggiati costituiti da una classica associazione di blocchi di varia pezzatura e natura immersi in una matrice limoso sabbiosa.

In corrispondenza delle sezioni 69-72 si ha un settore con ristagno della falda: si tratta presumibilmente della parte alta della sorgente di Momorotz, captata e immessa nell'acquedotto comunale. Attualmente queste venute d'acqua vengono raccolte e immesse nel canale irriguo.





In tale settore il progetto prevede la realizzazione di drenaggi superficiali atti a raccogliere le acque dalla pista e immetterle nell'impluvio posto a nord. In tal modo si evita che nella zona di rispetto della sorgente comunale si abbiano dei ristagni superficiali di acqua che possono creare problematiche alle acque captate dall'opera di presa comunale. Si è infatti previsto di eseguire una doppia fila di drenaggi, la creazione di un canale di scolo verso l'impluvio: l'attraversamento di quest'ultimo verrà eseguito attraverso un guado carrabile costituito da una massicciata in pietrame e malta



Le opere in progetto non hanno pertanto interazione con la falda profonda della sorgente comunale e non producono percolato: si può quindi escludere il rischio d'inquinamento dell'acquifero interessato dalla sorgente presente a valle.

In considerazione di quanto evidenziato, non si ravvisano problematiche di tipo geologico ed idrogeologico alla realizzazione dell'opera in progetto. Si ribadisce comunque di ottemperare scrupolosamente a quanto previsto nelle precauzioni e modalità costruttive di cui ai capitoli successivi della presente relazione.

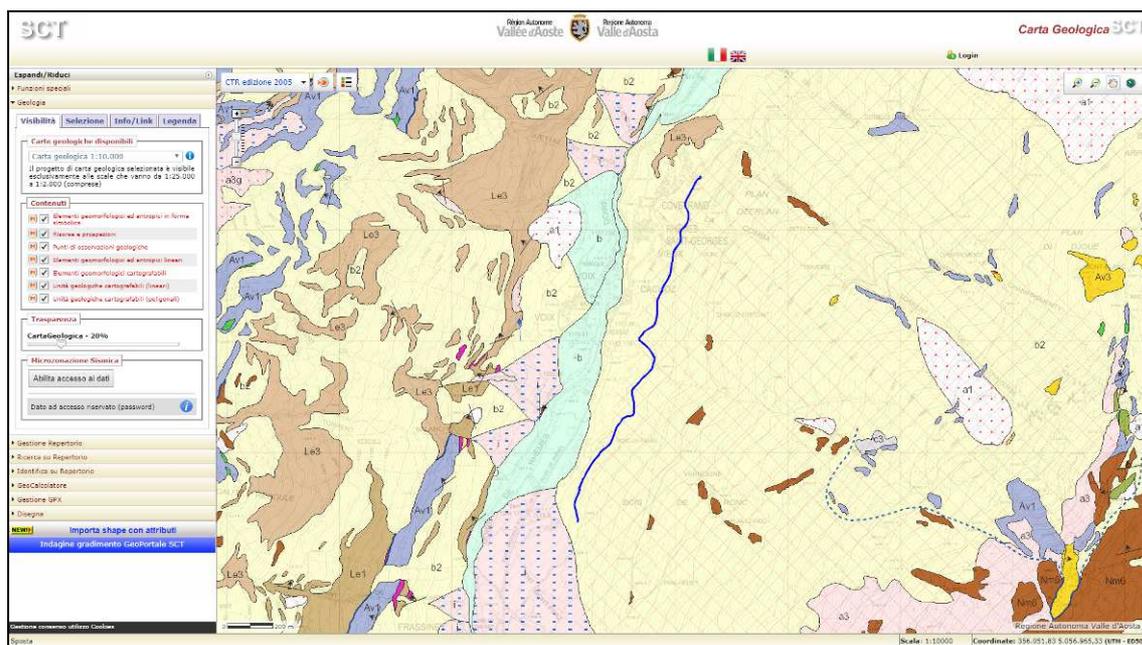
#### 4.5 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA

La valle di Rhêmes rappresenta un chiaro esempio di valle glaciale sospesa, profondamente incisa nel tratto terminale dalla Dora omonima, fino alla confluenza con la vallata principale percorsa dalla Dora Baltea: il tratto inferiore della valle di Rhêmes è infatti molto incassato, con versanti scoscesi. Caratteristici sono le spalle glaciali e gli avvallamenti dovuti a fenomeni di sovraescavazione e i numerosi dossi montonati presenti.

Alla morfologia glaciale si sovrappongono in vari punti le forme legate all'azione della gravità, con accumuli di frana e estese falde detritiche presenti ai piedi delle pareti rocciose.

L'azione delle acque correnti è particolarmente evidente allo sbocco della valle di Rhêmes. A causa del differente potere erosivo tra il gigantesco ghiacciaio della valle della Dora Baltea e i ghiacciai tributari, le valli laterali sono sospese rispetto alla valle principale. Esse sboccano pertanto dall'alto di un gradino roccioso ("gradino di confluenza"), che è stato parzialmente eroso dal torrente con formazione di una forra, quale quella di Introd.

Dall'esame della carta geomorfologica riportata di seguito si rileva che nell'area affiorano dei depositi gravitativi legati al fenomeno di "deformazione gravitativa profonda del versante" (DGPV di Verrogne): generalmente questi sono costituiti da una commistione di clasti anche di grosse dimensioni (metriche) poco o per nulla arrotondati immersi in una matrice a granulometria sabbioso-limosa. La loro struttura risulta caotica, a supporto di clasti o di matrice. Questi depositi si possono riconoscere lungo numerosi tagli artificiali e naturali del pendio.



*Estratto della Carta Geologica SCT – sito web RAVA*

<b>Punti di osservazioni geologiche</b>	
	Asse di piega (piega le scistosità regionale)
	Superficie di scistosità (scistosità regionale)
<b>Elementi geomorfologici cartografabili</b>	
	DGPV, Deformazione Gravitativa Profonda di Versante
<b>Unità geologiche cartografabili (lineari)</b>	
	Limite geologico certo
	Contatto tettonico
	Contatto tettonico incerto
<b>Unità geologiche cartografabili (poligonali)</b>	
<b>DEPOSITI QUATERNARI</b>	
<b>Depositi quaternari</b>	
	a3g - Accumulo a grandi massi Accumulo a grandi massi. Ammasso di blocchi regolari monogenici, talora in parte derivati dalla disarticolazione in situ del substrato.
	a3 - Detrito di falda Detrito di falda.
	b2 - Coble detritico-colluviale Coble detritico-colluviale, sabbie ghiaiose, poco limose, massive o mal stratificate, non addensate, a clasti regolari
	e1 - Accumulo di frane Accumulo di frane.
	f - Deposito di origine mista Deposito di origine mista. Deposito eterogeneo, con stratificazione grossolana e matrice sabbiosa poco limosa, con intercalazioni di ghiaie e sabbie selezionate.
	g3 - Moneico scheletrico sparso Moneico scheletrico sparso. Ciottoli e massi residuali, da subglaciale a subaerostant.
	h - Deposito alluvionale e fluvio-glaciale Deposito alluvionale e fluvio-glaciale. Ghiaie sabbiose stratificate, a supporto di ciottoli, con ciottoli arrotondati, embiccati, in matrice sabbiosa medio-grossolana.
<b>Substrato pre-quaternario</b>	
<b>ZONA PIEMONTESE</b>	
Unità superiori, non ecotipiche (Zona del Combi s.l.)	
Unità di Avise	
	Av3 - Marmi impuri e marmi dolomitici Marmi impuri e marmi dolomitici.
	Av4 - Quarziti incassate bianche Quarziti incassate bianche.
	Av5 - Frasinidi Frasinidi, litoclastiti in facce sottili verdi ad albite, epidote, actinolite, clorite, fibrolite.
	Av6 - Serpentinidi Serpentinidi, serpentiniti, serpentinite e magnesite.
	Av1 - Calcioscisti s.l. indifferenziati Calcioscisti s.l. indifferenziati: Calcioscisti pellico-carboniferi con intercalazioni di marmi impuri, scisti filadici, quarziti e filiti non cartografabili. GIURASSICO - CRETACEO DUE?
<b>PERINIDICO</b>	
REINZICO MEDIO - GRAN SAN BERNARDO	
Unità di Evengone:	
	L42 - Ghiaie fini e micassati della Bocca d'Amone Ghiaie fini e micassati della Bocca d'Amone. Ghiaie minuscole e patine nevose, micassati albici e clorite ad spicco; foci verdi e granati e clorite, subordinati moneici, quarziti e quarziti miste a granaio.
	L41 - Micassati fenologici e micassati a granato e clorite Micassati fenologici e micassati a granato e clorite. Micassati fenologici e fenologie, granato, clorite, clorite a sovrapposizione, epidote.
Unità del Gran Moenon	
	M4 - Cinesiti minuti Ghiaie minuti, Ghiaie minuti in facce sottili verdi ad albite, clorite, biotite e granato, con foliazione e granato esposti prevalentemente preservati; subordinata intercalazione di micassati quarziti sottili quarziti e micassati a granato.
<b>ROCCHE DI ORIGINE IDROTHERMALE E DI FAGLIA</b>	
	bcc - Rocce carbonatiche Rocce carbonatiche.
	cr - Carniole Carniole e blocchi carbonatici di origine tettonica e idrotermale.

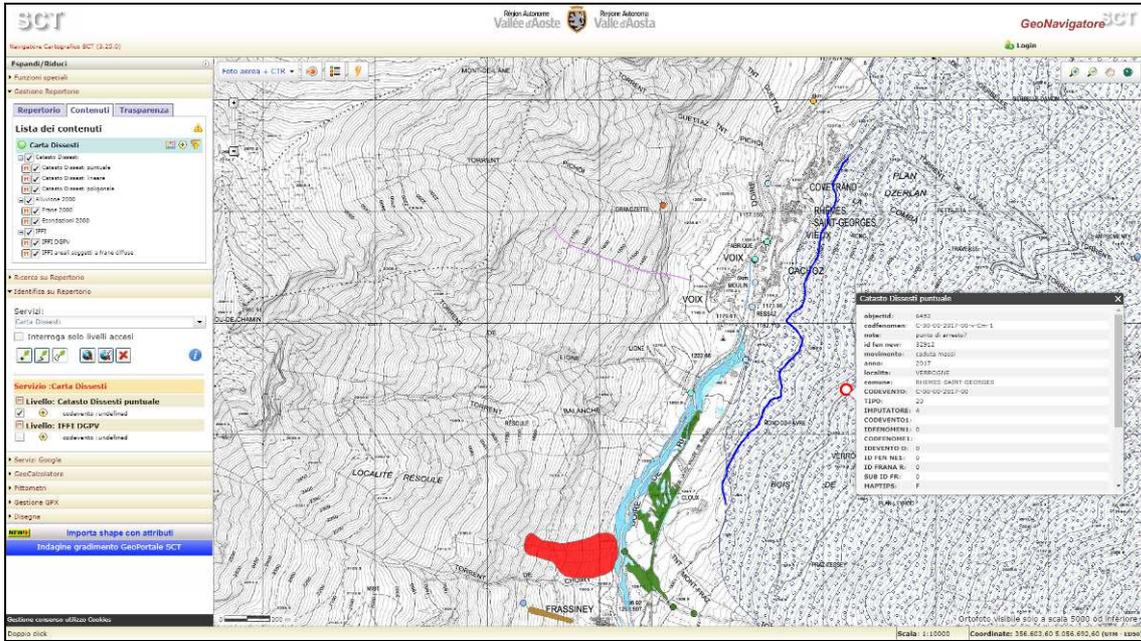
#### 4.6 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Il settore oggetto di intervento risulta essere posto all'interno delle aree vincolate ai sensi della L.R. 11/98 e s.m.i..

Secondo la carta dei dissesti della RAVA, che include le zone censite dal PROGETTO IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), nel settore oggetto di studio si segnalano fenomeni di dissesto: in particolare si ha la parte terminale della DGPV di Verrogne.

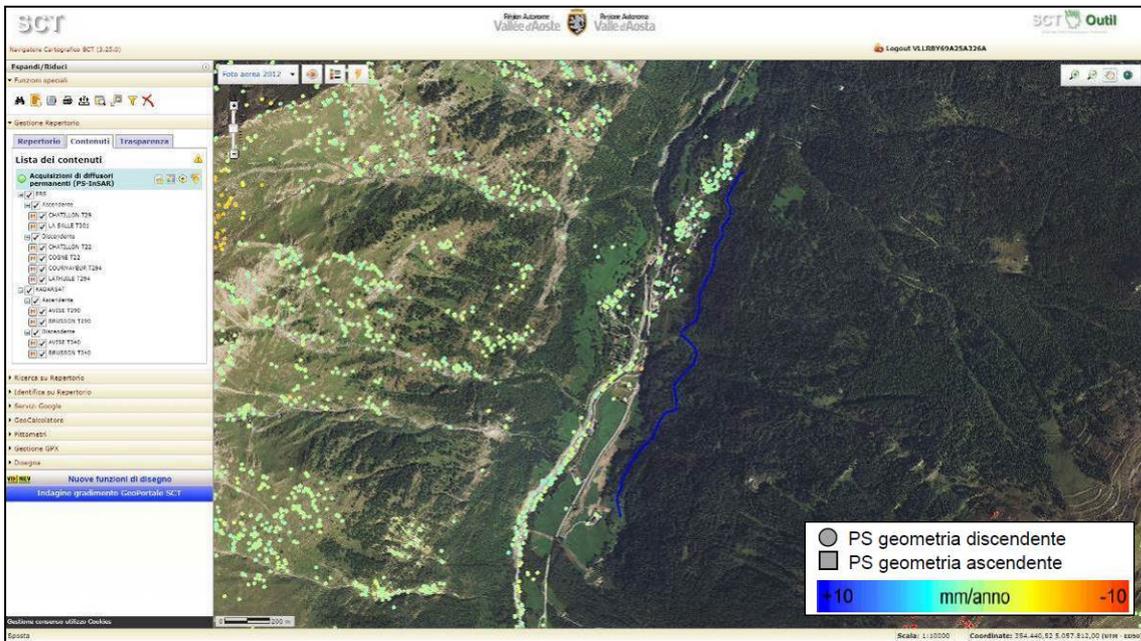
A monte dell'area, a circa 250 metri lineari dal nuovo tracciato, si ha la segnalazione di un punto di arresto di un blocco di crollo lungo la strada podereale che conduce a Verrogne: in base alle evidenze morfologiche ed ai rilievi eseguiti in loco, si può escludere che si possano avere crolli che possano raggiungere il tracciato in progetto.





**Carta dei dissesti – particolare punto arresto - GeoNavigator – sito web RAVA**

La propensione al dissesto dell'areale è stata infine valutata attraverso l'analisi dei dati PSInSAR<sup>TM</sup>: sono attualmente disponibili sul GeoNavigator della RAVA i risultati sull'intero territorio valdostano che possono integrare le conoscenze finora acquisite sui fenomeni franosi con nuove informazioni di carattere quantitativo sull'entità e distribuzione areale dei movimenti superficiali. I dati radar satellitari elaborati con tecnica interferometrica derivano da due satelliti differenti: ERS 1 & 2 e RADARSAT. I dati derivanti dalla piattaforma ERS sono stati elaborati con la tecnica PSInSAR<sup>TM</sup> (permanent scatterers) e si riferiscono al periodo temporale 1992 – 2001. I dati derivanti dalla piattaforma RADARSAT sono stati elaborati con la tecnica SqueeSAR<sup>TM</sup> (permanent scatterers e distributed scatterers) e si riferiscono al periodo temporale 2003 – 2010.

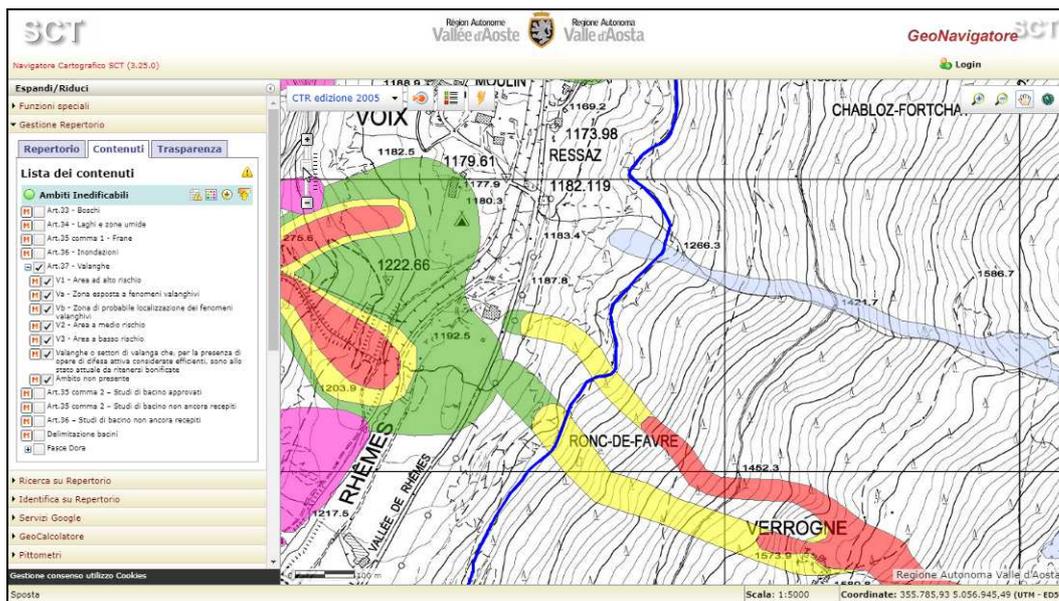


**PS-InSAR – GeoNavigator – sito web RAVA**

Nel settore di versante comprendente il tracciato on si hanno dati significativi.

## 4.7 PERICOLOSITÀ LEGATA ALLE VALANGHE

Il tracciato attraversa la parte terminale di tre canali di valanga.



Art. 37 – GeoNavigator – sito web RAVA

Nello specifico si tratta dei due rami terminali della valanga 005, cartografata negli ambiti inedificabili del comune, nonché della parte terminale della zona di probabile localizzazione della valanga 003.

La valanga n°3 è stata oggetto di studio di dettaglio. Nello specifico gli elaborati degli ambiti inedificabili riporta:

### 3.2. LA ZONA DI SCORRIMENTO

*La zona di scorrimento è costituita inizialmente da un versante ricoperto da cotica erbosa e poi da un piccolo canalino con rada vegetazione.*

*All'altezza dell'abitato di Verrogne la valanga può arrestarsi allargandosi nel pianoro in direzione dei fabbricati (così come è avvenuto nel 2009 in occasione dei due eventi rilevati dall'Ufficio Regionale Valanghe), oppure continuare la sua discesa a valle del pianoro riprendendo velocità.*

*La tendenza delle valanghe di dimensioni normali che si possono verificare durante la stagione invernale è quella di arrestarsi nel pianoro a monte dell'abitato di Verrogne. Solo in casi eccezionali, eventi di grandi dimensioni possono colpire l'abitato (come accaduto nel 1918) e scendere verso valle. In tali casi è ragionevole ipotizzare, anche in considerazione della forma assunta dall'accumulo dell'evento dell'inverno 2008/2009, che la massa, dopo aver rallentato ed essersi in parte accumulata nel pianoro, si divida più o meno equamente nei due rami. Per entrambe le simulazioni è stata pertanto considerata (a partire dalla quota 1650) una massa pari al 60% di quella totale.*

*La larghezza di scorrimento media considerata è di 70 m a monte del pianoro, mentre a valle le larghezze sono di circa 40 m per il ramo di destra e di 60 per quello di sinistra.*

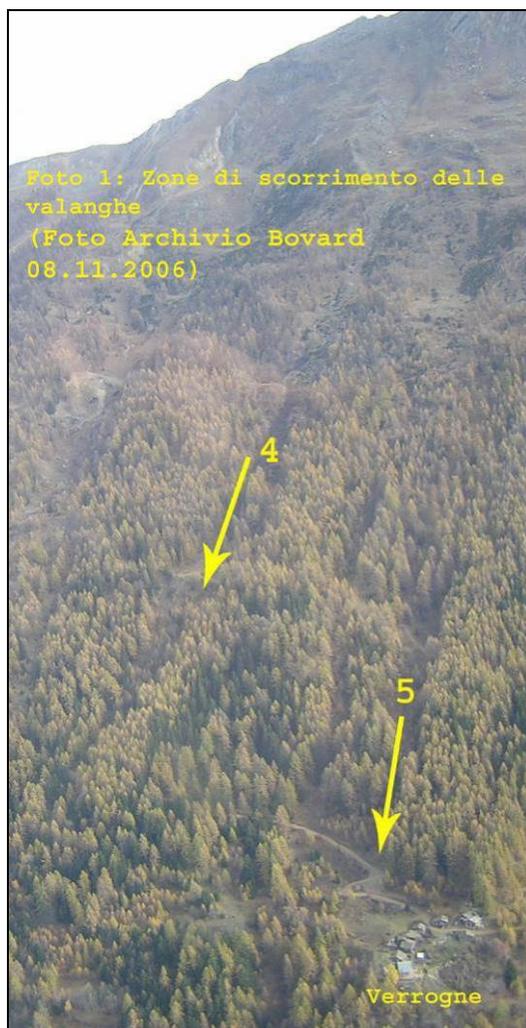
### 3.3. ZONA DI ARRIVO

*Dalle simulazioni, si vede che, nella prima ipotesi di tracciato, la valanga rallenta decisamente in corrispondenza del falsopiano in prossimità dell'abitato di Verrogne, dove se di dimensioni normali tende ad arrestarsi, riprende poi velocità, e pressione, inoltrandosi nel bosco. Infatti ad una prima zona rossa che termina alla quota 1490 m s.l.m., segue la zona gialla, ma un tratto più ripido dà luogo ad un nuovo aumento delle pressioni (zona rossa tra le quote 1.380 e 1330 m s.l.m. ca.). La zona gialla termina poi poco a monte della strada regionale (quota 1199 m s.l.m.) mentre la massa si arresta completamente in corrispondenza della strada regionale, a quota 1192 m s.l.m.*

*Le pendenze di scorrimento passano progressivamente da 28° sino circa a 22° poi 11° ed infine 1°.*

*Nella seconda ipotesi la valanga rallenta decisamente in corrispondenza del falsopiano a tergo dell'abitato e, se di dimensioni normali, tenderebbe ad arrestarsi. Nel caso di valanga di dimensioni eccezionali, superato l'abitato riprende a scendere nel bosco riprendendo velocità con la ripresa della pendenza e si arresterebbe totalmente poco a monte della strada regionale, alla quota 1.199 m s.l.m. ca.*

Nonostante quanto riportato all'interno della notizia storica del 1918 si esclude che la massa valanghiva possa raggiungere la Dora di Rhêmes. Tale valutazione è supportata, oltre che dai risultati delle simulazioni, da considerazioni sulla morfologia della zona d'arresto e sulla presenza attualmente di un fitto bosco nella zona di scorrimento. Il fatto poi che la notizia sia stata riportata su un quotidiano stampato a Parigi per gli émigrés lì residenti lascia non pochi dubbi sulla sua precisione.



### SCHEDA INFORMATIVA SITO VALANGHIVO

Numerazione progressiva	5	Numero Catasto Regionale	119
		Comprensorio	14
Comune	Rhêmes - Saint - Georges		
Denominazione valanga	Verrogne		
Rif. Cartografia regionale 1:10000	5858 - 5454		

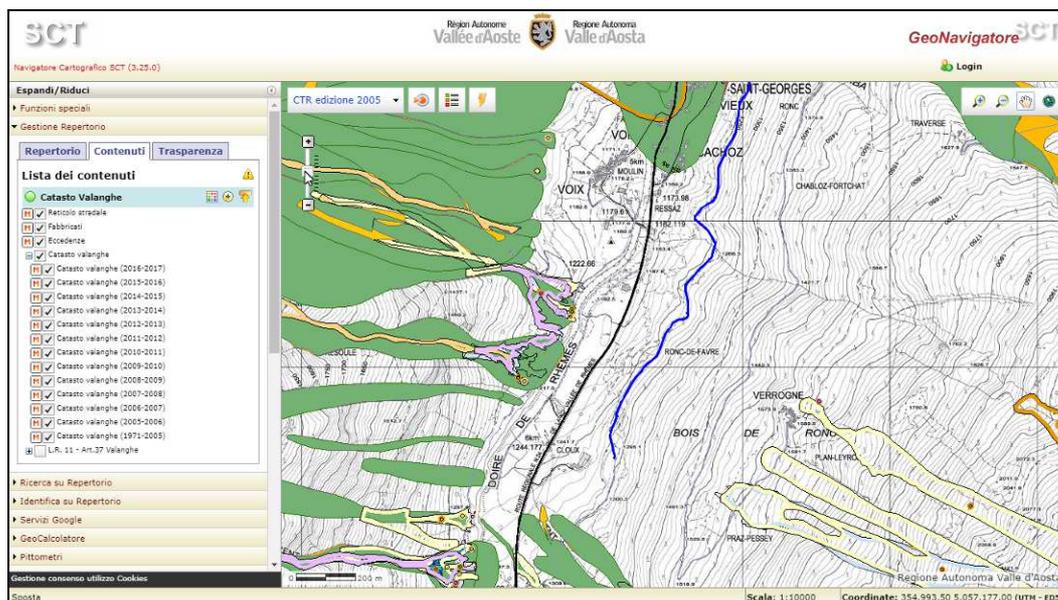
NOTIZIE STORICHE		
DATA	DESCRIZIONE	FONTE
04.1918	La valanga ha distrutto l'abitato di Verrogne ed ha raggiunto la Dora di Rhêmes	"Le Mont Blanc" del 26.04.1918
03.2009		
28.04.2009		

La valanga n°5 non è stata oggetto di studio di dettaglio in quanto il fenomeno non interessa delle infrastrutture e non si hanno eventi segnalati.

## SCHEMA INFORMATIVA SITO VALANGHIVO

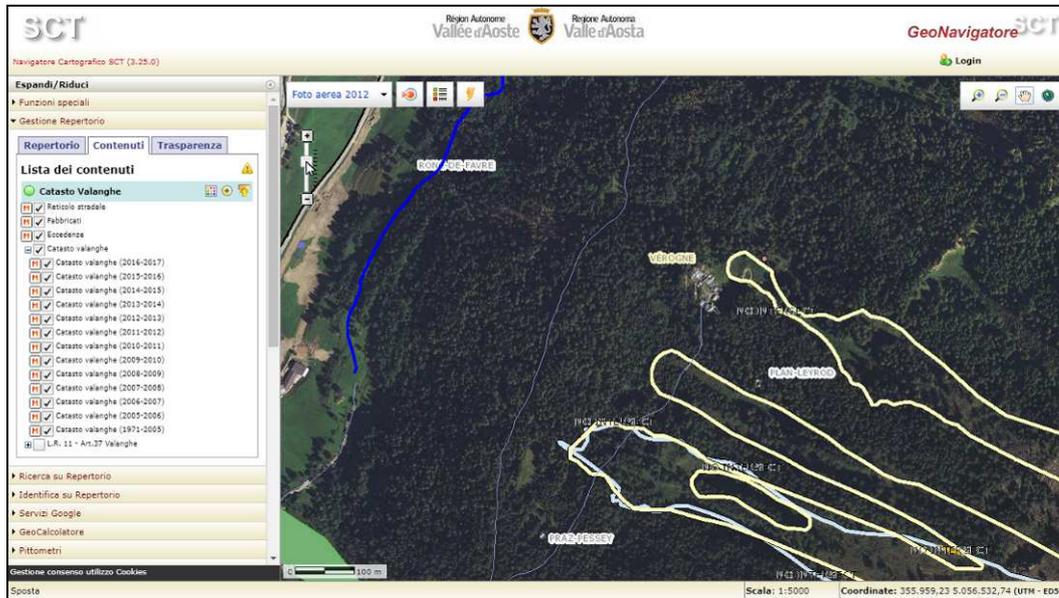
Numerazione progressiva	3	Numero Catasto Regionale	Non rilevata
		Compendio	14
Comune	Rhêmes - Saint - Georges		
Denominazione valanga	La Ressay		
Rif. Cartografia regionale 1:10000	5858 - 5454		
<b>NOTIZIE STORICHE</b>			
<b>DATA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>		<b>FONTE</b>

Nel catasto valanghe tali eventi non sono stati riportati: si tratta infatti di valanghe che non avvengono con periodicità.



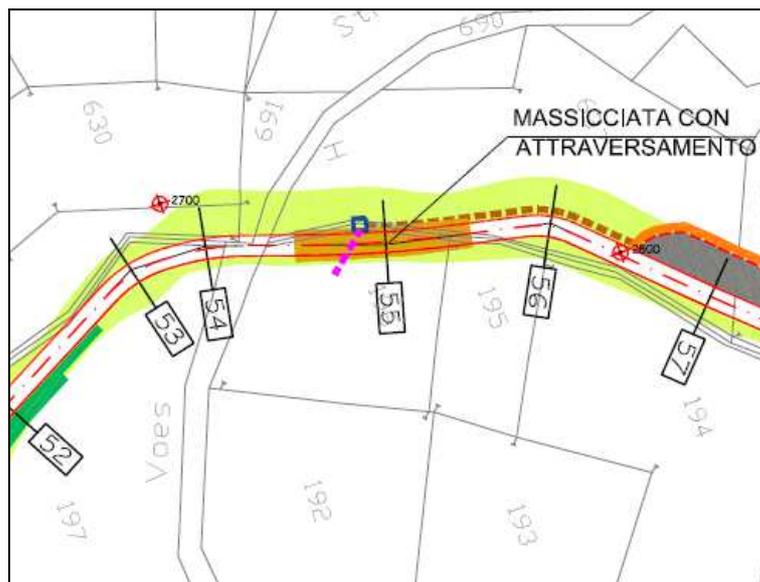
*Catasto Valanghe – GeoNavigator – sito web RAVA*

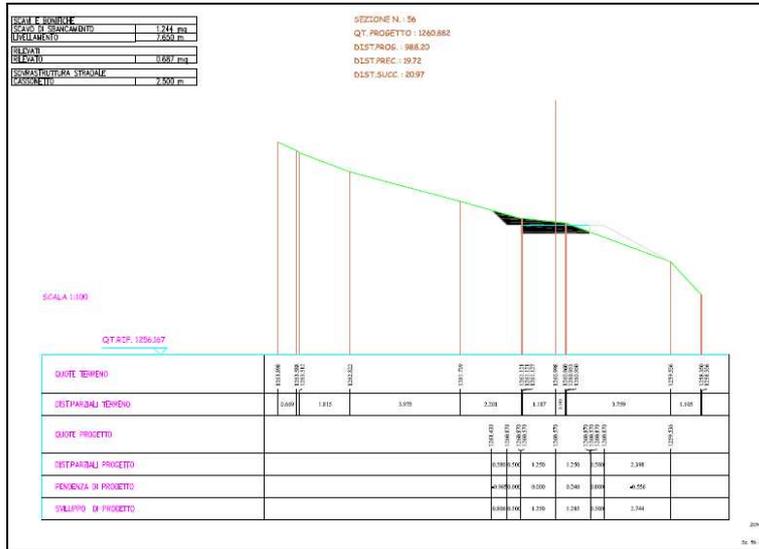
Il catasto inoltre indica che la valanga 005 raggiunge il villaggio di Verrogne, fermandosi nei settori prativi posti al margine dello stesso, senza raggiungere il fondovalle. Le foto aeree del settore mostrano infatti che a valle di Verrogne è presente un fitto bosco senza evidenti segni del passaggio delle masse nevose.



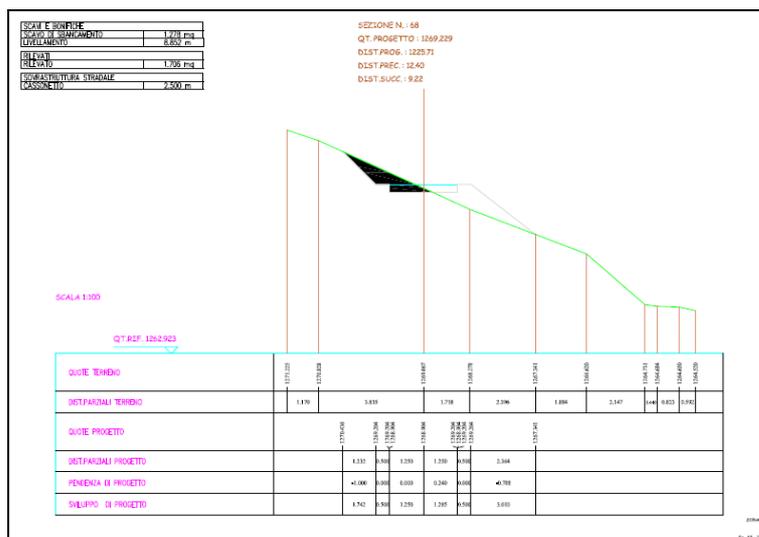
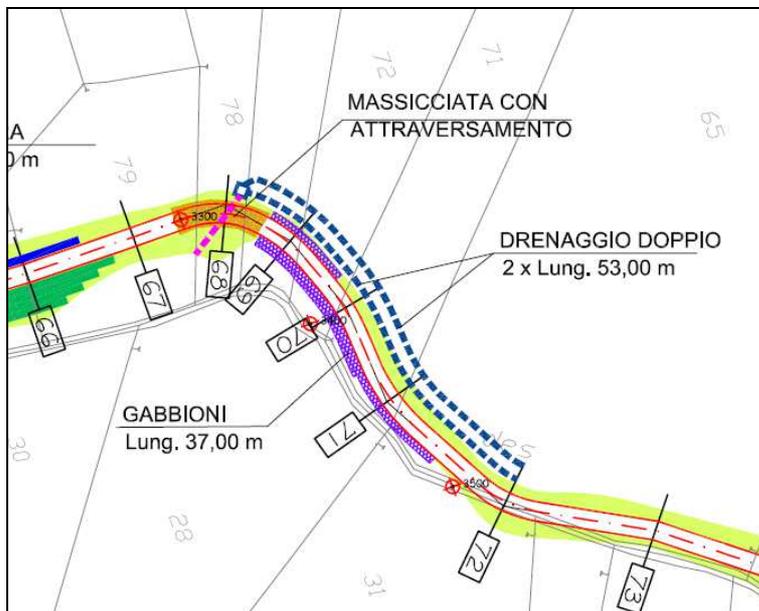
**Catasto Valanghe – GeoNavigator – sito web RAVA**

In corrispondenza dei canali di valanga segnalati negli ambiti inedificabili, l'attraversamento della pista verrà sempre eseguito essenzialmente con una massicciata senza alterare la morfologia esistente (sezioni 55-56, 68 e 75).





*Planimetria e sezione attraversamento in corrispondenza delle sezioni 55-56*



*Planimetria e sezione attraversamento in corrispondenza della sezione 68*

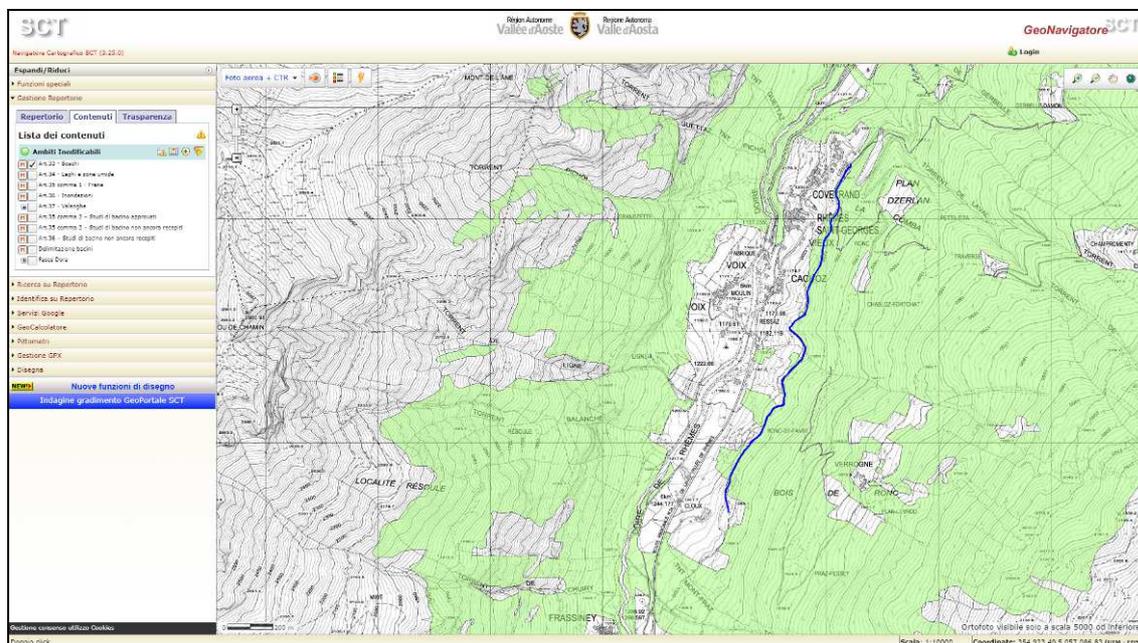


## 5. AMBITI INEDIFICABILI

Il settore oggetto di intervento risulta essere posto all'interno delle aree vincolate ai sensi della L.R. 11/98 e s.m.i..

In particolare la pista interpodereale risulta essere posta all'interno delle **ZONE** inedificabili per frana (zone F1 e F2, art. 35 L.R. 11/98 e suc. mod.), delle **FASCE** inedificabili per inondazione (fasce Ic-A, art. 36 L.R. 11/98 e suc. mod.), delle **ZONE** soggette a valanga (V2 e Vb) e del vincolo idrogeologico.

