

Dr. Geologo Roby VUILLERMOZ

Tel 016541854 - 3358079496 -
Partita IVA 00621420074

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

e-mail: studio@vuillermo.it



Regione Autonoma Valle d'Aosta
Comune di Montjovet
Region Autonome Vallee d'Aoste
Commune de Montjovet



*Interventi di adeguamento
delle gallerie al
D. Lgs. N. 264 del 5 ottobre 2006
Galleria Montjovet*

Committente:
SAV
Commessa:
18141RG_2
Emissione:
maggio 2018
Versione:
1

PROGETTO ESECUTIVO - INTEGRAZIONI

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

SOMMARIO

1. GENERALITÀ.....	4
2. DOCUMENTAZIONE CONSULTATA.....	4
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	5
5. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	8
5.1 CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA	8
5.2 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA.....	8
5.3 CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE.....	9
5.4 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA	9
5.5 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA.....	10
5.6 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	11
5.6.1 Documentazione ambiti inedificabili	11
5.6.2 Documentazione IFFI.....	11
5.6.3 Catasto dissesti SCT – RAVDA	12
5.6.4 PAI.....	15
5.6.5 Direttiva alluvioni e Piano di Gestione del Rischio Alluvioni P.G.R.A.	15
5.6.6 PSInSAR TM	16
6. AMBITI INEDIFICABILI E VINCOLI TERRITORIALI	20
7. MODELLAZIONE SISMICA	26
7.1 PREMESSE.....	26
7.2 DEFINIZIONE DEL TERREMOTO DI PROGETTO.....	28
7.3 VITA NOMINALE, CLASSI D’USO E PERIODO DI RIFERIMENTO	30
7.4 DEFINIZIONE DELLE FORME SPETTRALI	31
7.5 ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE	34
7.5.1 Indagine geofisica tramite tecnica HVSR.....	35
7.5.2 Analisi dei risultati delle indagini HVSR.....	36
7.5.3 Coefficiente di amplificazione stratigrafica Ss	37
7.5.4 Coefficiente di amplificazione topografica St.....	38
7.6 PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO	39
7.6.1 Stabilità alla liquefazione	40
8. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA.....	40
9. INTERFERENZA OPERE CON TORRENTE MONTJOVET.....	41
10. INTERVENTI ED OPERE PREESISTENTI.....	46
11. INTERFERENZA OPERE CON PROBLEMATICHE CADUTA MASSI	48
11.1 SIMULAZIONE CADUTA MASSI	49
11.1.1 Generalità.....	49
11.1.2 Sezioni utilizzate per le traiettografie	51
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.....	62
13. PRECAUZIONI PROGETTUALI E MODALITÀ COSTRUTTIVE.....	65
14. CONCLUSIONI.....	66

Collaboratore: dott. geol. junior Alessandro Zoja

1. GENERALITÀ

Su incarico del committente è stata eseguita un'indagine geologico-tecnica riguardante il progetto di adeguamento al D. Lgs. N. 264 del 5 ottobre 2006 della galleria Montjovet, nel comune di Montjovet.

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.*

2. DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

- Interventi di adeguamento delle gallerie al decreto legislativo n.264 del 5 ottobre 2006 – SINA – 11/2017;
- Relazione geologico-geotecnica allegata al progetto degli interventi di adeguamento delle gallerie al decreto legislativo n.264 del 5 ottobre 2006 – SINA – 11/2017;
- *"Studi di valutazione della pericolosità per colate di detrito e dell'efficacia delle opere di difesa eventualmente esistenti e progettazione preliminare dei possibili interventi di sistemazione idraulica sui bacini ad alta pericolosità - Torrente Montjovet"*, 2007– Raggruppamento DB8 – dott. geol. Mori D., dott. ing. Gaudio M., dott. for. Mazzucco F..

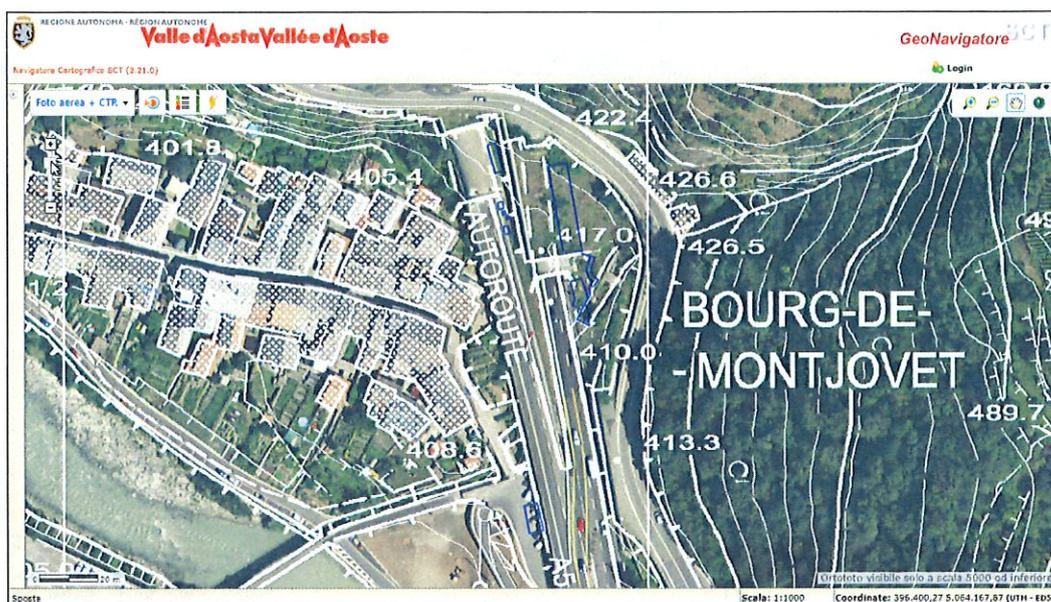
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La cabina di controllo delle gallerie "Montjovet" è posta sulla sinistra orografica della Dora Baltea, ad una quota di riferimento di 410 m s.l.m., in un settore pianeggiante posto tra la strada statale e l'imbocco della galleria autostradale.

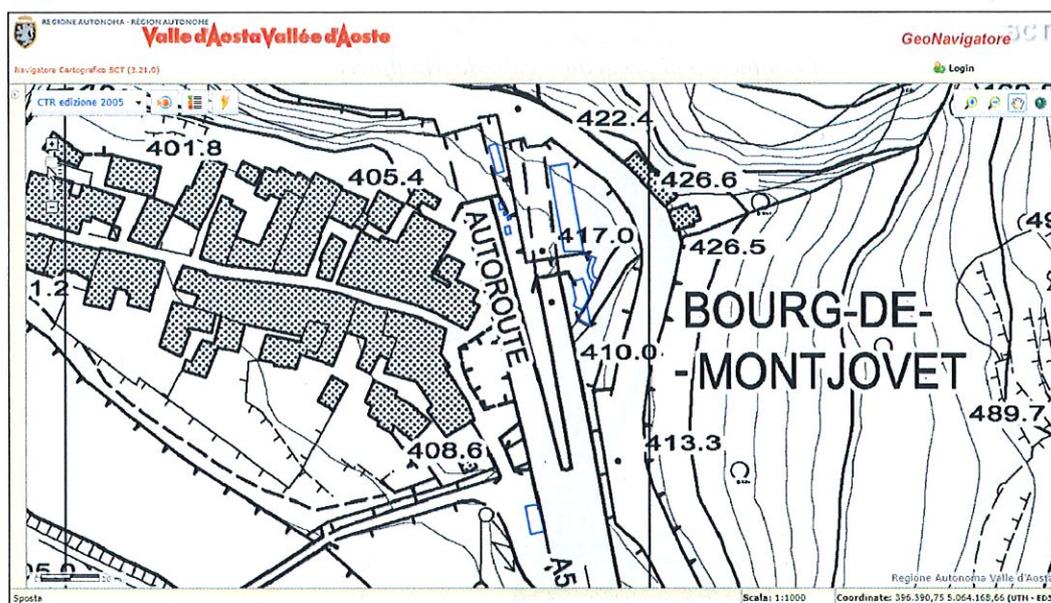
La cabina di consegna dell'energia è posta sulla sinistra orografica della Dora Baltea, ad una quota di riferimento di 390 m s.l.m., in un settore pianeggiante posto tra la strada comunale e la soprastante autostrada.

La vasca per gli sversamenti accidentali è sitata tra le due carreggiate dell'Autostrada A5: Quincinetto - Aosta ad una quota di riferimento di 405m s.l.m.. In aggiunta, sono

previste opere accessorie (disoleatore, vasca pompaggio, pozzetti e tubazioni di collegamento) che da progetto verranno sistemate nella medesima piazzola della vasca.