VINCOLI	Riferimenti di legge	PRESENZA	PARERE
<i>Ambiti inedificabili – aree boscate</i>	<i>art. 33 – L.R. 11/98 e s.m.i.</i>	X	X
<i>Ambiti inedificabili – zone umide e laghi</i>	<i>art. 34 – L.R. 11/98 e s.m.i.</i>		
<i>Ambiti inedificabili – frane</i>	<i>art. 35 – L.R. 11/98 e s.m.i.</i>	X	
<i>Ambiti inedificabili – fenomeni di trasporto in massa</i>	<i>art. 35 comma 2 – L.R. 11/98 e s.m.i.</i>		
<i>Ambiti inedificabili – inondazioni</i>	<i>art. 36 – L.R. 11/98 e s.m.i.</i>	X	X
<i>Ambiti inedificabili – valanghe</i>	<i>art. 37 – L.R. 11/98 e s.m.i.</i>	X	X
<i>Fasce di rispetto – Fasce di rispetto dei corsi d'acqua e delle vasche di carico</i>	<i>art. 41 – L.R. 11/98 e s.m.i.</i>	X	X
<i>Fasce di rispetto – Fasce di tutela, rispetto e protezione delle captazioni e delle opere di stoccaggio delle acque per consumo umano</i>	<i>art. 42 – L.R. 11/98 e s.m.i.</i>	X	X
<i>Vincolo idrogeologico</i>	<i>R.D. 3267 – 30/12/1923</i>	X	X



Art. 33 – GeoNavigator – sito web RAVA

La legge regionale 11/98 e suc mod. e relative delibere attuative (delibera della Giunta regionale 2939 del 10 ottobre 2008), prevede che:

### Art. 35 – F1

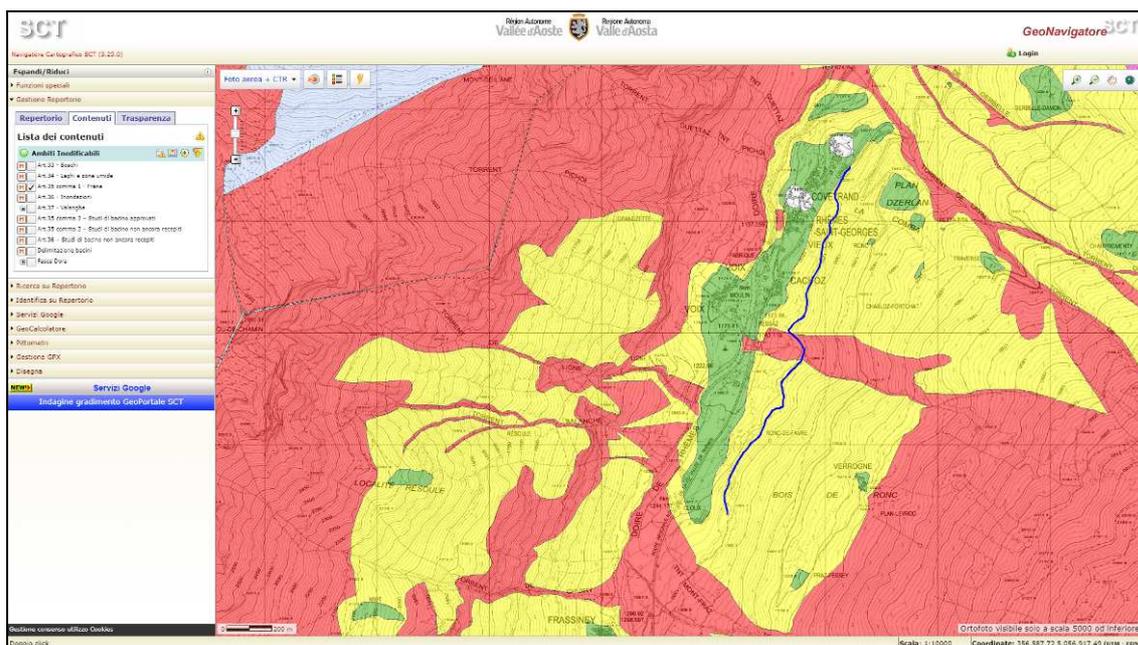
2. Nelle aree ad alta pericolosità di cui all'art. 35, comma 1– F1, sono consentiti:

- a) *i seguenti interventi su edifici e fabbricati esistenti:*
- 1) *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria;*
  - 2) *gli interventi di restauro e di risanamento conservativo sui fabbricati classificati documento o monumento o di pregio storico, culturale, architettonico, ambientale e sui beni culturali isolati di cui all'articolo 37 delle norme tecniche di attuazione del PTP, purché compatibili con il carattere architettonico delle strutture edilizie preesistenti, nei limiti delle variazioni di volume consentiti e a condizione che siano adeguatamente diminuite le condizioni di vulnerabilità della struttura in relazione alle dinamiche di dissesto previste;*
  - 3) *gli interventi di restauro e risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia degli edifici esistenti ubicati nelle zone di tipo A edificate del PRG, nei limiti della sagoma dell'edificio, per quanto concerne gli interventi di ristrutturazione edilizia, o delle variazioni di volume consentite, nel caso degli interventi di risanamento conservativo, e a condizione che siano adeguatamente diminuite le condizioni di vulnerabilità della struttura in relazione alle dinamiche di dissesto previste, compresi :*
    - i mutamenti di destinazione d'uso relativi alle categorie di cui alle lettere e), f), h), i), l) dell'art. 73, comma 2, della l.r. n. 11/1998,*
    - i mutamenti di destinazione d'uso relativi alle categorie di cui alle lettere d), dbis), g) dell'art. 73, comma 2, della l.r. n. 11/1998, limitatamente a fabbricati o porzioni di fabbricati all'interno dei quali esistano già unità destinate ad abitazione;*
  - 4) *gli interventi di restauro, risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia degli edifici esistenti destinati ad usi e attività di carattere agro-silvo-pastorali, compresi gli interventi per la realizzazione di residenze temporanee connesse alla conduzione aziendale e alla commercializzazione dei prodotti agricoli, ma esclusi gli interventi per lo svolgimento dell'attività di agriturismo ove non già esistente;*
  - 5) *nei limiti della sagoma dell'edificio, gli interventi edilizi di restauro, risanamento conservativo e ristrutturazione edilizia degli edifici esistenti destinati ad attività produttive, energetiche, ricreative, culturali, sportive, commerciali, turistiche e ricettive (senza aumento del numero di posti letto) e i mutamenti di destinazione d'uso da categorie diverse alle categorie di cui alle lettere e), f), h), i) e l) dell'art. 73, comma 2, della l.r. n. 11/1998; tali interventi devono essere finalizzati all'ammodernamento e alla razionalizzazione delle attività e devono essere adeguatamente diminuite le condizioni di vulnerabilità della struttura in relazione alle dinamiche di dissesto previste;*
  - 6) *gli interventi di adeguamento igienico-sanitario, tecnologico e di fruibilità degli edifici esistenti, compresi gli aumenti di volume a ciò strettamente necessari;*
- b) *nei limiti di quanto previsto dal PRG, la realizzazione di strutture pertinenziali agli edifici esistenti, come tali prive di funzioni autonome e destinate invece al servizio esclusivo degli edifici predetti, compresi le autorimesse, i parcheggi a raso e i posti auto all'aperto, per soddisfare le esigenze degli occupanti o delle attività produttive, agro-silvo-pastorali, ricreative, culturali, sportive, turistiche o commerciali in atto negli edifici stessi;*
- c) *i seguenti interventi relativi alle infrastrutture viarie:*
- 1) *finalizzati a mantenere o riportare in efficienza l'infrastruttura viaria, a garantirne o a migliorarne la sicurezza mediante opere di protezione, di segnalazione, di adeguamento funzionale e di allargamento della sede dell'infrastruttura stessa;*
  - 2) *la realizzazione di attraversamenti di impluvi e/o di corsi d'acqua, di sovrappassi e di sottopassi, di rotonde, di marciapiedi, di aree di sosta e/o di manovra, di parcheggi a raso e di posti auto al servizio di edifici esistenti, di passi carrabili e di rampe di accesso ad edifici e strutture esistenti;*

- d) gli interventi volti a migliorare la tutela della pubblica incolumità dai fenomeni di natura idraulica, geologica e valanghiva presenti in loco, ivi comprese le piste di cantiere e gli accessi per la realizzazione dell'opera e per garantire la manutenzione e la gestione delle opere stesse;
- e) gli interventi di regimazione delle acque, superficiali e sotterranee, compresi quelli per la realizzazione di opere di derivazione delle acque e di accesso all'alveo;
- f) gli interventi di sistemazione agraria o di rimodellamento del terreno, comprensivi di ogni intervento infrastrutturale necessario;
- g) gli interventi di adeguamento funzionale di infrastrutture puntuali, lineari e a rete, come indicate nella parte relativa alle definizioni generali, non altrimenti localizzabili;
- h) gli interventi di nuova costruzione di infrastrutture puntuali, lineari (ad eccezione delle piste di sci e degli impianti a fune), viarie (ad eccezione delle strade comunali, regionali e statali, delle autostrade e delle ferrovie) e a rete, come indicate nella parte relativa alle definizioni generali, non altrimenti localizzabili;
- i) gli interventi di demolizione di fabbricati ed infrastrutture;
- j) gli interventi finalizzati all'impianto e all'esercizio di cantieri temporanei mobili, ivi compresi gli accessi temporanei per la realizzazione dell'opera;
- k) la realizzazione di infrastrutture connesse con l'attività estrattiva, la realizzazione di impianti per la lavorazione del materiale derivante da attività estrattiva e la realizzazione di depositi temporanei di materiali inerti;
- l) gli interventi di potenziamento, di adeguamento e di nuova costruzione di impianti di trattamento delle acque reflue e di infrastrutture per la gestione dei rifiuti, quali depositi temporanei, discariche e aree di conferimento dei rifiuti, comprese le infrastrutture di accesso e quelle necessarie al loro funzionamento, ove non altrimenti localizzabili.

3. Nelle aree ad alta pericolosità di cui all'art. 35, comma 1– F1, i progetti relativi agli interventi sottoindicati, ammissibili ai sensi del precedente punto 2., devono essere altresì corredati da uno specifico studio sulla compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente e sull'adeguatezza delle condizioni di sicurezza in atto e di quelle conseguibili con le opere di mitigazione del rischio indicate:

- a) gli interventi edilizi di cui alla lettera a), strutturalmente rilevanti, secondo quanto indicato nelle definizioni generali;
- b) gli interventi di cui alle lettere b), c.1), c.2), ad esclusione dei passi carrabili e delle rampe di accesso, d), e), f), g), h), i), j), k) e l).



Art. 35 – GeoNavigator – sito web RAVA

## Art. 36 – fascia A

2. *Nelle aree della Fascia A, sono consentiti:*
- a) *i seguenti interventi su edifici e fabbricati esistenti:*
1. *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria;*
  2. *gli interventi di restauro e di risanamento conservativo sui fabbricati classificati monumento o documento o di pregio storico, culturale, architettonico, ambientale e sui beni culturali isolati di cui all'articolo 37 delle norme tecniche di attuazione del PTP, purché compatibili con il carattere architettonico delle strutture edilizie preesistenti, nei limiti delle variazioni di volume consentiti e a condizione che siano adeguatamente diminuite le condizioni di vulnerabilità della struttura in relazione alle dinamiche di dissesto previste;*
  3. *gli interventi di restauro e risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia degli edifici esistenti ubicati nelle zone di tipo A edificate del PRG, nei limiti della sagoma dell'edificio, per quanto concerne di interventi di ristrutturazione edilizia, o delle variazioni di volume consentite, nel caso degli interventi di risanamento conservativo, e a condizione che siano adeguatamente diminuite le condizioni di vulnerabilità della struttura in relazione alle dinamiche di dissesto previste, compresi:*
    - i mutamenti della destinazione d'uso relativi alle categorie di cui alle lettere e), f), h), i), l) dell'art. 73, comma 2, della l.r. n. 11/1998;*
    - i mutamenti della destinazione d'uso relativi alle categorie di cui alle lettere d), dbis) e g), dell'art. 73, comma 2, della l.r. n. 11/1998 limitatamente ai fabbricati o porzioni di fabbricati all'interno dei quali esistano già unità destinate ad abitazione;*
  - 4) *gli interventi di restauro e risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia degli edifici esistenti, destinati ad usi e attività di carattere agro-silvo-pastorali, compresi gli interventi per la realizzazione di residenze temporanee connesse alla conduzione aziendale e alla commercializzazione dei prodotti agricoli, esclusi gli interventi per lo svolgimento dell'attività di agriturismo, ove non già esistente;*
  - 5) *nei limiti della sagoma dell'edificio, gli interventi edilizi di restauro e risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia degli edifici esistenti destinati ad attività produttive, energetiche, ricreative, culturali, sportive, commerciali, turistiche e ricettive (senza aumento del numero di posti letto) e i mutamenti di destinazione d'uso da categorie diverse alle categorie di cui alle lettere e), f), h), i), l) dell'art. 73, comma 2, della l.r. n. 11/1998); tali interventi devono essere finalizzati all'ammodernamento e alla razionalizzazione delle attività in atto e devono essere adeguatamente diminuite le condizioni di vulnerabilità della struttura in relazione alle dinamiche di dissesto previste;*
  - 6) *gli interventi di adeguamento igienico-sanitario, tecnologico e di fruibilità degli edifici esistenti, compresi gli aumenti di volume a ciò strettamente necessari;*
- b) *nei limiti di quanto previsto dal piano regolatore, la realizzazione di strutture pertinenziali agli edifici esistenti, come tali prive di funzioni autonome e destinate invece al servizio esclusivo degli edifici predetti, comprese le autorimesse, i parcheggi a raso e i posti auto all'aperto, per soddisfare le esigenze degli occupanti o delle attività produttive, agro-silvo-pastorali, ricreative, culturali, sportive, turistiche o commerciali esistenti negli edifici stessi; nel caso di aree pianeggianti per le quali si dispone di una quota di riferimento derivante da uno studio di modellizzazione idraulica, è ammessa la realizzazione delle sole strutture poste ad una quota compatibile con la piena di riferimento. Nel caso di aree poste su conoidi o in settori prossimi ai corsi d'acqua dotati di una pendenza sufficiente a garantire il deflusso della corrente, escludendo pertanto fenomeni di rigurgito, è ammessa la realizzazione delle sole strutture per le quali si possa prevedere l'accesso unicamente verso valle, rispetto al flusso della corrente, con il piano di calpestio posto ad una quota pari o maggiore a quella del piano campagna del terreno verso valle, sempre rispetto al flusso della corrente, prive di*

*ulteriori aperture che possano convogliare il flusso della corrente all'interno della struttura e dotate di dispositivi per impedire o limitare al massimo l'afflusso di acqua nella struttura in caso di piena;*

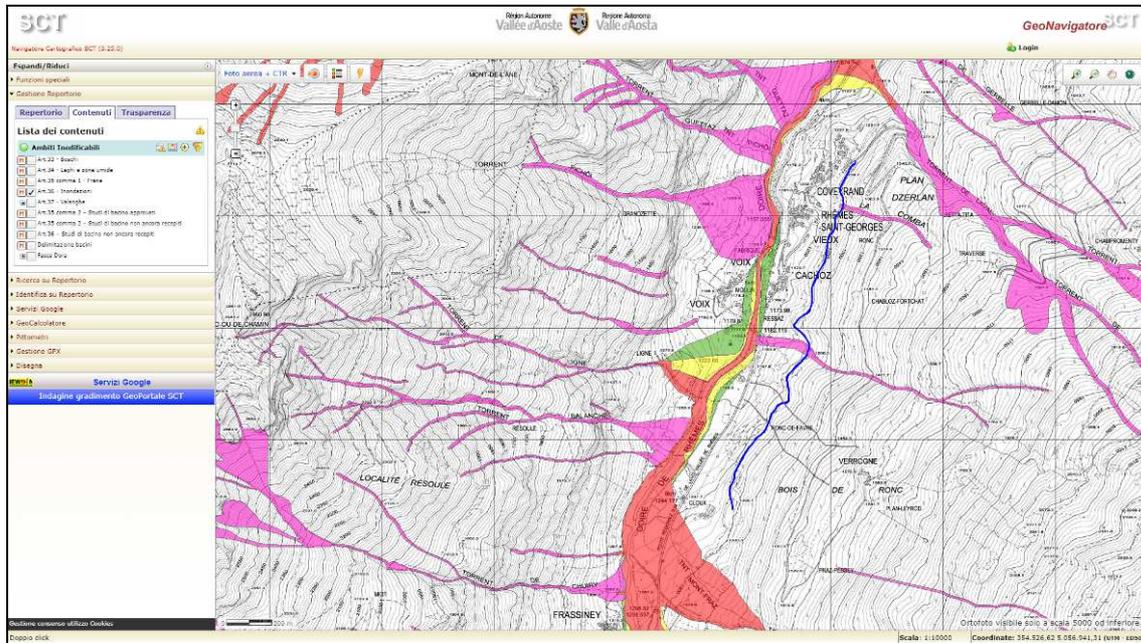
- c) i seguenti interventi relativi alle infrastrutture viarie:
  - 1) finalizzati a mantenere o riportare in efficienza l'infrastruttura viaria, a garantirne o a migliorarne la sicurezza della fruizione, mediante opere di protezione, di segnalazione, di adeguamento funzionale e di allargamento della sede dell'infrastruttura stessa;*
  - 2) la realizzazione di attraversamenti di impluvi e/o di corsi d'acqua, di sovrappassi e di sottopassi, di rotonde, di marciapiedi, di aree di sosta o di manovra, di parcheggi a raso e di posti auto al servizio di edifici esistenti, di passi carrabili e di rampe di accesso ad edifici e strutture esistenti;**
- d) gli interventi volti a migliorare la tutela della pubblica incolumità dai fenomeni di natura idraulica, geologica e valanghiva presenti in loco, ivi comprese le piste di cantiere e gli accessi per la realizzazione dell'opera e per garantire la manutenzione e la gestione delle opere stesse;*
- e) gli interventi di regimazione delle acque, superficiali e sotterranee, compresi quelli per la realizzazione di opere di derivazione delle acque e di accesso all'alveo;*
- f) gli interventi di sistemazione agraria o di rimodellamento del terreno, comprensivi di ogni intervento infrastrutturale necessario;*
- g) gli interventi di adeguamento funzionale di infrastrutture puntuali, lineari e a rete come indicate nella parte definizioni generali, non altrimenti localizzabili;*
- h) gli interventi di nuova costruzione di infrastrutture puntuali, lineari (ad eccezione delle piste di sci e degli impianti a fune), viarie (ad eccezione delle strade comunali, regionali e statali, delle autostrade e delle ferrovie) e a rete, come indicate nella parte relativa alle definizioni generali, non altrimenti localizzabili;*
- i) gli interventi di demolizione di fabbricati ed infrastrutture;*
- j) gli interventi finalizzati all'impianto e all'esercizio di cantieri temporanei mobili, ivi compresi gli accessi temporanei per la realizzazione dell'opera;*
- k) la realizzazione di infrastrutture connesse con l'attività estrattiva, la realizzazione di impianti per la lavorazione del materiale derivante da attività estrattiva e la realizzazione di depositi temporanei di materiali inerti;*
- l) gli interventi di potenziamento, adeguamento e nuova costruzione di impianti di trattamento delle acque reflue e di infrastrutture per la gestione dei rifiuti, quali depositi temporanei, discariche e aree di conferimento dei rifiuti, comprese le infrastrutture di accesso e quelle necessarie al loro funzionamento, ove non altrimenti localizzabili.*

*3. Nelle aree della Fascia A i progetti degli interventi, ammissibili secondo quanto previsto al punto 2. precedente e strutturalmente rilevanti, secondo quanto indicato nel capitolo sulle definizioni generali, devono essere corredati anche da uno specifico studio sulla compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente e sull'adeguatezza delle condizioni di sicurezza in atto e di quelle conseguibili con le opere di mitigazione del rischio necessarie.*

*4. Lo specifico studio sulla compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente e sull'adeguatezza delle condizioni di sicurezza in atto e di quelle conseguibili con le opere di mitigazione del rischio necessarie deve essere valutato dalla struttura regionale competente in materia nei seguenti casi:*

- a) interventi di cui alla precedente lettera a), strutturalmente rilevanti in termini di interazione con le dinamiche di dissesto previste, come indicati nelle definizioni generali;*
- b) interventi di cui alle lettere da b) a l).*

*Nel caso di procedimenti autorizzativi e/o valutativi di competenza della Regione che dovessero interessare l'intervento previsto, la valutazione della compatibilità dell'intervento è espressa nell'ambito del procedimento stesso. La partecipazione ai suddetti procedimenti amministrativi è richiesta dal funzionario regionale responsabile del procedimento.*



Art. 36 – GeoNavigator – sito web RAVA

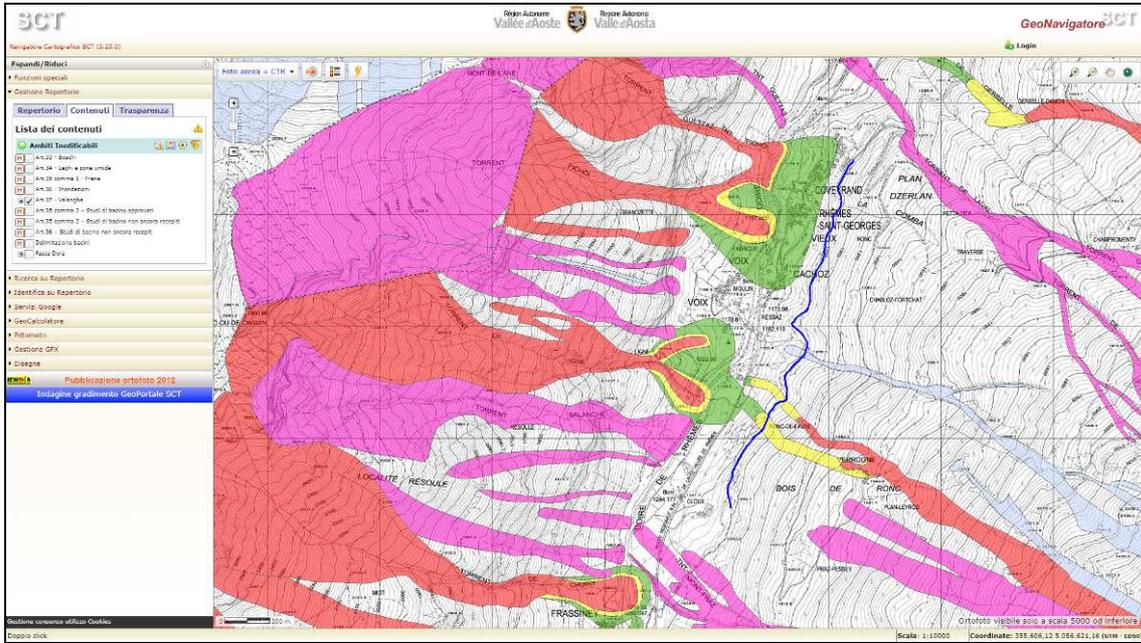
**Art. 37 :**

1. I terreni soggetti al rischio di valanghe o slavine sono distinti, in funzione dell'intensità degli eventi attesi e della loro frequenza, in classi di elevata, media e debole pericolosità.
2. La delimitazione delle aree di cui al comma 1 avviene con le modalità e secondo le procedure di cui all'articolo 38, sulla base di idonei studi realizzati secondo specifiche metodiche di valutazione della pericolosità definite dalla Giunta regionale, con propria deliberazione, su proposta della struttura regionale competente in materia di difesa del suolo.
3. Per le aree di cui al comma 1, la Giunta regionale, sentito il Consiglio permanente degli enti locali, stabilisce con propria deliberazione le trasformazioni, gli interventi, gli usi e le attività consentiti, connessi alla pianificazione urbanistica.<sup>1</sup>
4. Nelle aree di cui al comma 1 sono ammissibili gli interventi compatibili con un adeguato livello di sicurezza delle aree stesse, gli interventi finalizzati alla difesa, stabilizzazione e consolidamento dei terreni e al miglioramento della tutela della pubblica incolumità dai dissesti, nonché gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e delle infrastrutture esistenti.
5. I progetti relativi agli interventi ammissibili devono basarsi, qualora previsto dalla deliberazione della Giunta regionale di cui al comma 3, su specifiche analisi di interferenza valanghiva e sulla specifica valutazione dell'adeguatezza delle condizioni di sicurezza in atto o di quelle conseguibili con le opere di difesa necessarie.

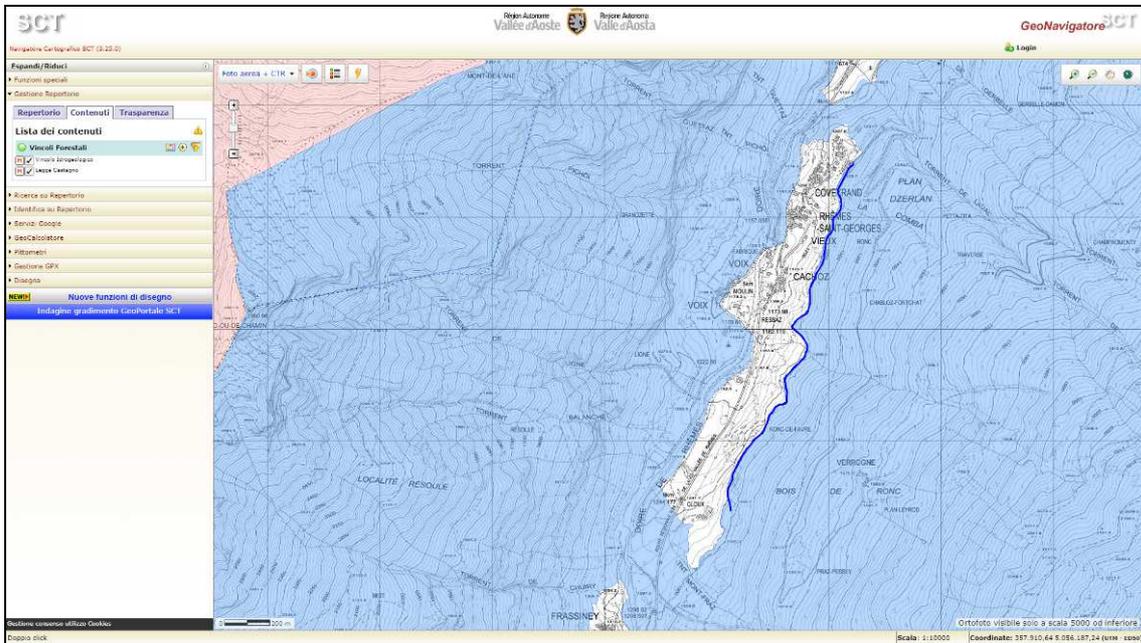
<sup>1</sup> Deliberazione della Giunta regionale n. 1949 in data 5/10/2012

Art. 37, comma 3:

Per gli interventi su terreni soggetti a rischio valanghe o slavine, l'articolo stabilisce che con deliberazione della Giunta regionale sono indicate le trasformazioni, gli interventi, gli usi e le attività consentiti. Tale deliberazione non è stata ancora approvata, ma il comma 4 del medesimo art. 37 modificato stabilisce che sono ammissibili, tra gli altri, gli interventi compatibili con un adeguato livello di sicurezza delle aree stesse e il comma 5 che gli interventi ammissibili devono basarsi su specifiche analisi e valutazioni. In assenza della deliberazione della Giunta prevista al comma 3 dell'art. 37, compete al Comune valutare se l'intervento è ammissibile e a quali condizioni. Ove ritenga utile, nello spirito di collaborazione tra le strutture pubbliche, potrà essere richiesta una valutazione tecnica alla competente struttura in materia di neve e valanghe per i casi più rilevanti e complessi.



**Art. 37 – GeoNavigator – sito web RAVA**



**Vincolo idrogeologico – GeoNavigator – sito web RAVA**

## 6. MODELLAZIONE SISMICA

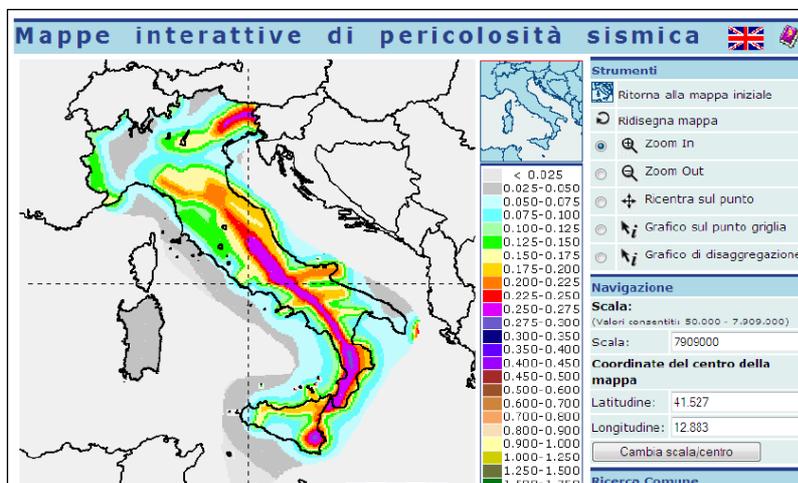
### 6.1 PREMESSE

La normativa attuale relativa alla classificazione sismica del territorio nazionale e delle normative tecniche per le costruzioni in zona sismica è rappresentata dal OPCM 3274 del 20 marzo 2003, dal OPCM 3379 del 5 novembre 2004, dal D.M. 14.01.08 "Norme tecniche per le costruzioni" e dal D.M. 17.01.18 – Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni".

La vecchia normativa italiana (D.M. 16.1.96), come noto, classifica le aree sismiche in tre categorie (I, II e III) caratterizzate da diversi gradi di sismicità (12, 9 e 6), cui corrispondono i cosiddetti coefficienti sismici  $C$ , pari rispettivamente a 0.1, 0.07 e 0.04. Tale classificazione scaturisce essenzialmente dalle mappe di intensità macrosismica, che a loro volta si basano sulla osservazione degli effetti indotti dai terremoti in superficie, sull'ambiente fisico, sui manufatti ed anche sulle persone (vedi ad esempio le varie scale di intensità Mercalli). In pratica la classificazione sismica, e le azioni che congruamente si determinano, derivano da una osservazione del fenomeno terremoto che potremmo definire "dall'alto" ed "a posteriori": dall'alto nel senso fisico del termine, poiché si osservano sia l'ambiente fisico sia quello costruito, ed a posteriori, poiché si tiene conto degli effetti prodotti al termine dell'azione sismica, che sono funzione sia della "pericolosità" intrinseca del sito, sia della "vulnerabilità" dell'ambiente fisico e costruito.

Nella valutazione delle azioni sismiche è inoltre contemplato il ruolo delle condizioni "locali" dei terreni del sottosuolo, attraverso il cosiddetto coefficiente di fondazione  $\epsilon$ , che incrementa le azioni sismiche del 30% per il solo caso di depositi alluvionali di spessore variabile da 5 a 20 m, soprastanti terreni coesivi o litoidi con caratteristiche meccaniche significativamente superiori. Tale coefficiente costituisce quindi una sorta di numero magico, che si basa esclusivamente sulla natura del deposito, e non su valutazioni quantitative delle reali caratteristiche meccaniche dei terreni. La nuova normativa italiana che recepisce parte del EC8 ( EN1998 - Eurocodice 8 – Design of structures for earthquake resistance), invece, cambia completamente approccio nella valutazione della sismicità di un'area, in quanto essa scaturisce da una osservazione del fenomeno sismico che potremmo definire "dal basso" ed "a priori": dal basso nel senso fisico del termine, poiché si osserva direttamente il moto sismico nel suo propagarsi dal sottosuolo "profondo" verso la superficie libera, ed a priori, poiché la zonazione sismica tiene conto esclusivamente del moto sismico atteso (in termini di accelerazioni), prima che esso produca i suoi effetti sull'ambiente fisico e costruito.

In definitiva la norma mira anzitutto alla identificazione del valore di una particolare



accelerazione massima, al termine del viaggio del moto sismico dalla zona d'origine (sorgente sismica) fino in superficie, su di una formazione rigida affiorante.

Con il D.M. 14 gennaio 2008 e gli aggiornamenti successivi la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima

orizzontale su suolo rigido viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito, si verifichi un evento sismico di entità pari ad un valore prefissato. Nelle NTC, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento"  $V_R$  e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel "periodo di riferimento"  $P_{VR}$ .

Per la determinazione delle azioni sismiche di progetto la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita facendo riferimento ad un sito rigido con superficie topografica orizzontale in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

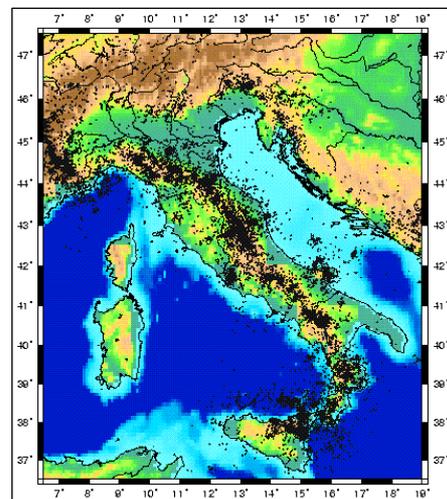
Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata PVR, si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima ( $a_g$ ) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione ( $S_E$ ).

E' necessario inoltre tenere conto, certamente in maniera più razionale, della presenza dei terreni sciolti a ricoprimento della formazione rigida, e quindi del cosiddetto effetto "locale", previa individuazione di diverse classi di sottosuolo, in funzione della natura e di specifici parametri di comportamento meccanico dei terreni. In tale caso, però, i diversi tipi di sottosuolo inducono modifiche sul segnale sismico che consistono non solo nella variazione dell'accelerazione di picco, ma anche nella implicita variazione del contenuto in frequenza del segnale stesso.

La Rete Sismica Nazionale Centralizzata registra più di 2000 terremoti l'anno. La rete opera con continuità dalla metà degli anni '70 ed è stata ampliata in seguito al terremoto distruttivo dell'Irpinia del 1980 ( $M_s=6.9$ ). Il catalogo sismico strumentale riporta circa 35.000 terremoti verificatisi in Italia a partire dal 1975. La sismicità crostale rappresenta la maggior parte dell'attività sismica registrata. Come risulta dalla mappa, la sismicità si concentra soprattutto nelle Alpi, lungo gli Appennini e riguarda la maggior parte dei vulcani attivi del Quaternario (per esempio l'Etna, il Vesuvio, i Campi Flegrei, i Colli Albani). Inoltre si verificano sequenze anche nel promontorio del Gargano mentre la Puglia e la Sardegna sembrano essere relativamente asismiche.

La penisola italiana è interessata anche da terremoti intermedi e profondi. Sebbene il loro numero sia relativamente esiguo, sono di grande importanza per la comprensione della dinamica dei processi profondi. Terremoti fino a 500 km di profondità avvengono nella zona del Tirreno meridionale e la loro profondità aumenta andando da Sud-Est verso Nord-Ovest. Questi eventi evidenziano la subduzione attiva della litosfera Ionica al di sotto dell'Arco Calabro. La maggior parte dell'attività è concentrata soprattutto verso i 300 km di profondità, dove i terremoti possono raggiungere anche Magnitudo 7. Un esiguo numero di terremoti di Magnitudo moderata ( $< 4.0$ ) e di profondità intermedia si verificano anche nell'Appennino settentrionale. La profondità massima osservata per questi terremoti è di circa 100 Km e, sebbene non siano ancora ben studiati, suggeriscono un processo di subduzione attiva anche per questo settore della penisola italiana.

Nel D.M. 14 Gennaio 2008 e nel suo successivo aggiornamento del Gennaio 2018 viene evidenziato che, *"Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un*



approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio, VS. I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità VS per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche”.

## 6.2 DEFINIZIONE DEL TERREMOTO DI PROGETTO

L'area di Rhêmes-Saint-Georges è attualmente classificata in **zona sismica 3** ai sensi dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 con recepimento della Delibera di Giunta regionale n. 1603 del 4 ottobre 2013 – Approvazione delle prime disposizioni attuative di cui all'art. 3 comma 3, della legge regionale 31 luglio 2012, n. 23 “Disciplina delle attività di vigilanza su opere e costruzioni in zone sismiche” – Revoca della DGR 1271 del 2 agosto 2013 – per le quali **“tutti i comuni della Regione autonoma della Valle d'Aosta sono classificati in zona sismica 3 ai fini e per gli effetti di quanto stabilito dalla legge regionale 23/2012”**.

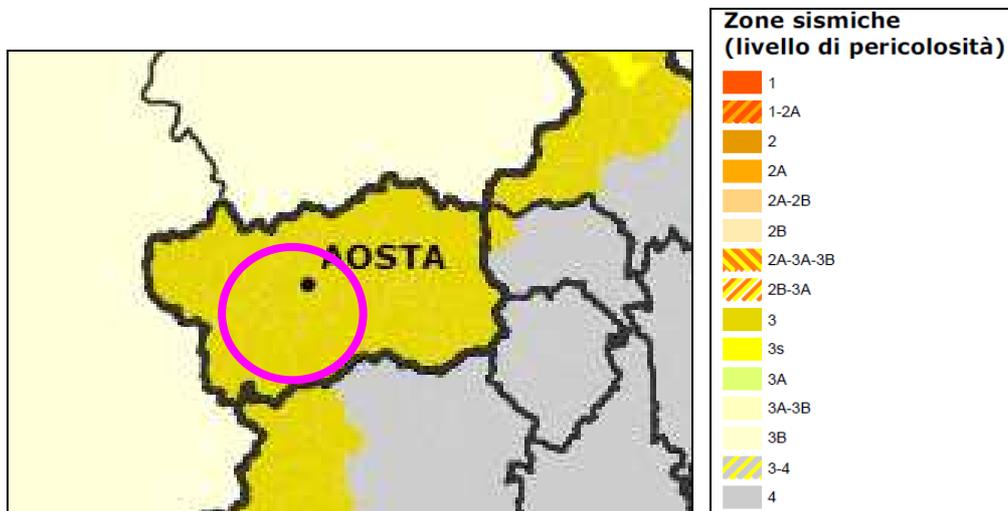


Presidenza del Consiglio dei Ministri  
**Dipartimento della protezione civile**  
 Ufficio rischio sismico e vulcanico

### Classificazione sismica al 2015

Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.

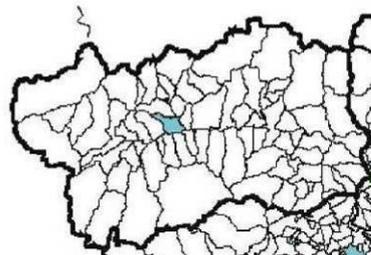
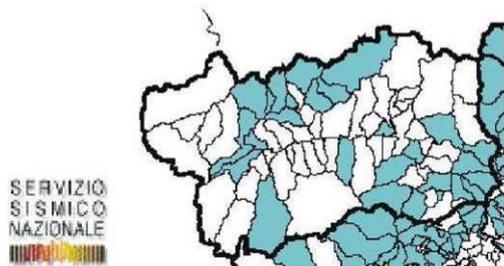
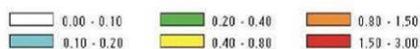
Atti di recepimento al 1° giugno 2014. Abruzzo: DGR 29/3/03, n. 438. Basilicata: DCR 19/11/03, n. 731. Calabria: DGR 10/2/04, n. 47. Campania: DGR 7/11/02, n. 5447. Emilia Romagna: DGR 21/7/03, n. 1435. Friuli Venezia Giulia: DGR 6/5/10, n. 845. Lazio: DGR 22/5/09, n. 387. Liguria: DGR 19/11/10, n. 1362. Lombardia: DGR 11/7/14, n. X/2129. Marche: DGR 29/7/03, n. 1046. Molise: DGR 2/8/06, n. 1171. Piemonte: DGR 12/12/11, n. 4-3084. Puglia: DGR 2/3/04, n. 153. Sardegna: DGR 30/3/04, n. 15/31. Sicilia: DGR 19/12/03, n. 408. Toscana: DGR 26/5/14, n. 878. Trentino Alto Adige: Bolzano, DGP 6/11/06, n. 4047; Trento, DGP 27/12/12, n. 2919. Umbria: DGR 18/9/12, n. 1111. Veneto: DCR 3/12/03, n. 67. Valle d'Aosta: DGR 4/10/13 n. 1603



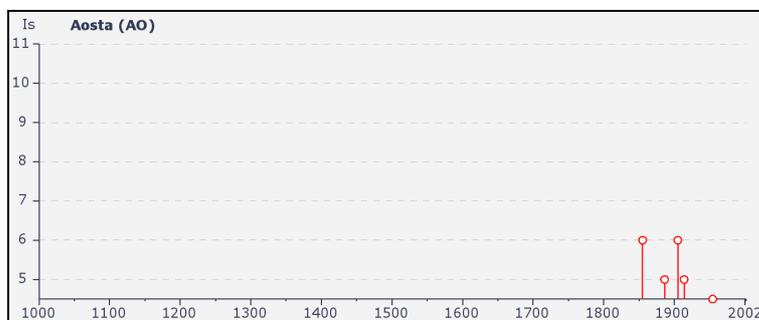
Di seguito si riporta, per maggiore completezza d'indagine, i risultati del Gruppo di lavoro del GNDT (1996) sull'analisi di rischio sismico per tutta la nazione riferita al patrimonio abitativo (elaborazioni basate sui dati ISTAT 1991), le massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani e le principali osservazioni sismiche disponibili per Rhêmes-Saint-Georges (storia sismica):

Danno totale annuo atteso per comune espresso in percentuale della superficie abitativa

Danno totale annuo atteso del patrimonio abitativo per comune (metri quadri equivalenti)



COD-ISTAT	COD-94	DENOMINAZIONE	IMAX
2007056	2007056	Rhêmes-Saint-Georges	<6



#### Seismic history of Aosta [45.737, 7.313]

Total number of earthquakes: 15  
Effects

Is	Anno	Me	Gi	Or	Area epicentrale	Studio	nMDP	Io	Mw		
3	1808	04	02	16	43	Valle del Pellice	CFTI	107	8	5.67	
6	1855	07	25	12		Vallese	CFTI	52	8-9	5.81	
2	1873	03	12	20	04	Marche meridionali	CFTI	196	8	5.88	
4	1880	07	04	19	55	Vallese	CFTI	85	7	5.38	
4	1884	11	27	22	15	Alpi Cozie	CFTI	63	6-7	5.36	
5	1886	09	05			VAL DI SUSÀ	DOM	102	6-7	5.27	
4	1887	02	23	05	21	50	Liguria occidentale	CFTI	1515	9	6.29
3	1892	03	05				PONT S. MARTIN	DOM	86	7	5.09
6	1905	04	29	01	46	45	Alta Savoia	CFTI	267	7-8	5.79
5	1914	10	26	03	45		TAVERNETTE	DOM	67	7	5.36
2	1920	09	07	05	55	40	Garfagnana	CFTI	638	9-10	6.48
4-5	1954	05	19	09	34	55	Vallese	CFTI	40	6	5.46
3	1960	03	23	23	08	49	Vallese	CFTI	178	6-7	5.36
F	1968	06	18	05	27		BARD	DOM	60	6	5.18
2	1983	11	09	16	29	52	Parmense	CFTI	835	6-7	5.10

this file has been downloaded from INGV - DBMI04

Negli “Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica- Gruppo di lavoro MS 2008”, è riportato un metodo semplice e in favore di sicurezza che può essere utilizzato per stimare quale sia il valore di magnitudo da considerare per il sito che si basa, sempre a partire dalla zonazione sismogenetica (ZS 9), sulle coppie di valori Magnitudo media - distanza M-R caratteristici di ogni sito desunti dai dati di disaggregazione della pericolosità sismica (vedi dati Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia - Gruppo di lavoro, 2004 e INGV Spallarossa e Barani, 2007), i quali permettono di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito per determinati tempi di ritorno. Di seguito si

riportano, per il Comune in esame, i valori medi e modali presenti nella tabella Comuni\_MR (nel DVD allegato agli Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica):

Cod Istat	Comune	DentroVicino	Mmedia	Rmedia	Mmoda	Rmoda
2007056	Rhêmes-Saint-Georges	D	4.79	12	4,75	5

### 6.3 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La **vita nominale** di progetto  $V_N$  di un'opera è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali.

I valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.4.I. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo. Non sono da considerarsi temporanee le costruzioni o parti di esse che possono essere smantellate con l'intento di essere riutilizzate. Per un'opera di nuova realizzazione la cui fase di costruzione sia prevista in sede di progetto di durata pari a PN, la vita nominale relativa a tale fase di costruzione, ai fini della valutazione delle azioni sismiche, dovrà essere assunta non inferiore a PN e comunque non inferiore a 5 anni.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale  $V_N$  di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di $V_N$ (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in **classi d'uso** così definite:

*Classe I:* Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

*Classe III:* Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

*Classe IV:* Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le **azioni sismiche** sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale di progetto  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Per le costruzioni a servizio di attività a rischio di incidente rilevante si adotteranno valori di  $C_U$  anche superiori a 2, in relazione alle conseguenze sull'ambiente e sulla pubblica incolumità determinate dal raggiungimento degli stati limite.

Nel nostro caso, in base alle indicazioni fornite dal progettista, si ha come periodo di riferimento  $V_R$ :

Vita nominale	Classi d'uso	Periodo di riferimento
$V_N$	<i>II</i>	$V_R$
	Coefficiente d'uso	
	$C_U$	
<i>50</i>	<i>I</i>	<i>50</i>

In fase di progettazione esecutiva verranno eseguite delle specifiche indagini geofisiche per determinare il profilo litostratigrafico

## 7. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA

Le indagini geotecniche devono essere programmate in funzione del tipo di opera e/o di intervento, devono riguardare il volume significativo e devono permettere la definizione dei modelli geotecnici di sottosuolo necessari alla progettazione.

Per modello geotecnico si intende uno schema rappresentativo delle condizioni stratigrafiche, del regime delle pressioni interstiziali e della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni e delle rocce comprese nel volume significativo, finalizzato all'analisi quantitativa di uno specifico problema geotecnico.

La scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici avviene in due fasi.

La prima fase comporta l'identificazione dei parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali. Tale scelta richiede una valutazione specifica da parte del progettista, per il necessario riferimento ai diversi tipi di verifica. Identificati i parametri geotecnici appropriati, la seconda fase del processo decisionale riguarda la valutazione dei valori caratteristici degli stessi parametri. Nella progettazione geotecnica, in coerenza con gli Eurocodici, la scelta dei valori caratteristici dei parametri deriva da una stima cautelativa, effettuata dal progettista, del valore del parametro appropriato per lo stato limite considerato. Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità, o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità.

Nel caso di costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali (*“costruzioni o di interventi di modesta rilevanza, che ricadano in zone ben conosciute dal punto di vista geotecnico, la progettazione può essere basata sull'esperienza e sulle conoscenze disponibili, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali”* – Cap. 6.2.2. DM 14/01/08).

Per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica dei terreni, ci si è basati essenzialmente sull'analisi dei tagli artificiali e naturali: in tal modo si è potuto ricostruire la stratigrafia dell'area, utilizzando poi le caratteristiche tipiche dei terreni incontrati attribuendone dei valori desunti da prove effettuate dallo scrivente su terreni in situazioni geologiche analoghe.

Come indicato precedentemente, tendenzialmente i settori oggetto degli interventi sono caratterizzati dalla presenza di depositi glaciali rimaneggiati costituiti da ghiaie sabbioso-limose con blocchi, massive, con clasti da subangolosi a subarrotondati, a cui si associano occasionali trovanti di grosse dimensioni.

In considerazione della natura decisamente eterogenea dei depositi sciolti risulta comunque piuttosto problematico individuare dei valori precisi per i loro parametri geotecnici. In ogni caso, in sede di calcolo, si è tenuto conto dei valori seguenti, che hanno evidentemente il significato di un'indicazione media.

➤ Unità geotecnica 1: depositi detritico colluviali

<b>Parametro considerato</b>		<b>valore min</b>	<b>valore max</b>	<b>valore medio</b>
<i>Peso specifico</i>	<i>t/m<sup>3</sup></i>	1,6	1,8	<b>1,7</b>
<i>Coesione</i>	<i>kPa</i>	0	0	<b>0</b>
<i>Angolo attrito</i>	<i>°</i>	34	36	<b>35,0</b>

➤ Unità geotecnica 2: depositi glaciali rimaneggiati

<b>Parametro considerato</b>		<b>valore min</b>	<b>valore max</b>	<b>valore medio</b>
<i>Peso specifico</i>	<i>t/m<sup>3</sup></i>	1,7	1,9	<b>1,8</b>
<i>Coesione</i>	<i>kPa</i>	0	2	<b>1</b>
<i>Angolo attrito</i>	<i>°</i>	34	38	<b>36,0</b>

## 8. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Con l'entrata in vigore del decreto legislativo n. 152 del 2006, la gestione dei materiali derivanti da attività di demolizione, di costruzione e delle terre e rocce da scavo (TRS) è stata compresa nella disciplina dei rifiuti, di cui alla Parte IV del decreto medesimo.

Tali materiali, di conseguenza, sono classificati, in via generale, come rifiuti, fatto salvo che non sussistano le condizioni per ricomprenderli nella categoria dei "sottoprodotti" o nella categoria degli "End of Waste" (prodotti secondari /materia prima secondaria).

### 8.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale;
- DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 13 giugno 2017, n. 120 (Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164);
- LINEE-GUIDA PER LA GESTIONE DEI MATERIALI/RIFIUTI INERTI DERIVANTI DALLE ATTIVITÀ DI DEMOLIZIONE, COSTRUZIONE E SCAVO, COMPRESE LE COSTRUZIONI STRADALI, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLA GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DERIVANTI DA SCAVI E DELLE MISCELE BITUMINOSE – DISPOSIZIONI PER LA GESTIONE DEI FANGHI DI DRAGAGGIO DEI BACINI IDROELETTRICI – RAVDA – Settembre 2018 vers. 2.

### 8.2 SOTTOPRODOTTO

La classificazione di un rifiuto come "sottoprodotto" presuppone il rispetto delle condizioni di cui agli articoli 184-bis e 184-ter del citato d. lgs. N. 152/2006, ed in particolare:

- Art. 184-bis (sottoprodotto)

- la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;
- è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;
- la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;
- l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.

Rientrano nella disciplina dei sottoprodotti di cui all'articolo 184-bis del d.lgs. n. 152/2006, e quindi esclusi dall'ambito di applicazione della disciplina dei rifiuti (art. 184-ter), altresì, le tipologie di materiali sotto riportati. Tali materiali, allo stato naturale e non contaminati, possono essere avviati ad operazioni di recupero/riciclaggio purché rispondano alle esigenze geotecniche in relazione alle opere a cui sono destinati:

- i materiali inerti costituiti da materiale lapideo, pietre e rocce sia derivanti da scavi che provenienti da operazioni di spietramento, aventi le caratteristiche per essere riutilizzati in edilizia tal quali, impiegati come materiale da costruzione, senza alcun trattamento, ad eccezione della vagliatura e della

riduzione volumetrica, impiegati per la formazione di arginature, realizzazione di muri, ricoperture esterne di fabbricati, ecc.;

- i materiali inerti, provenienti da frane, smottamenti e depositi alluvionali, derivanti da operazioni di sgombero per motivi di sicurezza e per ripristinare la funzionalità delle infrastrutture;
- i materiali inerti di natura lapidea, pietre e rocce depositati su aree già a servizio di attività di estrazione che derivano da cave dismesse e aventi le caratteristiche di cui all'articolo 184-bis.

Non rientrano nella disciplina dei rifiuti, in quanto non soggette ad alcuna delle formalità previste dal DPR 13 giugno 2017, n. 120, le TRS riutilizzate direttamente nel luogo di produzione (piazzali, tratti di strada, ecc.) purché assolvano alla stessa funzione che avevano in origine.

### **8.3 UTILIZZO NEL SITO DI PRODUZIONE DELLE TERRE E ROCCE ESCLUSE DALLA DISCIPLINA RIFIUTI**

Ai fini dell'esclusione dall'ambito di applicazione della normativa sui rifiuti, le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e in particolare devono essere utilizzate nel sito di produzione. Fermo restando quanto previsto dall'articolo 3, comma 2, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 28, la non contaminazione è verificata ai sensi dell'allegato 4 del presente regolamento.

Nel caso in cui la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale, la sussistenza delle condizioni e dei requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, è effettuata in via preliminare, in funzione del livello di progettazione e in fase di stesura dello studio di impatto ambientale (SIA), attraverso la presentazione di un «Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti» che contenga:

- a) descrizione dettagliata delle opere da realizzare, comprese le modalità di scavo;
- b) inquadramento ambientale del sito (geografico, geomorfologico, geologico, idrogeologico, destinazione d'uso delle aree attraversate, ricognizione dei siti a rischio potenziale di inquinamento);
- c) proposta del piano di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, che contenga almeno:
  - 1) numero e caratteristiche dei punti di indagine;
  - 2) numero e modalità dei campionamenti da effettuare;
  - 3) parametri da determinare;
- d) volumetrie previste delle terre e rocce da scavo;
- e) modalità e volumetrie previste delle terre e rocce da scavo da riutilizzare in sito.

In fase di progettazione esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, in conformità alle previsioni del «Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti» di cui al comma 2, il proponente o l'esecutore:

- a) effettua il campionamento dei terreni, nell'area interessata dai lavori, per la loro caratterizzazione al fine di accertarne la non contaminazione ai fini dell'utilizzo allo stato naturale, in conformità con quanto pianificato in fase di autorizzazione;

b) redige, accertata l'idoneità delle terre e rocce scavo all'utilizzo ai sensi e per gli effetti dell'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, un apposito progetto in cui sono definite:

- 1) le volumetrie definitive di scavo delle terre e rocce;
- 2) la quantità delle terre e rocce da riutilizzare;
- 3) la collocazione e durata dei depositi delle terre e rocce da scavo;
- 4) la collocazione definitiva delle terre e rocce da scavo.

Gli esiti delle attività eseguite ai sensi del comma 3 sono trasmessi all'autorità competente e all'Agenzia di protezione ambientale territorialmente competente, prima dell'avvio dei lavori.

#### **8.4 PIANO PRELIMINARE DI UTILIZZO IN SITO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO ESCLUSE DALLA DISCIPLINA DEI RIFIUTI**

Essendo l'opera sottoposta a valutazione di impatto ambientale, la sussistenza delle condizioni e dei requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, deve essere effettuata in via preliminare attraverso la presentazione di un «Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti»

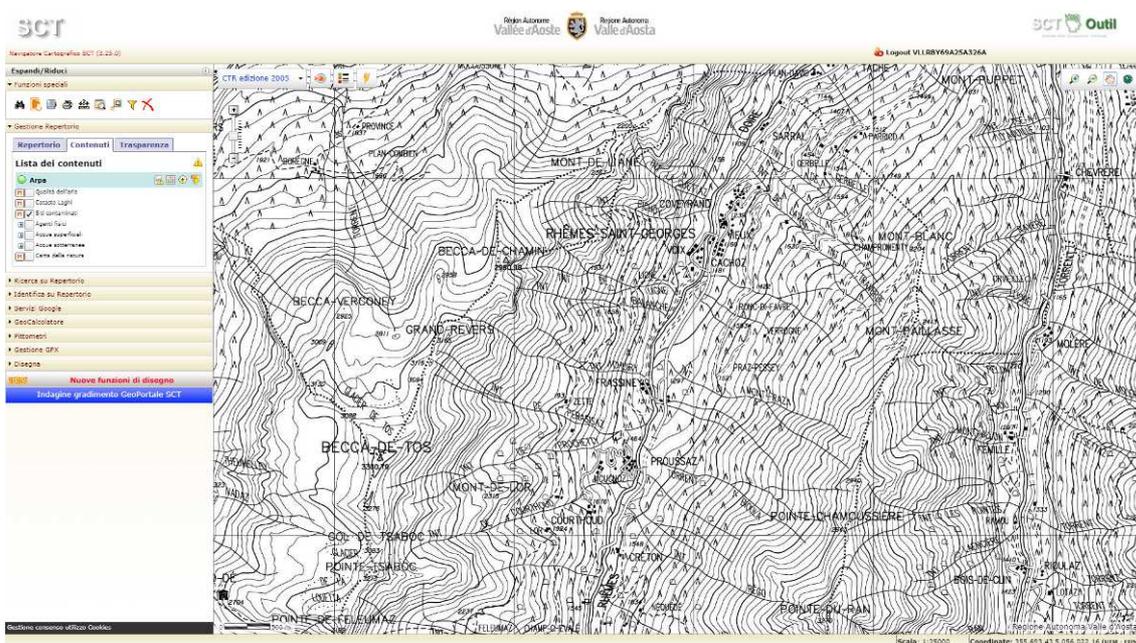
##### **8.4.1 Descrizione dettagliata delle opere da realizzare, comprese le modalità di scavo**

Per la descrizione dettagliata delle opere da realizzare, si rimanda al capitolo 3 della presente relazione. Come indicato, si prevede la realizzazione di circa 1.800 metri lineari di pista.

##### **8.4.2 Inquadramento ambientale del sito**

Per la descrizione dettagliata della situazione ambientale, si rimanda al capitolo 4 della presente relazione. Come riportato, l'area non ha avuto problematiche di tipo ambientale.

Come si evince dalla planimetria sotto riportata, nel settore non sono segnalati siti inquinati.



**Siti inquinati ARPA – GeoNavigator – sito web RAVA**

#### 8.4.3 Proposta del piano di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva

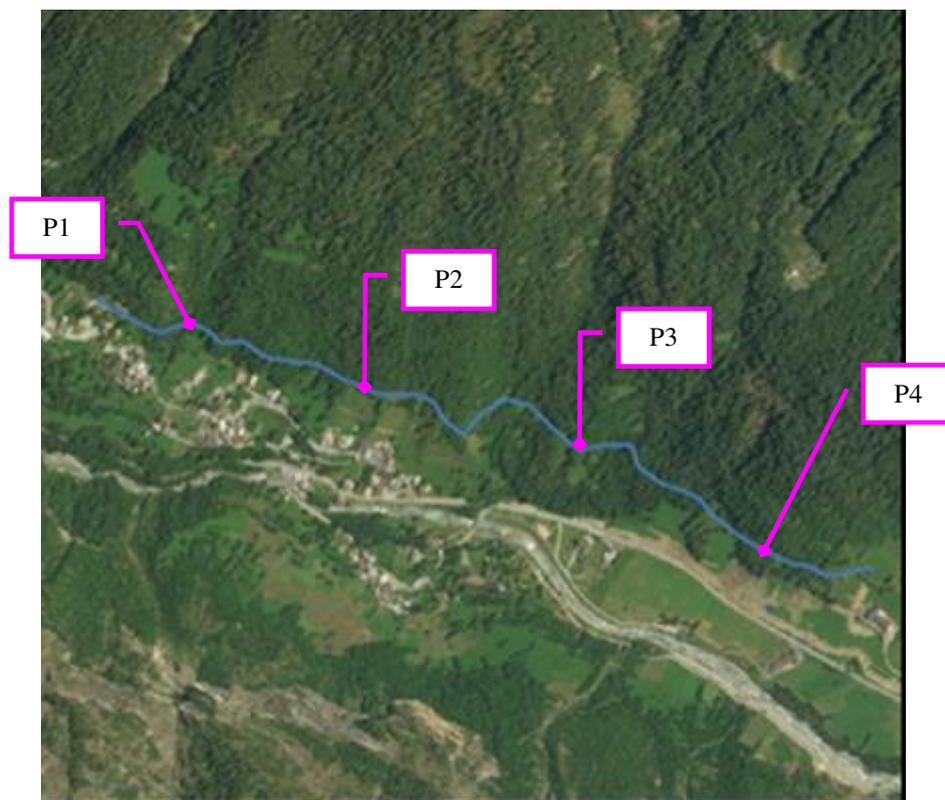
Essendo l'opera caratterizzata da un volume di scavo superiore ai 6.000 mc, la stessa rientra tra i cantieri di grandi dimensioni (Capo II) ed è soggetta alle "Procedure di campionamento in fase di progettazione" (Allegato 2).

La caratterizzazione ambientale deve quindi essere eseguita preferibilmente mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee) e, in subordine, con sondaggi a carotaggio. Nel nostro caso verranno realizzati degli appositi pozzetti: essendo i luoghi lontani da strade ed infrastrutture e non avendo l'area avuto problematiche di tipo ambientale non si ritiene di dover investigare gli inquinanti volatili (le carote non sono state fustellate ermeticamente). Per le restanti parti di territorio verranno eseguiti dei pozzetti esplorativi e mezzo di escavatore meccanico.

La densità dei punti di indagine nonché la loro ubicazione basate su un modello concettuale preliminare delle aree (campionamento ragionato) ha portato alle seguente proposta:

- Strada di 1800 metri lineari: 4 punti di prelievo, pari a uno ogni 500 metri<sup>2</sup>;

Di seguito si riporta la planimetria con l'indicazione dei punti di prelievo.



La profondità d'indagine sarà determinata in base alle profondità previste degli scavi: in linea di massima i campioni profondi verranno prelevati dalle carote, mentre nei pozzetti verranno raggiunte le profondità massime dello sbraccio del mezzo meccanico. Essendo il terreno ambientalmente omogeneo, si propone di utilizzare campioni compositi derivanti dalla miscelazione di aliquote incrementali pari a una per ogni metro per scavi di

<sup>2</sup> Nel caso di opere infrastrutturali lineari, il campionamento è effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato ovvero ogni 2.000 metri lineari in caso di studio di fattibilità o di progetto di fattibilità tecnica ed economica, salva diversa previsione del piano di utilizzo, determinata da particolari situazioni locali, quali, la tipologia di attività antropiche svolte nel sito; in ogni caso è effettuato un campionamento ad ogni variazione significativa di litologia..

profondità inferiore a 2 metri e pari a 3 per scavi più profondi. In quest'ultimo caso le aliquote che comporranno il campione saranno:

- aliquota 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- aliquota 2: nella zona di fondo scavo;
- aliquota 3: nella zona intermedia tra i due.

Per quanto riguarda i parametri da determinare, non essendo l'area posta in settori ambientalmente critici, si propone di utilizzare il set analitico minimale:

- a. Arsenico
- b. Cadmio
- c. Cobalto
- d. Nichel
- e. Piombo
- f. Rame
- g. Zinco
- h. Mercurio
- i. Idrocarburi C>12
- j. Cromo totale
- k. Cromo VI
- l. Amianto

Si ritiene sufficientemente cautelativa escludere i BTEX e IPA in quanto il settore di scavo sono collocati a distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera.

Le analisi chimico-fisiche verranno condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite. Nell'impossibilità di raggiungere tali limiti di quantificazione verranno utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

## **9. VERIFICHE DI STABILITÀ**

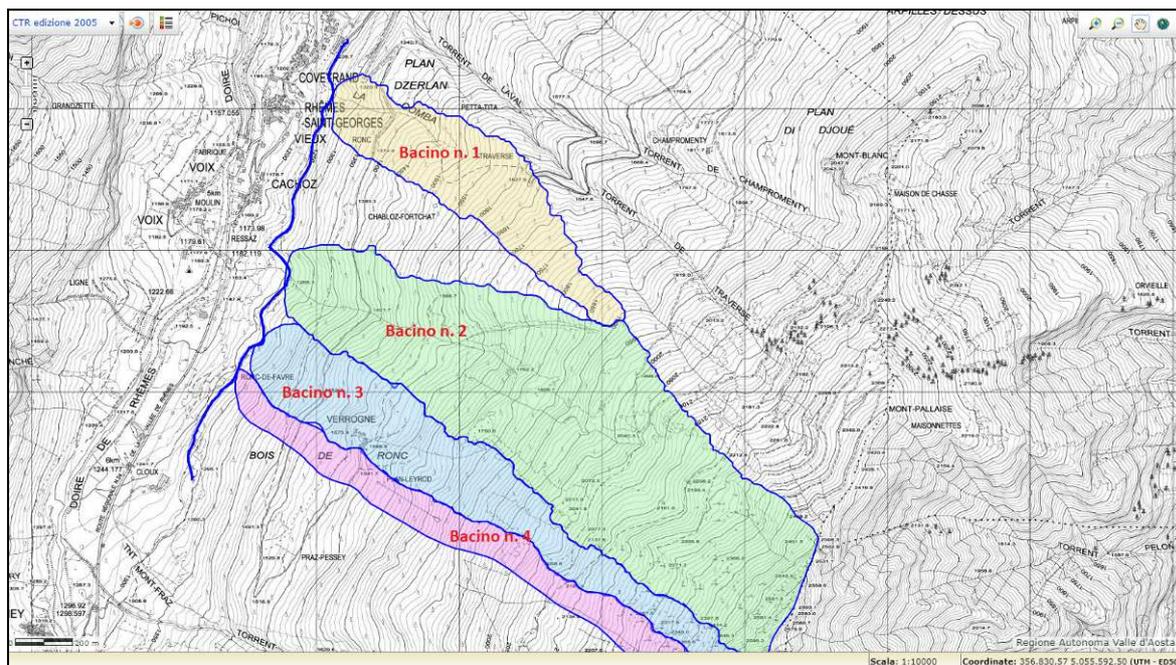
In considerazione delle opere previste in progetto, in fase esecutiva verranno eseguite delle verifiche di stabilità opera/terreno ai sensi del D.M. 17.01.18 – *Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”* sulle sezioni ritenute più critiche.

## 10. ANALISI IDROLOGICA DEI BACINI DEI RIVI DI “BOIS DE RONC”

### 10.1 CALCOLO PORTATE BACINI IDROGRAFICI

Per comprendere l’assetto del settore oggetto di approfondimento è stata eseguita una analisi idraulica, facendo riferimento ai dati rilevati sul terreno in diversi sopralluoghi ed in base alla letteratura ed alla cartografia a disposizione.

Le sezioni di chiusura considerate corrispondono ai punti ove il nuovo tratto di pista forestale attraverserà i rivi del Bois de Ronc in oggetto.



*Legenda dei bacini*

### 10.2 GENERALITÀ DEL METODO DI CALCOLO

La determinazione delle portate idriche di riferimento si è avvalsa del codice numerico HEC-HMS, di provenienza statunitense, ormai largamente diffuso ed utilizzato.

Il software HEC-HMS permette di simulare la risposta di un bacino idrografico investito da un evento meteorico di caratteristiche note. Il funzionamento del programma è stato testato in varie zone geografiche ed è risultato utile per schematizzare una grande serie di situazioni che si possono trovare in natura, sia riferite a grandi bacini idrografici che a piccole aree urbane o naturali.

Il software HEC-HMS permette di modellare il comportamento di un bacino idrografico interessato da un singolo evento pluviometrico e di stimare le caratteristiche della sua risposta, quali volume di deflusso, forma dell’idrogramma, portata massima e tempo di corrivazione. La modellizzazione idrologica di un bacino idrografico viene fatta, in genere, quando è necessario conoscere nel dettaglio le caratteristiche della piena di progetto, quando cioè non è sufficiente valutare la portata massima ma serve anche conoscere la forma dell’idrogramma di piena. Il procedimento per arrivare a valutare le caratteristiche dell’evento di piena di progetto è costituito dalle fasi sotto elencate:

- schematizzazione del modello fisico del bacino idrografico ed implementazione nel software;
- inserimento dati di pioggia di progetto;
- simulazione dell’evento di piena di progetto.

La schematizzazione del bacino idrografico viene fatta attraverso la rappresentazione di un bacino attraverso varie componenti come sottobacini, tronchi fluviali, giunzioni, ritenute, fuoriuscite, sorgenti e pozzi, unite tra di loro a formare una rete completa.

Il software utilizza una schematizzazione a parametri concentrati del bacino idrografico, cioè il bacino idrografico viene schematizzato come un insieme di sottobacini idrografici uniti insieme tra loro dai tronchi fluviali e dalle giunzioni. Ogni sottobacino risponde all'evento pluviometrico secondo le sue caratteristiche che derivano dalle condizioni morfologiche, di uso del suolo, ecc. presenti nello stesso sottobacino.

Le principali componenti disponibili per schematizzare il comportamento del bacino idrografico ed in particolare la trasformazione afflussi-deflussi sono:

- calcolo della pioggia efficace;
- formazione della piena;
- propagazione della piena.

Per il calcolo della pioggia efficace sono disponibili vari metodi che permettono di simulare le perdite dovute all'infiltrazione e/o evaporazione: nel nostro caso è stato utilizzato il metodo Curve Number del Soil Conservation Service.

Allo stesso modo sono disponibili vari metodi da utilizzare per la trasformazione afflussi-deflussi: il calcolo è stato eseguito adottando il metodo del Soil Conservation Service.

La determinazione della pioggia efficace e delle perdite di precipitazione si basa quindi sul metodo Curve Number (CN) del Soil Conservation Service (SCS), mentre per la formazione dell'idrogramma di piena si fa riferimento al metodo dell'idrogramma unitario istantaneo (IUH). Si assume che il deflusso superficiale (P), durante un evento di piena, sia direttamente proporzionale al volume della precipitazione (I), dedotto l'assorbimento iniziale (Ia), al rapporto tra il volume specifico infiltrato (F) ed il volume della capacità di ritenzione del suolo (S). Di seguito si riporta la relazione che mette in rapporto quanto sopra esposto:

$$P = (I - I_a)^2 / (I - I_a + S)$$

La relazione fornisce quindi la stima del volume specifico di ruscellamento in funzione della quantità di acqua precipitata e di due parametri caratteristici del bacino: la capacità di assorbimento iniziale (Ia) e la capacità di ritenzione del suolo (S). In relazione ad un determinato stato di imbibimento iniziale, (S) dipende essenzialmente dalla natura e dall'uso del suolo. Questi ultimi due elementi vengono parametrizzati nel CN, che viene dunque a rappresentare l'attitudine del bacino a produrre deflusso, come relazione tra permeabilità e uso del suolo del medesimo.

Per quanto detto sopra, il valore di CN dipende inoltre dallo stato di imbibimento del bacino, e varia al variare di esso. L'AMC, "Antecedent Moisture Condition", viene espresso in modo quali-quantitativo, in base alla quantità di pioggia precipitata durante i 5 giorni antecedenti la piena. Si distinguono pertanto 3 classi, denominate AMC I, II, III, che rappresentano rispettivamente condizioni di suolo inizialmente asciutto, mediamente imbibito e fortemente imbibito. Calcolato il valore di CN in stato di AMC(II) tramite l'uso di tabelle, lo si può opportunamente ricondurre a condizioni di AMC(I) o AMC(III) mediante apposite relazioni. Nel nostro caso si è utilizzato cautelativamente il valore del CN in classe AMC(III).

Il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione o capacità di ritenzione del suolo (S) deriva dalla seguente relazione:

$$S=254 \times (100/CN-1)$$

La bibliografia riporta che la perdita iniziale (Ia) è legata alla capacità di ritenzione del suolo dalla relazione:

$$Ia=0.2 \times S$$

Nella formulazione dell'idrogramma unitario del Soil Conservation Service viene introdotto l'SCS Lag Time: tale valore esprime il tempo di ritardo nella "risposta" del bacino, ovvero il tempo necessario ad ogni singolo idrogramma per raggiungere la sezione di chiusura.

L'SCS Lag Time si esprime con la seguente espressione

$$Tr=0.6 \times Tc$$

Con Tc = tempo di corrivazione.

Le fasi della separazione delle piogge, della formazione dell'idrogramma di piena e del deflusso di base, sono utilizzate per la determinazione dei contributi dei singoli sottobacini da utilizzare come dati nell'applicazione del modello di propagazione della piena che avviene lungo i tronchi (reach) presenti nella schematizzazione di bacino utilizzata. Nel modello utilizzato si è impiegato il metodo del tempo di ritardo (Lag). Con tale metodo la stima dell'idrogramma di piena alla sezione di chiusura è fatta con una semplice composizione degli ideogrammi dei singoli sottobacini: si inserisce pertanto il ritardo (Lag Time) di ogni singolo sottobacino, ottenuto dalla formula

$$Tr=L_t/V$$

con  $L_t$  la lunghezza del tronco fluviale in oggetto e V la velocità della corrente.

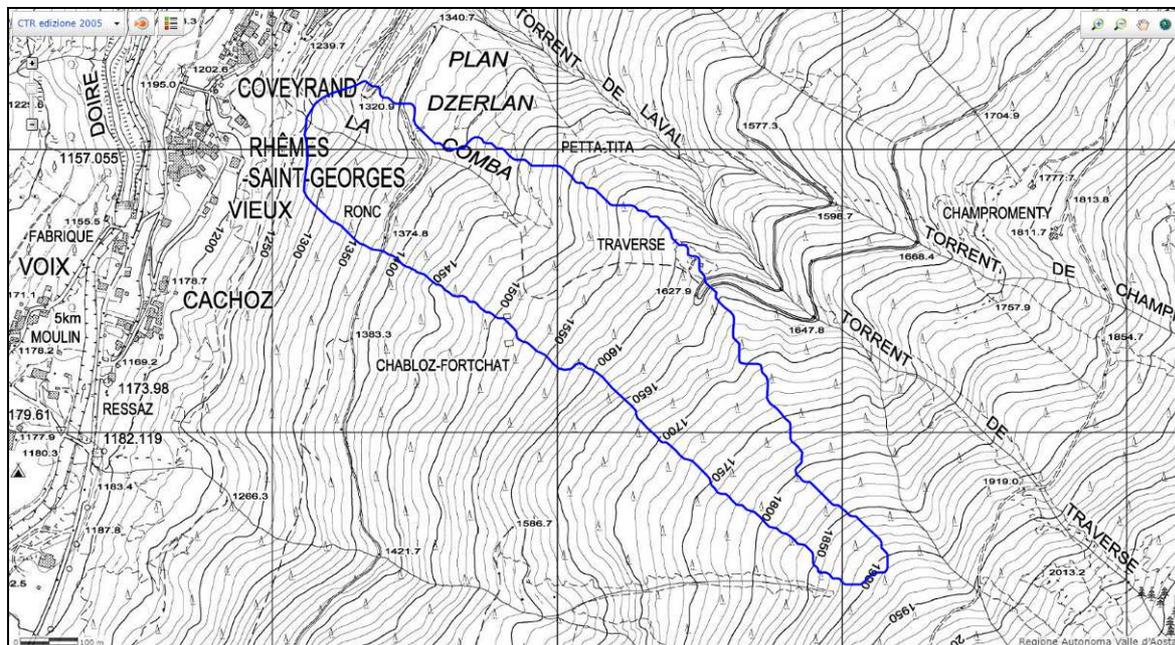
Per la modellazione idrologica del bacino ed ai fini della caratterizzazione del regime pluviometrico, sono stati utilizzati i risultati ottenuti nell'ambito del progetto di "Regionalizzazione delle precipitazioni intense" della Regione Valle d'Aosta. In questo progetto è stata condotta una analisi statistica delle serie storiche di pioggia con una metodologia di studio a scala regionale dei fenomeni estremi e basata sulla distribuzione di probabilità TCEV. L'approccio di tipo regionale consente di utilizzare contemporaneamente tutta l'informazione pluviometrica disponibile sul territorio. La limitata estensione del campione osservato a sito singolo fa sì che l'incertezza associata alle stime sia inaccettabile, specialmente per gli eventi rari. Per lo studio si sono utilizzate in tutto 40 Stazioni per un totale di 1230 anni-pluviometro (numero totale dei valori utilizzati per l'analisi regionale). La Valle d'Aosta è stata suddivisa in regioni omogenee nelle quali sono stati individuati gli andamenti delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) in funzione del tempo di ritorno dell'evento pluviometrico.

Per il bacino in esame sono stati introdotti i valori di input necessari affinché il software possa generare l'appropriato idrogramma di piena, considerando che la separazione delle piogge è stata calcolata con il metodo Curve Number, la formazione della piena con l'idrogramma unitario e che non si è considerato il deflusso di base.

### 10.3 DATI MORFOMETRICI DEI BACINI IDROGRAFICI

I dati morfometrici utilizzati per la presente analisi idrologica sono quelli ottenuti attraverso l'utilizzo dell'applicazione "Regionalizzazione di precipitazioni e portate" presente sul GeoNavigatore del sito web RAVA.

#### 10.3.1 Bacino n. 1



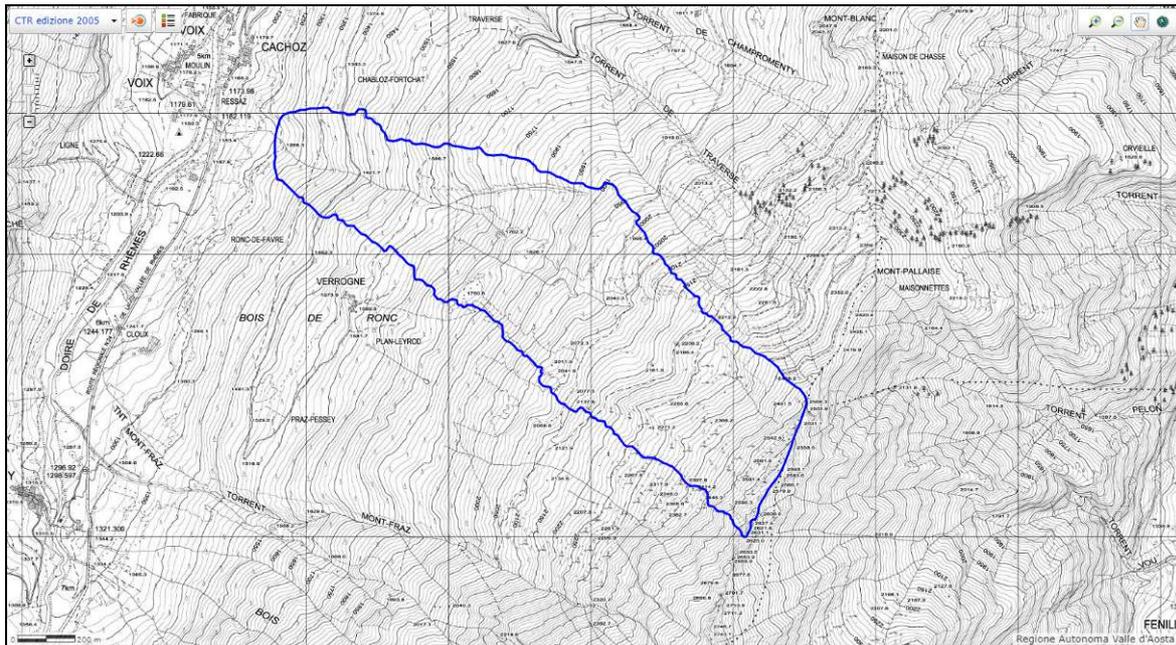
GeoNavigatore – applicazione "Regionalizzazione di precipitazioni e portate" – sito web RAVA – Bacino n. 1

Parametri del Bacino	
<b>Dati sezione di chiusura</b>	
Comune	null
Coordinate	X:356560 Y:5057553
Quota (m s.l.m.)	1257
<b>Dati Bacino</b>	
CN (medio)	60
Quota Minima (m s.l.m.)	1304
Quota Massima (m s.l.m.)	1826
Quota Media (m s.l.m.)	1548
Superficie (Km <sup>2</sup> )	0.2

[Scarica CSV](#)

La sezione è stata posta in corrispondenza della quota ove verrà realizzata l'opera di presa (1.304 m s.l.m).

### 10.3.2 Bacino n. 2



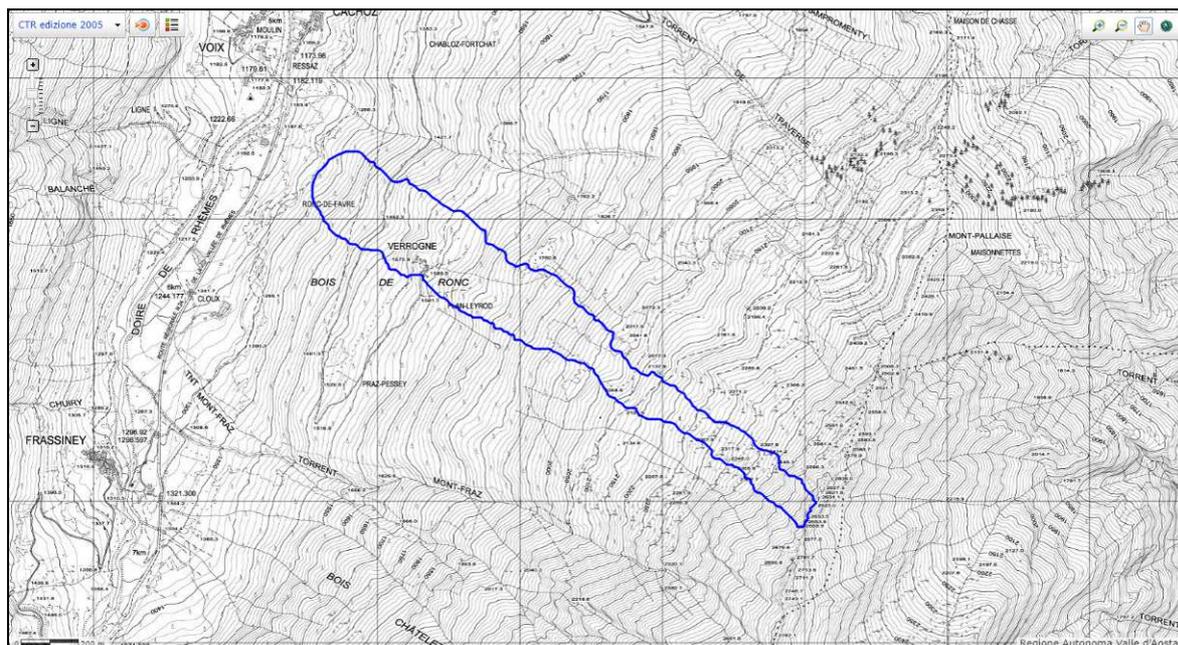
*GeoNavigator – applicazione “Regionalizzazione di precipitazioni e portate” – sito web RAVA – Bacino n. 2*

<b>Parametri del Bacino</b>	
<b>Dati sezione di chiusura</b>	
<b>Comune</b>	RHEMES-SAINT-GEORGES
<b>Coordinate</b>	<b>X:356393 Y:5056918</b>
<b>Quota (m s.l.m.)</b>	1247
<b>Dati Bacino</b>	
<b>CN (medio)</b>	63
<b>Quota Minima (m s.l.m.)</b>	1284
<b>Quota Massima (m s.l.m.)</b>	2573
<b>Quota Media (m s.l.m.)</b>	1961
<b>Superficie (Km<sup>2</sup>)</b>	1

[Scarica CSV](#)

La sezione è stata posta in corrispondenza della quota dell'attraversamento sulla strada in progetto (1.284 m s.l.m.).

### 10.3.3 Bacino n. 3



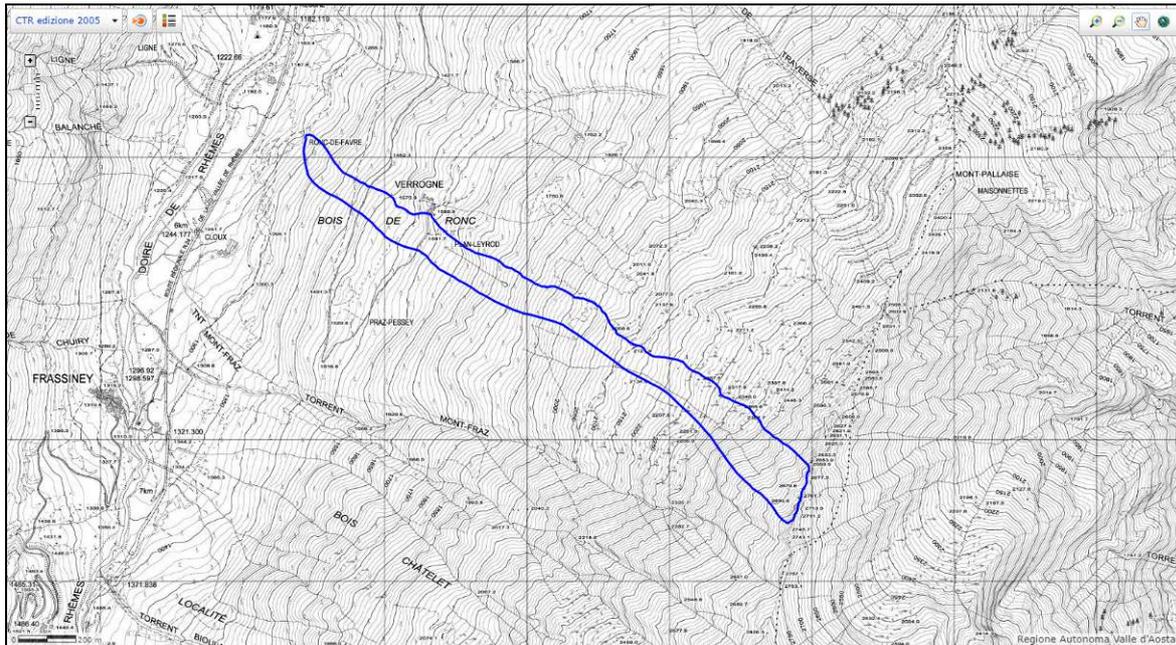
GeoNavigatore – applicazione “Regionalizzazione di precipitazioni e portate” – sito web RAVA – Bacino n. 3

Parametri del Bacino	
<b>Dati sezione di chiusura</b>	
Comune	RHEMES-SAINT-GEORGES
Coordinate	X:356292 Y:5056665
Quota (m s.l.m.)	1272
<b>Dati Bacino</b>	
CN (medio)	66
Quota Minima (m s.l.m.)	1316
Quota Massima (m s.l.m.)	2506
Quota Media (m s.l.m.)	1777
Superficie (Km <sup>2</sup> )	0.3

[Scarica CSV](#)

La sezione è stata posta in corrispondenza della quota ove verrà realizzata l’opera di presa (1.316 m s.l.m.).