Corografia su base C.T.R. e ortofoto – GeoNavigator – sito web RAVA

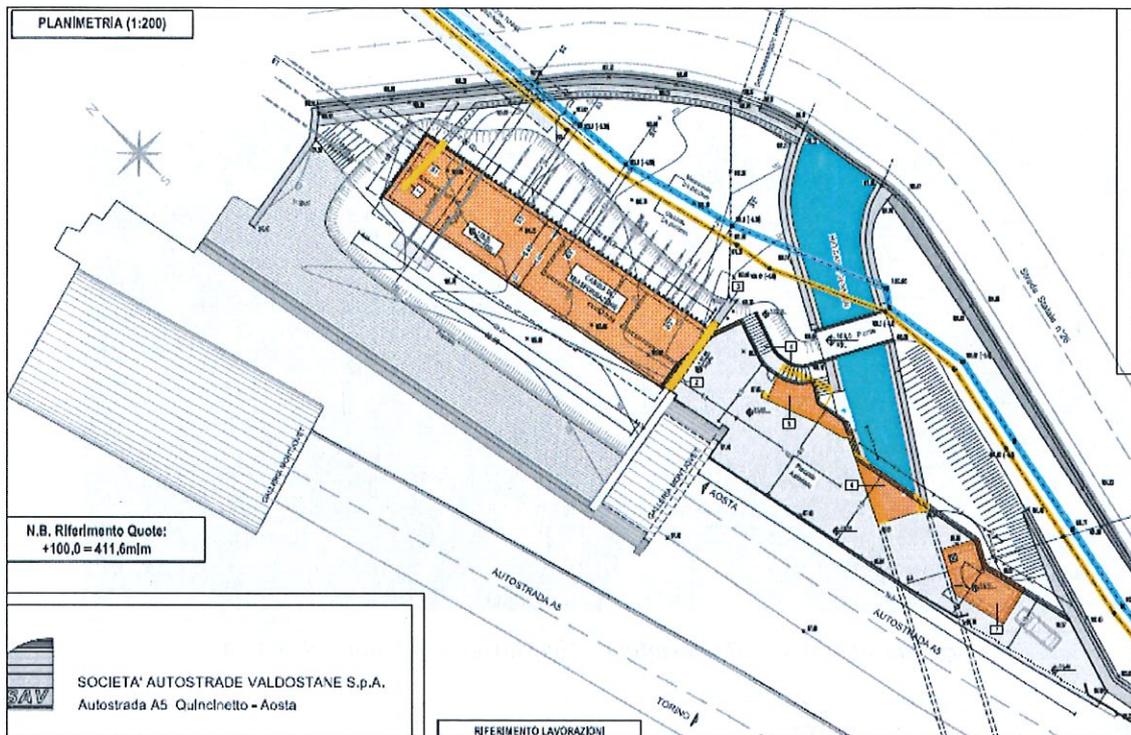


Corografia su base C.T.R. – GeoNavigator – sito web RAVA

4. DESCRIZIONE DELLE OPERE

In base a quanto risulta dagli elaborati del progetto eseguito da SINA, di cui si riportano alcuni estratti progettuali, si intende effettuare la realizzazione di una vasca prefabbricata per gli sversamenti accidentali di 9.5x2.5x2.5m all'imbocco Sud delle gallerie autostradali denominate "Montjovet". In aggiunta, sono previste opere accessorie (disoleatore, vasca pompaggio, pozzetti e tubazioni di collegamento) che da progetto verranno sistemate nella medesima piazzola della vasca. Il progetto prevede inoltre la realizzazione di una cabina di trasformazione interrata e di una cabina elettrica di consegna dell'energia. Completano l'intervento la sistemazione degli accessi con la demolizione della scalinata dell'arginatura del torrente e la scapitozzatura dei muri del tombotto e la formazione di una nuova soletta in c.a. Si tratta di interventi diretti alla salvaguardia di

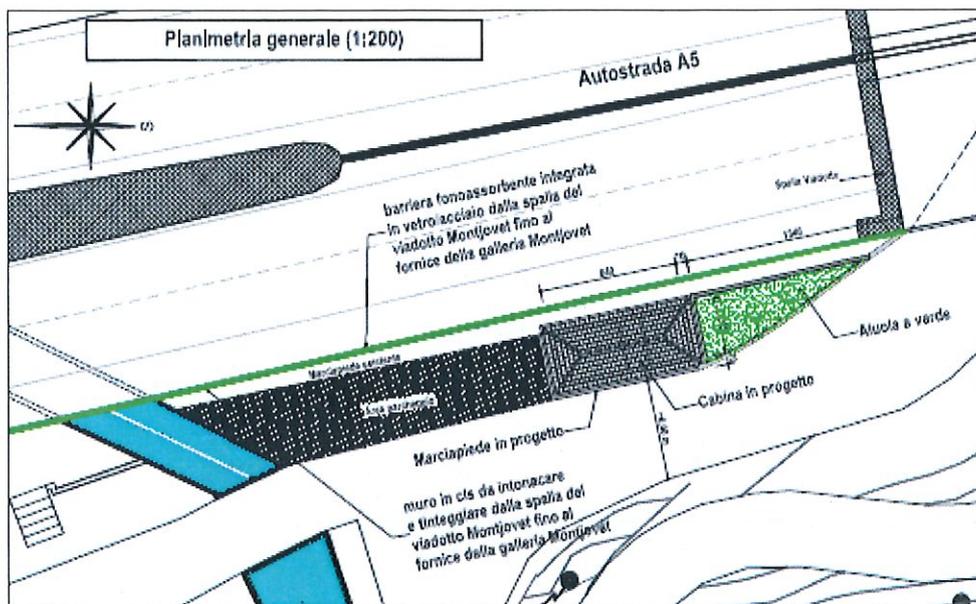
rilevanti interessi economici e sociali e obbligatori per l'adeguamento normativo dell'infrastruttura.



Planimetria di progetto – galleria Montjovet



Planimetria di progetto – galleria Montjovet



Planimetria di progetto – galleria Montjovet - planimetria cabina consegna

Per maggiori ragguagli tecnici si rimanda agli elaborati di progetto.

5. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

5.1 CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA

L'area di studio è posta ai piedi delle pareti che sovrastano l'abitato di Bourg. Il pendio è posto in direzione Ovest-Est: il versante con esposizione a Sud è caratterizzato da un'alternanza di affioramenti del substrato, che generano pareti rocciose di elevate pendenze, e più rare plaghe di depositi di tipo detritico o eluvio-colluviale. L'abitato, posto in corrispondenza dell'inizio della zona pianeggiante di fondovalle, costituita dalle alluvioni recenti della Dora Baltea è posto al piede di due scarpate rocciose: in sinistra orografica è presente il dosso roccioso detto "Mongiovetta", costituito da prevalenti prasiniti e subordinati calcescisti. La falesia è stata più volte oggetto di sistemazione mediante reti elastoplastiche a media energia per il frequente verificarsi di crolli di blocchi, in particolare in corrispondenza della sede stradale della SS26.

Il dosso è costituito da metabasiti con limitate intercalazioni di calcescisti e di quarziti a granato di manganese; la sequenza poggia sulle serpentiniti antigoritiche dal massiccio del M. Avic, contenenti abbondante magnetite nerastra e aggregati nodulari rosso-bruni di titanclinohumite e olivina.

5.2 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA

Nel settore oggetto di intervento sono presenti depositi detritici costituiti da grossi blocchi immersi in una matrice medio-fine. L'attività antropica ha portato alla realizzazione di alcuni terrazzamenti destinati alla pratica agricola e la realizzazione dell'autostrada ha modificato totalmente la morfologia originaria.

Lungo il settore pianeggiante più prossimo alla Dora Baltea sono presenti dei depositi alluvionali recenti, costituiti da orizzonti sabbioso-ghiaiosi e ciottolosi allungati nel senso della corrente ed intercalati a sedimenti sabbioso-limosi: questi sono originati dalle esondazioni della Dora Baltea. Tale formazione poggia su depositi alluvionali antichi, su depositi glaciali e/o direttamente sul substrato.

5.3 CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE

La parete rocciosa a monte dell'area è costituita da metabasiti.

L'analisi strutturale ha permesso di individuare le caratteristiche geometriche delle deformazioni duttili (pieghe) e fragili (faglie, fratture, giunti) presenti all'interno della parete.

Lo stile strutturale dell'area oggetto di studio è riconducibile ad un insieme di elementi tabulari aventi immersione verso Sud Ovest con angoli medio-alti dovuti ad una fase deformativa di tipo plicativo e interrotti da sistemi di faglie, giunti e fratture.

In particolare sono state riconosciute cinque fasi di deformazioni principali sovrapposte che caratterizzano l'architettura interna ed esterna di questa area.

Sistema	Giacitura	
	Outcrop1	Outcrop2
S1	250-260/40-45	230/55
K1	130-150/55-85	120/60
K2	170-190/85	190/70
K3	100/85	/
K4	/	340/55

I meccanismi di mobilitazione principali sulle pareti a monte dell'abitato di Bourg de Montjovet sono quindi:

1. lo scorrimento planare su S1 (rilevabile soprattutto nella parte alta della falesia);
2. lo scivolamento sul diedro formato dall'intersezione K1 / S1, che generalmente forma cunei instabili (rilevabili in particolare nella parte mediana della falesia).

In base ai rilievi effettuati, al test di Markland (cfr ambiti inedificabili) ed all'analisi degli eventi pregressi, si ritiene che gli scivolamenti sul diedro formato dall'intersezione K1 / S1, prevalgono sugli scorrimenti planari per entrambi gli affioramenti considerati.

Tali meccanismi sono relativi al pendio considerato; altri cinematismi si possono avere su altre esposizioni del versante ritenute però in questa relazione poco influenti rispetto al settore oggetto di intervento.

5.4 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

Nel settore oggetto di relazione sono pressoché assenti forme erosionali di rilievo legate all'azione ruscellante delle acque in virtù del fatto che l'intero versante risulta essere estremamente arido, caratterizzato infatti da vegetazione xerica.

Per quanto riguarda le acque sotterranee, allo stato delle conoscenze attuali basate essenzialmente su osservazioni di carattere geomorfologico, è difficile dare valide interpretazioni di quello che dovrebbe essere lo schema della circolazione della zona: si tratta comunque sicuramente di una circolazione complessa e molto importante per le sue influenze sul grado di attività dei vari fenomeni di dissesto.

Per quanto riguarda l'idrogeologia, la circolazione idrica del settore avviene principalmente nei materiali sciolti ed è legata alla presenza di livelli impermeabili costituiti da occasionali intercalazioni argilloso-limose e torbose e dal substrato roccioso.