### 10.3.4 Bacino n. 4



GeoNavigatore – applicazione “Regionalizzazione di precipitazioni e portate” – sito web RAVA – Bacino n. 4

Parametri del Bacino	
<b>Dati sezione di chiusura</b>	
<b>Comune</b>	RHEMES-SAINT-GEORGES
<b>Coordinate</b>	<b>X:356224 Y:5056574</b>
<b>Quota (m s.l.m.)</b>	1311
<b>Dati Bacino</b>	
<b>CN (medio)</b>	69
<b>Quota Minima (m s.l.m.)</b>	1375
<b>Quota Massima (m s.l.m.)</b>	2667
<b>Quota Media (m s.l.m.)</b>	2049
<b>Superficie (Km<sup>2</sup>)</b>	0.2

[Scarica CSV](#)

La sezione è stata posta in corrispondenza della quota ove verrà realizzata l’opera di presa (1.375 m s.l.m.).

#### 10.4 VALUTAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione di un bacino è il tempo impiegato dall'acqua caduta nel punto idraulicamente più distante dalla sezione di chiusura del bacino per raggiungere la sezione stessa.

Nelle tabelle allegate sono riportati i diversi valori ricavati con le formule più adatte ai bacini imbriferi di montagna; nei calcoli effettuati successivamente è stata comunque utilizzata sempre quella empirica proposta da Giandotti (1934), basata su rilievi effettuati in bacini di superficie variabile fra 170 e 70.000 km<sup>2</sup>.

$$t_c = (4\sqrt{S} + 1,5 L) / (0,8 \sqrt{HM})$$

dove:

$t_c$  = tempo di corrivazione in ore

S = superficie del bacino in km<sup>2</sup>

➤ L = lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino (in km)

➤ HM = altitudine media del bacino rispetto alla sezione di chiusura (in metri)

##### 10.4.1 Bacino n. 1

Bacino	Coordinate chiusura	Lung asta (km)	Hmax (m)	Hmin (m)	Hmed (m)	Disl (m)
		1.325	1826	1304	1548	522
Bacino n. 1	356560.0000	Valore a	Valore n	A/d		
	5057553.0000	-	-	0.66		
	Area (km <sup>2</sup> )	Tc (h) Giandotti		$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{h_{media} - h_{min}}}$		
	0.2	0.30				

Tabella riassuntiva dei dati morfometrici del bacino n. 1

Per il bacino in oggetto si ottiene un tempo di corrivazione di circa 0,30 ore, corrispondenti a 18 minuti primi.

##### 10.4.2 Bacino n. 2

Bacino	Coordinate chiusura	Lung asta (km)	Hmax (m)	Hmin (m)	Hmed (m)	Disl (m)
		2.211	2573	1284	1961	1289
Bacino n. 2	356393.0000	Valore a	Valore n	A/d		
	5056918.0000	-	-	2.84		
	Area (km <sup>2</sup> )	Tc (h) Giandotti		$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{h_{media} - h_{min}}}$		
	1	0.35				

Tabella riassuntiva dei dati morfometrici del bacino n. 2

Per il bacino in oggetto si ottiene un tempo di corrivazione di circa 0,35 ore, corrispondenti a 21 minuti primi.

### 10.4.3 Bacino n. 3

Bacino	Coordinate chiusura	Lung asta (km)	Hmax (m)	Hmin (m)	Hmed (m)	Disl (m)
		2.143	2506	1316	1777	1190
Bacino n. 3	356292.0000	Valore a	Valore n	A/d		
	5056665.0000	-	-	0.95		
	Area (km <sup>2</sup> )	Tc (h) Giandotti		$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{h_{media} - h_{min}}}$		
	0.3	0.31				

*Tabella riassuntiva dei dati morfometrici del bacino n. 3*

Per il bacino in oggetto si ottiene un tempo di corrivazione di circa 0,31 ore, corrispondenti a 18,6 minuti primi.

### 10.4.4 Bacino n. 4

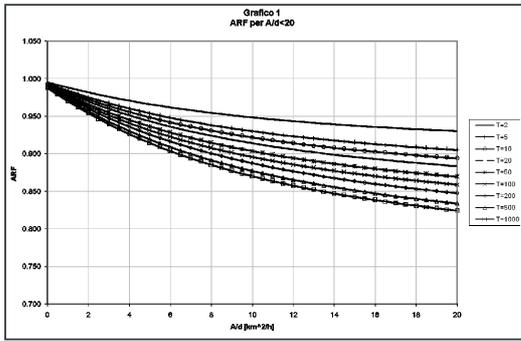
Bacino	Centroide bacino	Lung asta (km)	Hmax (m)	Hmin (m)	Hmed (m)	Disl (m)
		2.248	2667	1375	2049	1292
Bacino n. 4	357192.0000	Valore a	Valore n	A/d		
	5055871.0000	10.916810	0.460288	0.80		
	Area (km <sup>2</sup> )	Tc (h) Giandotti		$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{h_{media} - h_{min}}}$		
	0.2	0.25				

*Tabella riassuntiva dei dati morfometrici del bacino n. 4*

Per il bacino in oggetto si ottiene un tempo di corrivazione di circa 0,25 ore, corrispondenti a 15 minuti primi.

## **10.5 VALUTAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA DETERMINATA CON L'ALTEZZA DI PRECIPITAZIONE DERIVATA DALLA REGIONALIZZAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE**

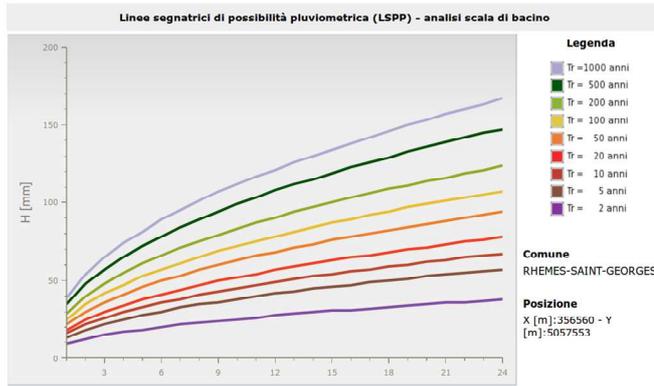
La portata di piena è stata calcolata facendo riferimento allo studio riguardante la regionalizzazione delle precipitazioni e delle portate e l'implementazione di modellistica idrologica-idraulica per la previsione del rischio idrogeologico (Rapporto n° 347/07 agg. Agosto 2009): si è introdotta l'altezza di precipitazione derivata dalla regionalizzazione delle precipitazioni intense, calcolata secondo le indicazioni date dal Centro Funzionale della RAVA.



$$h(T, d) = Arf(T, d, A) \times k(T) \times a \times d^n$$

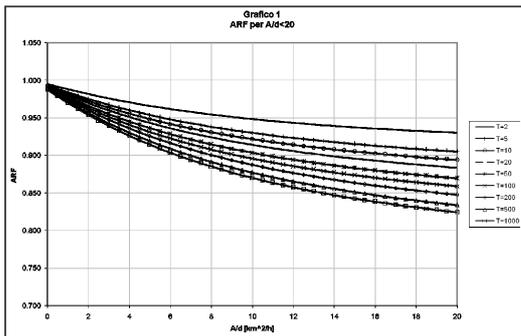
con:

- h(T,d): altezza di precipitazione (mm), funzione del tempo di ritorno e della durata dell'evento
- T: tempo di ritorno (anni)
- d: durata dell'evento (h)
- A: area del bacino idrografico (km<sup>2</sup>)
- k: coefficiente di crescita
- Arf: (area reduction factor), coefficiente di abbattimento areale, funzione del tempo di ritorno, della durata e dell'area (l).
- a: pioggia indice (mm)
- n: parametro di forma



Tr [anni]	Kt [l]
2	0.82
5	1.24
10	1.46
20	1.69
50	2.04
100	2.34
200	2.7
500	3.22
1000	3.64

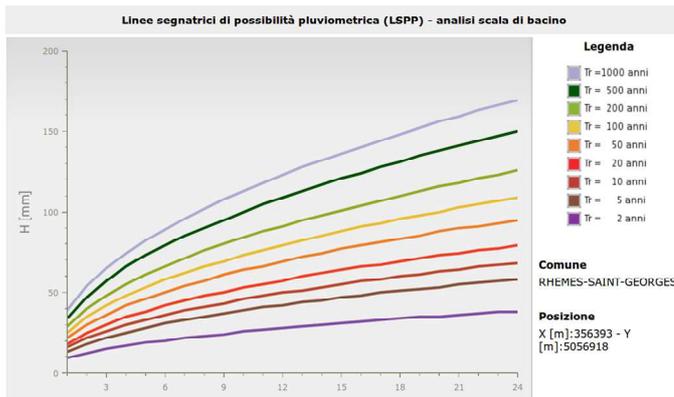
Bacino n. 1



$$h(T, d) = Arf(T, d, A) \times k(T) \times a \times d^n$$

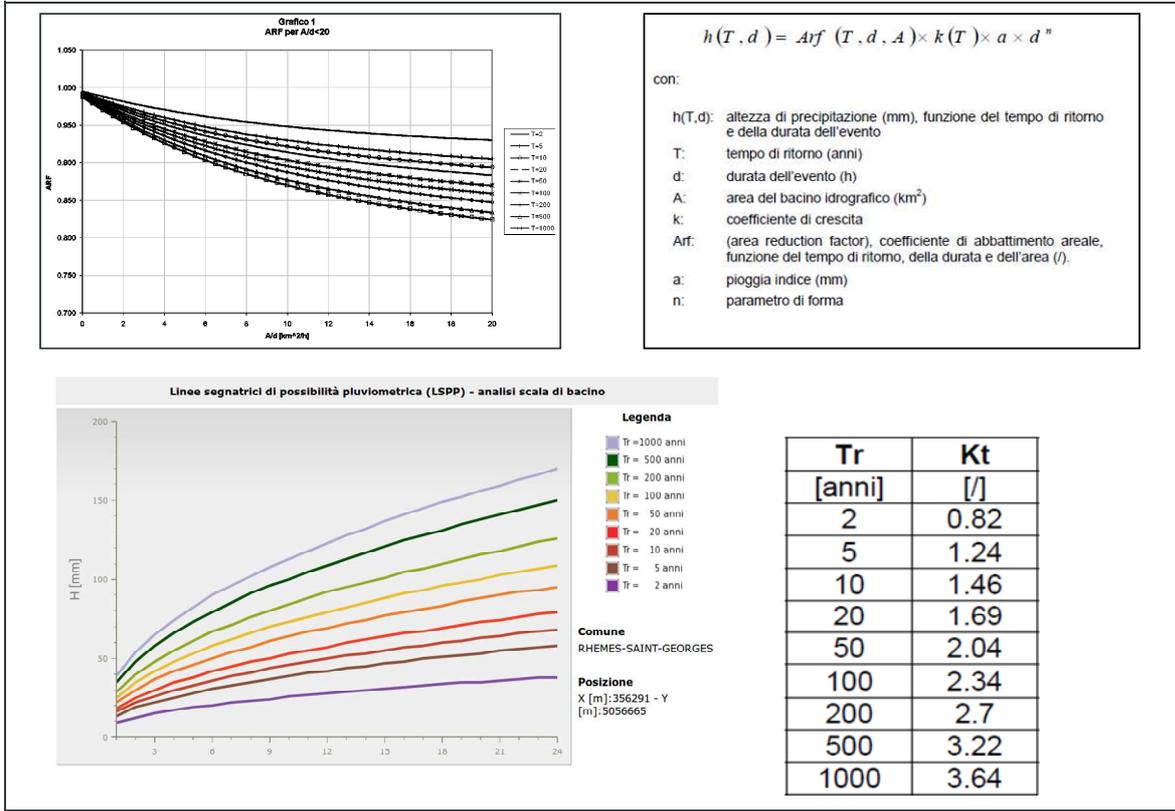
con:

- h(T,d): altezza di precipitazione (mm), funzione del tempo di ritorno e della durata dell'evento
- T: tempo di ritorno (anni)
- d: durata dell'evento (h)
- A: area del bacino idrografico (km<sup>2</sup>)
- k: coefficiente di crescita
- Arf: (area reduction factor), coefficiente di abbattimento areale, funzione del tempo di ritorno, della durata e dell'area (l).
- a: pioggia indice (mm)
- n: parametro di forma

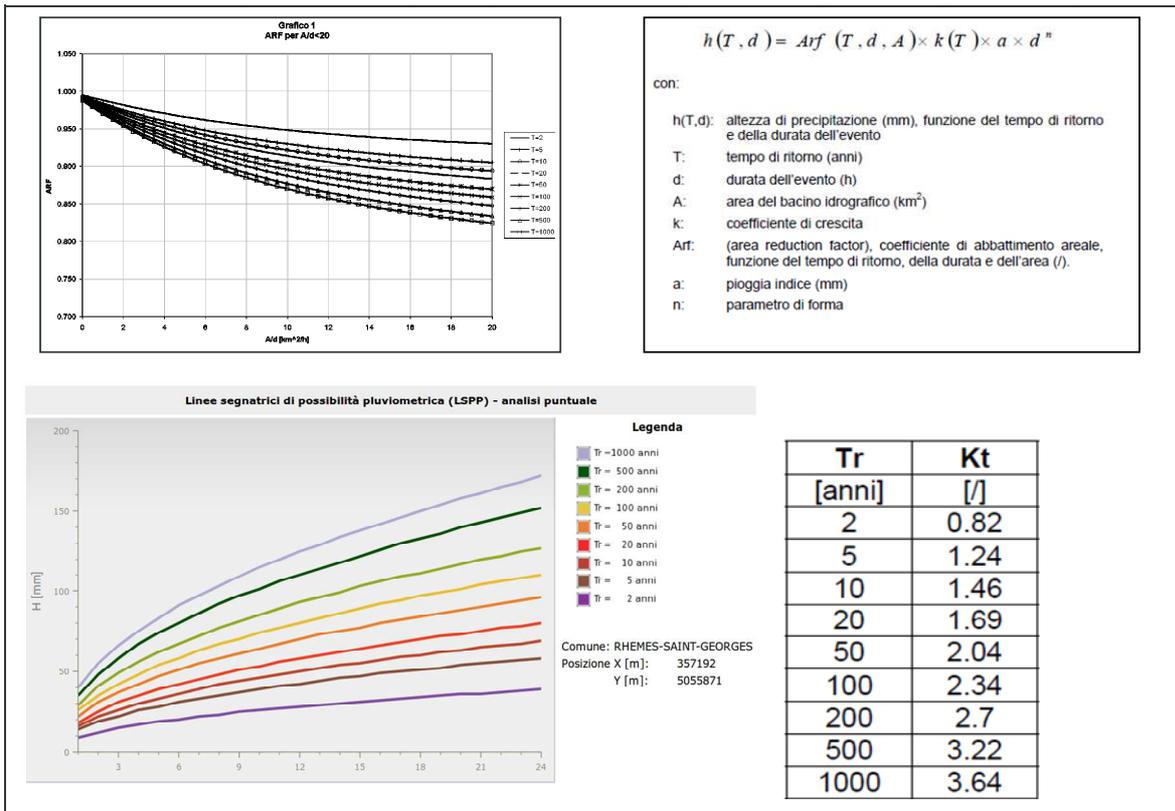


Tr [anni]	Kt [l]
2	0.82
5	1.24
10	1.46
20	1.69
50	2.04
100	2.34
200	2.7
500	3.22
1000	3.64

Bacino n. 2



Bacino n. 3



Bacino n. 4

In letteratura l'altezza di precipitazione più critica è quella di durata pari al tempo di corrvazione, e si ottiene per estrapolazione dal diagramma di possibilità climatica o dalla equazione:

$$h(T, d) = Arf(T, d, A) \times k(T) \times a \times d^n$$

dove:

h(T,d):	altezza di precipitazione (mm), funzione del tempo di ritorno e della durata dell'evento
T:	tempo di ritorno (anni)
d:	durata dell'evento (h)
A:	area del bacino idrografico (km <sup>2</sup> )
k:	coefficiente di crescita
Arf:	(area reduction factor), coefficiente di abbattimento areale, funzione del tempo di ritorno, della durata e dell'area (/).
a:	pioggia indice (mm)
n:	parametro di forma

da cui si ottiene il valore di precipitazione critica alla sezione di chiusura considerata per i diversi tempi di ritorno investigati.

In considerazione del fatto che il bacino oggetto di studio non rientra nella matrice canale, è stata effettuata un'analisi puntuale per il calcolo delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) utilizzando come punto caratteristico del bacino la sezione di chiusura e i dati estrapolati dall'applicazione "Regionalizzazione di precipitazioni e portate" presente sul GeoNavigatore del sito web RAVA. Per il bacino n. 4, si è utilizzato invece il centroide (termine dato al centro di un'area, regione o di un poligono; in caso di poligono di forma irregolare, il centroide è derivato matematicamente e corrisponde ad una sorta di "centro di gravità"). Questa scelta è stata presa in quanto il bacino in oggetto ha un'estensione limitata e le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica presentano delle minime variazioni all'interno del bacino stesso.

Il problema di trasformare l'afflusso meteorico complessivo calcolato come descritto precedentemente, in una portata effettivamente contribuente al deflusso superficiale, la quale verrà poi raccolta dal reticolo idrografico e recapitata alla sezione di chiusura, è una delle questioni chiave dell'idrologia.

Si possono individuare due momenti fondamentali nell'intero processo di trasformazione afflussi-deflussi:

1. la determinazione della pioggia netta;
2. la trasformazione dello ietogramma di pioggia netta in idrogramma liquido alla sezione di chiusura.

L'acqua affluita in un bacino idrografico grazie ad un evento di precipitazione liquida va incontro ad un certo numero di possibili destinazioni:

- una parte viene intercettata dalla vegetazione o da altri elementi naturali o artificiali che si trovano in superficie (quota A);
- una parte viene immagazzinata in piccoli invasi superficiali che si formano sul terreno (quota B);
- una parte si infiltra nel sottosuolo rimanendovi intrappolata nelle porosità e contribuendo a saturarle, così modificando la capacità di infiltrazione del terreno (quota C);
- una parte si infiltra in profondità, andando direttamente ad alimentare la falda acquifera (ma anch'essa non contribuisce alla portata in chiusura) (quota D);
- una parte evapora, anche se generalmente durante una pioggia questo fenomeno è molto limitato a causa dell'elevato tasso di umidità relativa dell'aria (quota E);

- una parte scorre sul suolo e viene drenata dal reticolo idrografico, formando così il deflusso superficiale e dando il contributo fondamentale all'idrogramma che verrà misurato in chiusura durante l'evento pluviometrico (quota F).

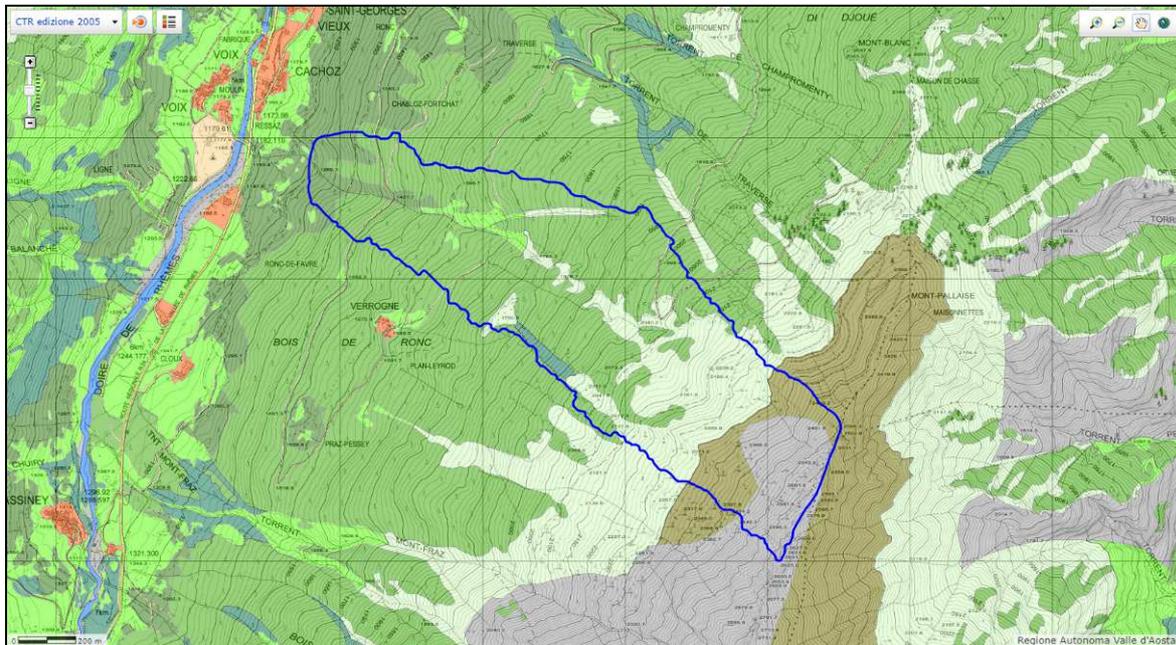
Il bilancio complessivo vede l'afflusso P ridursi all'afflusso netto  $P_n = P - A - B - C - D - E$  e quest'ultimo contribuire in modo fondamentale alla portata in chiusura  $Q = P_n + Q_b$ , dove  $Q_b$  è il deflusso di base, già presente nel reticolo prima dell'inizio dell'apporto pluviometrico.

L'oggetto di questo paragrafo è la deduzione di  $P_n$  conoscendo P. A tal fine si è scelto di fare uso del metodo Curve Number dell'U.S Soil Conservation Service (SCS-USDA, 1968), in quanto capace di tener conto globalmente, ed in modo "quantitativo", mediante l'indice CN, delle caratteristiche geologiche e di uso suolo del bacino. Nella sua formulazione originale, il metodo SCS-CN è orientato alla descrizione del fenomeno d'invaso ed infiltrazione alla scala del singolo evento, ed è stato applicato con successo soprattutto su bacini di dimensioni inferiori ai 15-20 km. A tal fine l'indice CN, oltre che dipendere dalla geo-pedologia e dall'uso del suolo è funzione anche delle condizioni di umidità del suolo in prossimità dell'evento, valore che viene fatto dipendere dalla quantità di pioggia caduta nei cinque giorni antecedenti (Antecedent Moisture Conditions – AMC) (Tab. 4).

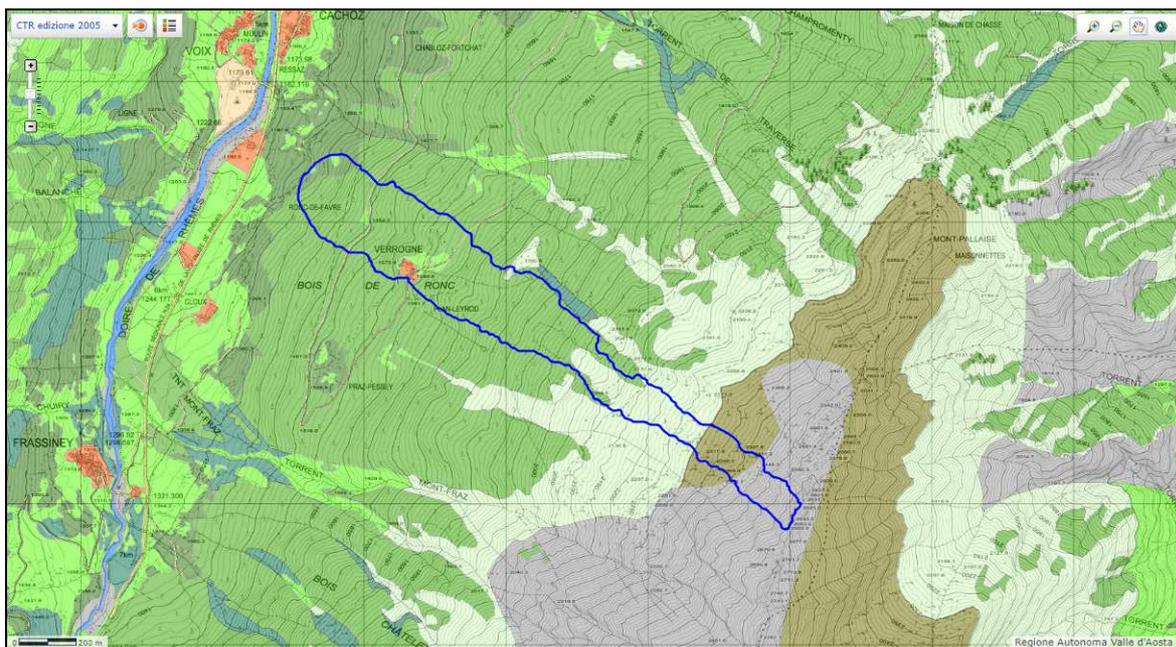
AMC (Antecedent Moisture Condition)	Inverno	Estate
AMC I	$h \leq 12.7 \text{ mm}$	$h \leq 35.6 \text{ mm}$
AMC II	$12.7 \text{ mm} < h \leq 27.9 \text{ mm}$	$35.6 \text{ mm} < h \leq 53.3 \text{ mm}$
AMC III	$h > 27.9 \text{ mm}$	$h > 53.3 \text{ mm}$



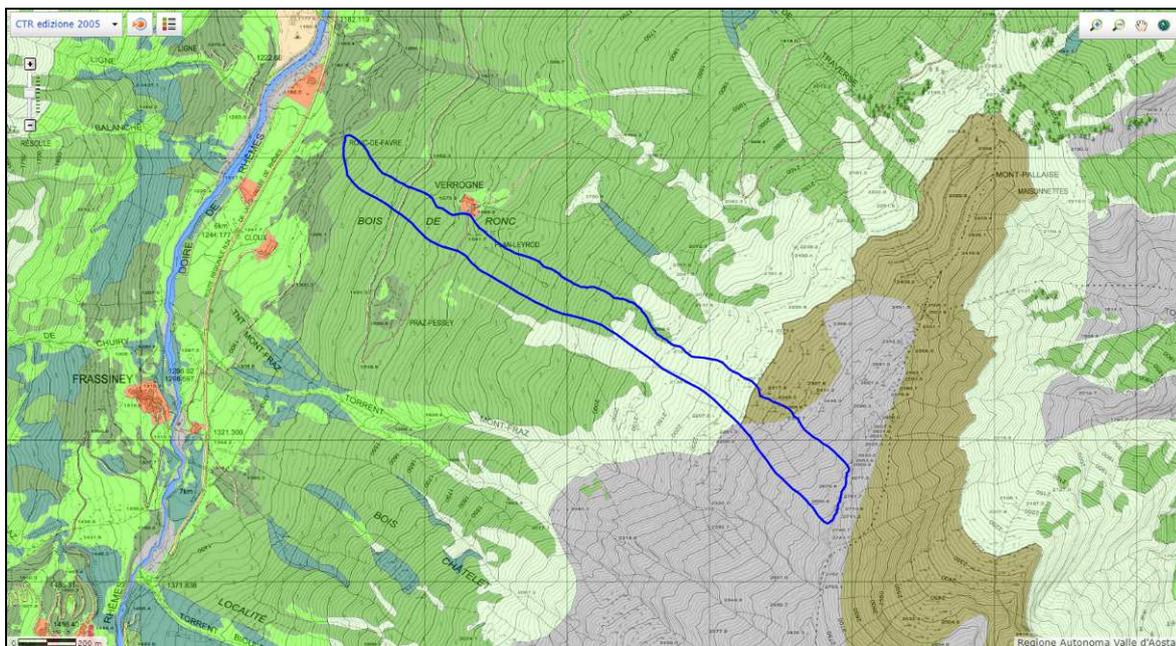
Carta dell'uso del suolo su base C.T.R. – GeoNavigatore – sito web RAVA – bacino n. 1



*Carta dell'uso del suolo su base C.T.R. – GeoNavigatore – sito web RAVA – bacino n. 2*



*Carta dell'uso del suolo su base C.T.R. – GeoNavigatore – sito web RAVA – bacino n. 3*



Carta dell'uso del suolo su base C.T.R. – GeoNavigator – sito web RAVA – bacino n. 4

Uso del suolo	
Superfici artificiali	
Aree antropizzate	
	Tessuto urbano continuo
	Insedimento discontinuo
Grandi impianti e reti di comunicazione	
	Aeroporti ed eliporti
	Reti stradali ferrovie e spazi accessori
	Zone produttive e insediamenti di grandi impianti
Aree estrattive e discariche	
	Cave
	Discariche
Aree verdi non agricole	
	Aree sportive e ricreative
Aree agricole	
Seminativi	
	Seminativi semplici
Colture permanenti	
	Frutteti
	Vigneti
Prati stabili	
	Prati stabili
Territori boscati seminaturali	
Aree boscate	
	Boschi di latifoglie
	Boschi misti di conifere e di latifoglie
	Boschi di conifere
Zone con vegetazione arbustiva	
	Aree a pascolo naturale e praterie
Zone con vegetazione rada	
	Accumuli detritici
	Aree bruciate
	Ghiacciai e nevi perenni
	Vegetazione rada
Aree umide	
Aree umide interne	
	Vegetazione delle aree umide interne e delle torbi
Corpi idrici	
Acque interne	
	Alvei fluviali e corsi d'acqua artificiali
	Bacini idrici

La procedura consiste nell'eseguire una classificazione della permeabilità dei vari tipi di suolo presenti nel bacino secondo lo schema esposto nella tabella sotto riportata, dare una definizione delle utilizzazioni del suolo e combinare le due cartografie risultanti per creare una cartografia tematica del parametro CN seguendo le indicazioni ricavate dalla tabella a doppia entrata esposta in tabella.

**Classe A:** bassissima capacità di scorrimento superficiale. Suoli con elevato tasso di infiltrazione anche quando sono completamente bagnati. Suoli con drenaggio molto buono, presenza cospicua di sabbie e ghiaie (detriti di falda, coperture alluvionali incoerenti)

**Classe B:** tasso di infiltrazione moderato. Buon drenaggio. Suoli ancora di un certo spessore con presenza di terreni a grana fine

**Classe C:** tasso di infiltrazione basso. Strato nel suolo che impedisce il movimento discendente dell'acqua oppure suolo con abbondanza di tessiture fini

**Classe D:** tasso di infiltrazione bassissimo, se bagnati. Suoli argillosi, suoli con falda alta, suoli di spessore modesto su strati impermeabili

Uso del suolo	CN (II)			
	Gruppi idrologici			
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
Prato d'alta quota	37	50	68	75
Ghiaione	20	22	24	26
Alveo fluviale	23	25	28	32
Roccia nuda	80	87	93	96
Rupe vegetata	40	50	65	75
Fustaia densa	21	31	45	53
Fustaia rada	29	38	54	61
Prato vallivo	41	47	65	76
Urbanizzato	92	94	96	98
Arbusteto	38	45	60	70
Prato arborato	35	43	60	72
Colture terrazzate	35	43	60	72
Reticolo	90	90	90	90
Laghi (invaso)	5-10	5-10	5-10	5-10
Laghi con rilascio immediato	95	95	95	95

Come già effettuato per gli altri parametri il CN(AMCII) è stato derivato direttamente dall'applicazione "Regionalizzazione di precipitazioni e portate" presente sul GeoNavigatore del sito web RAVA

Prima di applicare i coefficienti CN(AMCII) ottenuti, deve essere stabilita la condizione di umidità antecedente l'evento analizzato e situarsi in una delle condizioni AMC previste. L'eventuale trasformazione di CN(AMCII) in CN(AMCI) o CN(AMCIII) è facilmente attuabile tramite le seguenti relazioni empiriche:

$$AMC(I) \longrightarrow CN(I) = \frac{4.2 \cdot CN(II)}{10 - 0.058 \cdot CN(II)}$$

$$AMC(III) \longrightarrow CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

Nel presente studio ci si è posti nelle condizioni più sfavorevoli (AMCIII), in modo da simulare l'occorrenza di un evento intenso in condizioni di elevata saturazione del suolo: tale impostazione rispetta le specifiche degli studi di bacino.

Il valore del CN(AMCII) ottenuto con l'applicazione "Regionalizzazione di precipitazioni e portate" presente sul GeoNavigatore del sito web RAVA è stato ricalcolato come CN(AMCIII):

VALORE CN (II)	60.00
<b>VALORE CN (III) UTILIZZATO</b>	<b>77.53</b>

*Bacino n. 1*

VALORE CN (II)	63.00
<b>VALORE CN (III) UTILIZZATO</b>	<b>79.66</b>

*Bacino n. 2*

VALORE CN (II)	66.00
<b>VALORE CN (III) UTILIZZATO</b>	<b>81.70</b>

*Bacino n. 3*

VALORE CN (II)	69.00
<b>VALORE CN (III) UTILIZZATO</b>	<b>83.66</b>

*Bacino n. 4*

Nell'analisi eseguita con il software HEC-HMS, si sono introdotte, attraverso l'input "Frequency Storm" le diverse altezze di precipitazione derivate dalla regionalizzazione delle precipitazioni intense e calcolate come descritto sopra.

In un'ottica cautelativa, lo ietogramma di progetto è stato calcolato considerando una durata totale dell'evento pluviometrico di 12 ore, in modo tale da poter permettere al bacino di rispondere adeguatamente alle piogge e di rilevare un picco di portata significativo. Allo stesso modo si è ritenuto di simulare una pioggia caratterizzata da una distribuzione incrementale con un picco verso la fine dell'evento (Frequency storm-Intensity position: 75 percent).

Per il calcolo dell'idrogramma di piena è stata effettuata la separazione delle piogge con il metodo Curve Number.

Nell'analisi del bacino in esame sono stati utilizzati i seguenti metodi e parametri:

Area	0.2	km2	Area del bacino
Loss method	SCS Curve Number		Metodo per la separazione delle piogge
Transform method	SCS Unit Hydrograph		Metodo per la formazione della piena
Baseflow method	-		Deflusso di base
Initial abstraction	14.72	mm	Perdita iniziale legata alla capacità di ritenzione del suolo
Curve number in class AMC (III)	77.53		Valore rappresentante l'altitudine del bacino a produrre deflusso come relazione tra permeabilità e uso del suolo del medesimo
Impervious	0	%	Percentuale di superficie impermeabile
Lag time	10.88	min	Tempo di ritardo del singolo tronco fluviale
Meteorology model	Frequency Storm		Modello meteorologico: evento di pioggia statistico basato sulle LSPP
Intensity duration	15	min	Durata dell'evento di massima intensità
Storm duration	12	h	Durata dell'evento pluviometrico
Intensity position	75	%	Posizione dell'evento di massima intensità rispetto alla durata dell'evento pluviometrico
Control time	15	h	Durata del tempo di controllo scelto
Control time interval	2	min	Durata dell'intervallo di tempo di controllo scelto

**Bacino n. 1**

Area	1	km2	Area del bacino
Loss method	SCS Curve Number		Metodo per la separazione delle piogge
Transform method	SCS Unit Hydrograph		Metodo per la formazione della piena
Baseflow method	-		Deflusso di base
Initial abstraction	12.97	mm	Perdita iniziale legata alla capacità di ritenzione del suolo
Curve number in class AMC (III)	79.66		Valore rappresentante l'altitudine del bacino a produrre deflusso come relazione tra permeabilità e uso del suolo del medesimo
Impervious	0	%	Percentuale di superficie impermeabile
Lag time	12.65	min	Tempo di ritardo del singolo tronco fluviale
Meteorology model	Frequency Storm		Modello meteorologico: evento di pioggia statistico basato sulle LSPP
Intensity duration	15	min	Durata dell'evento di massima intensità
Storm duration	12	h	Durata dell'evento pluviometrico
Intensity position	75	%	Posizione dell'evento di massima intensità rispetto alla durata dell'evento pluviometrico
Control time	15	h	Durata del tempo di controllo scelto
Control time interval	2	min	Durata dell'intervallo di tempo di controllo scelto

**Bacino n. 2**

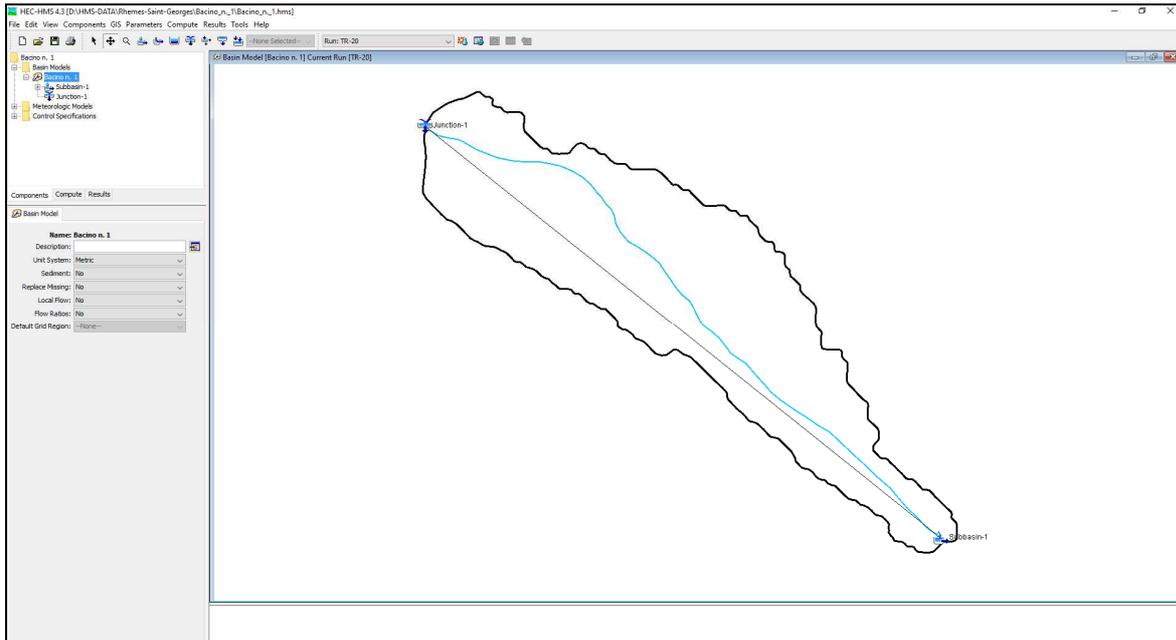
Area	0.3	km2	Area del bacino
Loss method	SCS Curve Number		Metodo per la separazione delle piogge
Transform method	SCS Unit Hydrograph		Metodo per la formazione della piena
Baseflow method	-		Deflusso di base
Initial abstraction	11.38	mm	Perdita iniziale legata alla capacità di ritenzione del suolo
Curve number in class AMC (III)	81.7		Valore rappresentante l'altitudine del bacino a produrre deflusso come relazione tra permeabilità e uso del suolo del medesimo
Impervious	0	%	Percentuale di superficie impermeabile
Lag time	11.33	min	Tempo di ritardo del singolo tronco fluviale
Meteorology model	Frequency Storm		Modello meteorologico: evento di pioggia statistico basato sulle LSPP
Intensity duration	15	min	Durata dell'evento di massima intensità
Storm duration	12	h	Durata dell'evento pluviometrico
Intensity position	75	%	Posizione dell'evento di massima intensità rispetto alla durata dell'evento pluviometrico
Control time	15	h	Durata del tempo di controllo scelto
Control time interval	2	min	Durata dell'intervallo di tempo di controllo scelto

**Bacino n. 3**

<b>Area</b>	<b>0.2</b>	<b>km2</b>	<i>Area del bacino</i>
<b>Loss method</b>	<b>SCS Curve Number</b>		<i>Metodo per la separazione delle piogge</i>
<b>Transform method</b>	<b>SCS Unit Hydrograph</b>		<i>Metodo per la formazione della piena</i>
<b>Baseflow method</b>	<b>-</b>		<i>Deflusso di base</i>
<b>Initial abstraction</b>	<b>9.92</b>	<b>mm</b>	<i>Perdita iniziale legata alla capacità di ritenzione del suolo</i>
<b>Curve number in class AMC (III)</b>	<b>83.66</b>		<i>Valore rappresentante l'altitudine del bacino a produrre deflusso come relazione tra permeabilità e uso del suolo del medesimo</i>
<b>Impervious</b>	<b>0</b>	<b>%</b>	<i>Percentuale di superficie impermeabile</i>
<b>Lag time</b>	<b>8.95</b>	<b>min</b>	<i>Tempo di ritardo del singolo tronco fluviale</i>
<b>Meteorology model</b>	<b>Frequency Storm</b>		<i>Modello meteorologico: evento di pioggia statistico basato sulle LSPP</i>
<b>Intensity duration</b>	<b>15</b>	<b>min</b>	<i>Durata dell'evento di massima intensità</i>
<b>Storm duration</b>	<b>12</b>	<b>h</b>	<i>Durata dell'evento pluviometrico</i>
<b>Intensity position</b>	<b>75</b>	<b>%</b>	<i>Posizione dell'evento di massima intensità rispetto alla durata dell'evento pluviometrico</i>
<b>Control time</b>	<b>15</b>	<b>h</b>	<i>Durata del tempo di controllo scelto</i>
<b>Control time interval</b>	<b>2</b>	<b>min</b>	<i>Durata dell'intervallo di tempo di controllo scelto</i>

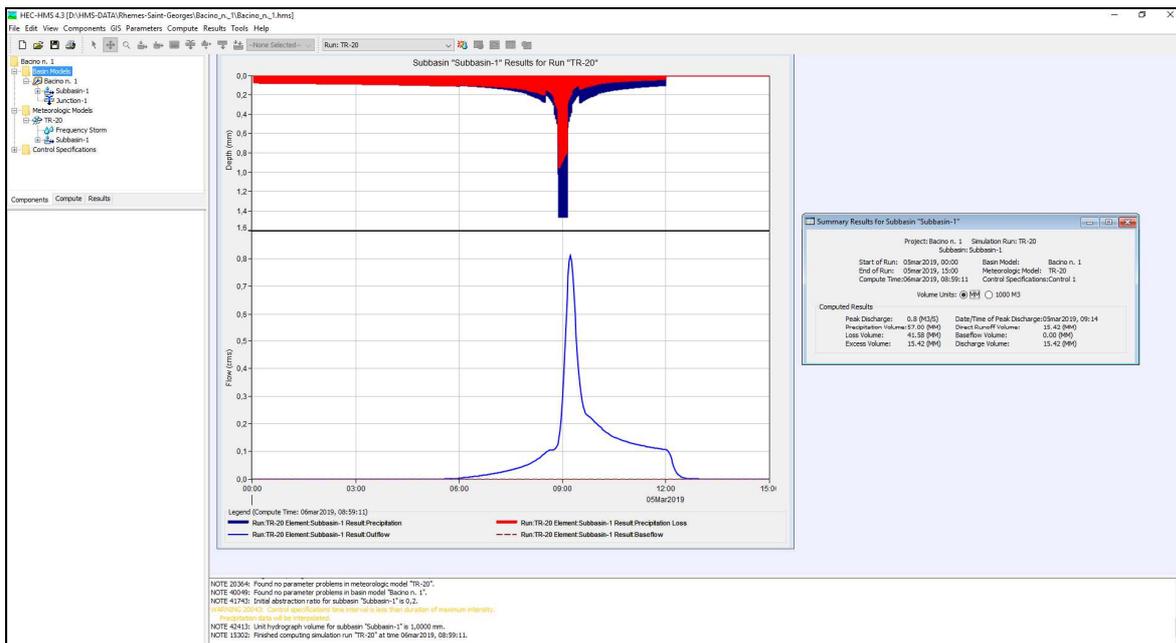
**Bacino n. 4**

## 10.5.1 Portate bacino n. 1

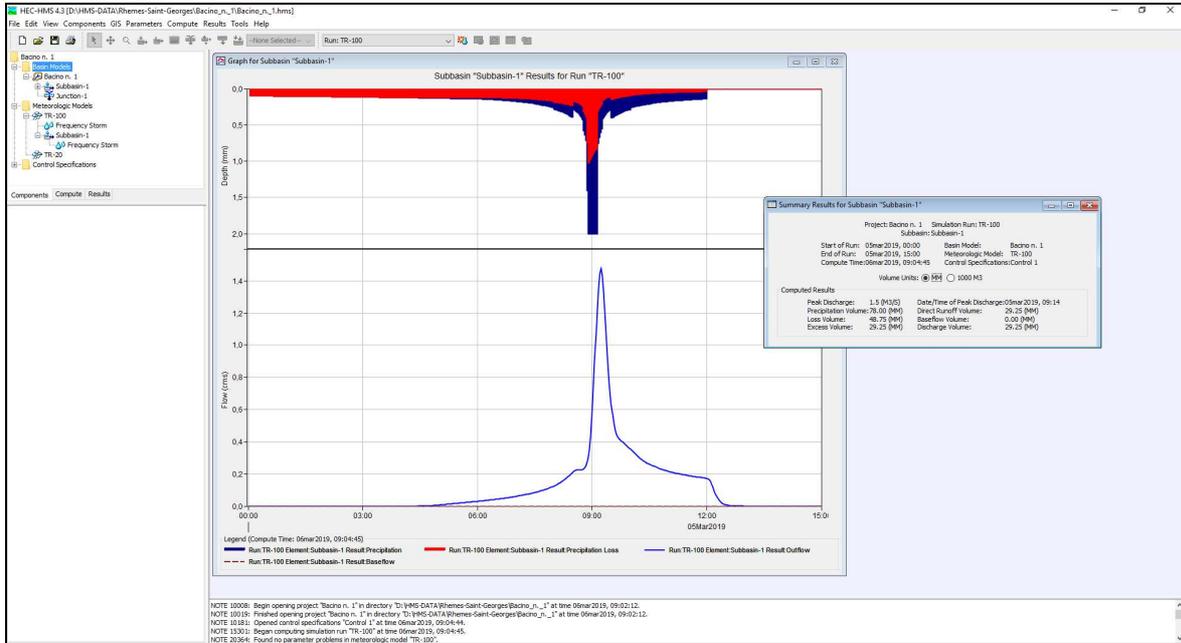


*Modello del bacino considerato – modellazione con HEC-HMS*

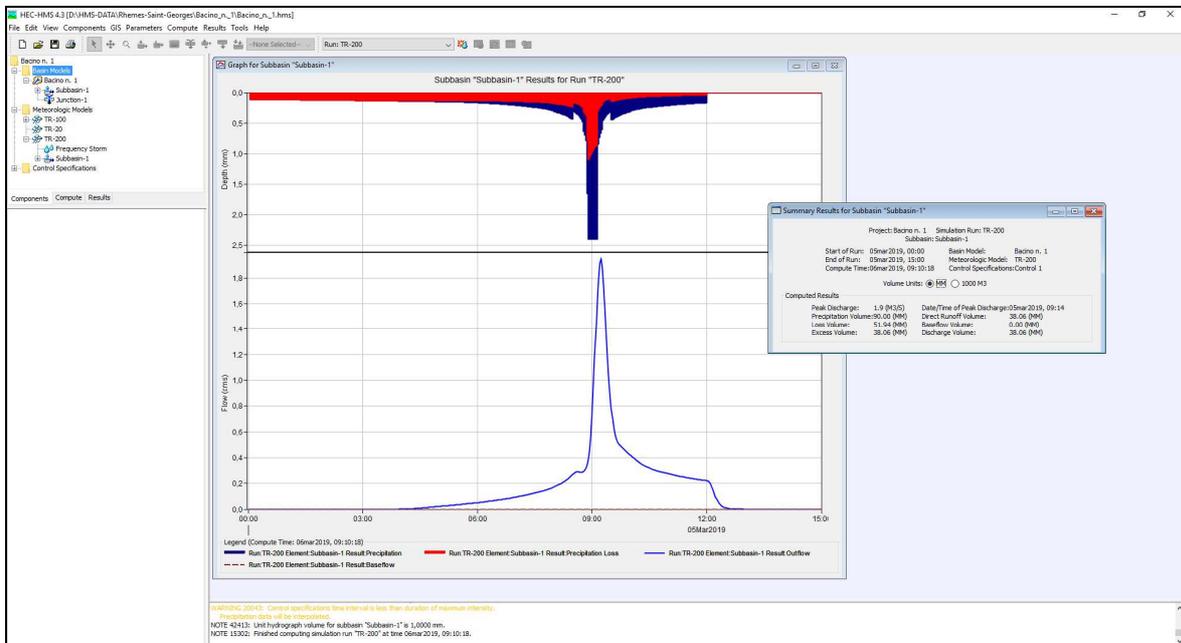
Di seguito si riportano gli ietogrammi e gli idrogrammi di piena alla sezione di chiusura per ogni tempo di ritorno considerato:



*Ietogramma e idrogramma di piena – Tr20*



**Idetogramma e idrogramma di piena – Tr100**



**Idetogramma e idrogramma di piena – Tr200**

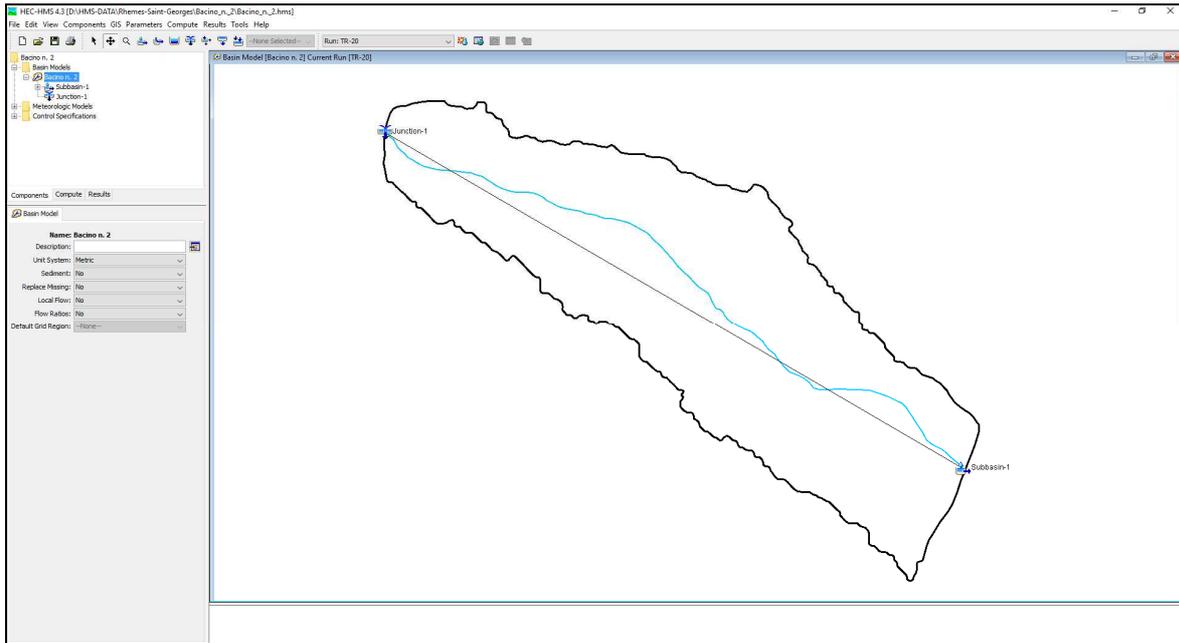
Per il bacino n. 1 alla sezione di chiusura considerata sono state quindi considerate le seguenti portate relative ad un evento con sola portata liquida:

$$Q_{Tmax} (20 \text{ anni}) = 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{Tmax} (100 \text{ anni}) = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

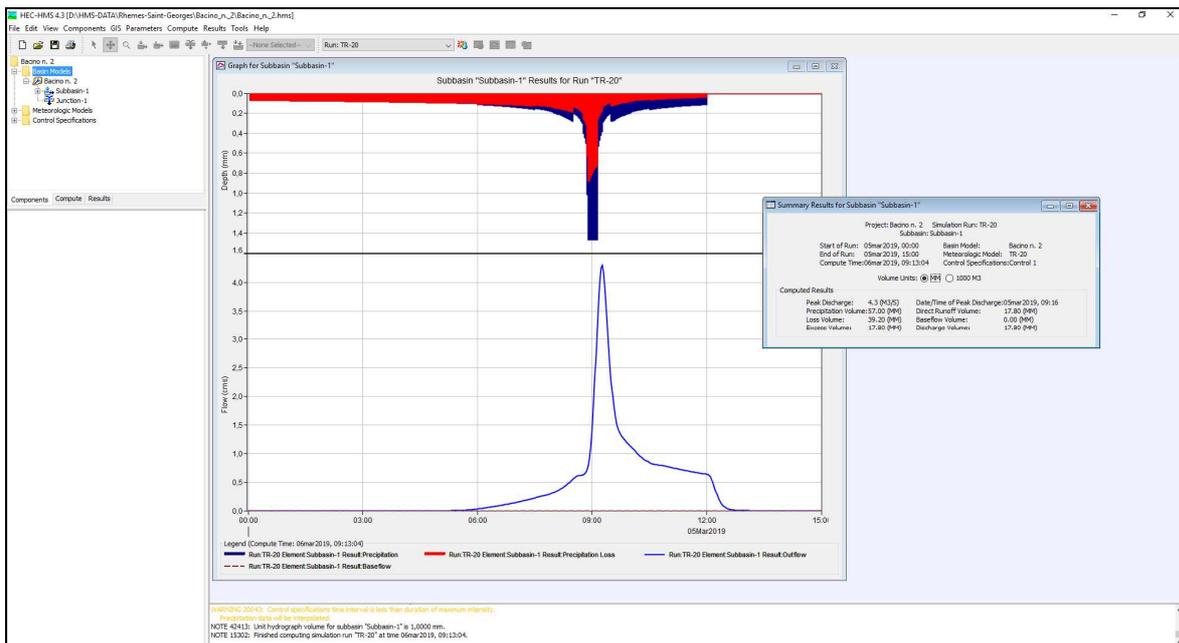
$$Q_{Tmax} (200 \text{ anni}) = 1,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

## 10.5.2 Portate bacino n. 2

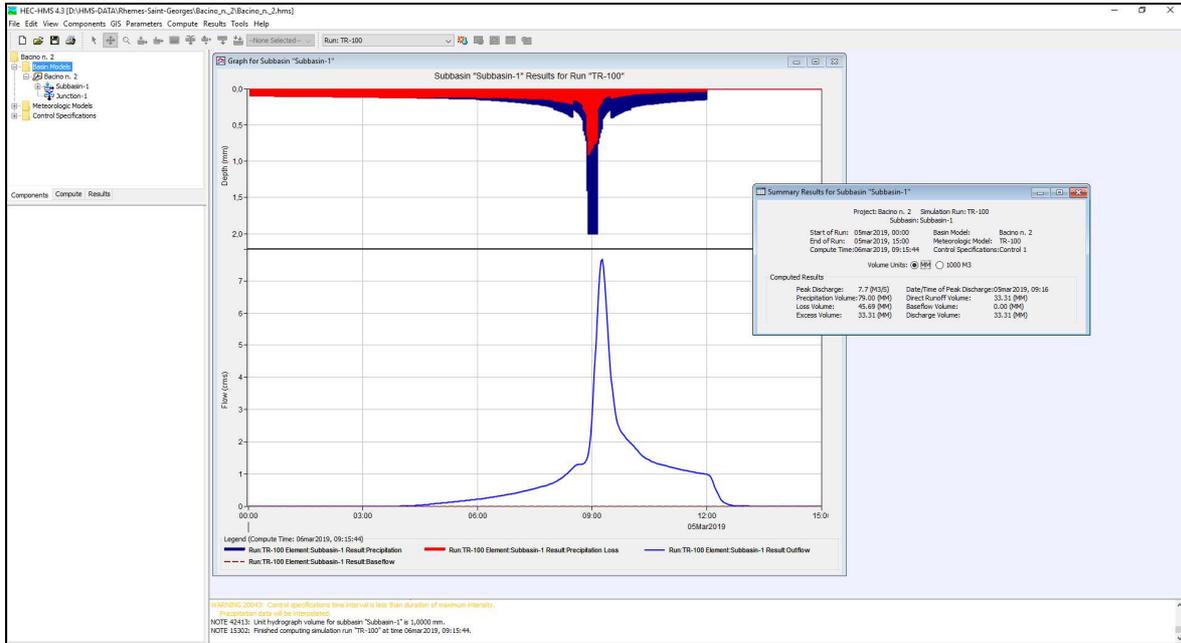


*Modello del bacino considerato – modellazione con HEC-HMS*

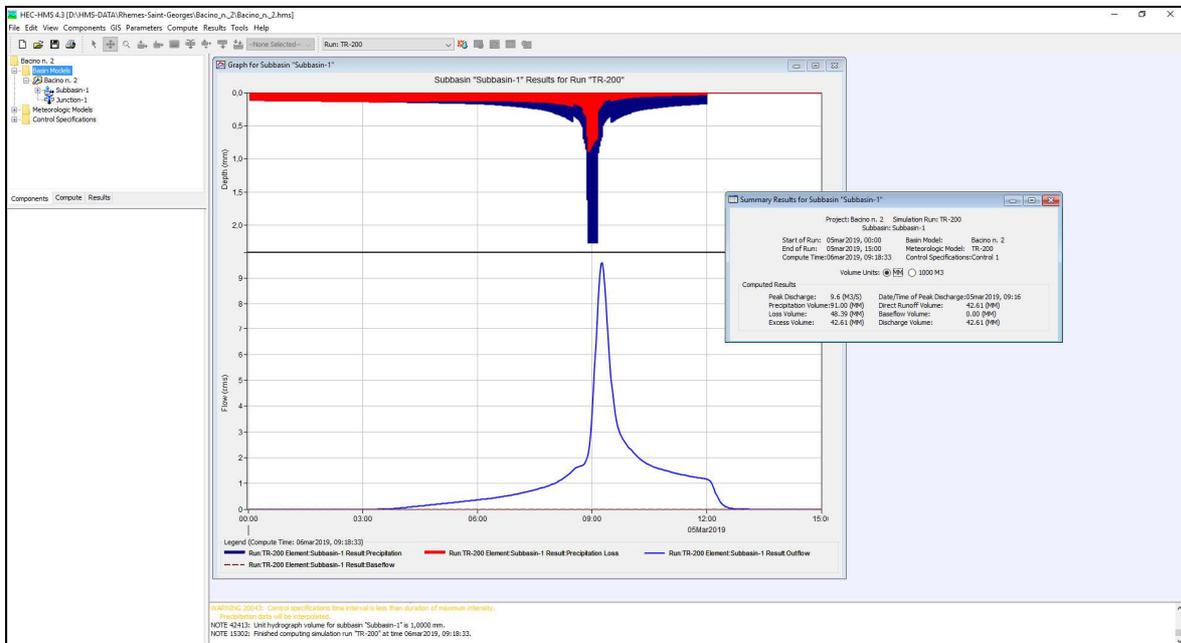
Di seguito si riportano gli ietogrammi e gli idrogrammi di piena alla sezione di chiusura per ogni tempo di ritorno considerato:



*Ietogramma e idrogramma di piena – Tr20*



**Ietogramma e idrogramma di piena – Tr100**



**Ietogramma e idrogramma di piena – Tr200**

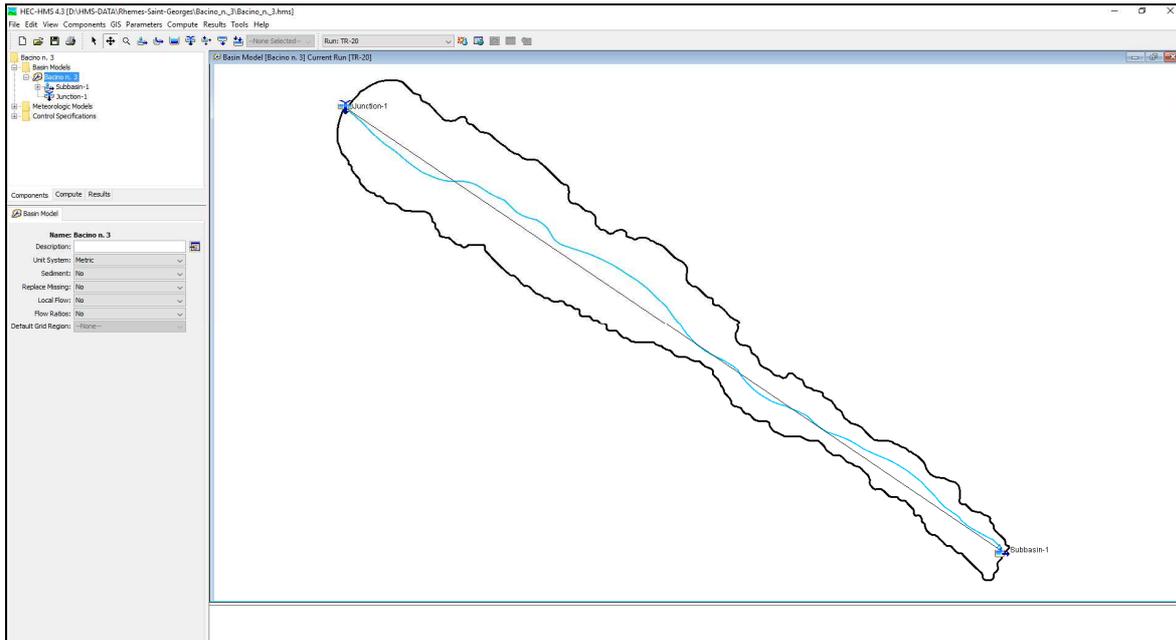
Per il bacino n. 2 alla sezione di chiusura considerata sono state quindi considerate le seguenti portate relative ad un evento con sola portata liquida:

$$Q_{Tmax} (20 \text{ anni}) = 4,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{Tmax} (100 \text{ anni}) = 7,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

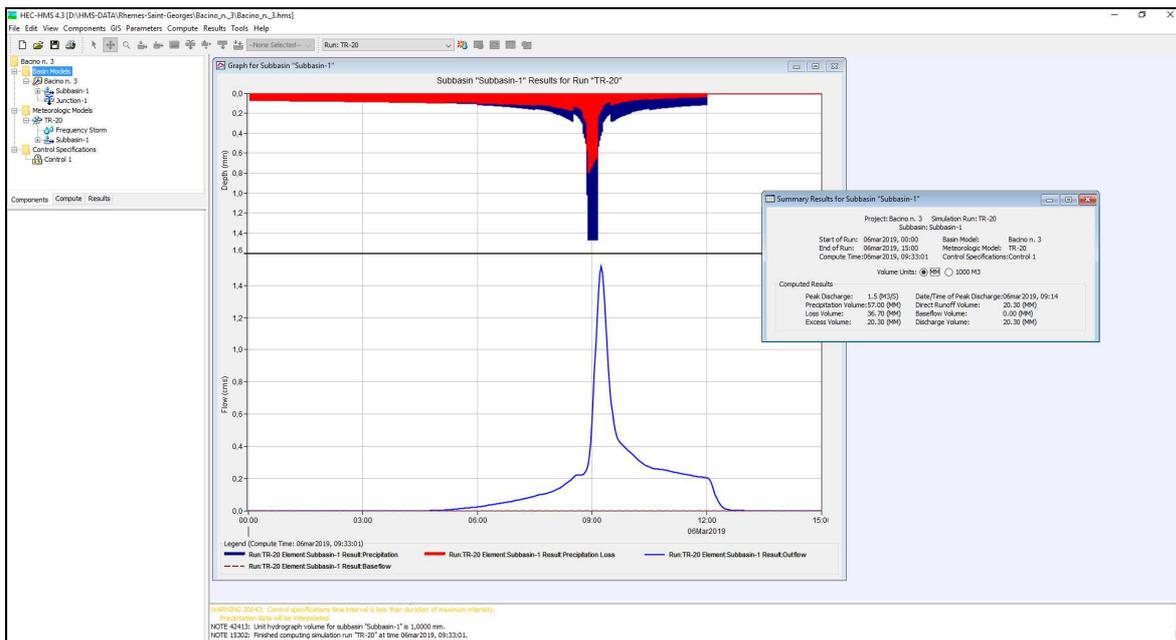
$$Q_{Tmax} (200 \text{ anni}) = 9,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 10.5.3 Portate bacino n. 3

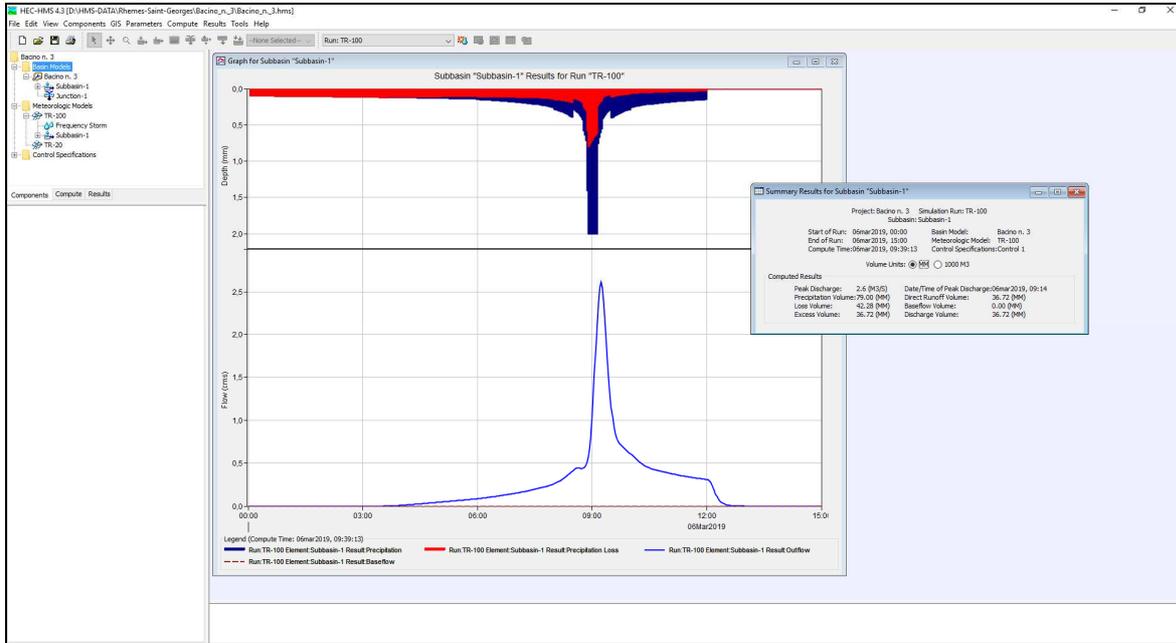


*Modello del bacino considerato – modellazione con HEC-HMS*

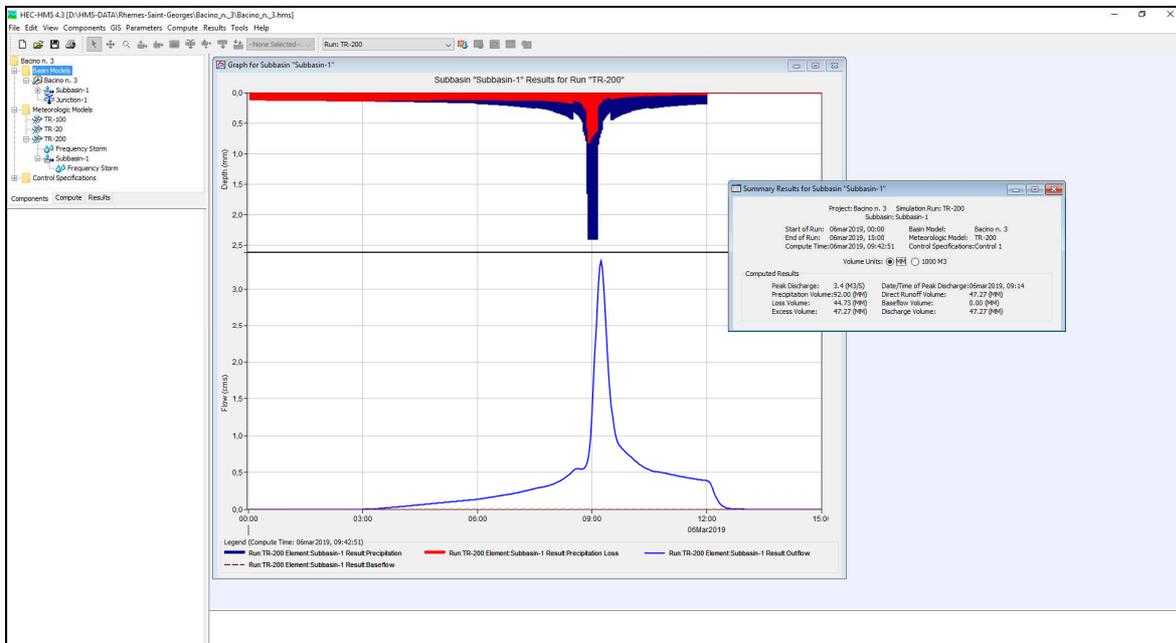
Di seguito si riportano gli ietogrammi e gli idrogrammi di piena alla sezione di chiusura per ogni tempo di ritorno considerato:



*Ietogramma e idrogramma di piena – Tr20*



**Ietogramma e idrogramma di piena – Tr100**



**Ietogramma e idrogramma di piena – Tr200**

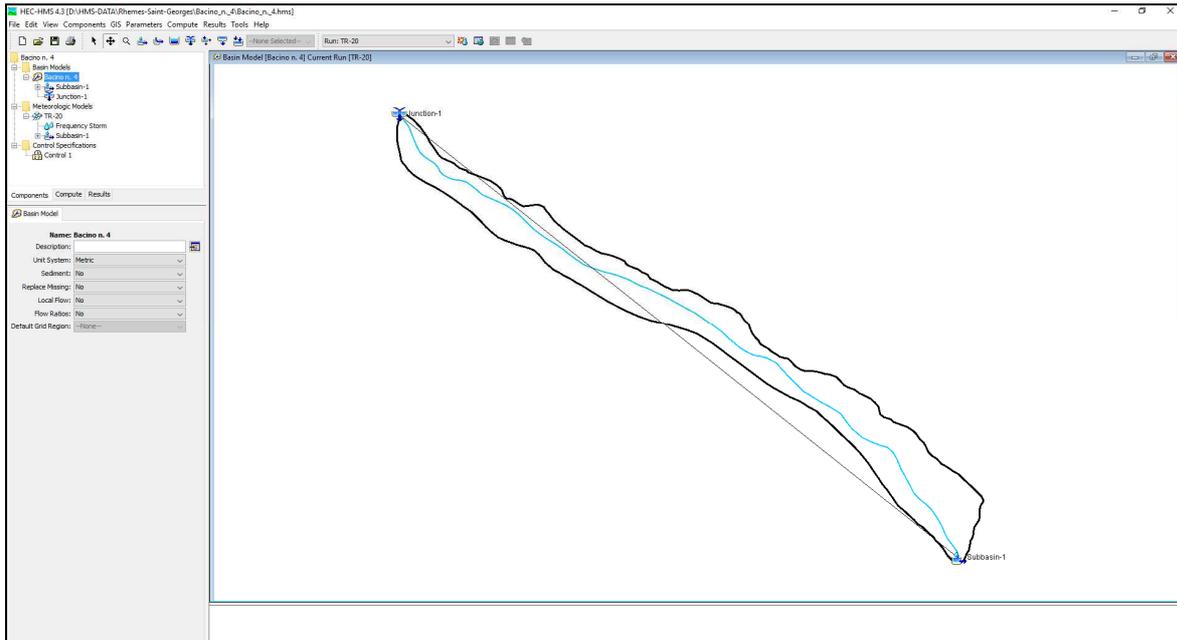
Per il bacino n. 3 alla sezione di chiusura considerata sono state quindi considerate le seguenti portate relative ad un evento con sola portata liquida:

$$Q_{Tmax} (20 \text{ anni}) = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{Tmax} (100 \text{ anni}) = 2,6 \text{ m}^3/\text{s}$$

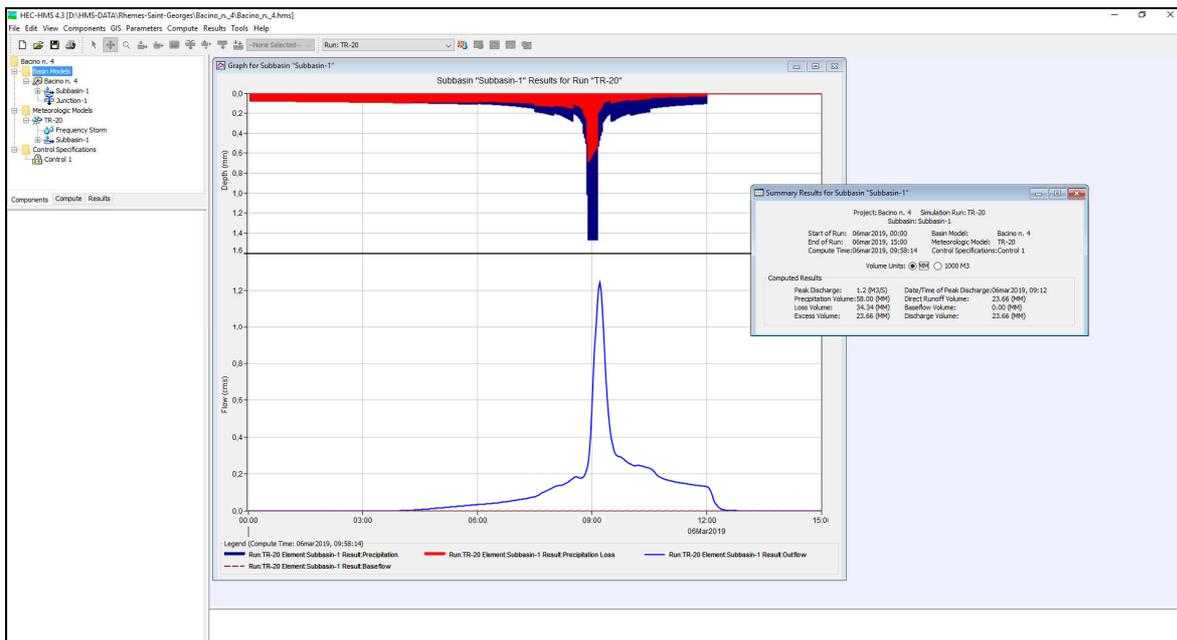
$$Q_{Tmax} (200 \text{ anni}) = 3,4 \text{ m}^3/\text{s}$$

## 10.5.4 Portate bacino n. 4

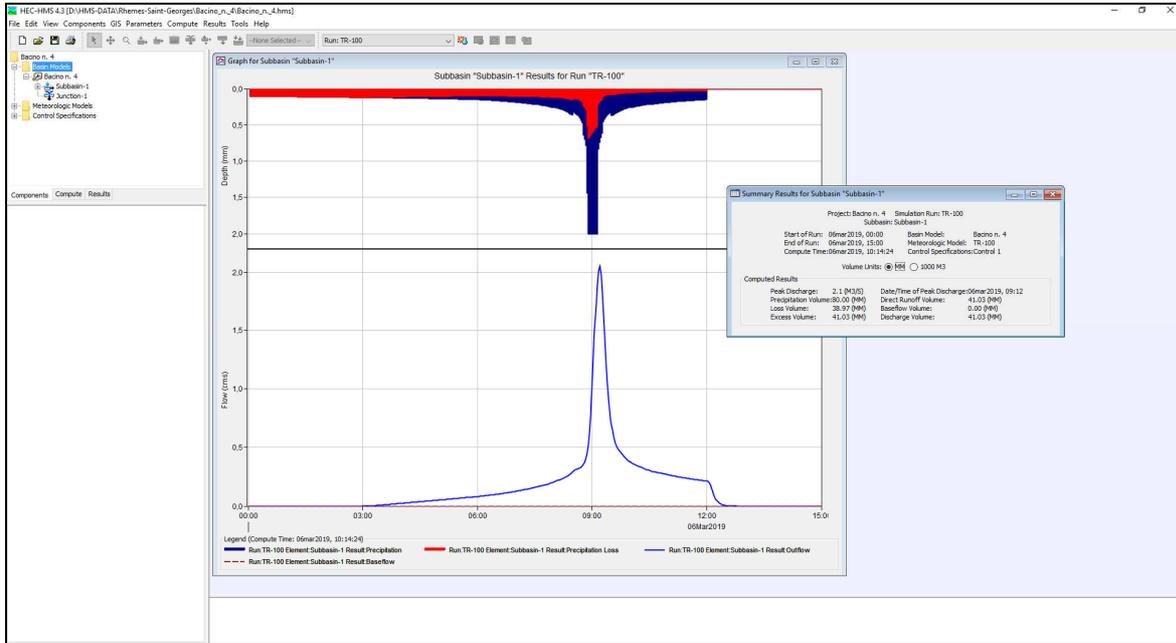


*Modello del bacino considerato – modellazione con HEC-HMS*

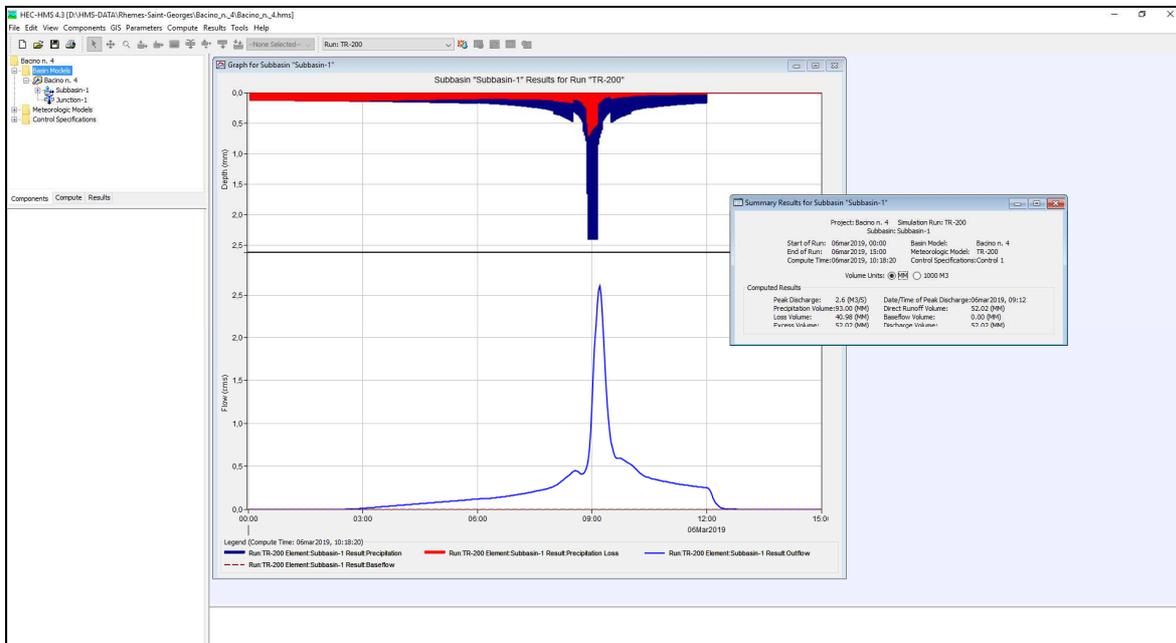
Di seguito si riportano gli ietogrammi e gli idrogrammi di piena alla sezione di chiusura per ogni tempo di ritorno considerato:



*Ietogramma e idrogramma di piena – Tr20*



**Ietogramma e idrogramma di piena – Tr100**



**Ietogramma e idrogramma di piena – Tr200**

Per il bacino n. 4 alla sezione di chiusura considerata sono state quindi considerate le seguenti portate relative ad un evento con sola portata liquida:

$$\begin{aligned}
 Q_{Tmax} (20 \text{ anni}) &= 1,2 \text{ m}^3/\text{s} \\
 Q_{Tmax} (100 \text{ anni}) &= 2,1 \text{ m}^3/\text{s} \\
 Q_{Tmax} (200 \text{ anni}) &= 2,6 \text{ m}^3/\text{s}
 \end{aligned}$$

## 10.6 STIMA DEL TRASPORTO SOLIDO

Dal momento che si è ipotizzato un fenomeno di colata detritica, la stima del trasporto solido è stata effettuata solamente per realizzare l'analisi dell'evento alluvionale "puro" e per capire, attraverso la formula di Smart e Jaeggi, le concentrazioni di equilibrio che si possono avere a partire dalla configurazione morfologica del bacino. Infatti la formulazione di Smart e Jaeggi offre, la possibilità di modellare portate solide fino a concentrazioni prossime a quelle di debris flow.

La determinazione della concentrazione solida volumetrica ( $C_v$ ) per "trascinamento al fondo" in torrenti di elevata pendenza, per la quale si ricorre alla formula di Smart-Jaeggi (S-J), può determinare, applicata sull'intero idrogramma liquido, un volume solido complessivo di notevole entità. Si è tuttavia posta particolare attenzione a due aspetti:

- la formula di Smart-Jaeggi fornisce la "capacità di trasporto solido teorica" sviluppabile dalla potenza energetica della corrente; essa è raggiungibile nel caso di alimentazione da monte "non limitato" (pari o superiore alla capacità di trasporto stessa). Il volume movimentato per trasporto solido di trascinamento deve essere quindi confrontato con l'effettiva disponibilità di materiale mobilizzabile in alveo, in modo simile a quanto si è fatto per la colata detritica. Nel caso di alveo a forte pendenza e con poca disponibilità di sedimento, può accadere che il materiale solido mobilizzabile non sia sufficiente, cioè "limiti" la capacità di trasporto. Si parla allora di trasporto solido reale limitato dalla bassa alimentazione da monte. In tal caso, la concentrazione solida calcolata con S-J può essere ridotta secondo due criteri:
  - alveo molto pendente con corso d'acqua principale tendenzialmente inerodibile (ad esempio molti tratti in roccia): la concentrazione volumetrica prodotta dall'equazione va modulata (innalzando ad esempio le condizioni di soglia del trasporto), in modo da ottenere un sedimentogramma perfettamente coerente, come volume complessivo, con la disponibilità di sedimento (stima geomorfica);
  - alveo molto pendente con presenza di dissesti di sponda (ma il bacino non è proprio da colata): limitare le concentrazioni volumetriche al 15%, se la forma di trasporto attesa è per scorrimento del fondo (l'alveo è molto corazzato e/o ci sono evidenti indicazioni di campo), oppure al 20-25% se la forma di trasporto attesa è di tipo iperconcentrato. La scelta di valori fra il 15 e il 25% di concentrazione volumetrica può essere ancora modulata sulla base della congruenza con la stima geomorfica del volume disponibile.
- per il calcolo del trasporto solido nel caso di un evento alluvionale "puro", nel caso di pendenze superiori al 25%, la concentrazione solida volumetrica è stata posta pari a 0.25 per evitare di entrare nel campo delle colate detritiche.