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:

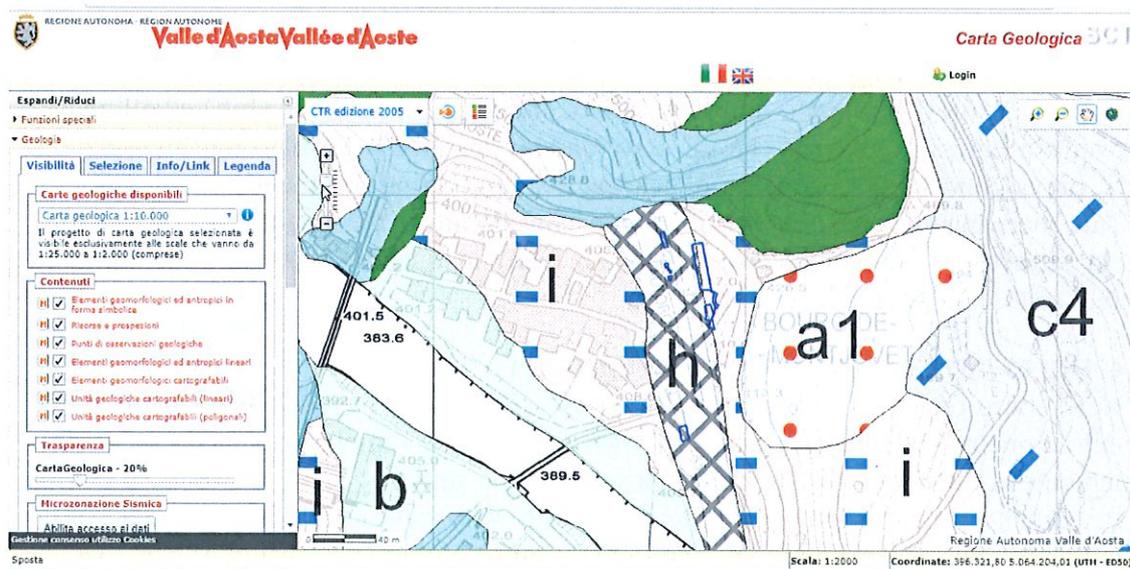
- acquifero in formazioni glaciali: esso è costituito da sedimenti sabbioso-ghiaiosi a volte limosi di origine glaciali presenti in modeste plaghe sul versante. Questo acquifero presenta una discreta estensione ed una potenzialità idrica ridotta anche in considerazione della scarsa permeabilità.
- acquifero in formazioni gravitative e detritiche: esso è costituito da blocchi spigolosi eterometrici immersi in una scarsa matrice sabbiosa. Questo acquifero presenta una buona estensione e, a causa dell'elevata permeabilità, presenta una notevole potenzialità idrica.
- acquifero in formazioni fratturate: questo acquifero è rappresentato in buona parte dagli affioramenti rocciosi appartenenti alla "Zona Piemontese". Esso risulta limitato in quanto la roccia presenta un reticolo di fratture e di piani di faglia che determinano un basso grado di permeabilità.

I terreni che risultano invece impermeabili sono costituiti dai settori ove il substrato è poco tettonizzato e dalle locali intercalazioni limose ed argillose presenti nei depositi alluvionali e glaciali.

L'idrologia del settore è caratterizzata dalla presenza del rio Saint-Germain (torrente di Montjovet).

5.5 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA

Il settore in oggetto si sviluppa lungo il versante sinistro della valle principale della Dora Baltea, in un'area costituita da depositi di materiali sciolti, in prevalenza di origine detritica con plaghe di materiale alluvionale lungo il fondovalle.



Estratto della Carta Geologica SCT – sito web RAVA

Elementi geomorfologici cartografabili	
	DGPV, Deformazione Gravitativa Profonda di Versante
Unità geologiche cartografabili (lineari)	
—	Limite geologico certo
Unità geologiche cartografabili (policomiali)	
DEPOSITI QUATERNARI	
	a3g - Accumulo a grandi massi Accumulo a grandi massi. Ammasso di blocchi spigolosi monogenetici, talora in parte derivati dalla disarticolazione in situ del substrato.
	h - Discarica / riporti antropici Discarica e riporti antropici.
	a3 - Detrito di falda Detrito di falda.
	a1 - Accumulo di frana Accumulo di frana.
	l - Deposito di origine mista Deposito di origine mista. Deposito eterogeneo, con stratificazione grossolana a matrice sabbiosa poco limosa, con intercalazioni di ghiaie e sabbie selezionate.
	c4 - Tili di alloggiamento Tili di alloggiamento. Sabbie ghiaiose-limose massive, molto addensate, con tessitura a supporto di matrice e ciottoli sfaccettati, smussati e strati.
	b - Deposito alluvionale e fluvio-glaciale Deposito alluvionale e fluvio-glaciale. Ghiaie sabbiose stratificate, a supporto di clasti, con ciottoli arrotondati, embricati, in matrice sabbiosa medio-grossolana.
Substrato pre-quaternario	
ZONA PIEMONTESE	
Unità inferiori eclogitiche: Unità di Zermatt Saas e della Grivola-Urtier	
Zermatt-Saas	
	Zs1 - Calcescisti s.l. indifferenziati. Calcescisti s.l. indifferenziati. Calcescisti pelitico-carbonatici e micascisti quarzosi a calcite e/o ankerite, granato a Plg, clivoidi e/o glaucofane, con intercalazioni di marmi, scisti filitici, quarziti micacee ed ciotoli in corpi non rappresentati.
	Zs13 - Anfiboliti Anfiboliti albitiche. Anfiboliti in facies scisti verdi, con aggregati elastici di anfiboli calici albitici, epidoto, clorite e frequenti reitti eclogitici (granato, glaucofene, rutile, rara omphacite urtilizzata), in corpi anche di notevole spessore.

5.6 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

Il settore oggetto dell'intervento risulta essere posto all'interno delle **ZONE** inedificabili per frana e delle **FASCE** inedificabili per inondazione (artt. 35 e 36 L.R. 11/98 e suc. mod.). Gli interventi ricadono nelle zone F1, F2 e F3 per frana e nelle fasce A, B e C (si rimanda al capitolo "Ambiti inedificabili" per ulteriori dettagli).

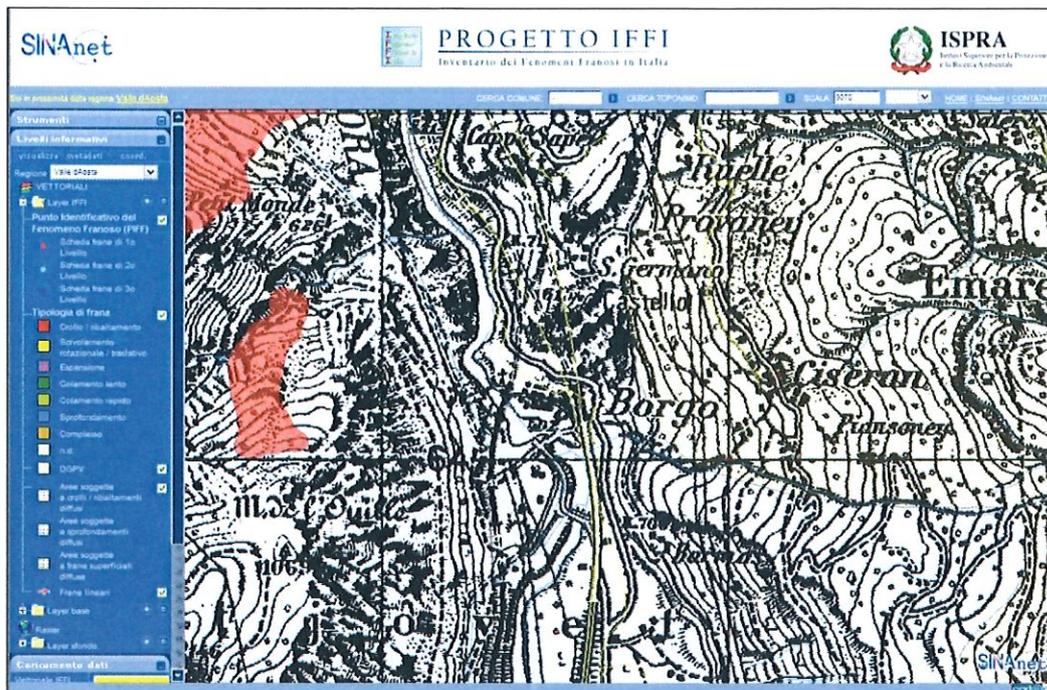
5.6.1 Documentazione ambiti inedificabili

Nella relazione del 2002 di InGeo relativa agli ambiti inedificabili, nel settore vengono segnalati diversi fenomeni gravitativi legati, in particolare, alle ripide falesie sottostanti Château de Chenal.

5.6.2 Documentazione IFFI

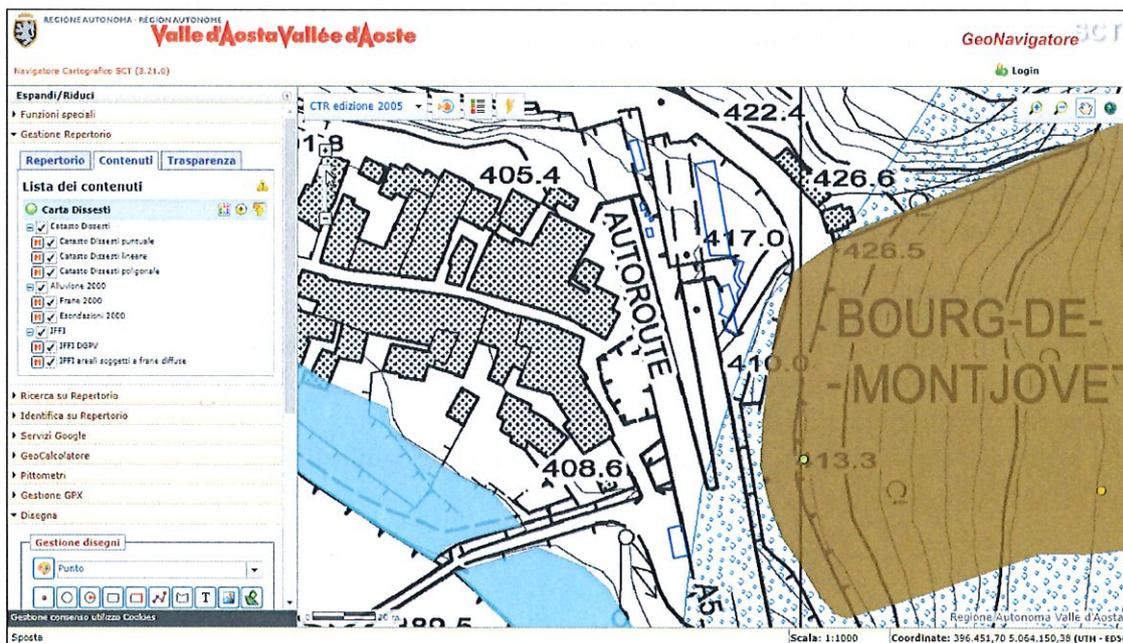
Secondo il PROGETTO IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) i settori oggetto di studio sono posti al margine di zone franose censite. Tutto il versante è ricompreso all'interno di una DGPV.

Di seguito si riporta uno stralcio della cartografia del progetto IFFI.