10.6.1 Bacino n. 1

**Bacino n. 1**

**Portata liquida**

20	ANNI	$m^3 s^{-1}$	<b>0.80</b> $Q_l$
100	ANNI	$m^3 s^{-1}$	<b>1.50</b> $Q_l$
200	ANNI	$m^3 s^{-2}$	<b>1.90</b> $Q_l$

**Capacità di trasporto**

Formula semplificata di Smart e Jaeggi (1983) per pendenze >3,5%

$$q_s = 2.5 q S^{1.6}$$

$S$  **0.4923** (m/m) pendenza della linea dell'energia  
 $q$  (m<sup>2</sup>/s) portata liquida unitaria

		$Q_s$	$Q_T$	$C_{s-v}$
20	ANNI	$0.64 m^3 s^{-1}$	$1.44 m^3 s^{-1}$	<b>0.45</b>
100	ANNI	$1.21 m^3 s^{-1}$	$2.71 m^3 s^{-1}$	<b>0.45</b>
200	ANNI	$1.53 m^3 s^{-2}$	$3.43 m^3 s^{-2}$	<b>0.45</b>

**Capacità di trasporto**

Formula di Schoklitsch (1962) per pendenze <3,5%

$$Q_s = \frac{2500}{\rho_s} S^{3/2} (Q - Q_c) \cong 0.94 S^{3/2} (Q - Q_c)$$

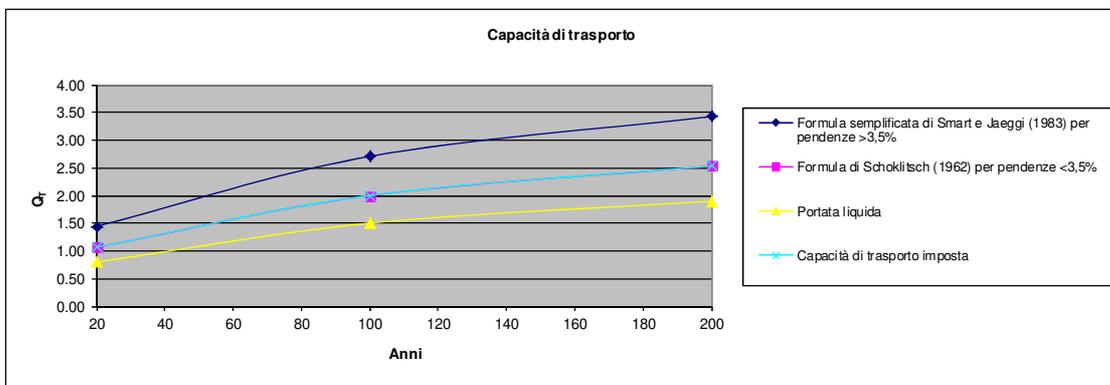
$S$  **0.4923** (m/m) pendenza della linea dell'energia  
 $\rho_s$  **2600** (kgm<sup>-3</sup>) densità particella

		$Q_s$	$Q_T$	$C_{s-v}$
20	ANNI	$0.27 m^3 s^{-1}$	$1.07 m^3 s^{-1}$	<b>0.25</b>
100	ANNI	$0.50 m^3 s^{-1}$	$2.00 m^3 s^{-1}$	<b>0.25</b>
200	ANNI	$0.63 m^3 s^{-2}$	$2.53 m^3 s^{-2}$	<b>0.25</b>

**Capacità di trasporto imposta**

Nel caso di pendenze superiori al 25%, la concentrazione solida-volumetrica è stata imposta pari a 0,25

		$Q_s$	$Q_T$	$C_{s-v}$
20	ANNI	$0.27 m^3 s^{-1}$	$1.07 m^3 s^{-1}$	<b>0.25</b>
100	ANNI	$0.50 m^3 s^{-1}$	$2.00 m^3 s^{-1}$	<b>0.25</b>
200	ANNI	$0.63 m^3 s^{-2}$	$2.53 m^3 s^{-2}$	<b>0.25</b>



Le portate relative ad un evento alluvionale “puro” sono state quindi considerate le seguenti:

$$Q_{Tmax} (20 \text{ anni}) = 1,07 m^3/s$$

$$Q_{Tmax} (100 \text{ anni}) = 2,00 m^3/s$$

$$Q_{Tmax} (200 \text{ anni}) = 2,53 m^3/s$$

10.6.2 Bacino n. 2

**Bacino n. 2**

**Portata liquida**

20	ANNI	$m^3 s^{-1}$	<b>4.30</b> $Q_l$
100	ANNI	$m^3 s^{-1}$	<b>7.70</b> $Q_l$
200	ANNI	$m^3 s^{-2}$	<b>9.60</b> $Q_l$

**Capacità di trasporto**

Formula semplificata di Smart e Jaeggi (1983) per pendenze >3,5%

$$q_s = 2.5 q S^{1.6}$$

$S$  **0.566** (m/m) pendenza della linea dell'energia  
 $q$  (m<sup>2</sup>/s) portata liquida unitaria

		$Q_s$	$Q_T$	$C_{s-v}$
20	ANNI	$Q_s$ 4.32 $m^3 s^{-1}$	8.62 $m^3 s^{-1}$	<b>0.50</b>
100	ANNI	$Q_s$ 7.74 $m^3 s^{-1}$	15.44 $m^3 s^{-1}$	<b>0.50</b>
200	ANNI	$Q_s$ 9.65 $m^3 s^{-2}$	19.25 $m^3 s^{-2}$	<b>0.50</b>

**Capacità di trasporto**

Formula di Schoklitsch (1962) per pendenze <3,5%

$$Q_s = \frac{2500}{\rho_s} S^{3/2} (Q - Q_c) \cong 0.94 S^{3/2} (Q - Q_c)$$

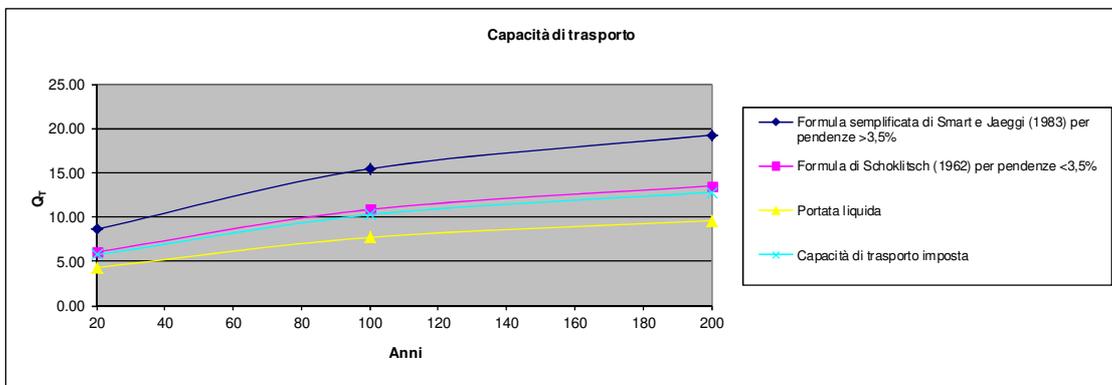
$S$  0.566 (m/m) pendenza della linea dell'energia  
 $\rho_s$  2600 (kgm<sup>-3</sup>) densità particella

		$Q_s$	$Q_T$	$C_{s-v}$
20	ANNI	$Q_s$ 1.76 $m^3 s^{-1}$	6.06 $m^3 s^{-1}$	<b>0.29</b>
100	ANNI	$Q_s$ 3.15 $m^3 s^{-1}$	10.85 $m^3 s^{-1}$	<b>0.29</b>
200	ANNI	$Q_s$ 3.93 $m^3 s^{-2}$	13.53 $m^3 s^{-2}$	<b>0.29</b>

**Capacità di trasporto imposta**

Nel caso di pendenze superiori al 25%, la concentrazione solida-volumetrica è stata imposta pari a 0,25

		$Q_s$	$Q_T$	$C_{s-v}$
20	ANNI	$Q_s$ 1.43 $m^3 s^{-1}$	5.73 $m^3 s^{-1}$	<b>0.25</b>
100	ANNI	$Q_s$ 2.57 $m^3 s^{-1}$	10.27 $m^3 s^{-1}$	<b>0.25</b>
200	ANNI	$Q_s$ 3.20 $m^3 s^{-2}$	12.80 $m^3 s^{-2}$	<b>0.25</b>



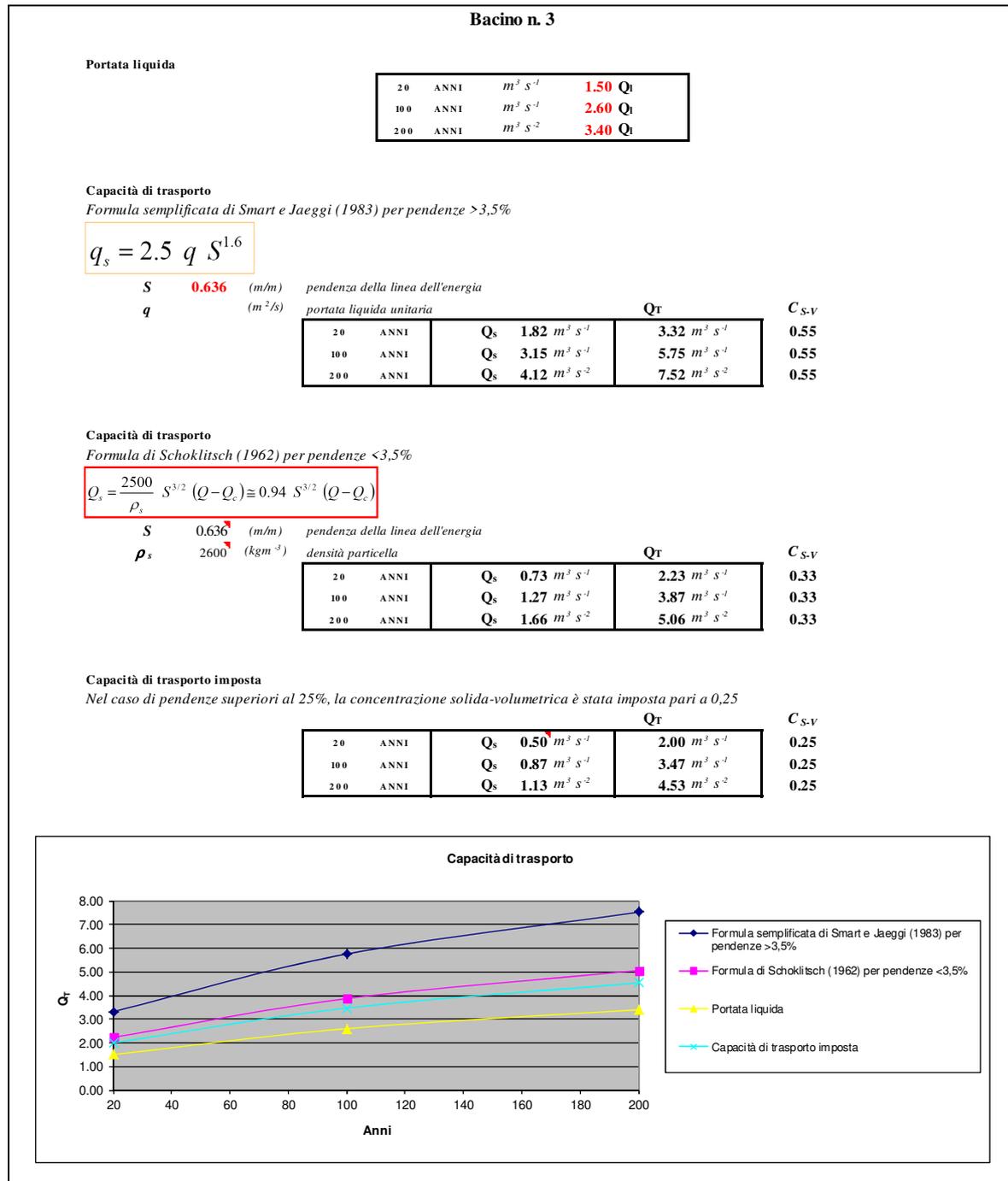
Le portate relative ad un evento alluvionale “puro” sono state quindi considerate le seguenti:

$$Q_{Tmax} (20 \text{ anni}) = 5,73 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{Tmax} (100 \text{ anni}) = 10,27 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{Tmax} (200 \text{ anni}) = 12,80 \text{ m}^3/\text{s}$$

10.6.3 Bacino n. 3



Le portate relative ad un evento alluvionale “puro” sono state quindi considerate le seguenti:

$$Q_{Tmax} (20 \text{ anni}) = 2,00 m^3/s$$

$$Q_{Tmax} (100 \text{ anni}) = 3,47 m^3/s$$

$$Q_{Tmax} (200 \text{ anni}) = 4,53 m^3/s$$

10.6.4 Bacino n. 4

**Bacino n. 4**

**Portata liquida**

20	ANNI	$m^3 s^{-1}$	<b>1.20</b>	$Q_l$
100	ANNI	$m^3 s^{-1}$	<b>2.10</b>	$Q_l$
200	ANNI	$m^3 s^{-2}$	<b>2.60</b>	$Q_l$

**Capacità di trasporto**

Formula semplificata di Smart e Jaeggi (1983) per pendenze >3,5%

$$q_s = 2.5 q S^{1.6}$$

$S$  **0.649** (m/m) pendenza della linea dell'energia  
 $q$  (m<sup>2</sup>/s) portata liquida unitaria

		$Q_s$	$Q_T$	$C_{s.v}$
20	ANNI	$1.50 m^3 s^{-1}$	$2.70 m^3 s^{-1}$	<b>0.56</b>
100	ANNI	$2.63 m^3 s^{-1}$	$4.73 m^3 s^{-1}$	<b>0.56</b>
200	ANNI	$3.25 m^3 s^{-2}$	$5.85 m^3 s^{-2}$	<b>0.56</b>

**Capacità di trasporto**

Formula di Schoklitsch (1962) per pendenze <3,5%

$$Q_s = \frac{2500}{\rho_s} S^{3/2} (Q - Q_c) \cong 0.94 S^{3/2} (Q - Q_c)$$

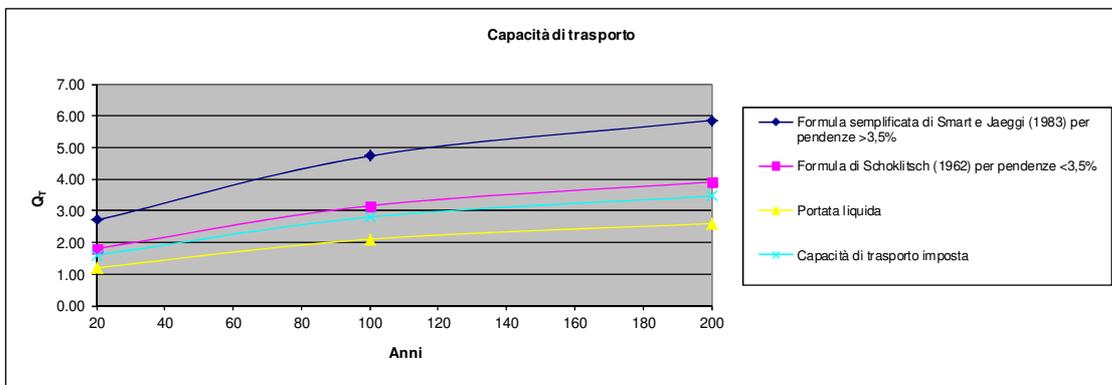
$S$  **0.649** (m/m) pendenza della linea dell'energia  
 $\rho_s$  **2600** (kgm<sup>-3</sup>) densità particella

		$Q_s$	$Q_T$	$C_{s.v}$
20	ANNI	$0.60 m^3 s^{-1}$	$1.80 m^3 s^{-1}$	<b>0.33</b>
100	ANNI	$1.06 m^3 s^{-1}$	$3.16 m^3 s^{-1}$	<b>0.33</b>
200	ANNI	$1.31 m^3 s^{-2}$	$3.91 m^3 s^{-2}$	<b>0.33</b>

**Capacità di trasporto imposta**

Nel caso di pendenze superiori al 25%, la concentrazione solida-volumetrica è stata imposta pari a 0,25

		$Q_s$	$Q_T$	$C_{s.v}$
20	ANNI	$0.40 m^3 s^{-1}$	$1.60 m^3 s^{-1}$	<b>0.25</b>
100	ANNI	$0.70 m^3 s^{-1}$	$2.80 m^3 s^{-1}$	<b>0.25</b>
200	ANNI	$0.87 m^3 s^{-2}$	$3.47 m^3 s^{-2}$	<b>0.25</b>



Le portate relative ad un evento alluvionale “puro” sono state quindi considerate le seguenti:

$$Q_{Tmax} (20 \text{ anni}) = 1,60 m^3/s$$

$$Q_{Tmax} (100 \text{ anni}) = 2,80 m^3/s$$

$$Q_{Tmax} (200 \text{ anni}) = 3,47 m^3/s$$

## **10.7 VERIFICHE DELLA CAPACITÀ DI DEFLUSSO DEL COLLETTORE PRINCIPALE**

Per evitare problematiche di tipo idraulico e ridurre al minimo interventi di manutenzione, si è optato per la realizzazione di un guado carrabile in grado di smaltire le portate calcolate. Si segnala comunque che a valle di tale manufatto non sono presenti infrastrutture e/o abitazioni. Per le verifiche idrauliche si rimanda agli elaborati di calcolo redatti dal dott. for. CHATRIAN Grato.

## **11. ANALISI DI RISCHIO**

Come da prassi, è stata eseguita una analisi di rischio utilizzando il metodo ROCKfall risk MANAGEMENT (RO.MA.) (DIATI Politecnico di Torino – Regione Autonoma Valle d’Aosta - gennaio 2015).

Il metodo RO.MA. fornisce una metodologia in grado di quantificare il rischio lungo i tratti di strada interessati da crollo di massi sia per versanti in condizioni naturali sia dopo l’installazione di interventi mitigativi su porzioni omogenee di strada chiamate: unità rappresentative.

Il metodo RO.MA. si basa nell’applicazione del metodo probabilistico dell’albero degli eventi (Hoek, 2000; Locatelli, 2005; Peila e Guardini, 2008) che è una metodologia valida per lo studio di sistemi complessi e strutturati come quello in esame.

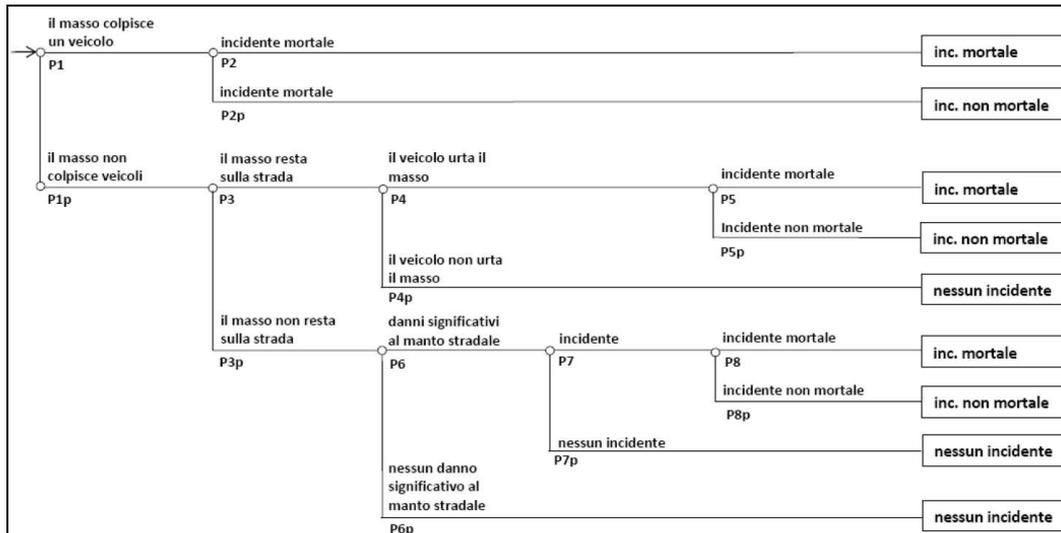
Considerati due eventi indipendenti tra loro, quali il fenomeno franoso e il contemporaneo passaggio del veicolo, la probabilità che se ne verifichi almeno uno è data dalla somma delle probabilità dei singoli eventi, mentre la probabilità che essi si verifichino contemporaneamente è data dal prodotto delle singole probabilità. Si possono così comporre i vari fattori ed ottenere la probabilità del verificarsi di uno o più eventi in relazione al periodo osservato da cui è possibile ottenere un valore di rischio relativo agli incidenti con esito mortale ed agli incidenti con esito non mortale.

### **11.1 PROBABILITÀ ASSUNTE NEL CALCOLO**

Definite le varie probabilità dei nodi dell’albero degli eventi è possibile determinare la probabilità finale dei nove scenari identificati dai rami dell’albero, cioè delle conseguenze relative ad ogni percorso dell’albero degli eventi (incidente mortale, incidente non mortale e nessun incidente) moltiplicando le probabilità dei singoli nodi costituenti il percorso considerato. La probabilità totale relative alle tre possibili conseguenze (probabilità totale di incidente mortale, di incidente non mortale e di nessun incidente) del tratto analizzato è calcolato pari alla somma delle singole probabilità.

Le singole probabilità corrispondono a:

- La probabilità P1 alla probabilità di incidente annua  $P(A)$ , causata dal blocco che impatta su di un veicolo in movimento;
- La probabilità P2 al fatto che l’incidente tra il masso in caduta ed il veicolo in transito abbia esito fatale;
- La probabilità P3 al fatto che il masso si fermi sulla carreggiata;
- La probabilità P4 al fatto che un veicolo urti un masso fermo in carreggiata;
- La probabilità P5 al fatto che l’incidente provocato dall’impatto del veicolo con il masso fermo in carreggiata sia mortale;
- La probabilità P6 al fatto che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo tale da causare un incidente mortale per uscita di strada;
- La probabilità P7 al fatto che il manto dissestato provochi un incidente;
- La probabilità P8 al fatto che l’incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale.



*Albero degli eventi elaborato per il metodo RO.MA. con indicazione delle probabilità assunte nei vari nodi*

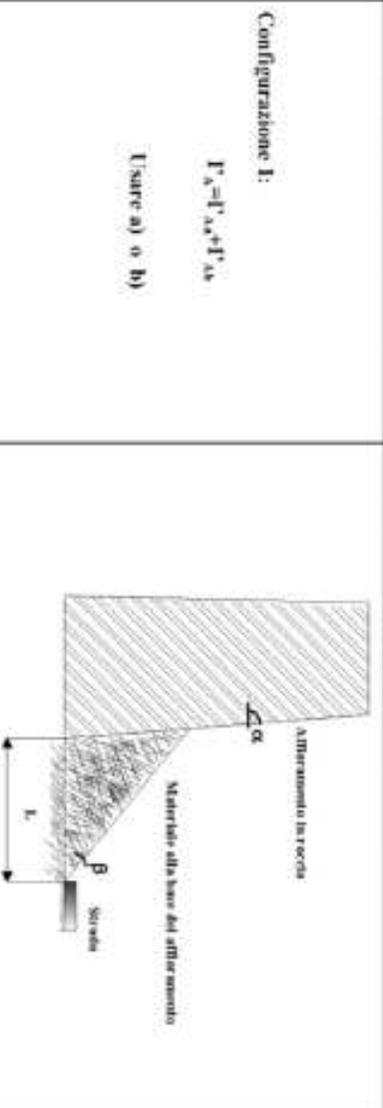
## **11.2 ANALISI DEL RISCHIO DELLA PISTA PODERALE IN OGGETTO**

Tenuto conto dei caratteri geomorfologici, per la valutazione dell'Intensità chilometrica ( $\alpha_{max}$ ) che rappresenta il numero di eventi per anno per 100 m, si è utilizzato l'indice Ro.S.I. "Indice Speditivo di Analisi, Rockfall Susceptibility Index". L'indice ha l'intento di descrivere le pareti rocciose soggette a dissesto e la connessa propensione al distacco. L'elemento considerato come vulnerabile al fenomeno di crollo è la strada sottostante il versante. L'indice è applicato ad aree omogenee in termini di morfologia e geologia definite mediante sopralluoghi in situ e permette una descrizione quantitativa della parete mediante l'attribuzione di punteggi ai parametri caratterizzanti il versante. Al crescere della pericolosità della parete, i valori assunti dall'indice Ro.S.I. aumentano, il massimo valore raggiungibile dall'indice è pari a 120. Di seguito si riportano le schede relative al calcolo del valore dell'indice Ro.S.I.

**GEOMETRIA PARETE E CARATTERISTICHE DELLA ZONA DI ACCUMULO E TRANSITO**

$$I_A = I_A^1 + I_A^2 + I_A^3$$

**I<sub>A</sub>: GEOMETRIA VERSANTE (Selezionare tra configurazione 1 e configurazione 2)**



Materiale alla base dell'affermamento in roccia					
a) PRATO E ARBUSTI					
$(\beta)$ [°]	$(\alpha)$ [°]	$I_{A^1} - Punt.$	L [m]	$I_{A^2} - Punt.$	
$\beta > 35$	$90 < \alpha < 50$	5	Inferiore a 100	3	
	$\alpha < 50$		Superiore a 100		
$25 < \beta \leq 35$	$90 < \alpha < 50$	4	Inferiore a 100	4	
	$\alpha < 50$		Superiore a 100		
$15 \leq \beta \leq 25$	$90 < \alpha < 50$	2	Inferiore a 100	3	
	$\alpha < 50$		Superiore a 100		
$\beta < 15$	$90 < \alpha < 50$	1	Inferiore a 100	2	
	$\alpha < 50$		Superiore a 100		
b) DETRITO DI MEDIE DIMENSIONI					
$(\beta)$ [°]	$(\alpha)$ [°]	$I_{A^1} - Punt.$	L [m]	$I_{A^2} - Punt.$	
$\beta > 35$	$90 < \alpha < 50$	5	Inferiore a 100	3	
	$\alpha < 50$		Superiore a 100		
$25 < \beta \leq 35$	$90 < \alpha < 50$	5	Inferiore a 100	3	
	$\alpha < 50$		Superiore a 100		
$15 \leq \beta \leq 25$	$90 < \alpha < 50$	4	Inferiore a 100	4	
	$\alpha < 50$		Superiore a 100		
$\beta < 15$	$90 < \alpha < 50$	2	Inferiore a 100	1	
	$\alpha < 50$		Superiore a 100		

<p><b>Configurazione 2:</b></p> <p><math>I'_{Ae} = I'_{Ac}</math> oppure <math>I'_{Ad}</math></p>		
<b><math>I'_{Ac}</math>: AFFIORAMENTO IN ROCCIA A BORDO STRADA</b>		
	Altezza parete rocciosa ( <b>h</b> ) > 5m-10m	Altezza parete rocciosa ( <b>h</b> ) ≤ 5m-10m Tagli stradali
$(\alpha)$ [°]	<i>Punti</i>	<i>Punti</i>
$\alpha < 50$	9	5
$90 < \alpha < 50$	10	6

<b><math>I'_{Ad}</math>: DETRITO A BORDO STRADA</b>						
$(\alpha)$ [°] $\alpha = 35^\circ$	Altezza detrito ( <b>h</b> ) = 100m	Altezza detrito ( <b>h</b> ) = 75m	Altezza detrito ( <b>h</b> ) = 50m	Altezza detrito ( <b>h</b> ) = 25m	Altezza detrito ( <b>h</b> ) = 15m	Altezza detrito ( <b>h</b> ) = 5m
	<i>Punti</i>	<i>Punti</i>	<i>Punti</i>	<i>Punti</i>	<i>Punti</i>	<i>Punti</i>
	10	9	8	7	5	3

<b><math>I''_A</math>: CARATTERISTICHE ZONA DI TRANSITO e ZONA DI ACCUMULO</b>			
$I''_A = I''_{Aa} + I''_{Ab}$			
<i>Punti</i>	$I''_{Aa}$ : Vegetazione	<i>Punti</i>	$I''_{Ab}$ : Presenza terrazzamenti / Smorzamenti di pendenza
-2	Alberi alto fusto alta densità	0	Assenti
-0.8	Alberi alto fusto media densità	-1	Unici
-0.5	Alberi medio fusto alta densità	-2	Multipli/ Terrazzamento unico ma con tratto in piano di lunghezza maggiore di 10m
0	Assenza di alberi ad alto/medio fusto		

<b><math>I_B</math></b>
<b>CARATTERISTICHE GEO-STRUTTURALI ZONA DI INNESCO</b>
$I_B = I''_B + I''_R$

<b><math>I''_B</math>: ZONA SORGENTE (<math>I''_B = I''_{Bs}</math>)</b>	
<i>Punti</i>	$I''_{Bs}$ : Zona sorgente
1	UNICA: Roccia affiorante; Detrito
2	MULTIPLA: Roccia e detrito a bordo strada; roccia a bordo strada e roccia in quota
1	ASSENTE: Non definibile in parete ma visibile da carte e testimoni muti

**I''<sub>R</sub>: AREA POSSIBILI DISTACCHI (Scegliere tra Roccia o Detrito)**  
 $I''_R = I_{R1} * (I_{Rocce} \text{ o } I_{Det})$   
**I<sub>R1</sub>: Altezze delle aree sorgenti**



Punti	Altezze Δh <sub>1</sub> e/o Δh <sub>2</sub> [m]
0,5	0 - 10
1	10 - 50
1,5	50 - 100
2	100 - 200

**Roccia - I<sub>Rocce</sub> = I<sub>Rc1</sub> + I<sub>Rc2</sub> + I<sub>Rc3</sub> + I<sub>Rc4</sub>**

Punti	I <sub>Rc1</sub> : Nicchie di distacco	Punti	I <sub>Rc2</sub> : Grado fratturazione
0	Assenti	0	Basso (<= 2 piani di discontinuità)
0,5	Non Diffuse - Non visibili	0,5	Medio (3 - 4 piani di discontinuità)
1	Diffuse	1	Elevato (>= 5 piani di discontinuità)
Punti	I <sub>Rc3</sub> : Caratteristiche ammasso roccioso	Punti	I <sub>Rc4</sub> : Condizioni aggravanti (opzionali) per h>5m
0	Fratture chiuse	0,5	Presenza di blocchi in equilibrio precario; Settori strapiombanti; Speziatura limitata tra discontinuità (<10 cm); Alterazione evidente
1	Fratture aperte e allentate		
1,5	Fratture aperte e blocchi localmente traslati, dislocati, scompaginati. Condizione caotica di transizione tra roccia e detrito		

**Detrito- I<sub>Det</sub>: Caratteristiche detrito**

Punti	I <sub>Det</sub> : Caratteristiche detrito
0	Pendio detritico stabile e vegetato; Pendio glaciale stabile e vegetato; Prati e pascoli con muretti a secco Matrice buona
1	Detrito di falda sporadicamente alimentato; Accumulo di frana quiescente; GPV a grossi blocchi; Scarpare acclivi nei depositi quaternari; deposito detritico glaciale parzialmente vegetato; Matrice scarsa
2	Falda attivamente alimentata; Falda attiva; Deposito con evidenze di distacchi progressi Lombe di detrito incoerente applicati al versante e sospesi in posizione instabile Matrice assente

**I<sub>C</sub> CARATTERISTICHE ZONA DI ACCUMULO**  
**I<sub>C</sub> = scelta tra le opzioni a), b), c)**

Roccia		Deposito di detrito / Testimoni nati		Prati Arbusti	
a) Punti	Evidenza di distacchi	b) Punti	% blocchi	c) Punti	
1	Non attiva	1	Isolati	0,5	
1,2	Attiva	1,2	Diffusi		

In bibliografia<sup>3</sup> è stata definita una legge di correlazione tra l'analisi storica dei dati di caduta massi e il Rockfall Susceptibility Index (Ro.S.I.).

<sup>3</sup> Relazione conclusiva. Definizione di valore di rischio medio per l'analisi di rischio da caduta massi per le strade regionali della regione Autonoma Valle d'Aosta – Peila & Onate Salazar - 2015

La determinazione del numero di crolli potenziali, che possono interessare un tratto di versante, deve tenere conto sia delle caratteristiche dell'ammasso roccioso sia del tempo di ritorno del fenomeno considerato. È stato effettuato quindi un confronto tra i punteggi dell'indice per i vari tratti omogenei di strada considerata e gli eventi di crollo storici riportati nei database. A seguito di diversi tentativi si è optato di utilizzare come standard di riferimento una lunghezza di 100 m..

Si sono adottate due metodologie, descritte nel seguito:

- il primo approccio si basa nell'intensità media di accadimento dei crolli per aree omogenee, noto il punteggio Ro.S.I.. Considerando sette classi di Ro.S.I., di cui la prima corrisponde al punteggio nullo e le altre partono dal punteggio minimo (0,8) con intervalli pari a 20 (valori riferiti alla rete viaria regionale), si è attribuita un'intensità  $\alpha_{\text{medio}}$  per ogni classe. Il valore  $\alpha_{\text{medio}}$  è ottenuto dividendo la sommatoria degli eventi registrati per ogni classe con la lunghezza chilometrica dei tratti con Ro.S.I. appartenente alla classe considerata. Al fine di omogenizzare le unità di misura in questa relazione, questo valore viene poi ulteriormente diviso 10, per fornire n.eventi/anno/100m.

Classe	Ro.S.I.	$\Sigma n$ . eventi/anno	$\Sigma L$ (km)	$\alpha_{\text{medio}} = \Sigma n / \Sigma L / 100$ (n.eventi/anno/100m)
1	$0 \leq i < 0,8$	0	152,6	0,000000
2	$0,8 \leq i < 20$	0,6	211,5	0,000284
3	$20 \leq i < 40$	1,28	38,3	0,003342
4	$40 \leq i < 60$	1,08	29,5	0,003663
5	$60 \leq i < 80$	1,92	33,8	0,005676
6	$80 \leq i < 100$	2,08	20,3	0,010271
7	$100 \leq i \leq 120$	1,32	11,0	0,012005

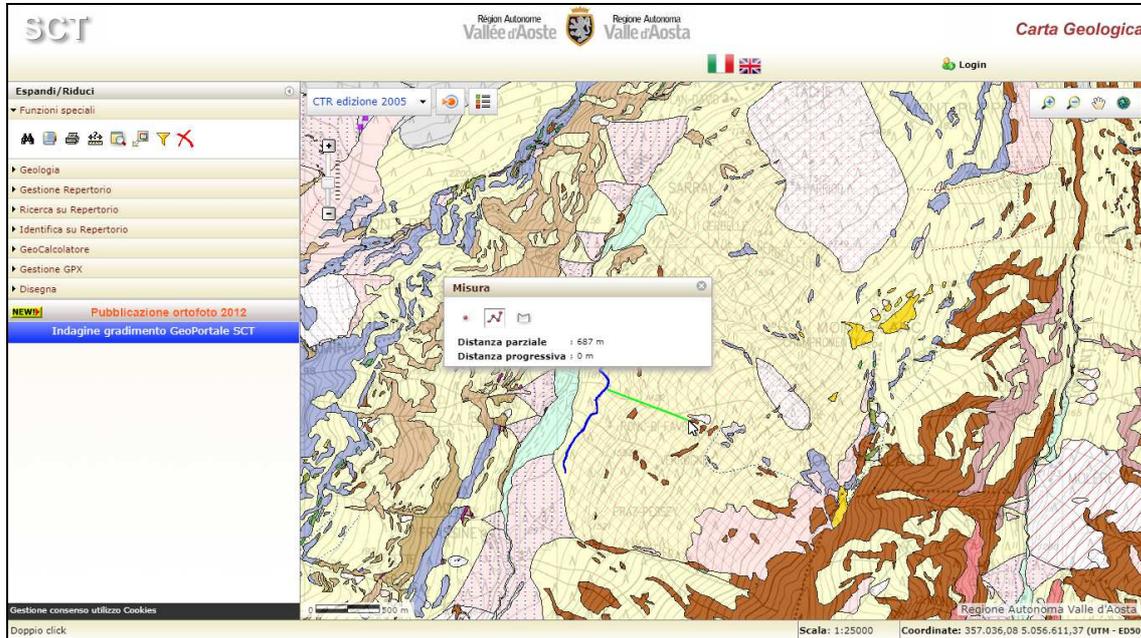
- il secondo approccio, più cautelativo, considera per le diverse classi di Ro.S.I. il massimo numero di eventi verificatisi in tutti i tratti di 100 m sull'intera rete. Questo approccio tiene conto del ridotto tempo di osservazione in relazione al fenomeno studiato e assume la possibilità che nelle zone con pari punteggio Ro.S.I. possano verificarsi lo stesso numero di eventi già accaduti in aree omogenee. Avendo considerato il numero massimo di eventi accaduti ad ogni classe si attribuisce un'intensità  $\alpha_{\text{max}}$  riassunta nella tabella sotto riportata.

Ro.S.I.	$\alpha_{\text{max}}$ (n.eventi/anno/100m)
$0 \leq i < 0,8$	0
$0,8 \leq i < 28,8$	0,04
$28,8 \leq i < 60$	0,08
$60 \leq i < 99,36$	0,12
$99,36 \leq i \leq 120$	0,16

I valori  $\alpha$  precedentemente riassunti vengono espressi in numero di eventi/anno/100m e possono essere applicati per tratti di lunghezza variabile trattandoli come un'intensità specifica di crollo.

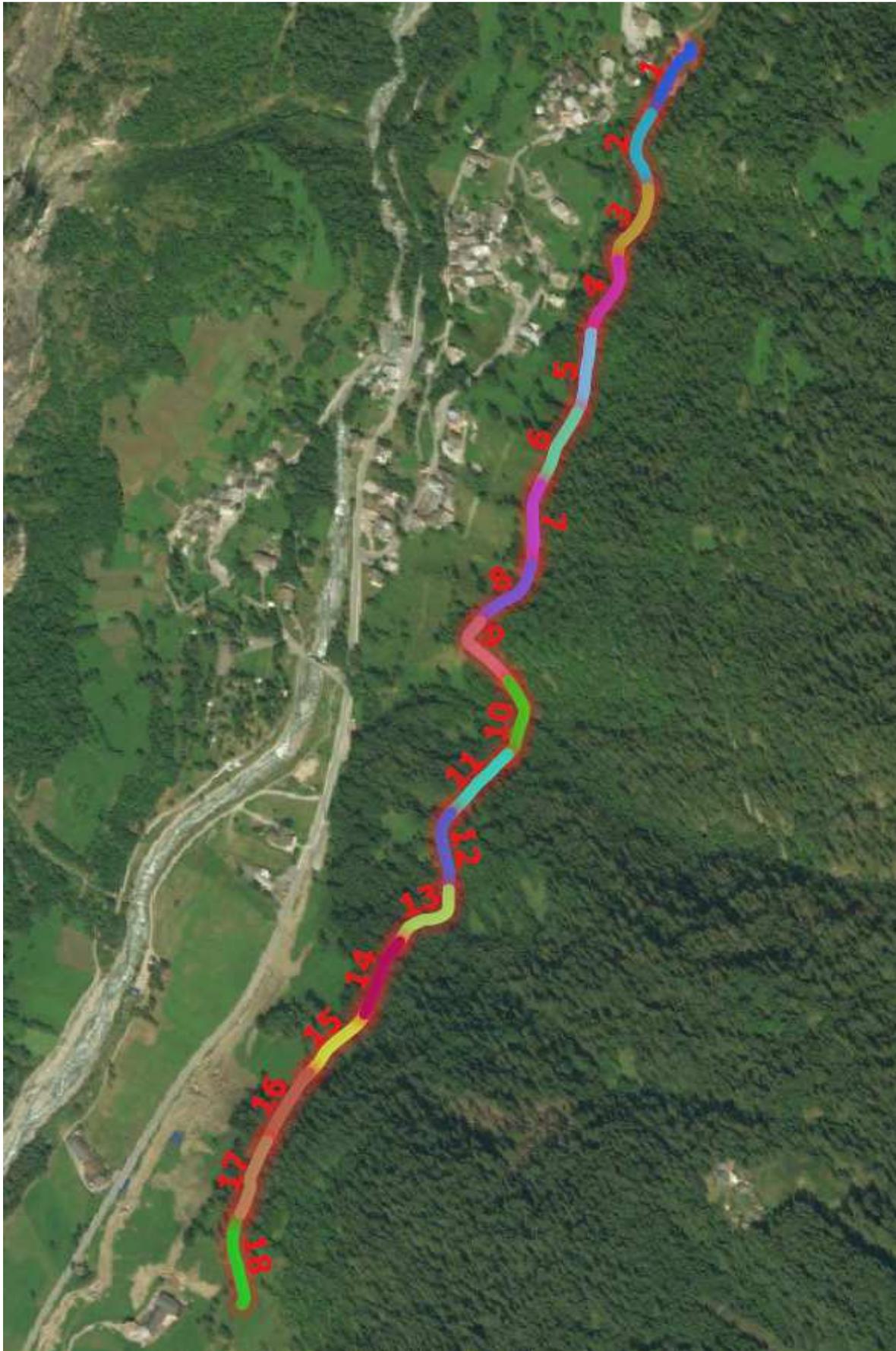
### 11.3 CALCOLO DELL'INDICE SPEDITIVO DI ANALISI - ROCKFALL SUSCEPTIBILITY INDEX RO.S.I. - PER I TRATTI OMOGENEI DELLA PISTA

La pista interpodereale si snoda lungo un settore boscato. Come descritto precedentemente, a monte dell'area non sono presenti affioramenti e/o falesie. Come si evidenzia nella carta geologica sotto riportata, le falesie più critiche no poste a circa 800 metri di distanza dalla pista.



Improntando l'analisi in un'ottica cautelativa, si è comunque eseguita l'analisi ponendo la falesia rocciosa nella configurazione di " $L > 100$  metri" ( $L$ =Lunghezza in pianta del materiale alla base della parete rocciosa).

Di seguito si riporta la planimetria della pista e la suddivisione in tratti omogenei.



*Immagine con evidenziati i tratti considerati*

<i>prog. [km]</i>	<i>Tratto</i>	<i>Lunghezza (m)</i>
100	<b>1</b>	100
200	<b>2</b>	100
300	<b>3</b>	100
400	<b>4</b>	100
500	<b>5</b>	100
600	<b>6</b>	100
700	<b>7</b>	100
800	<b>8</b>	100
900	<b>9</b>	100
1000	<b>10</b>	100
1100	<b>11</b>	100
1200	<b>12</b>	100
1300	<b>13</b>	100
1400	<b>14</b>	100
1500	<b>15</b>	100
1600	<b>16</b>	100
1700	<b>17</b>	100
1810	<b>18</b>	110

L'analisi del tracciato ha portato alla valutazione del punteggio Ro.S.I. per il tratto in oggetto. La tabella sotto riportata esplicita i calcoli eseguiti per arrivare al punteggio finale.

STRADA		Pista Ru des barrières																			
		Geometria della parete e caratteristiche della zona di accumulo e transito							Caratteristiche geo-strutturali zona di innesco									Caratteristiche zona di accumulo			
		Configurazione 1			Configurazione 2		Caratteristiche zona di transito e di accumulo		Zona sorgente		Roccia					Detrito		Caratteristiche zona di accumulo			
		Materiale alla base del affioramento in roccia			Affioramento/detrito a bordo strada		Vegetazione	Presenza terrazzamenti		Zona sorgente	Altezza aree sorgenti	Nicchie di distacco	Grado fratturazione	Caratteristiche ammasso roccioso	Condizioni aggravanti		Caratteristiche detrito		Roccia-deposito di detrito/testimoni multi-prato/arbusti		
prog. [km]	Tratto	I <sub>Aa</sub>	I <sub>Ab</sub>	I <sub>A</sub> =I <sub>Aa</sub> +I <sub>Ab</sub>	I <sub>A</sub> =I <sub>Ac</sub> / I <sub>Ad</sub>		I <sup>o</sup> <sub>Aa</sub>	I <sup>o</sup> <sub>Ab</sub>	ΣI <sub>ai</sub>	I <sub>Ba</sub>	I <sub>Bb</sub>	I <sub>Bc1</sub>	I <sub>Bc2</sub>	I <sub>Bc3</sub>	I <sub>Bc4</sub>	I <sub>Broccia</sub> = ΣI <sub>Bc</sub>	I <sub>bdetrito</sub>	$I_B = I_{Ba} + (I_{Bb} * I_{BROCCIA} / I_{DETRITO})$	I <sub>C</sub>	Ro.S.L	α <sub>max</sub>
100	1	1,00	0,00	1,00			-0,8	0,0	0,20	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	0,24	0,00
200	2	1,00	0,00	1,00			-0,8	0,0	0,20	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	0,24	0,00
300	3	3,00	0,00	3,00			-0,8	-1,0	1,20	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	1,44	0,04
400	4	3,00	0,00	3,00			-0,8	-1,0	1,20	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	1,44	0,04
500	5	2,00	0,00	2,00			-2,0	0,0	0,00	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	0,00	0,00
600	6	2,00	0,00	2,00			-2,0	0,0	0,00	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	0,00	0,00
700	7	2,00	0,00	2,00			-2,0	0,0	0,00	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	0,00	0,00
800	8	2,00	0,00	2,00			-2,0	0,0	0,00	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	0,00	0,00
900	9	2,00	0,00	2,00			-2,0	0,0	0,00	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	0,00	0,00
1000	10	3,00	0,00	3,00			-0,8	0,0	2,20	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0		0,5	1,0	1,50	0,8	2,64	0,04
1100	11	3,00	0,00	3,00			-0,8	0,0	2,20	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0		0,5	1,0	1,50	0,8	2,64	0,04
1200	12	3,00	0,00	3,00			-0,8	0,0	2,20	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0		0,5	1,0	1,50	0,8	2,64	0,04
1300	13	3,00	0,00	3,00			-0,8	0,0	2,20	1,0	0,5	0,5	0,0	0,0		0,5	1,0	1,50	0,8	2,64	0,04
1400	14	1,00	0,00	1,00			-0,8	0,0	0,20	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	0,24	0,00
1500	15	1,00	0,00	1,00			-0,8	0,0	0,20	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	0,24	0,00
1600	16	1,00	0,00	1,00			-2,0	0,0	-1,00	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	-1,20	0,00
1700	17	1,00	0,00	1,00			-2,0	0,0	-1,00	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	-1,20	0,00
1810	18	1,00	0,00	1,00			-2,0	0,0	-1,00	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0		0,0	1,0	1,50	0,8	-1,20	0,00

#### 11.4 CALCOLO DEL RISCHIO PER I TRATTI STRADALI OMOGENEI

A partire dal punteggio Ro.S.I. si è quindi ottenuto per il tratto il numero di crolli potenziali attribuendo un'intensità  $\alpha_{\max}$  al numero massimo di eventi accaduti ad ogni classe secondo la seguente tabella:

Ro.S.I.	$\alpha_{\max}$ (n.eventi/anno/100m)
$0 \leq i < 0,8$	0
$0,8 \leq i < 28,8$	0,04
$28,8 \leq i < 60$	0,08
$60 \leq i < 99,36$	0,12
$99,36 \leq i \leq 120$	0,16

prog. [km]	Tratto	Lunghezza (m)	Ro.S.I.	$\alpha_{\max}$
100	1	100	0,24	0,00
200	2	100	0,24	0,00
300	3	100	1,44	0,04
400	4	100	1,44	0,04
500	5	100	0,00	0,00
600	6	100	0,00	0,00
700	7	100	0,00	0,00
800	8	100	0,00	0,00
900	9	100	0,00	0,00
1000	10	100	2,64	0,04
1100	11	100	2,64	0,04
1200	12	100	2,64	0,04
1300	13	100	2,64	0,04
1400	14	100	0,24	0,00
1500	15	100	0,24	0,00
1600	16	100	-1,20	0,00
1700	17	100	-1,20	0,00
1810	18	110	-1,20	0,00

Il calcolo del valore di rischio medio per l'analisi di rischio da caduta massi per i tratti omogenei della pista è stata eseguito applicando il metodo RO.MA. I risultati sono sintetizzati nel seguito.

Il calcolo è stato effettuato considerando i seguenti parametri d'ingresso:

- *numero di veicoli al giorno medio*: valore ricavato dai rilievi di censimenti del traffico per la strada considerata. Nel nostro caso, trattandosi di una pista forestale utilizzata solamente dai pochi proprietari e da chi deve fare manutenzione, accessibile soltanto nel periodo estivo e con mezzi di piccole dimensioni a quattro ruote motrici, si è considerato un valore, comunque cautelativo, di 2 veicoli per giorno. Cautelativamente 2 auto al giorno per 6 mesi = 1 veicolo al giorno
- *lunghezza della parete instabile*: lunghezza in metri della parete da studiare. Il metodo prevede di considerare una lunghezza omogenea di 100 m; sono consentite anche verifiche puntuali specifiche con lunghezza di parte differenti (comunque mai inferiore a 50 m). Nel nostro caso, pur non essendo

presenti pareti instabili ma in considerazione dell'acclività si è posta la sorgente su detrito per tutta la lunghezza

- *numero di massi che si possono staccare dalle pareti nel tratto considerato e nel periodo di tempo di un anno.* Questo parametro dipende dal tipo di parete e può essere scelto dal progettista. Nel caso specifico dell'analisi statistica sull'intera rete stradale della Valle d'Aosta per ogni tratto di 100 m, partendo dal valore di Ro.S.I. e scegliendo il valore di  $\alpha$  è possibile determinare il valore di potenziali accadimenti ogni anno. Ad esempio, partendo di un indice Ro.S.I. pari a 10, scegliendo di operare con  $\alpha_{max}$  avremmo un valore di  $\alpha$  uguale a 0,04 eventi/anno/100 m, se il tratto a studiare è di 500 m, questo valore  $\alpha$  viene moltiplicato per 5, assumendo, quindi, un valore Nr pari a 0,2 eventi/anno. Come descritto precedentemente, nel caso in esame si è utilizzato il secondo approccio ritenuto più cautelativo.

Di seguito si riportano la tabella con i dati utilizzati per la valutazione del rischio.

DATI DI INGRESSO				NOTE	
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	Trattasi di pista forestale consortile, fruibile 6 mesi all'anno solamente da mezzi 4x4 di piccole dimensioni e/o trattori. 2 auto giorno/ 6 mesi Mezzi di piccole dimensioni (piccoli trattori, piccole auto 4x4) Velocità ridotta in considerazione del tipo di strada e della pendenza In base a planimetria della strada Nel settore non sono presenti pareti instabili ma si è posta la sorgente su detrito per tutta la lunghezza distanza tra due veicoli in moto  Corrpondente al $a_{max}$ relativa ad ogni singolo tratto	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00		
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10		
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100		
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100		
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000		
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100		
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50		
intensità chilometrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr		0,040000
<b>PROBABILITA' ASSUNTE</b>					
Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200	Bunce et al., 1997	
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040	ISTAT 2010 : incidenti mortali per urto contro ostacoli imprevisi = 4%	
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012	ISTAT 2010 : Incidenti mortali/uscite di strada = 3,7% - ipotesi ogni 3 veicoli 1 esce di strada	
<b>PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO</b>					
Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50	Preso cautelativamente come riferimento il valore per le strade regionali calcolato da Peila et al. (01-2015)	
<b>PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE</b>					
Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20	Preso cautelativamente come riferimento il valore per le strade regionali calcolato da Peila et al. (01-2015)	

A partire da tali dati si è quindi valutato il valore di rischio medio per l'analisi di rischio da caduta massi.

#### 11.4.1 Tratto 1

DATI DI INGRESSO				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000
PROBABILITA' ASSUNTE				
Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200	
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040	
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012	
PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO				
Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50	
PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE				
Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20	

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(Nr*PSH)}$	0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = (Lp/1000) * (1/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS * PS * Nv$	0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA * 365$	0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	1,000000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp * Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S.H)	$P4SH = (Ldvd* / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(Nr*P4SH)}$	0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS * P4S * Nv * 365$	0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	0,0000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,0000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	0,0000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,0000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,0000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,0000E+00

#### 11.4.2 Tratto 2

<b>DATI DI INGRESSO</b>				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000
<b>PROBABILITA' ASSUNTE</b>				
Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200	
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040	
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012	
<b>PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO</b>				
Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50	
<b>PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE</b>				
Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20	

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot PSH)}$	0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = ((Lp/1000) (1/Vv)) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS * PS * Nv$	0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA * 365$	0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	1,00000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp * Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S.H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot P4SH)}$	0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS * P4S * Nv * 365$	0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE	
$P1IM = P1 * P2$	0,0000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,0000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,0000E+00
PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE	
$P2INM = P1 * P2p$	0,0000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,0000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,0000E+00
PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,0000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,0000E+00

### 11.4.3 Tratto 3

DATI DI INGRESSO				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,040000

#### PROBABILITA' ASSUNTE

Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012

#### PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO

Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50
---	--	----	------

#### PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE

Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20
--	--	----	------

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot PSH)}$	1,998E-03
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = (Lp/1000) \cdot (1/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS \cdot PS \cdot Nv$	2,281E-09
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA \cdot 365$	8,325E-07
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	9,999992E-01
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp \cdot Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S,H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot P4SH)}$	1,980E-02
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS \cdot P4S \cdot Nv \cdot 365$	8,251E-06
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	8,251E-06
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	2,4975E-07
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	1,6501E-07
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	9,9007E-10
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	4,1575E-07
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	5,8275E-07
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	3,9603E-06
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	8,2406E-07
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	5,3671E-06
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	9,9999E-02
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	9,9999E-01

#### 11.4.4 Tratto 4

<b>DATI DI INGRESSO</b>				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità chilometrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,040000
<b>PROBABILITA' ASSUNTE</b>				
Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200	
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040	
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012	
<b>PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO</b>				
Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50	
<b>PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE</b>				
Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20	

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot PSH)}$	1,998E-03
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = ((Lp/1000) (1/Vv)) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS * PS * Nv$	2,281E-09
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA * 365$	8,325E-07
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	9,999992E-01
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp * Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S,H)	$P4SH = (Ldv^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot P4SH)}$	1,980E-02
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS * P4S * Nv * 365$	8,251E-06
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	8,251E-06
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	2,4975E-07
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	1,6501E-07
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	9,9007E-10
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	4,1575E-07
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	5,8275E-07
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	3,9603E-06
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	8,2406E-07
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	5,3671E-06
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	9,9999E-02
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	9,9999E-01

### 11.4.5 Tratto 5

DATI DI INGRESSO				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000

#### PROBABILITA' ASSUNTE

Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012

#### PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO

Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50
---	--	----	------

#### PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE

Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20
--	--	----	------

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot PSH)}$	0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = (Lp/1000) \cdot (1/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS \cdot PS \cdot Nv$	0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA \cdot 365$	0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	1,00000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp \cdot Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S,H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot P4SH)}$	0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000) \cdot (1/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS \cdot P4S \cdot Nv \cdot 365$	0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	0,0000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,0000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	0,0000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,0000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,0000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,0000E+00

#### 11.4.6 Tratto 6

<b>DATI DI INGRESSO</b>				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000
<b>PROBABILITA' ASSUNTE</b>				
Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200	
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040	
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012	
<b>PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO</b>				
Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50	
<b>PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE</b>				
Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20	

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot PSH)}$	0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = ((Lp/1000) (1/Vv)) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS * PS * Nv$	0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA * 365$	0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	1,00000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp * Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S.H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot P4SH)}$	0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS * P4S * Nv * 365$	0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE	
$P1IM = P1 * P2$	0,0000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,0000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,0000E+00
PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE	
$P2INM = P1 * P2p$	0,0000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,0000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,0000E+00
PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,0000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,0000E+00

### 11.4.7 Tratto 7

DATI DI INGRESSO				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000

#### PROBABILITA' ASSUNTE

Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012

#### PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO

Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50
---	--	----	------

#### PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE

Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20
--	--	----	------

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot PSH)}$	0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = (Lp/1000) \cdot (1/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS \cdot PS \cdot Nv$	0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA \cdot 365$	0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	1,00000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp \cdot Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S,H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot P4SH)}$	0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS \cdot P4S \cdot Nv \cdot 365$	0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	0,0000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,0000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	0,0000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,0000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,0000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,0000E+00

#### 11.4.8 Tratto 8

<b>DATI DI INGRESSO</b>				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità chilometrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000
<b>PROBABILITA' ASSUNTE</b>				
Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200	
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040	
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012	
<b>PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO</b>				
Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50	
<b>PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE</b>				
Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20	

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot PSH)}$	0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = ((Lp/1000) (1/Vv)) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS * PS * Nv$	0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA * 365$	0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	1,00000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp * Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S.H)	$P4SH = (Ldv^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot P4SH)}$	0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS * P4S * Nv * 365$	0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	0,000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,000E+00
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	0,000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,000E+00
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,000E+00

### 11.4.9 Tratto 9

DATI DI INGRESSO				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000

#### PROBABILITA' ASSUNTE

Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012

#### PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO

Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50
---	--	----	------

#### PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE

Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20
--	--	----	------

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot PSH)}$	0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = (Lp/1000) \cdot (1/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS \cdot PS \cdot Nv$	0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA \cdot 365$	0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	1,00000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp \cdot Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S.H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot P4SH)}$	0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000) \cdot (1/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS \cdot P4S \cdot Nv \cdot 365$	0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	0,0000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,0000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	0,0000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,0000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,0000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,0000E+00

#### 11.4.10 Tratto 10

<b>DATI DI INGRESSO</b>			
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr
			0,040000
<b>PROBABILITA' ASSUNTE</b>			
Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012
<b>PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO</b>			
Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50
<b>PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE</b>			
Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot PSH)}$	1,998E-03
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = ((Lp/1000) (1/Vv)) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS * PS * Nv$	2,281E-09
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA * 365$	8,325E-07
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	9,999992E-01
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp * Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S.H)	$P4SH = (Ldv^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot P4SH)}$	1,980E-02
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS * P4S * Nv * 365$	8,251E-06
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	8,251E-06
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

#### PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE

$P1IM = P1 * P2$	2,4975E-07
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	1,6501E-07
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	9,9007E-10

#### RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI

$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	4,1575E-07
----------------------------	------------

#### PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE

$P2INM = P1 * P2p$	5,8275E-07
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	3,9603E-06
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	8,2406E-07

#### RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI

$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	5,3671E-06
--------------------------------	------------

#### PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE

#### RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE

$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	9,9999E-02
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	9,9999E-01

### 11.4.11 Tratto 11

DATI DI INGRESSO				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvt*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,040000

#### PROBABILITA' ASSUNTE

Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012

#### PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO

Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50
---	--	----	------

#### PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE

Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20
--	--	----	------

#### CALCOLO - Peila & Guardini (2008)

percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot PSH)}$	1,998E-03
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = (Lp/1000) \cdot (1/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS \cdot PS \cdot Nv$	2,281E-09
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA \cdot 365$	8,325E-07
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	9,999992E-01
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp \cdot Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S,H)	$P4SH = (Ldvd \cdot 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot P4SH)}$	1,980E-02
	$P4TS = (Lp/1000 \cdot Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS \cdot P4S \cdot Nv \cdot 365$	8,251E-06
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	8,251E-06
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	2,4975E-07
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	1,6501E-07
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	9,9007E-10
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	4,1575E-07
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	5,8275E-07
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	3,9603E-06
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	8,2406E-07
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	5,3671E-06
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	9,9999E-02
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	9,9999E-01

#### 11.4.12 Tratto 12

<b>DATI DI INGRESSO</b>				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità chilometrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,040000
<b>PROBABILITA' ASSUNTE</b>				
Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200	
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040	
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012	
<b>PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO</b>				
Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50	
<b>PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE</b>				
Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20	

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot PSH)}$	1,998E-03
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = ((Lp/1000) (1/Vv)) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS * PS * Nv$	2,281E-09
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA * 365$	8,325E-07
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	9,999992E-01
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp * Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S,H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot P4SH)}$	1,980E-02
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS * P4S * Nv * 365$	8,251E-06
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	8,251E-06
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	2,4975E-07
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	1,6501E-07
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	9,9007E-10
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	4,1575E-07
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	5,8275E-07
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	3,9603E-06
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	8,2406E-07
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	5,3671E-06
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	9,9999E-02
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	9,9999E-01

### 11.4.13 Tratto 13

DATI DI INGRESSO				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,040000

#### PROBABILITA' ASSUNTE

Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012

#### PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO

Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50
---	--	----	------

#### PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE

Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20
--	--	----	------

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)			
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo			
PSH	$PSH = Lv/Lp$		5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti			
PS	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot PSH)}$		1,998E-03
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio			
PTS	$PTS = (Lp/1000) \cdot (1/Vv) / 8760$		1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)			
PA	$PA = PTS \cdot PS \cdot Nv$		2,281E-09
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno			
P1	$P1 = PA \cdot 365$		8,325E-07
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno			
P1p	$P1p = 1 - P1$		9,999992E-01
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale			
P2	$P2 = (Cp \cdot Ma)$		3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale			
P2p	$P2p = 1 - P2$		7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata			
P3	$P3 = Mf$		5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata			
P3p	$P3p = 1 - P3$		5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata			
P4(S,H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$		5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot P4SH)}$		1,980E-02
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$		1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno			
P4	$P4 = P4TS \cdot P4S \cdot Nv \cdot 365$		8,251E-06
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata			
P4p	$P4p = 1 - P4$		1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale			
P5	$P5 = Mb$		4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale			
P5p	$P5p = 1 - P5$		9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale			
P6	$P6 = Mt$		2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato			
P6p	$P6p = 1 - P6$		8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente			
P7	$P7 = P4$		8,251E-06
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente			
P7p	$P7p = 1 - P7$		1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale			
P8	$P8 = Md$		1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale			
P8p	$P8p = 1 - P8$		9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	2,4975E-07
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	1,6501E-07
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	9,9007E-10
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	4,1575E-07
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	5,8275E-07
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	3,9603E-06
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	8,2406E-07
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	5,3671E-06
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	9,9999E-02
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	9,9999E-01

#### 11.4.14 Tratto 14

<b>DATI DI INGRESSO</b>				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000
<b>PROBABILITA' ASSUNTE</b>				
Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200	
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040	
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012	
<b>PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO</b>				
Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50	
<b>PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE</b>				
Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20	

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot PSH)}$	0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = ((Lp/1000) (1/Vv)) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS * PS * Nv$	0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA * 365$	0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	1,00000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp * Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S.H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot P4SH)}$	0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS * P4S * Nv * 365$	0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE	
$P1IM = P1 * P2$	0,0000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,0000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,0000E+00
PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE	
$P2INM = P1 * P2p$	0,0000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,0000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,0000E+00
PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,0000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,0000E+00

### 11.4.15 Tratto 15

DATI DI INGRESSO				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000

#### PROBABILITA' ASSUNTE

Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012

#### PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO

Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50
---	--	----	------

#### PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE

Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20
--	--	----	------

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot PSH)}$	0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = (Lp/1000) \cdot (1/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS \cdot PS \cdot Nv$	0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA \cdot 365$	0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	1,00000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp \cdot Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S,H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot P4SH)}$	0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS \cdot P4S \cdot Nv \cdot 365$	0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	0,0000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,0000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	0,0000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,0000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,0000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,0000E+00

#### 11.4.16 Tratto 16

<b>DATI DI INGRESSO</b>				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000
<b>PROBABILITA' ASSUNTE</b>				
Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200	
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040	
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012	
<b>PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO</b>				
Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50	
<b>PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE</b>				
Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20	

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot PSH)}$	0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = ((Lp/1000) (1/Vv)) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS * PS * Nv$	0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA * 365$	0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	1,000000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp * Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S,H)	$P4SH = (Lvd^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot P4SH)}$	0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS * P4S * Nv * 365$	0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	0,0000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,0000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	0,0000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,0000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,0000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,0000E+00

### 11.4.17 Tratto 17

DATI DI INGRESSO				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità kilomtrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000

### PROBABILITA' ASSUNTE

Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012

### PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO

Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50
---	--	----	------

### PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE

Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20
--	--	----	------

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)			
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo			
PSH	$PSH = Lv/Lp$		5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti			
PS	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot PSH)}$		0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio			
PTS	$PTS = (Lp/1000) \cdot (1/Vv) / 8760$		1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)			
PA	$PA = PTS \cdot PS \cdot Nv$		0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno			
P1	$P1 = PA \cdot 365$		0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno			
P1p	$P1p = 1 - P1$		1,00000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale			
P2	$P2 = (Cp \cdot Ma)$		3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale			
P2p	$P2p = 1 - P2$		7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata			
P3	$P3 = Mf$		5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata			
P3p	$P3p = 1 - P3$		5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata			
P4(S.H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$		5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(Nv \cdot P4SH)}$		0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$		1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno			
P4	$P4 = P4TS \cdot P4S \cdot Nv \cdot 365$		0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata			
P4p	$P4p = 1 - P4$		1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale			
P5	$P5 = Mb$		4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale			
P5p	$P5p = 1 - P5$		9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale			
P6	$P6 = Mt$		2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato			
P6p	$P6p = 1 - P6$		8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente			
P7	$P7 = P4$		0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente			
P7p	$P7p = 1 - P7$		1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale			
P8	$P8 = Md$		1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale			
P8p	$P8p = 1 - P8$		9,988E-01

<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE</b>	
$P1IM = P1 * P2$	0,0000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,0000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE</b>	
$P2INM = P1 * P2p$	0,0000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,0000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,0000E+00
<b>PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE</b>	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,0000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,0000E+00

#### 11.4.18 Tratto 18

<b>DATI DI INGRESSO</b>				
Numero veicoli	[veicoli/giorno]	Nv	1	
Lunghezza veicoli	[m]	Lv	5,00	
Velocità veicoli	[km/h]	Vv	10	
Distanza visiva decisionale (massimo 100m)	[m]	Ldvd	100	
Lunghezza parete instabile (minimo 50m)	[m]	Lp	100	
Distanza media tra 2 veicoli	[m]	Ltv	240000	
Distanza visiva decisionale (min tra Ldvd, Ltv)	[m]	Ldvd*	100	
Persone coinvolte per veicolo (coef. passeggeri)	[/]	Cp	1,50	
intensità chilometrica	lunghezza tratto 100 m	[n° eventi/anno]	Nr	0,000000
<b>PROBABILITA' ASSUNTE</b>				
Probabilità che la collisione tra il masso in caduta e il veicolo dia un incidente mortale		Ma	0,200	
Probabilità che la collisione tra il masso fermo in carreggiata e il veicolo dia un incidente mortale		Mb	0,040	
Probabilità che l'incidente causato dal manto stradale dissestato sia mortale		Md	0,0012	
<b>PROBABILITA' DI ARRESTO SULLA STRADA O DI IMPATTO SULLA STRADA E SUCCESSIVO SUPERAMENTO</b>				
Probabilità che il masso si fermi sulla carreggiata		Mf	0,50	
<b>PROBABILITA' DI DANNEGGIAMENTO DEL MANTO STRADALE</b>				
Probabilità che il masso che transita sulla carreggiata danneggi il manto stradale in modo significativo		Mt	0,20	

CALCOLO - Peila & Guardini (2008)		
percentuale di strada occupata dal singolo veicolo		
PSH	$PSH = Lv/Lp$	5,000E-02
probabilità PS che uno o più veicoli vengano colpiti		
PS	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot PSH)}$	0,000E+00
probabilità PTS che un veicolo si trovi nel tratto di strada a rischio		
PTS	$PTS = ((Lp/1000) (1/Vv)) / 8760$	1,142E-06
probabilità PAV di impatto (al giorno)		
PA	$PA = PTS * PS * Nv$	0,000E+00
probabilità P1 di impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1	$P1 = PA * 365$	0,000E+00
probabilità P1p di NON impatto col veicolo nel corso dell'anno		
P1p	$P1p = 1 - P1$	1,00000E+00
probabilità P2 che l'impatto col veicolo provochi un incidente mortale		
P2	$P2 = (Cp * Ma)$	3,000E-01
probabilità P2p che l'impatto col veicolo NON provochi un incidente mortale		
P2p	$P2p = 1 - P2$	7,000E-01
probabilità P3 che il masso si fermi sulla carreggiata		
P3	$P3 = Mf$	5,000E-01
probabilità P3p che il masso non si fermi sulla carreggiata		
P3p	$P3p = 1 - P3$	5,000E-01
probabilità P4SH di impatto tra il veicolo ed il masso fermo sulla carreggiata		
P4(S.H)	$P4SH = (Ldvd^2 / 2) / Lp$	5,000E-01
	$PS = 1 - e^{-(N^a \cdot P4SH)}$	0,000E+00
	$P4TS = (Lp/1000/Vv) / 8760$	1,142E-06
probabilità P4 che un veicolo urti il masso in carreggiata nell'anno		
P4	$P4 = P4TS * P4S * Nv * 365$	0,000E+00
probabilità P4p che il veicolo NON urti il masso sulla carreggiata		
P4p	$P4p = 1 - P4$	1,000E+00
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata sia mortale		
P5	$P5 = Mb$	4,000E-02
probabilità P5 che l'incidente dovuto alla presenza del masso in carreggiata non sia mortale		
P5p	$P5p = 1 - P5$	9,600E-01
probabilità P6 che si danneggi il manto stradale		
P6	$P6 = Mt$	2,000E-01
probabilità P6p che il manto stradale NON venga danneggiato		
P6p	$P6p = 1 - P6$	8,000E-01
probabilità P7 che il manto dissestato provochi un incidente		
P7	$P7 = P4$	0,000E+00
probabilità P7p che il manto dissestato NON provochi un incidente		
P7p	$P7p = 1 - P7$	1,000E+00
probabilità P8 che l'incidente dovuto al manto dissestato sia mortale		
P8	$P8 = Md$	1,200E-03
probabilità P8p che l'incidente dovuto al manto dissestato NON sia mortale		
P8p	$P8p = 1 - P8$	9,988E-01

PROBABILITA' DI INCIDENTE MORTALE	
$P1IM = P1 * P2$	0,0000E+00
$P3IM = P1p * P3 * P4 * P5$	0,0000E+00
$P6IM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI MORTALI</b>	
$PIM = P1IM + P3IM + P6IM$	0,0000E+00
PROBABILITA' DI INCIDENTE NON MORTALE	
$P2INM = P1 * P2p$	0,0000E+00
$P4INM = P1p * P3 * P4 * P5p$	0,0000E+00
$P7INM = P1p * P3p * P6 * P7 * P8p$	0,0000E+00
<b>RISULTATO FINALE INCIDENTI CON FERITI</b>	
$PINM = P2INM + P4INM + P7INM$	0,0000E+00
PROBABILITA' DI NESSUN INCIDENTE	
<b>RISULTATO FINALE NESSUN INCIDENTE</b>	
$P5NI = P1p * P3 * P4p$	5,0000E-01
$P8NI = P1p * P3p * P6 * P7p$	1,0000E-01
$P9NI = P1p * P3p * P6p$	4,0000E-01
$PNI = P5NI + P8NI + P9NI$	1,0000E+00

Dall'analisi dei valori delle probabilità di accadimento, risulta che la strada ha una bassissima probabilità che avvengano incidenti mortali e/o con feriti. Si ricorda infatti che la pista in progetto si snoda lungo un pendio boscato e che direttamente a monte non sono presenti affioramenti. Il traffico è inoltre scarsissimo e caratterizzato da trattori e/o veicoli di piccole dimensioni legati esclusivamente alla pratica agricola. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle probabilità di incidente:

prog. [km]	Tratto	Lunghezza (m)	Ro.S.I.	$\alpha_{\max}$	Probabilità incidente mortale	Probabilità incidente non mortale	Probabilità nessun incidente
100	1	100	0,24	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	1,0000E+00
200	2	100	0,24	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	1,0000E+00
300	3	100	1,44	0,04	4,1575E-07	5,3671E-06	9,9995E-01
400	4	100	1,44	0,04	4,1575E-07	5,3671E-06	9,9995E-01
500	5	100	0,00	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	9,9995E-01
600	6	100	0,00	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	9,9995E-01
700	7	100	0,00	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	9,9995E-01
800	8	100	0,00	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	9,9995E-01
900	9	100	0,00	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	9,9995E-01
1000	10	100	2,64	0,04	4,1575E-07	5,3671E-06	9,9996E-01
1100	11	100	2,64	0,04	4,1575E-07	5,3671E-06	9,9996E-01
1200	12	100	2,64	0,04	4,1575E-07	5,3671E-06	9,9996E-01
1300	13	100	2,64	0,04	4,1575E-07	5,3671E-06	9,9996E-01
1400	14	100	0,24	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	1,0000E+00
1500	15	100	0,24	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	1,0000E+00
1600	16	100	-1,20	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	1,0000E+00
1700	17	100	-1,20	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	1,0000E+00
1810	18	110	-1,20	0,00	0,0000E+00	0,0000E+00	1,0000E+00
<b>TOTALE</b>					<b>2,4945E-06</b>	<b>3,2202E-05</b>	<b>1,7999E+01</b>

Analizzando il livello di rischio presente lungo la pista, risulta che lo stesso è sempre inferiore al livello di rischio naturale presente in letteratura. Il livello di riferimento per valutare l'alterazione delle condizioni di sicurezza è il rischio "naturale", cioè quello a cui ogni individuo è esposto per il solo fatto di vivere a contatto con il mondo naturale. Nell'appendice E della Norma UNI 11211:2007, *Opere di difesa dalla caduta massi, Parte 2: programma preliminare di intervento*, sono espresse delle considerazioni in merito al rischio individuale accettabile. In tale appendice viene detto che: "per i rischi involontari, il livello di rischio specifico considerato accettabile è dell'ordine di  $10^{-6}$  morti/anno (e in ogni caso non maggiore di  $10^{-5}$  morti/anno), mentre per quelli volontari (anche se legati al posto di lavoro) è più elevato ed è in genere compreso tra  $10^{-4}$  e  $10^{-3}$  morti/anno; per i rischi volontari connessi ad alcune attività sportive può salire fino a  $10^{-2}$  morti/anno". A seguito di questa definizione si può quantificare il rischio "naturale" quello corrispondente al valore di  $10^{-6}$  morti/anno.

Per quanto riguarda il livello di rischio individuale relativo a incidenti stradali, la nuova pista presenta valori inferiori rispetto a quelli definiti ottimali dalla normativa italiana ed europea: come riportato nel Libro Bianco dell'Unione Europea (EU; 2001) ed nel Piano Nazionale della Sicurezza Stradale Italiana (2002), per una ottimale gestione delle strade viene fissato come obiettivo quello di arrivare a  $2 \times 10^{-4}$  morti/anno/km.

Alla luce dell'esiguo rischio rilevato ed in considerazione del fatto che la pista di servizio in progetto si snoda lungo un pendio boscato e che direttamente a monte non sono presenti affioramenti, si ritiene che non siano necessari interventi di mitigazione del rischio, ad eccezione di quelli di ordinaria manutenzione dell'infrastruttura viaria.

Si deve quindi prevedere una annuale manutenzione del tracciato consistente in:

- pulizia delle cunette e delle scoline;
- controllo e pulizia dei guadi presenti in corrispondenza degli attraversamenti degli impluvi;
- controllo e pulizia della pista successivamente ad eventi meteorologici particolarmente importanti;
- controllo e pulizia della pista dopo la stagione invernale.

Si tratta pertanto solamente di attività manutentive da effettuare in particolare dopo la stagione invernale, che non comportano un costo importante per il gestore dell'infrastruttura viaria.

## **12. SPECIFICO STUDIO SULLA COMPATIBILITÀ DELL'INTERVENTO CON LO STATO DI DISSESTO ESISTENTE E SULL'ADEGUATEZZA DELLE CONDIZIONI DI SICUREZZA IN ATTO E DI QUELLE CONSEGUIBILI CON LE OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO NECESSARIE**

Come definito dalla Delibera della Giunta regionale 2939 del 10 ottobre 2008, si tratta di studi di carattere geologico, idrogeologico e idraulico volti ad individuare le eventuali conseguenze della realizzazione dell'intervento sullo stato di dissesto, a valutare dal punto di vista tecnico le conseguenze del dissesto sull'opera che si intende realizzare, vale a dire la vulnerabilità dell'opera stessa, e a individuare gli eventuali interventi di protezione o di messa in sicurezza necessari.

### 1. Individuazione della classificazione urbanistico-edilizia dell'intervento proposto, come specificato nel paragrafo "Interventi edilizi"

L'intervento in oggetto si configura come nuova costruzione di infrastruttura viaria.

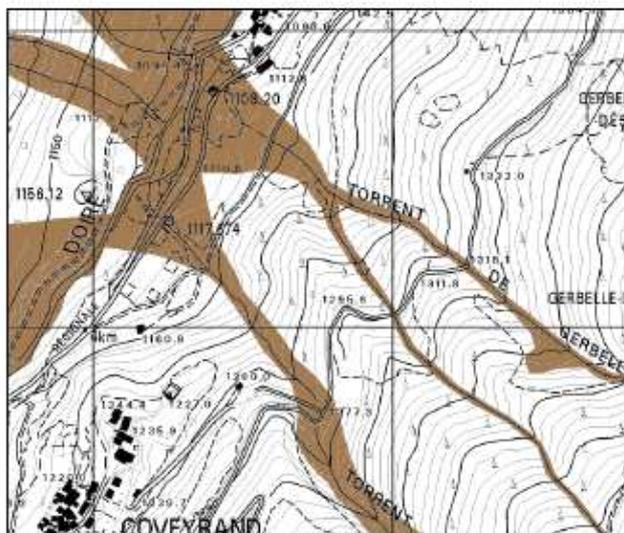
### 2. Caratterizzazione dei vincoli presenti (in base agli artt. 35, 36 e 37 della l.r. n. 11/1998, oppure perimetrazione del P.A.I. in assenza delle cartografie degli ambiti inedificabili) nell'area oggetto di intervento e in relazione al tipo di intervento da realizzare, rappresentati su idonea cartografia

I terreni interessati dalla pista interpodereale risultano essere posti all'interno delle ZONE inedificabili per frana (zone F1 e F2, art. 35 L.R. 11/98 e suc. mod.), delle FASCE inedificabili per inondazione (fasce Ic-A, art. 36 L.R. 11/98 e suc. mod.), delle ZONE soggette a valanga (V2 e Vb) e del vincolo idrogeologico.

### 3. Individuazione e illustrazione delle dinamiche e della pericolosità dei fenomeni che caratterizzano il vincolo

Gli ambiti inedificabili del Comune di Rhêmes-Saint-Georges riportano che l'area corrispondente all'incisione dell'asta senza denominazione è stata inserita in F1 in considerazione della possibilità che si verificano eventi di debris-flow.

- Incisione compresa tra il settore di Traverse e quello di Verrogne. Tutta l'incisione è stata inserita in F1 in considerazione della possibilità che si verificano eventi di debris-flow. Di seguito si riporta un estratto cartografico dove sono rappresentati gli areali interessati da fenomeni di debris flow e corrispondenti al conoide oggetto del presente studio di dettaglio.



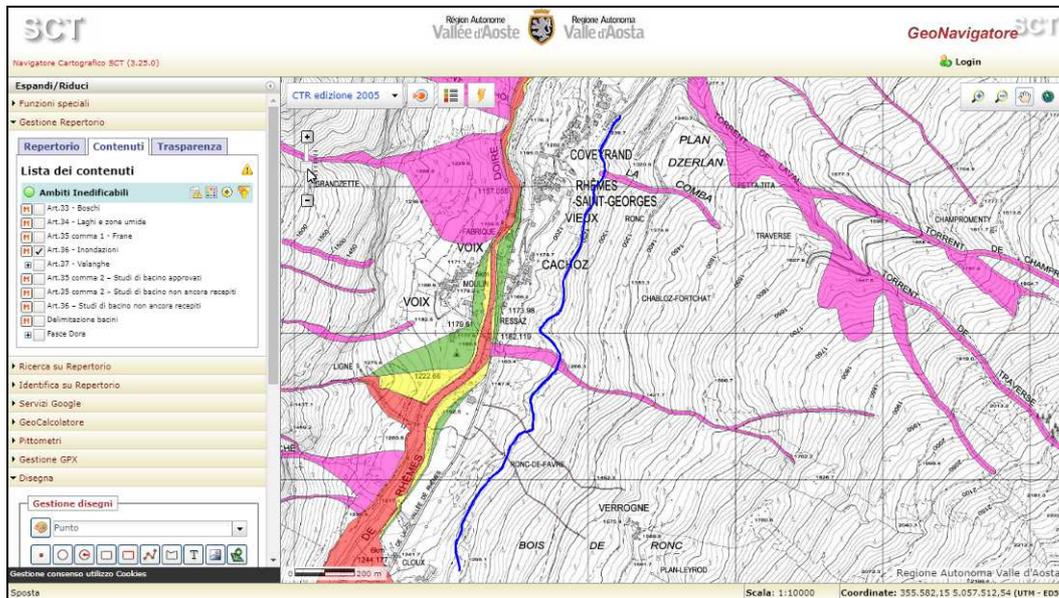
I settori marginali rispetto a quelli sopra riportati risultano interessati da fenomenologie gravitative (DGPV Gerbelle-Verrogne) e caratterizzati da versanti con elevata acclività. La presenza di zone a media pericolosità è quindi legata, oltre al fenomeno di debris flow, alla possibilità di fenomeni franosi che possono essere innescati da eventi idrogeologici di una certa portata.