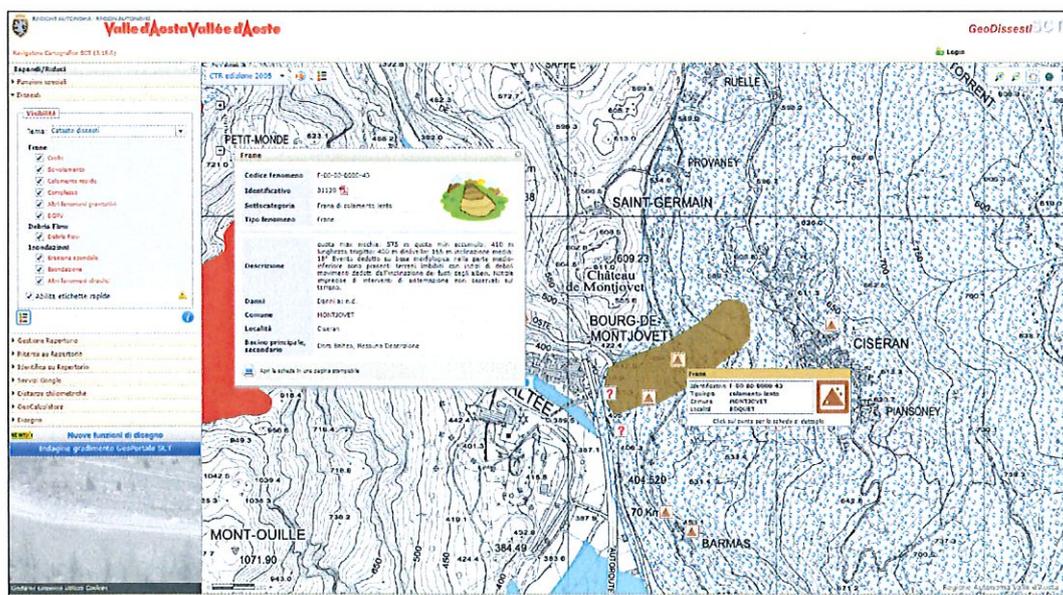
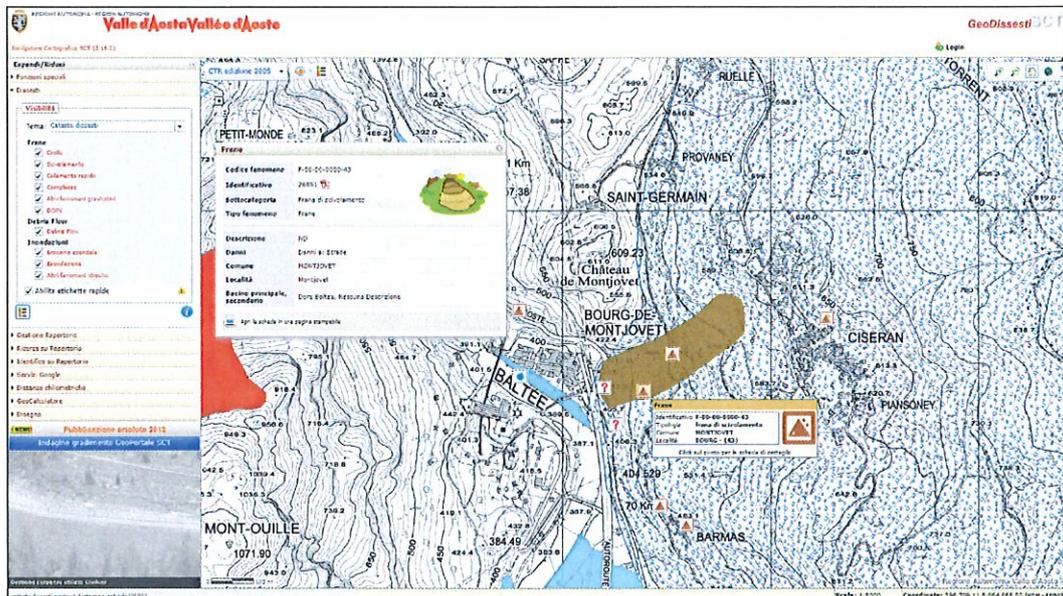
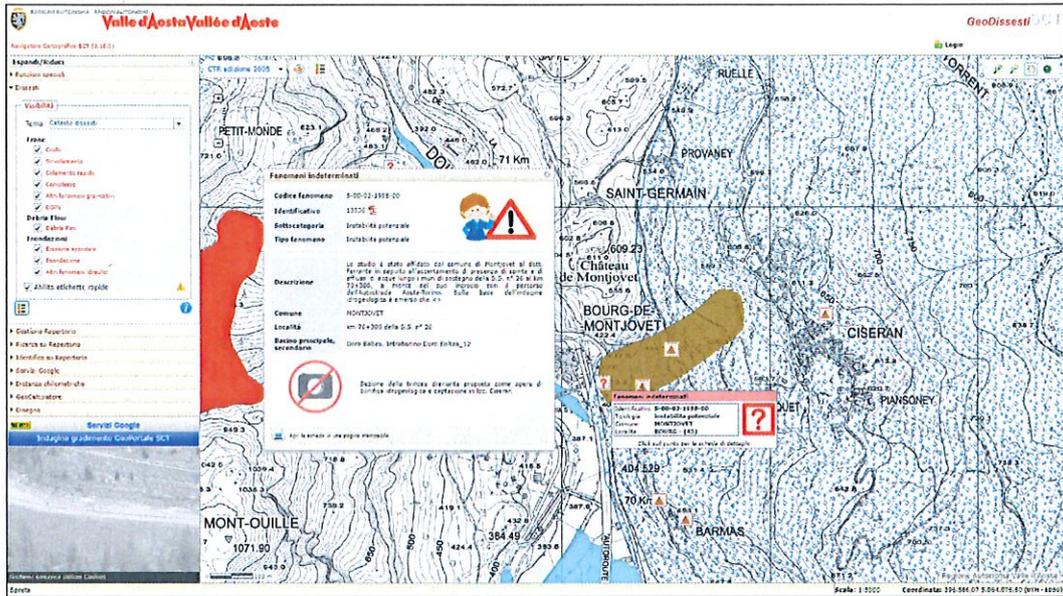


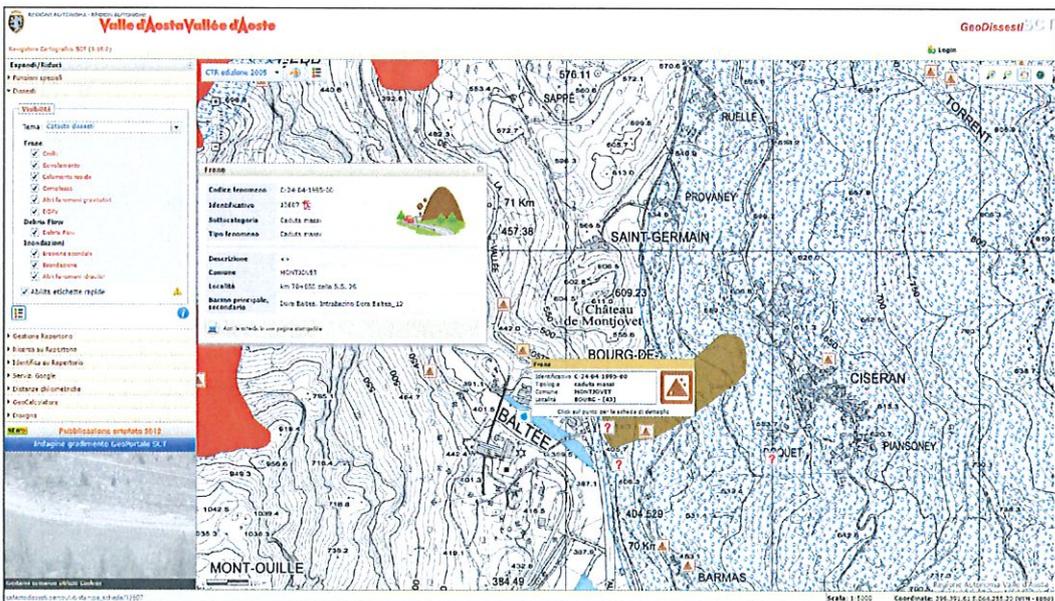
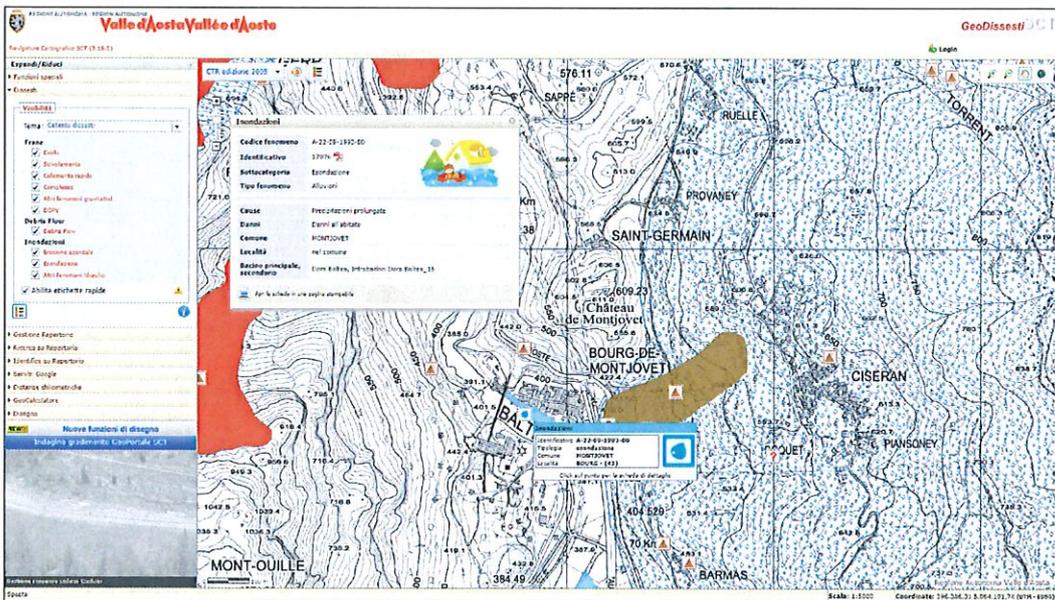
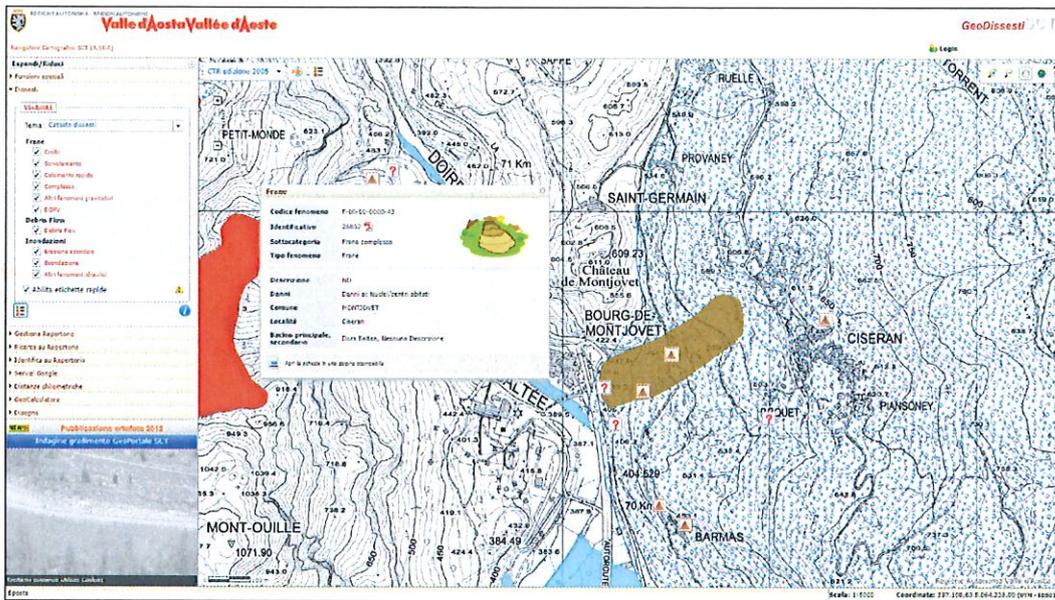
5.6.3 Catasto dissesti SCT – RAVDA