- DGPV "Gerbelle-Verrogne". Tutta la parte considerata come DGPV evoluta (come riportato sulla carta dei dissesti) è stata inserita in F1 in considerazione delle instabilità rilevate e della possibilità, a differenza del settore di DGPV non evoluta, che si verifichino altri eventuali episodi di destabilizzazione del settore (frane di crollo, scivolamento ecc.).

L'area in F2 è stata inserita in quanto tutto il settore è posto in DGPV.

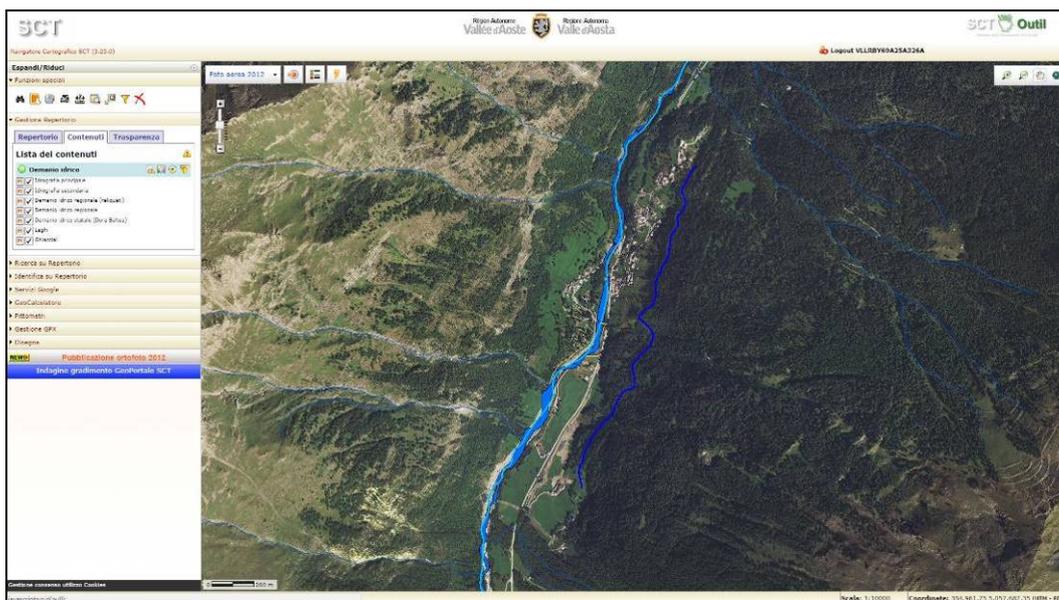
In F2), aree a media pericolosità secondo la legge, sono stati compresi ampi settori, caratterizzati da dissesti di media estensione e con probabilità di coinvolgimento in occasione di eventi idrogeologici critici. Tra questi segnaliamo la deformazione gravitativa profonda di versante di Gerbelle-Verrogne, nella parte considerata non evoluta (come riportato sulla carta dei dissesti).

Le Fasce Ic-A sono state inserite in corrispondenza di impluvi secondari sostanzialmente senza acqua che, in occasioni di abbondanti precipitazioni, possono avere portate di una certa importanza (soprattutto l'impluvio presente a circa metà del tracciato, sezioni 54-56).

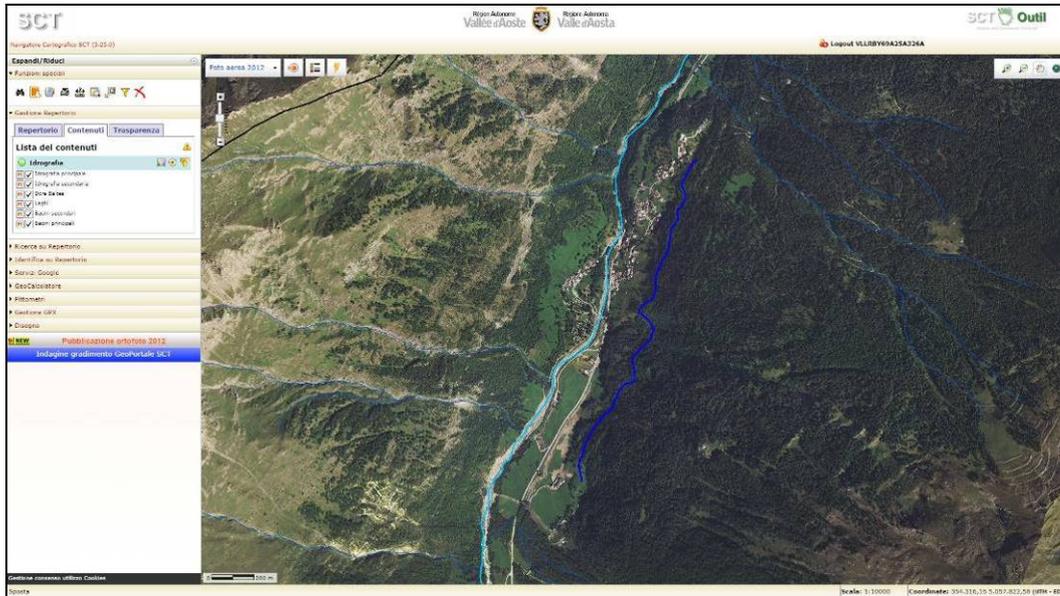


*Art. 36 – GeoNavigator – sito web RAVA*

Consultando il geonavigatore SCT, si evince che tutti e quattro i corsi d'acqua segnalati nella cartografia degli ambiti non rientrano nei corsi d'acqua appartenenti al Demanio idrico e non fanno parte del reticolo idrografico principale.



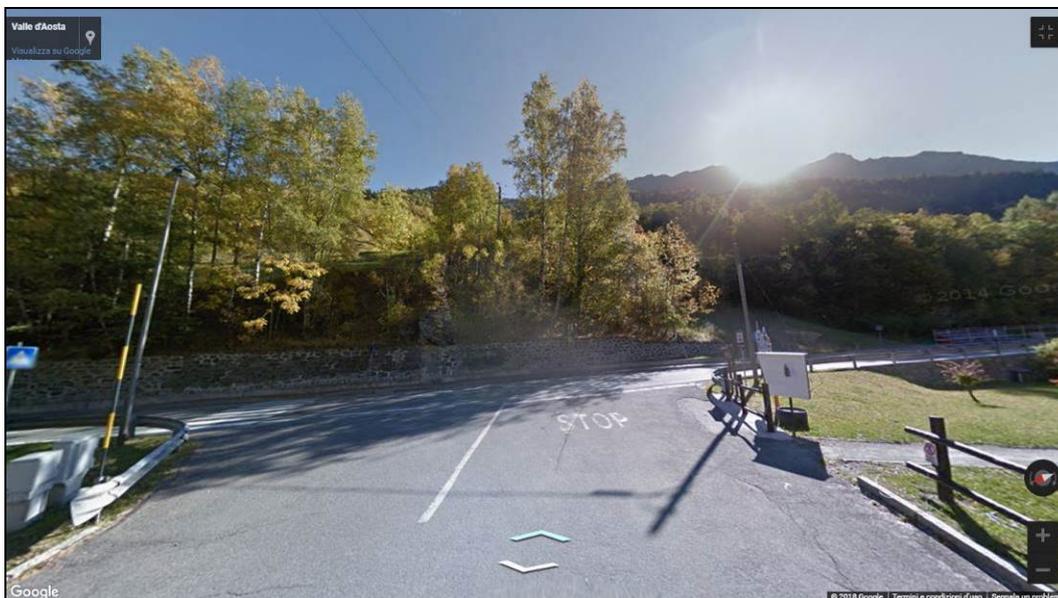
*Demanio idrico – GeoNavigator – sito web RAVA*



**Idrografia – GeoNavigatore – sito web RAVA**

Gli ambiti inedificabili non riportano particolari dettagli sui rivi in oggetto. Sul terreno si rileva l’impluvio ma nei pressi del fondovalle non si hanno più evidenze. Percorrendo la strada regionale, non si sono rilevati dei canali o delle tombinate per convogliare le eventuali acque nella Dora di Rhêmes. Di seguito si riportano le prospettive di Google prese in corrispondenza delle fasce inserite negli ambiti inedificabili (impluvi da monte verso valle).



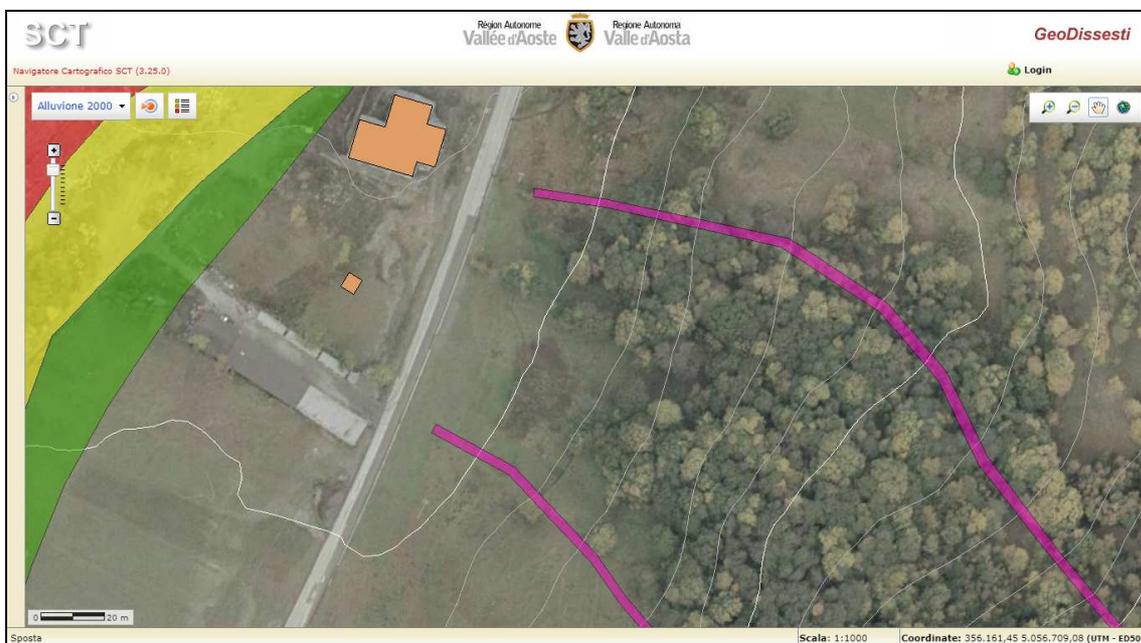


I dati storici confermano che tali rivi non hanno mai raggiunto la strada regionale: l'elevata permeabilità del materiale presente nel tratto terminale può far ipotizzare che le acque si infiltrino nel terreno prima di giungere sul fondovalle.

Di seguito si riportano gli estratti dell'ortofoto dell'alluvione del 2000 dai quali si evince che non si sono avuti apporti da tali impluvi



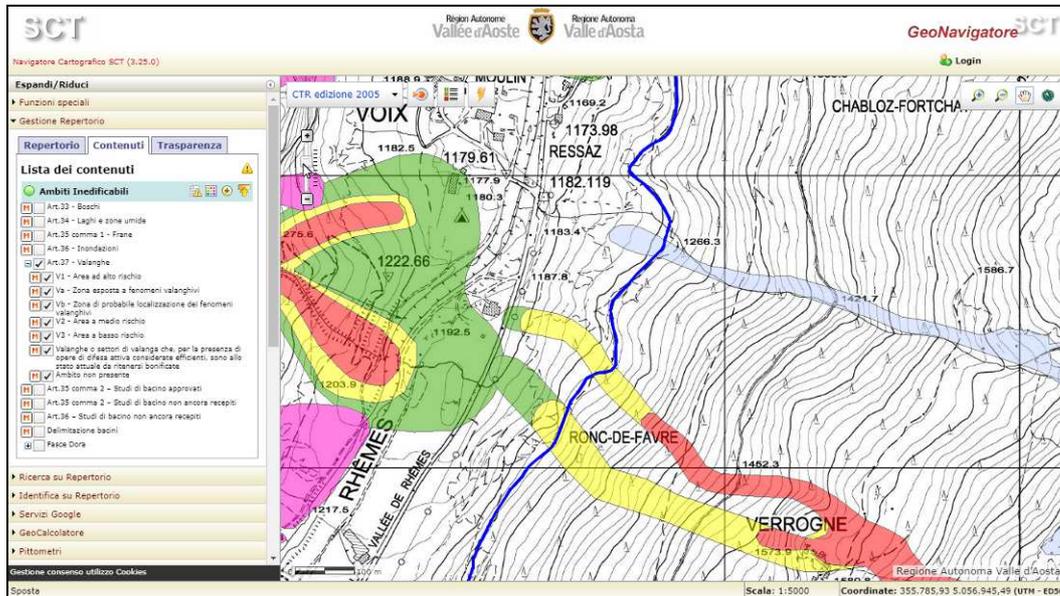
**Ortofoto alluvione 2000 – impluvio che si diparte da Verrogne – GeoNavigatore – sito web RAVA**



**Ortofoto alluvione 2000 – impluvi che si diparte da Verrogne – GeoNavigatore – sito web RAVA**

Nella relazione sono riportati gli studi idrologici dei bacini che confermano, ad eccezione del bacino denominato 2, portate molto basse.

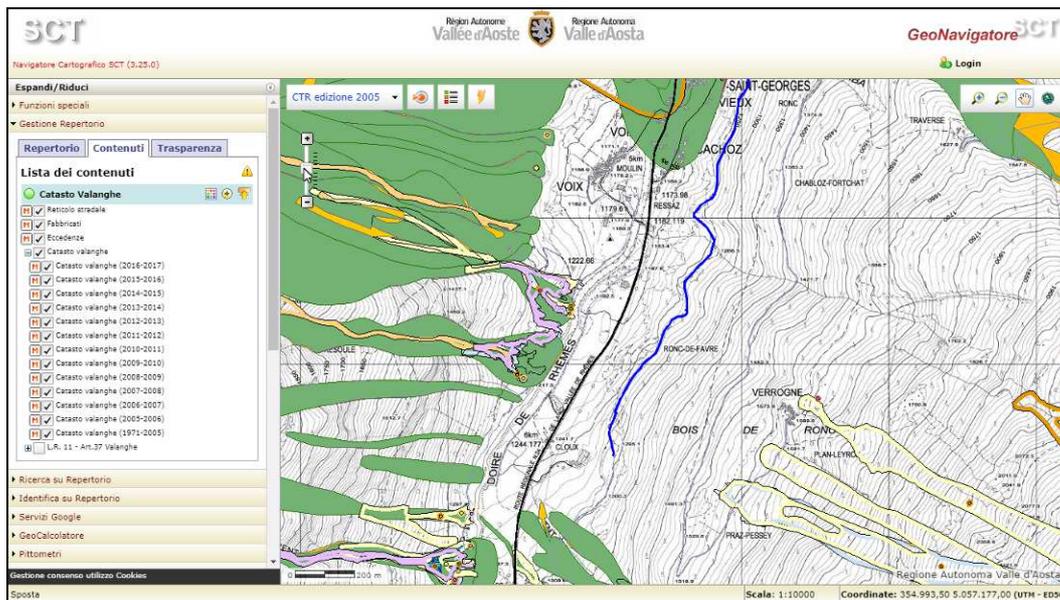
Il tracciato attraversa la parte terminale di tre canali di valanga.



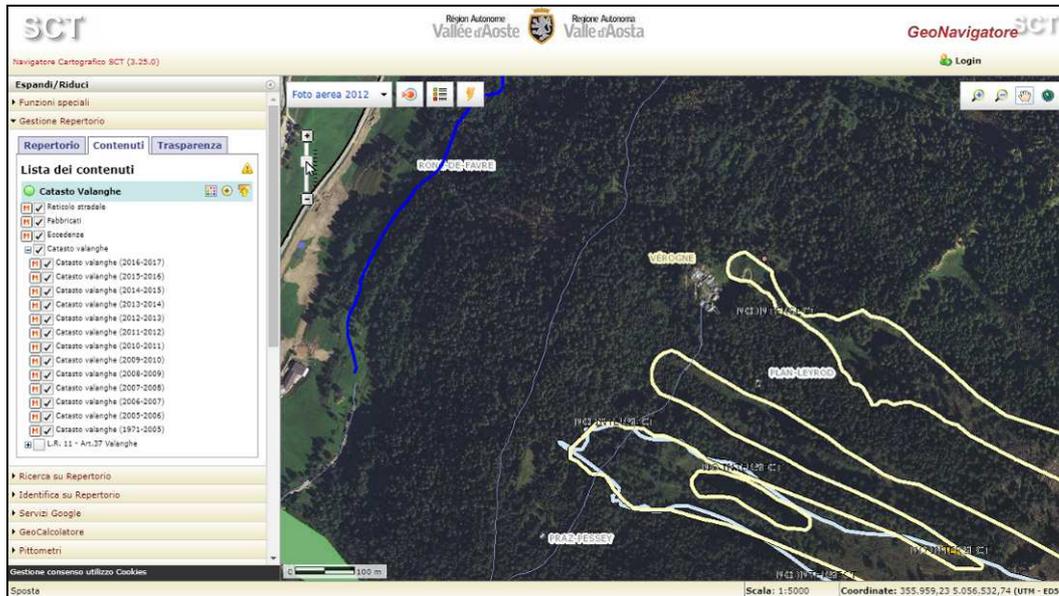
Art. 37 – GeoNavigator – sito web RAVA

Nello specifico si tratta dei due rami terminali della valanga 005, cartografata negli ambiti inedificabili del comune, nonché della parte terminale della zona di probabile localizzazione della valanga 003.

Nel catasto valanghe tali eventi non sono stati riportati: si tratta infatti di valanghe che non avvengono con periodicità.



Il catasto inoltre indica che la valanga 005 raggiunge il villaggio di Verrogne, fermandosi nei settori prativi posti al margine dello stesso, senza raggiungere il fondovalle. Le foto aeree del settore mostrano infatti che a valle di Verrogne è presente un fitto bosco senza evidenti segni del passaggio delle masse nevose.

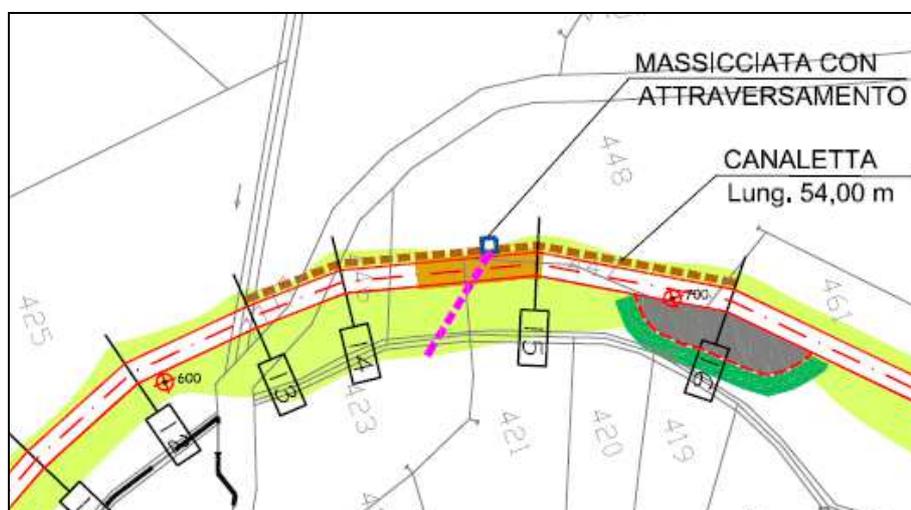


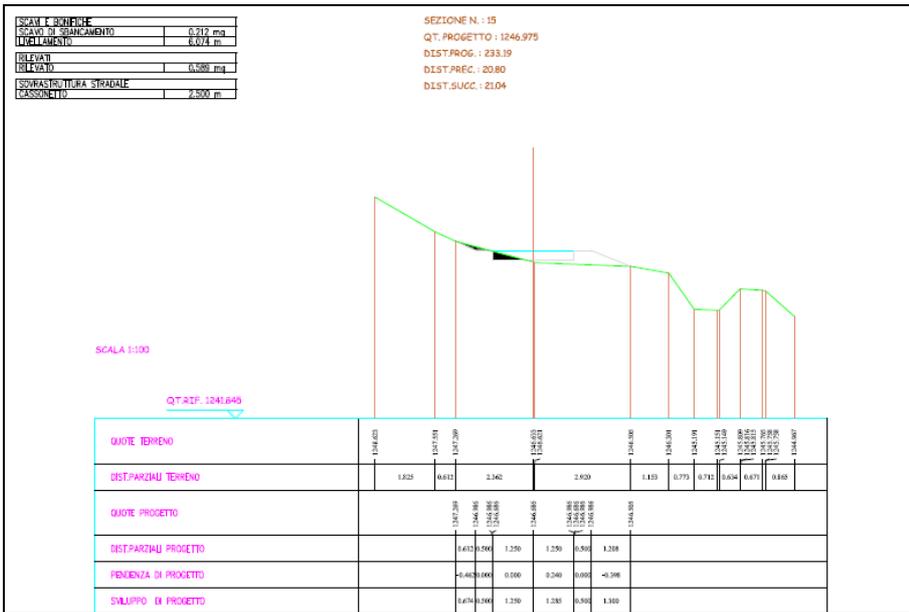
#### 4. Valutazione della compatibilità dell'intervento con il fenomeno di dissesto considerato, con la sua dinamica e con la sua pericolosità

La realizzazione dell'intervento in progetto risulta compatibile con il dissesto presente nell'areale, a condizione che si abbia la massima cura nello smaltimento delle acque superficiali sulla sede stradale, nelle sistemazioni morfologiche del terreno, contenendo le operazioni di scavo e di riporto e dimensionando correttamente le opere di sostegno.

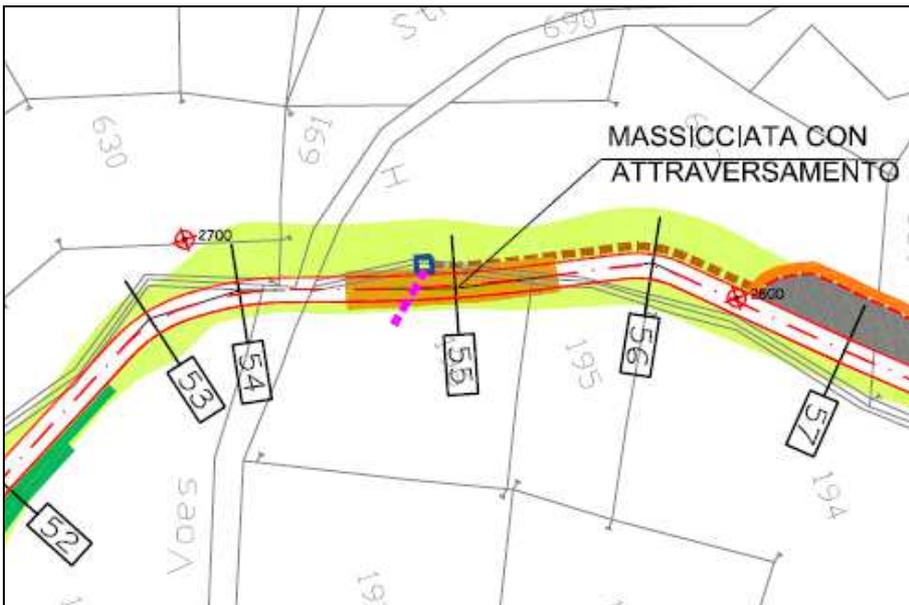
Rispetto alla dinamica torrentizia l'opera non apporta alcuna modifica all'assetto idraulico del settore in quanto nelle aree interessate dalle fasce Ic-A sono previste delle opere infrastrutturali di ridotta entità: la pista, nei tratti interessati dalle fasce, presenta un cunettone in grado di smaltire le eventuali acque ruscellanti. Il guado in progetto risulta comunque funzionale anche rispetto ad eventuali colate detritiche permettendo l'eventuale deflusso di materiale granulare ed evitando che lo stesso possa subire danni. Così come attualmente, l'eventuale fuoriuscita di materiale andrebbe ad interessare i terreni boscati a valle non avendo sostanzialmente modificato la morfologia.

In corrispondenza degli impluvi e dei canali di valanga segnalati negli ambiti ineditabili, l'attraversamento della pista verrà sempre eseguito essenzialmente con una massicciata senza alterare la morfologia esistente (sezioni 14-15, 55-56, 68 e 75).

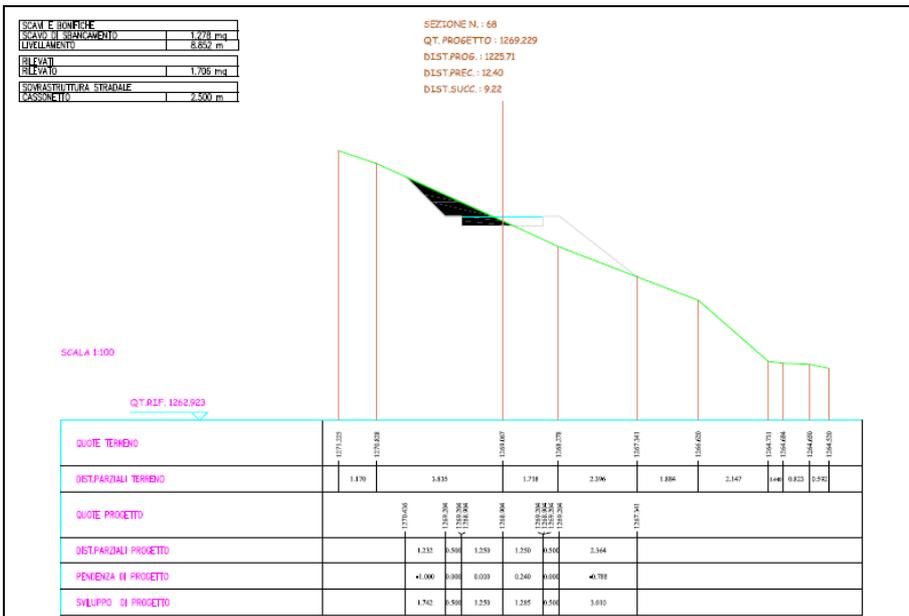




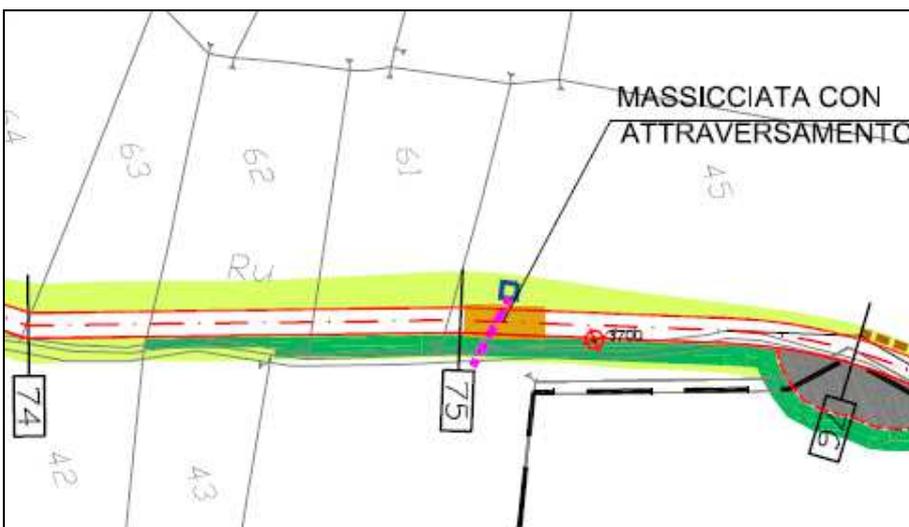
*Planimetria e sezione attraversamento in corrispondenza delle sezioni 14-15*

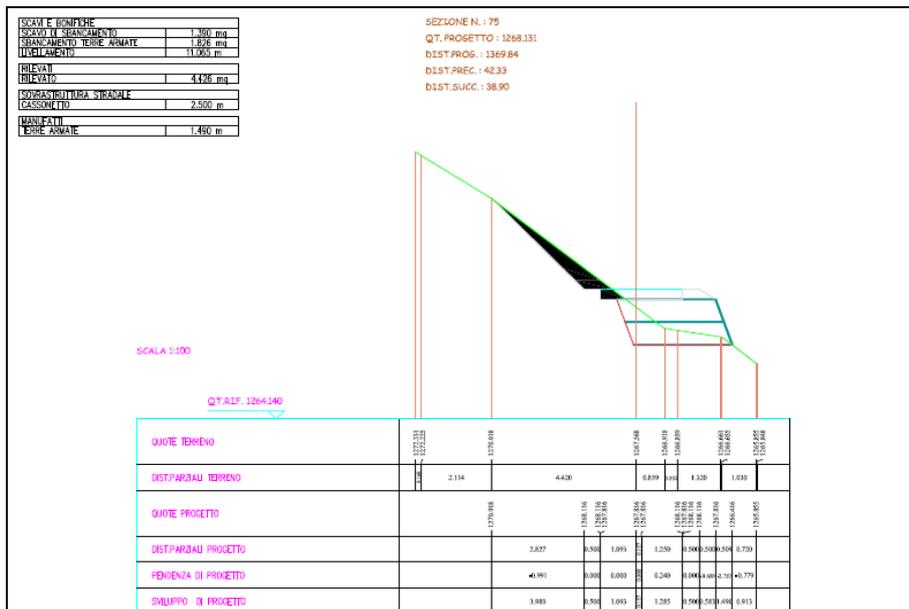






Planimetria e sezione attraversamento in corrispondenza della sezione 68





Planimetria e sezione attraversamento in corrispondenza della sezione 75

Le opere in progetto non apportano trasformazioni alla morfologia dell'area per cui non vanno a modificare le dinamiche idrauliche e valanghive presenti sul versante.

Dall'analisi dei valori delle probabilità di accadimento, risulta che la strada ha una bassissima probabilità che avvengano incidenti mortali e/o con feriti. Si ricorda infatti che la pista in progetto si snoda lungo un pendio boscato e che direttamente a monte non sono presenti affioramenti. Il traffico è inoltre scarsissimo e caratterizzato da trattori e/o veicoli di piccole dimensioni legati esclusivamente alla pratica agricola. Di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle probabilità di incidente:

prog. [km]	Tratto	Lunghezza (m)	Probabilità incidente mortale	Probabilità incidente non mortale	Probabilità nessun incidente
300	1	300	0.0000E+00	0.0000E+00	1.0000E+00
533	2	233	0.0000E+00	0.0000E+00	1.0000E+00
921	3	388	3.1302E-06	3.9225E-05	9.9996E-01
1430	4	509	4.0636E-06	5.0386E-05	9.9995E-01
1647	5	217	1.7773E-06	2.2609E-05	9.9995E-01
1810	6	163	0.0000E+00	0.0000E+00	1.0000E+00

Analizzando il livello di rischio presente lungo la pista, risulta che lo stesso è sempre inferiore al livello di rischio naturale presente in letteratura. Il livello di riferimento per valutare l'alterazione delle condizioni di sicurezza è il rischio "naturale", cioè quello a cui ogni individuo è esposto per il solo fatto di vivere a contatto con il mondo naturale. Nell'appendice E della *Norma UNI 11211:2007, Opere di difesa dalla caduta massi, Parte 2: programma preliminare di intervento*, sono espresse delle considerazioni in merito al rischio individuale accettabile. In tale appendice viene detto che: “*per i rischi involontari, il livello di rischio specifico considerato accettabile è dell'ordine di  $10^{-6}$  morti/anno (e in ogni caso non maggiore di  $10^{-5}$  morti/anno), mentre per quelli volontari (anche se legati al posto di lavoro) è più elevato ed è in genere compreso tra  $10^{-4}$  e  $10^{-3}$  morti/anno; per i rischi volontari connessi ad alcune attività sportive può salire fino a  $10^{-2}$  morti/anno*”. A seguito di questa definizione si può quantificare il rischio “naturale” quello corrispondente al valore di  $10^{-6}$  morti/anno.

Per quanto riguarda il livello di rischio individuale relativo a incidenti stradali, la nuova pista presenta valori inferiori rispetto a quelli definiti ottimali dalla normativa italiana ed europea: come riportato nel Libro Bianco dell'Unione Europea (EU; 2001) ed nel Piano Nazionale della Sicurezza Stradale Italiana (2002), per una ottimale gestione delle strade viene fissato come obiettivo quello di arrivare a  $2 \times 10^{-4}$  morti/anno/km.

Alla luce dell'esiguo rischio rilevato ed in considerazione del fatto che la pista di servizio in progetto si snoda lungo un pendio boscato e che direttamente a monte non sono presenti affioramenti, si ritiene che non siano necessari interventi di mitigazione del rischio, ad eccezione di quelli di ordinaria manutenzione dell'infrastruttura viaria.

Si deve quindi prevedere una annuale manutenzione del tracciato consistente in:

- pulizia delle cunette e delle scoline;
- controllo e pulizia dei guadi presenti in corrispondenza degli attraversamenti degli impluvi;
- controllo e pulizia della pista successivamente ad eventi meteorologici particolarmente importanti;
- controllo e pulizia della pista dopo la stagione invernale.

Si tratta pertanto solamente di attività manutentive da effettuare in particolare dopo la stagione invernale, che non comportano un costo importante per il gestore dell'infrastruttura viaria.

Sarà inoltre importante avere la massima cura nello smaltimento delle acque provenienti da monte, nelle sistemazioni morfologiche del terreno e nella realizzazione degli scavi.

#### 5. Valutazione della vulnerabilità dell'opera da realizzare in relazione anche agli usi alla quale essa è destinata

In considerazione delle problematiche rilevate e del grado di rischio individuato, l'opera, una volta eseguiti i lavori in progetto, presenta una vulnerabilità medio-alta, ma risulta compatibile con l'uso al quale è destinata.

#### 6. Definizione degli interventi di protezione adottati per ridurre la pericolosità del fenomeno, ove possibile, e/o la vulnerabilità dell'opera e valutazione della loro efficacia ed efficienza rispetto al fenomeno di dissesto ipotizzato

Per ridurre la pericolosità del fenomeno e la vulnerabilità dell'opera, è necessario eseguire le seguenti opere:

- predisporre la raccolta e lo smaltimento delle acque superficiali, soprattutto lungo il lato di monte;
- eseguire le opere di drenaggio previste in progetto in corrispondenza della zona di rispetto di Momorotz;

- realizzare in corrispondenza degli impluvi dei guadi che per geometria e dimensioni consentano il transito delle acque;
- smaltire le acque superficiali con apposite cunette e scoline evitando fenomeni di ruscellamento ed erosione;
- utilizzare per lo scavo in roccia (grossi blocchi e/o trovanti) il martellone, evitando l'uso di esplosivi;
- prevedere l'accurato costipamento dei riporti, che dovranno essere disposti per strati successivi, singolarmente rullati mediante ripetuti passaggi di mezzi di cantiere;
- nei settori più acclivi e con grossi blocchi realizzare gli scavi a campione.

In fase di esercizio si dovrà prevedere una costante manutenzione del tracciato consistente in:

- pulizia delle cunette e delle scoline;
- controllo del tracciato alla riapertura dopo il periodo invernale visto che la stessa può essere interessata da eventi valanghivi.
- predisporre un piano di gestione degli accessi che tenga conto di quanto riportato nel bollettino di criticità alla pagina web [http://cf.regione.vda.it/allerte\\_meteo.php](http://cf.regione.vda.it/allerte_meteo.php).
- controllo e pulizia dei guadi presenti in corrispondenza degli attraversamenti degli impluvi.

L'efficacia degli interventi di protezione e di mitigazione risulta notevole, mentre l'efficienza dipende dalla manutenzione nel tempo degli stessi.

7. Conclusioni della verifica che dichiarino che l'intervento, così come progettato, risulta compatibile con le condizioni di pericolosità indicate dalla cartografia degli ambiti ai sensi della l.r. n. 11/1998

Alla luce delle considerazioni sopra riportate, le opere, così come progettate, risultano compatibili con le condizioni di pericolosità indicate dalla cartografia degli ambiti ai sensi della l.r. n. 11/1998.

### **13. CONFORMITÀ CON IL VINCOLO IDROGEOLOGICO**

Il settore ove verranno realizzate le opere ricade nelle zone interessate dal vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n°3267 del 30 dicembre 1923 (Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani).

L'intervento in oggetto si configura come nuova costruzione di infrastruttura viaria.

La realizzazione dell'intervento in progetto non determinano fenomeni di denudazione, innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità o turbamento del regime delle acque a condizione che si abbia la massima cura nella realizzazione degli scavi, nella realizzazione dei riporti e nella stabilizzazione delle scarpate e del fondo stradale.

Rispetto al vincolo posto e per ridurre la pericolosità dell'areale e la vulnerabilità dell'opera, è necessario eseguire le seguenti opere:

- smaltire le acque superficiali con apposite cunette e scoline evitando fenomeni di ruscellamento ed erosione;
- realizzare in corrispondenza degli impluvi dei guadi che per geometria e dimensioni consentano il transito delle acque;
- smaltire le acque superficiali con apposite cunette e scoline evitando fenomeni di ruscellamento ed erosione;

- utilizzare per lo scavo in roccia (grossi blocchi e/o trovanti) il martellone, evitando l'uso di esplosivi;
- prevedere l'accurato costipamento dei riporti, che dovranno essere disposti per strati successivi, singolarmente rullati mediante ripetuti passaggi di mezzi di cantiere;
- nei settori più acclivi e con grossi blocchi realizzare gli scavi a campione.
- inerbire e ripristinare la cotica erbosa su tutti gli scavi e sbancamenti effettuati nonché sul piano viario, utilizzando le tecniche dell'ingegneria naturalistica.

In considerazione delle problematiche rilevate e del grado di rischio individuato, l'opera, una volta eseguiti i lavori in progetto, presenta una bassa vulnerabilità e risulta conforme con il vincolo idrogeologico.

#### **14. PRECAUZIONI PROGETTUALI E MODALITÀ COSTRUTTIVE**

Per quanto riguarda le problematiche relative alla fase di realizzazione delle opere si dovranno seguire le seguenti avvertenze, oltre a quelle precedentemente riportate:

- aprire gradualmente gli scavi in periodi non immediatamente successivi ad intense precipitazioni con immediata realizzazione delle opere;
- disporre, ove possibile, una canaletta di gronda provvisoria e mantenere una fascia di rispetto al contorno dell'area di opera per far fronte ai possibili franamenti ai bordi degli scavi;
- effettuare gli scavi "a campione" prevedendo scarpate provvisorie subverticali non superiori ai 2.0 metri di altezza ed aprire un fronte di scavo non superiore ai 4 metri;
- in fase di scavo, nel caso si verificassero piccoli cedimenti lungo le scarpate di monte, effettuare la sbadacchiatura delle stesse;
- proteggere gli scavi con teli impermeabili;
- mantenere una distanza di sicurezza dal bordo dello scavo da parte di autobetoniere, autocarri, macchine di movimento terra ecc.;
- eventuali livelli isolati di materiale cedevole, come ad esempio limo e/o sabbia limosa, dovranno essere superati approfondendo lo scavo;
- nel caso in cui si rinvenisse acqua nel fondo scavo, curare il drenaggio eliminando l'acqua presente;
- perfezionare l'adattamento al suolo della struttura all'apertura dello scavo, in modo da situare la fondazione al disotto della coltre di terreno vegetale, in corrispondenza di materiali non prevalentemente limosi;
- munire le strutture di sostegno rigide di frequenti barbacani e di setti drenanti a tergo. Nei tratti in cui si rinvenono circolazioni idriche sotterranee dovrà essere posto un tubo drenante alla base del setto;
- in relazione alla presenza di diverse superfici viabili (pista e piazzali di manovra) curare attentamente lo smaltimento delle acque superficiali mediante la creazione di una idonea rete di scolo;
- evacuare le acque superficiali dal piano viario mediante la creazione di una idonea pendenza trasversale e di apposite cunette: smaltire inoltre l'acqua drenata in appositi canali e/o la rete irrigua evitando erosioni o infiltrazioni a valle;
- ripristinare i canali e la rete irrigua adiacenti alla pista e i vari attraversamenti;

- evitare drenaggi della falda e l'immissione nella stessa di sostanze inquinanti qualora durante la fase di scavo si verificassero intercettazioni dell'acquifero;
- curare l'evacuazione delle acque superficiali sulle aree ripristinate a mezzo di cunette e scoline, al fine di evitare fenomeni di ruscellamento, e collegarle con gli scarichi e/o la rete irrigua presente;
- prevedere la preparazione della superficie di posa dei riporti, in particolare dove essa risulta più acclive, curando lo scotico ed il gradonamento della superficie naturale;
- inerbire e ripristinare la cotica erbosa su tutti gli scavi e sbancamenti effettuati utilizzando le tecniche dell'ingegneria naturalistica.

Se durante gli scavi dovessero esserci delle discrepanze rispetto a quanto descritto precedentemente, si dovrà procedere ad una ulteriore indagine geognostica; si invita pertanto il Direttore dei Lavori ad informare il sottoscritto sull'andamento degli stessi.

## 15. CONCLUSIONI

In relazione a quanto esposto, tenendo conto delle modalità esecutive e delle precauzioni consigliate, non si rilevano elementi geologici e geotecnici tali da impedire la realizzazione dell'opera.

Aosta, agosto 2019