Secondo la carta dei dissesti della RAVA, che include anche le zone censite dal PROGETTO IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), nei settori oggetto di studio si segnalano fenomeni di dissesto che tuttavia lambiscono solamente le opere.



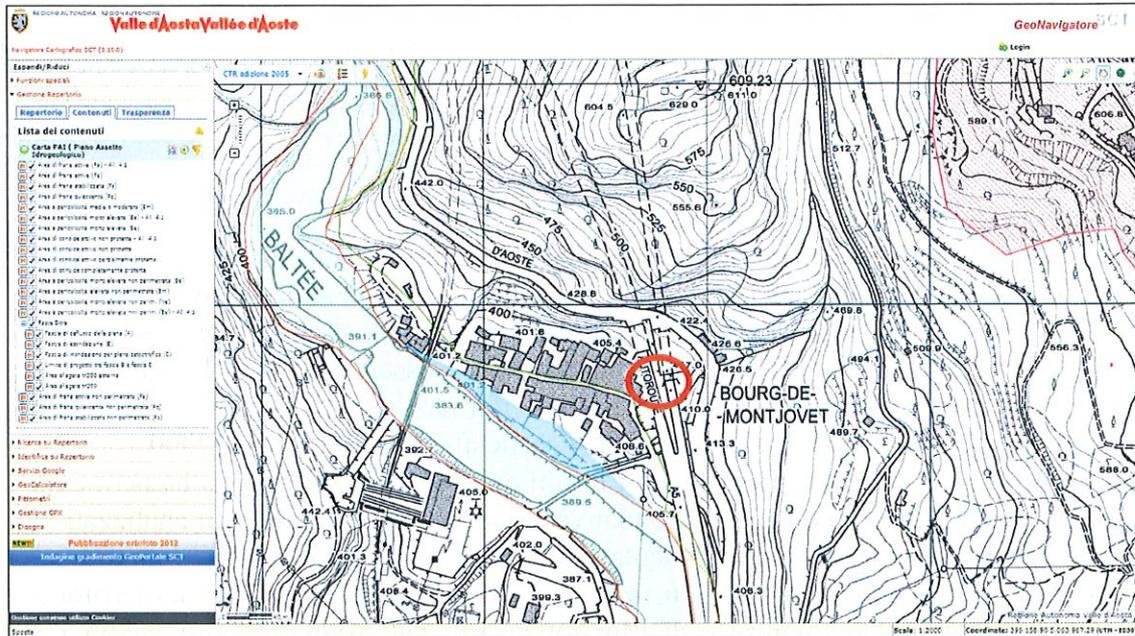
GeoDissesti – GeoNavigator – sito web RAVA





5.6.4 PAI

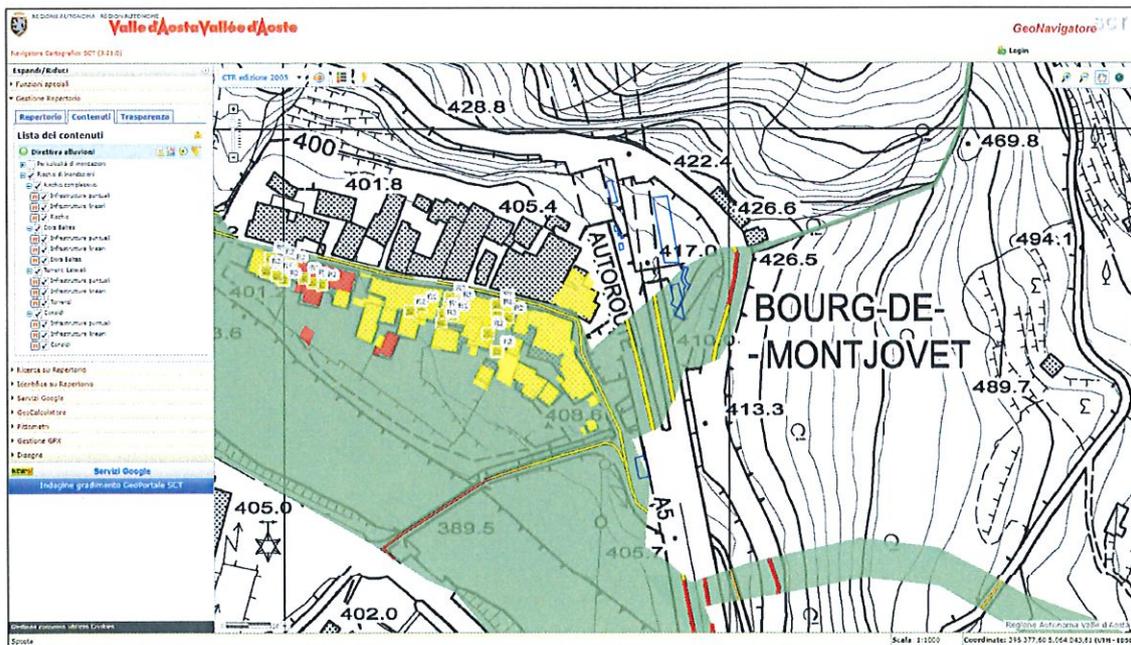
Consultando infine la cartografia del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po (denominato anche PAI), si segnala che il settore ove verrà realizzato l'intervento per la galleria Petit Monde non rientra direttamente nelle zone a rischio individuate dal piano.



Carta PAI – GeoNavigator – sito web RAVA

5.6.5 Direttiva alluvioni e Piano di Gestione del Rischio Alluvioni P.G.R.A.

Di seguito si riportano le planimetrie del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni P.G.R.A. relativamente al settore ove sorgeranno le opere in progetto: si tratta in generale di fasce prative poste in sinistra idrografica della Dora Baltea e lungo il torrente di Montjovet cui è stato attribuito il livello di rischio più basso, ovvero R1.



Carta del rischio di inondazioni (Direttiva Alluvioni) - GeoNavigator SCT – sito web RAVDA
 Dettaglio livello di rischio: R1



5.6.6 PSInSARTM

Ad integrazione dei dati raccolti nell'ambito del progetto IFFI, è stato effettuato a fine 2007 uno studio denominato PSInSARTM (realizzato per RAVA da IMAGEO S.r.l. di Torino) che si basa sull'acquisizione ed interpretazione di dati da satellite: si sono resi disponibili 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 nel periodo 1992-2000.

In particolare, l'interpretazione dei dati forniti dalla tecnologia suddetta ha permesso di realizzare alcune schede monografiche, relative a quei settori che sono stati analizzati in dettaglio e in cui si sono riconosciuti particolari movimenti in superficie.

La scheda n° 7, sotto riportata, illustra il settore in DGPV individuato nel territorio compreso tra i comuni di Emarèse e di Montjovet. Tali dati sono stati resi pubblici a seguito del "Corso breve per l'illustrazione dei risultati della revisione dell'inventario IFFI della Regione Valle d'Aosta, a fronte dell'interpretazione dei risultati dello studio PSInSAR sull'intero territorio regionale" svolto il 22 aprile 2010.



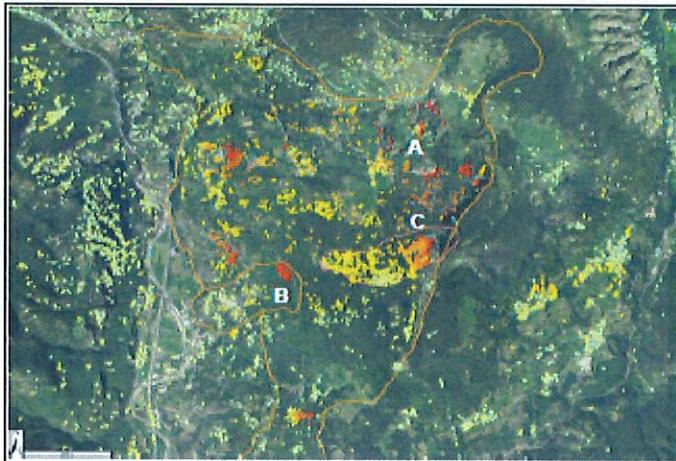
Regione Autonoma Valle d'Aosta
Servizio Geologico
Centro Funzionale

Interpretazione dati PSInSAR™
sul territorio regionale valdostano

7 – DGPV di Emarese

SCHEDA N° 7

Nome: DGPV di Emarese
ID IFFI: 50165
Comune: Emarese – Mont Jovet
Coordinate UTM ED 50
Est: 398481
Nord: 5063761



Descrizione: Ampia DGPV che interessa l'intero versante sud-occidentale della Tete-de-Comagne e che coinvolge gli abitati di Montjovet e di Emarese; l'inventario IFFI censisce una DGPV suddivisa in un corpo principale A e un settore riattivato al piede B; sulla superficie della DGPV vengono riconosciuti in IFFI numerosi fenomeni di frana fra cui si cita il corpo C; i dati PS permettono di riconoscere aree a dinamica più rapida all'interno della DGPV principale e dei corpi secondari; *le velocità sono relative alle misure effettuate con tecnica PSInSAR™ nel periodo 1992-2000.*

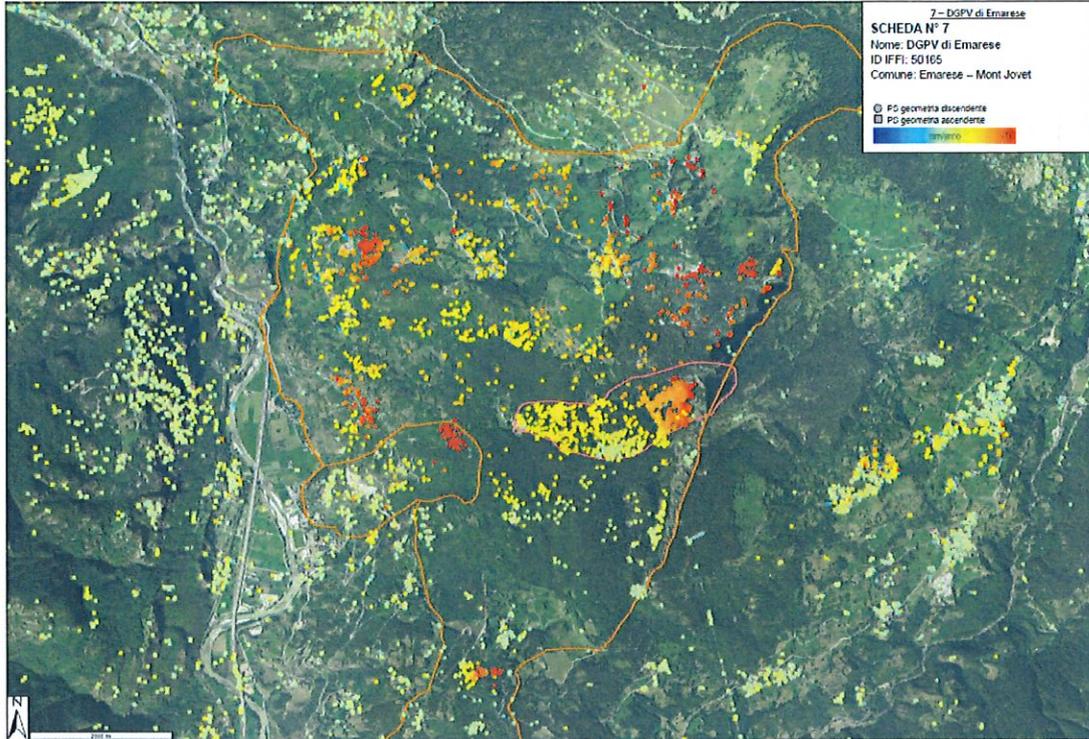
	Geometria	N° PS contenuti	Velocità PS MEDIA	DEV. STAND.
Intera DGPV	Desce	3888	-4,42	3,51

A CURA DI: IMAGEO S.r.l. – via Valperga Caluso, 35 – TORINO – P.IVA e C.F. 09715950011
Registro Imprese di Torino n. 09715950011 – R.E.A. TO-1075214



Regione Autonoma Valle d'Aosta
Servizio Geologico
Centro funzionale

Interpretazione dati PSInSAR™
sul territorio regionale valdocatano



7 - DGPV di Emarese
SCHEDA N° 7
Nome: DGPV di Emarese
ID IFFI: 50165
Comune: Emarese - Mont Jovet

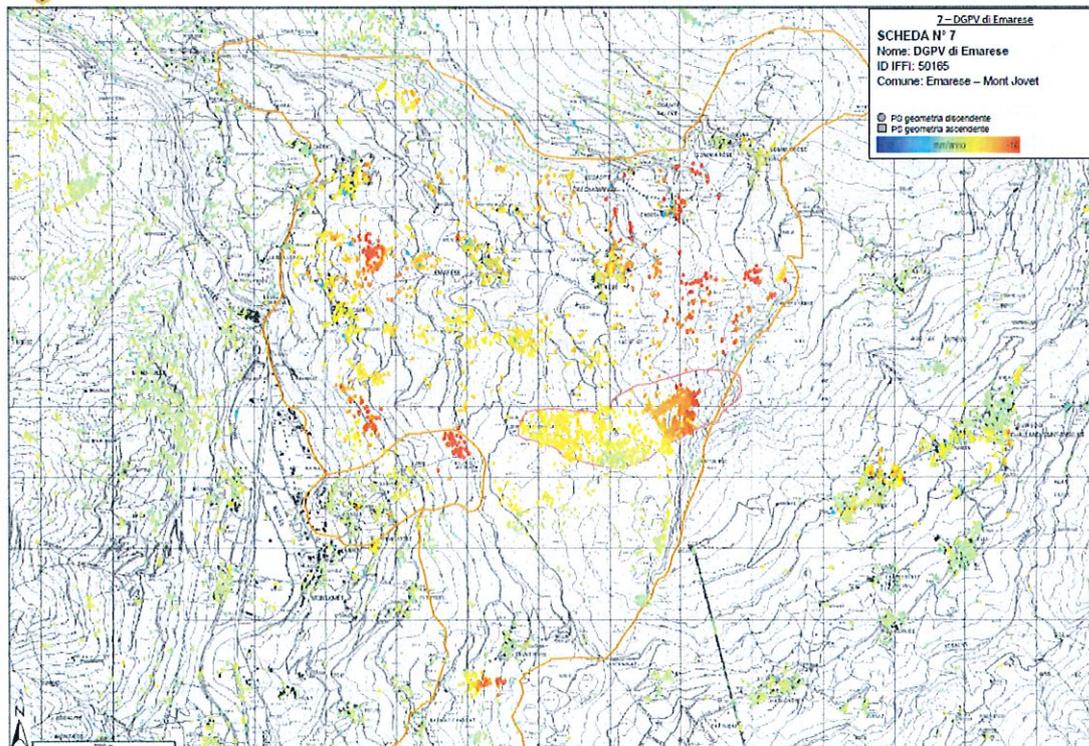
○ PO geometria discendente
□ PO geometria ascendente

A CURA DI: IMAGEO S.r.l. - via Valperga Caluso, 35 - TORINO - P.IVA e C.F. 09715950011 Registro Imprese di Torino n. 09715950011 - R.E.A. TO-1075214



Regione Autonoma Valle d'Aosta
Servizio Geologico
Centro funzionale

Interpretazione dati PSInSAR™
sul territorio regionale valdocatano



7 - DGPV di Emarese
SCHEDA N° 7
Nome: DGPV di Emarese
ID IFFI: 50165
Comune: Emarese - Mont Jovet

○ PO geometria discendente
□ PO geometria ascendente

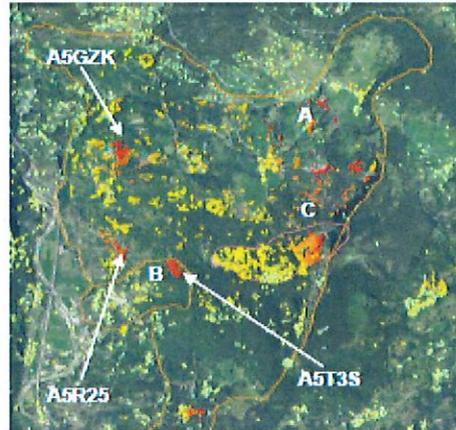
A CURA DI: IMAGEO S.r.l. - via Valperga Caluso, 35 - TORINO - P.IVA e C.F. 09715950011 Registro Imprese di Torino n. 09715950011 - R.E.A. TO-1075214



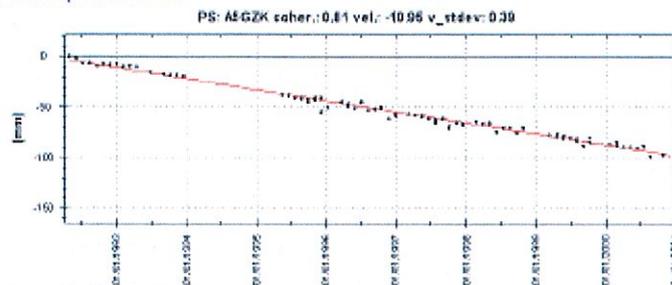
7 – DGPV di Emarese

SERIE STORICHE:

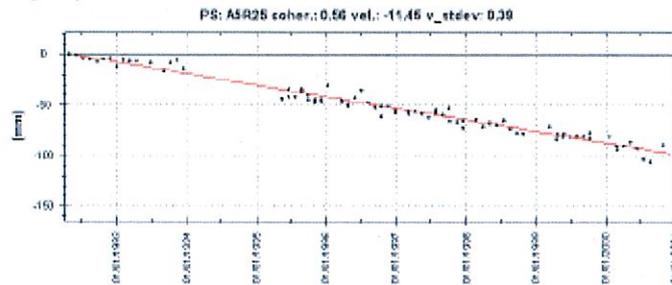
Geometria discendente: si riconoscono aree a dinamica più rapida nei settori di nicchia dei corpi B e C dove le velocità PS sono dell'ordine della decina di mm/anno, entrambi i corpi presentano velocità decrescenti verso il piede. I settori di Ciseran e di Gaspard mostrano anch'essi velocità prossime alla decina di mm/anno e sono interpretabili come l'evoluzione della scarpata di piede della DGPV; le velocità sono relative alle misure effettuate con tecnica PSInSAR™ nel periodo 1992-2000.



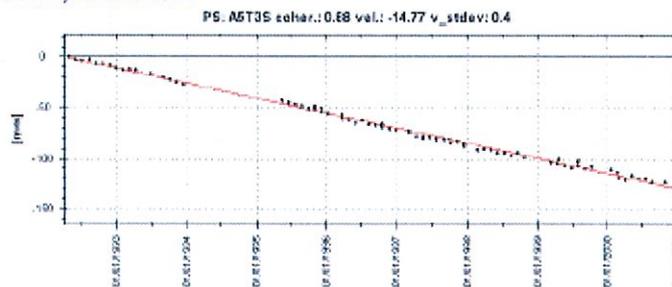
Settore di Ciseran, discendente



Settore di Gaspard, discendente

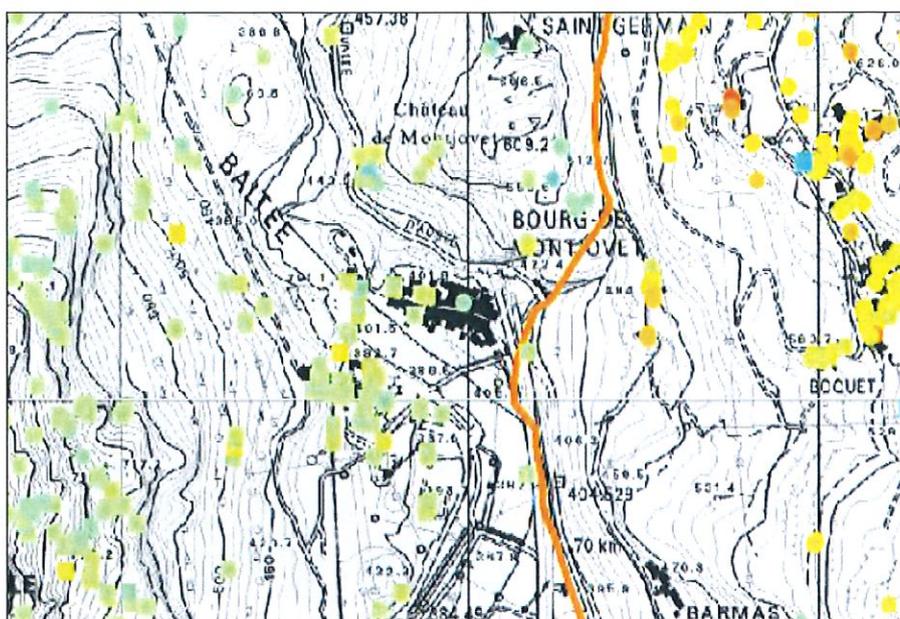


Settore B, nicchia, discendente



A CURA DI: IMAGEO S.r.l. – via Valperga Caluso, 35 – TORINO – P.IVA e C.F. 09715950011
Registro Imprese di Torino n. 09715950011 – R.E.A. TO-1075214

Il settore in cui verrà realizzata l'opera per la galleria Montjovet risulta essere posta immediatamente al piede della DGPV, ma anche in questa zona sono stati riconosciuti movimenti superficiali solo di piccola entità, pari a pochi millimetri all'anno.



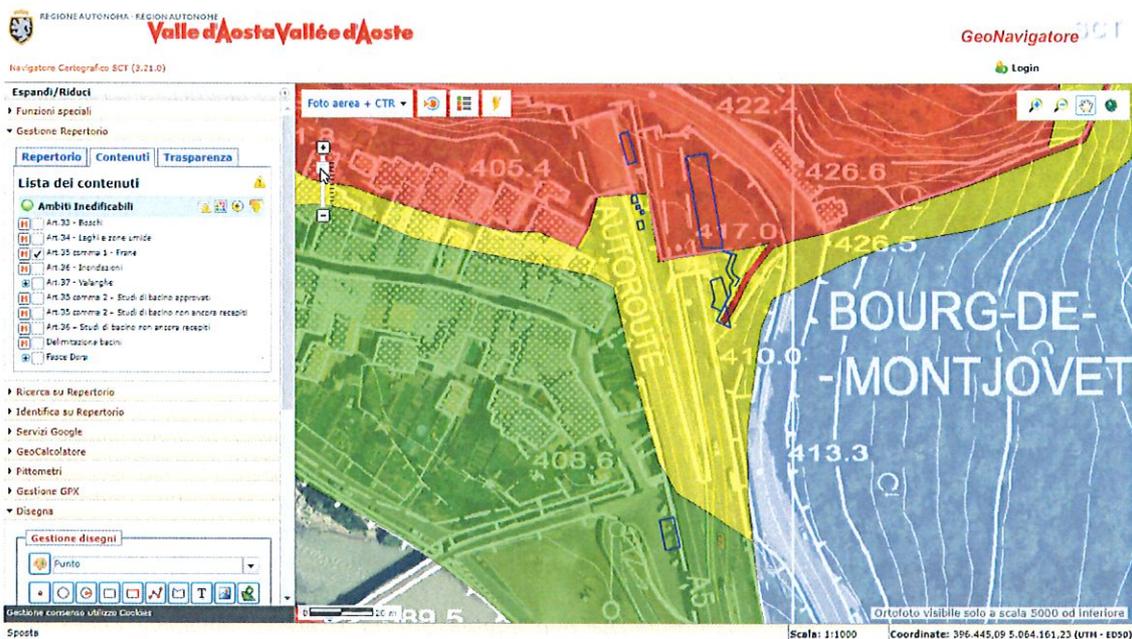
Relativamente al tipo di intervento previsto in progetto, la maggiore problematica è data dalla possibile caduta massi del versante della “Mongiovetta” sul settore di progetto della galleria Montjovet.

6. AMBITI INEDIFICABILI E VINCOLI TERRITORIALI

Il settore oggetto degli interventi risulta essere posto all'interno delle **ZONE** inedificabili per frana e delle **FASCE** inedificabili per inondazione (artt. 35 e 36 L.R. 11/98 e suc. mod.); non rientra nel vincolo idrogeologico.

Nello specifico, l'areale ove si realizzeranno le opere rientra in zona F1, F2 e F3 per frane ed in fascia A, B e C per inondazione.

VINCOLI	Riferimenti di legge	PRESENZA	PARERE
<i>Ambiti inedificabili – aree boscate</i>	<i>art. 33 – L.R. 11/98 e s.m.i.</i>		
<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>		
<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>		
<i>Vincolo idrogeologico</i>	<i>R.D. 3267 – 30/12/1923</i>		



Art. 35 – 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

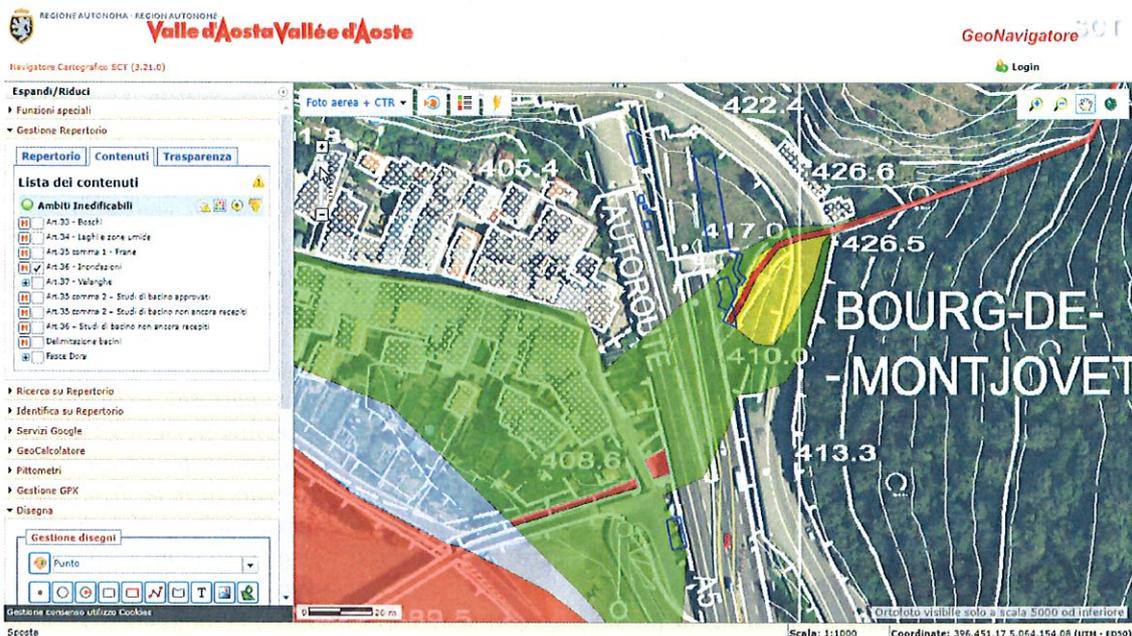
2. *Nelle aree ad alta pericolosità di cui all'art. 35, comma 1– F1, sono consentiti:*
 - a) *i seguenti interventi su edifici e fabbricati esistenti:*
 - 1) *gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria;*
 - 2) *gli interventi di restauro e di risanamento conservativo sui fabbricati classificati 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. 36 – 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 commesse 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.

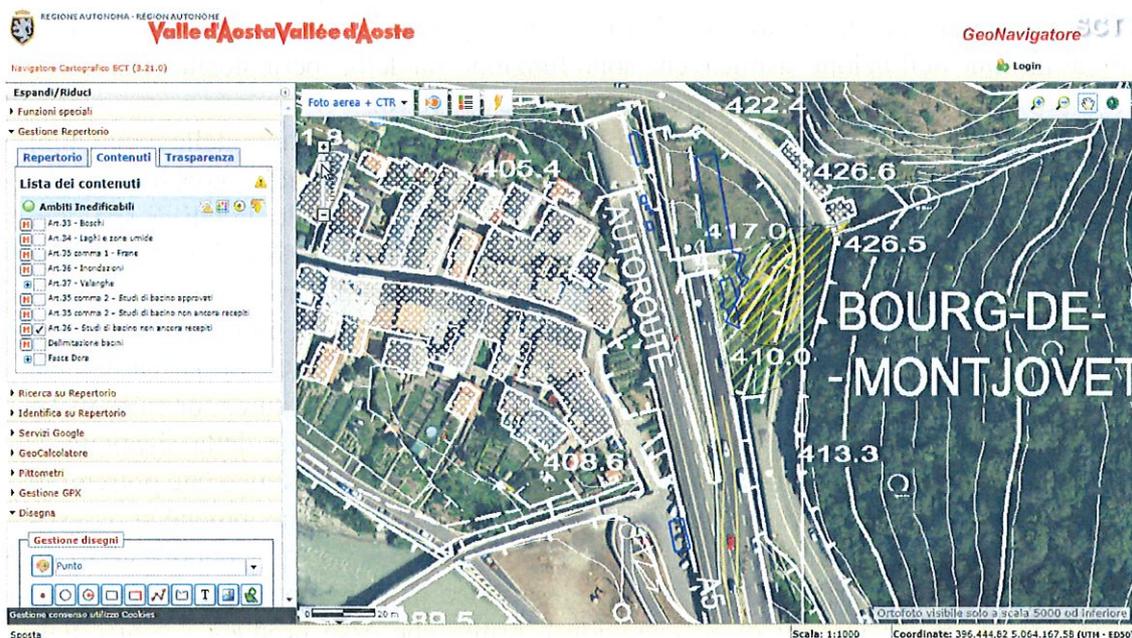
3. Nelle aree della Fascia A i progetti degli interventi, ammissibili secondo quanto previsto al punto 2. precedente e strutturalmente rilevanti, secondo quanto indicato nel capitolo sulle definizioni generali, devono essere corredati anche da uno specifico studio sulla compatibilità dell'intervento 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 – in validazione GeoNavigator – Sito web RAVA

Le opere, quantunque considerate come nuova costruzione in settori ad elevata e media pericolosità per frana e inondazione, possono essere autorizzate ai sensi dell'art. 38, comma 12 della LR 11/98 e smi.

Art.,38.

...

12. In caso di motivata necessità, la Giunta regionale con propria deliberazione, su proposta del Comune interessato, può autorizzare l'esecuzione di interventi diretti alla salvaguardia di rilevanti interessi economici e sociali. In tali casi, i progetti devono essere corredati di 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.

7. MODELLAZIONE SISMICA

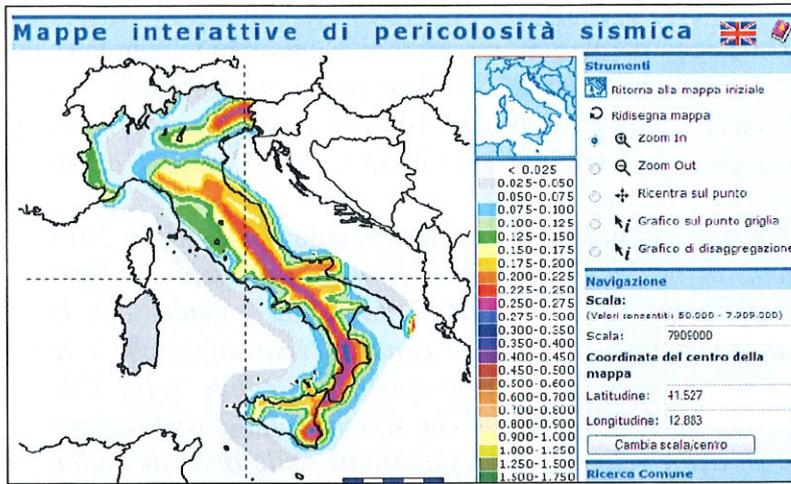
7.1 PREMESSE

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 ϵ , 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} .

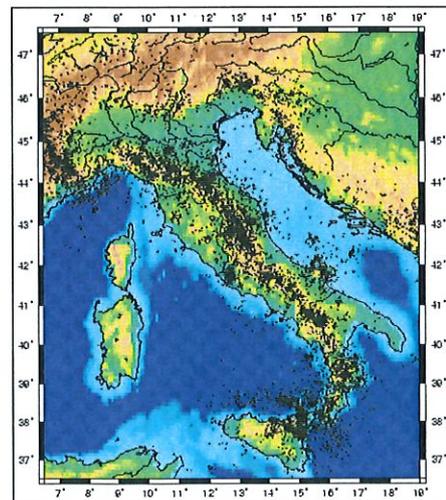
Per la determinazione delle azioni sismiche di progetto la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita facendo riferimento ad un sito rigido con superficie topografica orizzontale in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

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.

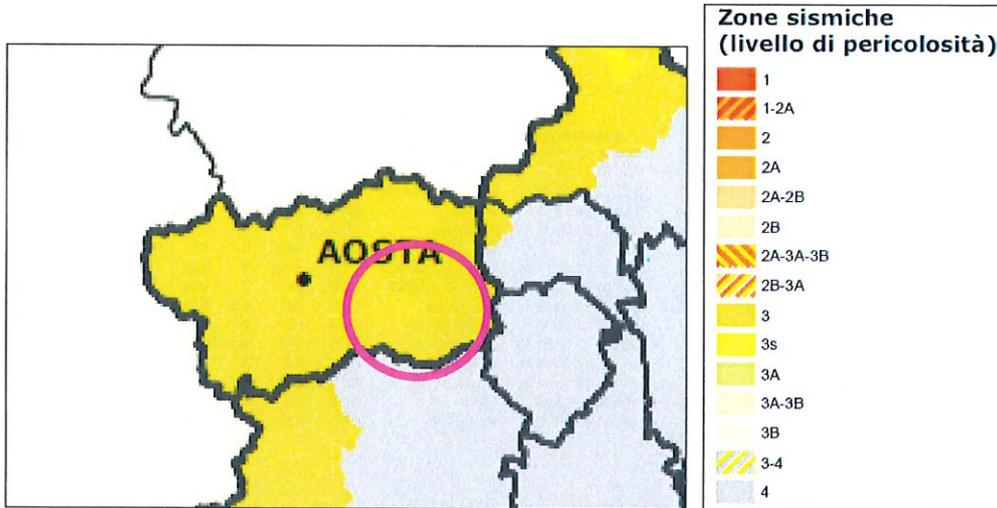
Nel D.M. 14 Gennaio 2008 e nel suo successivo aggiornamento del Gennaio 2018 viene evidenziato che, *“Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3. In alternativa, 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”.

7.2 DEFINIZIONE DEL TERREMOTO DI PROGETTO

L'area di Montjovet 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”.**

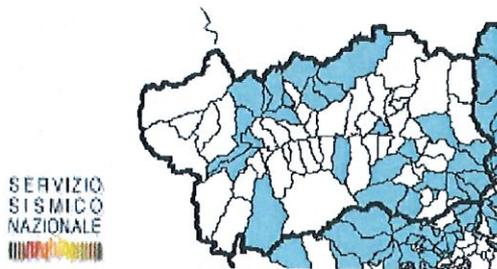
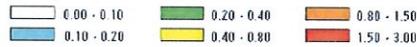
	Presidenza del Consiglio dei Ministri Dipartimento della protezione civile Ufficio rischio sismico e vulcanico
	Classificazione sismica al 2015 Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell'Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274. Atti di recepimento al 1° giugno 2014. Abruzzo: DGR 29/3/03, 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 Montjovet (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)



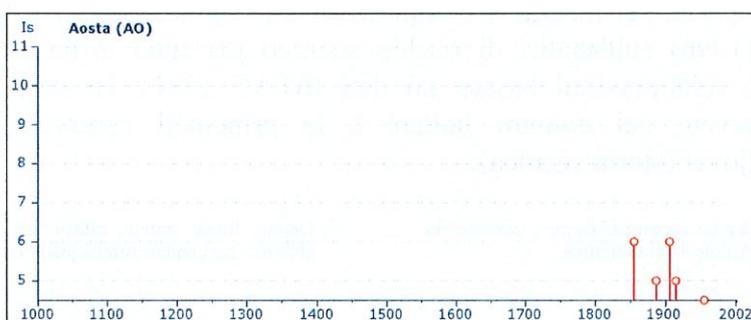
COD-ISTAT	COD-94	DENOMINAZIONE	IMAX
2007043	2007043	Montjovet	7

Seismic history of Aosta
[45.737, 7.313]

Total number of earthquakes: 15

Is	Effects	Earthquake occurred:					
		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 SUSA	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
2007043	Montjovet	V	5,18	48	5,25	45

7.3 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	IV	V_R
	Coefficiente d'uso	
	C_U	
50	2	100

7.4 DEFINIZIONE DELLE FORME SPETTRALI

Di seguito si riportano gli spettri di risposta, la variabilità dei parametri ed i valori di a_g , F_0 e T_c riferiti al sito in oggetto calcolati con il programma SPETTRI-NTC ver. 1.0.3.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATTITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_n info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_u info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="60"/>			
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="101"/>			
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="949"/>			
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1950"/>			

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

---D--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

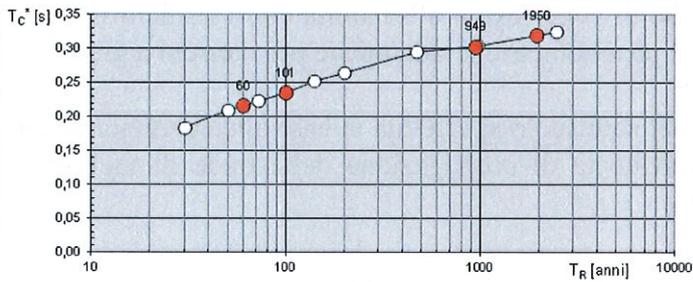
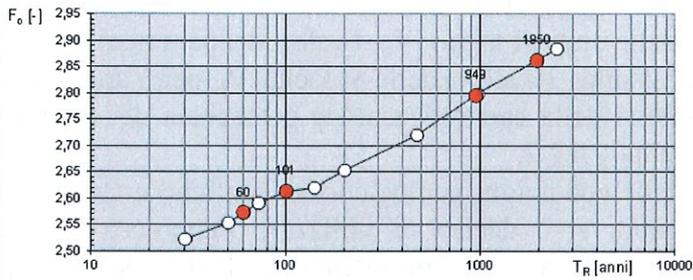
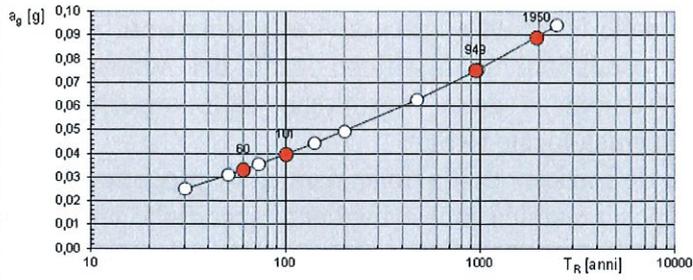
Strategia di progettazione

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

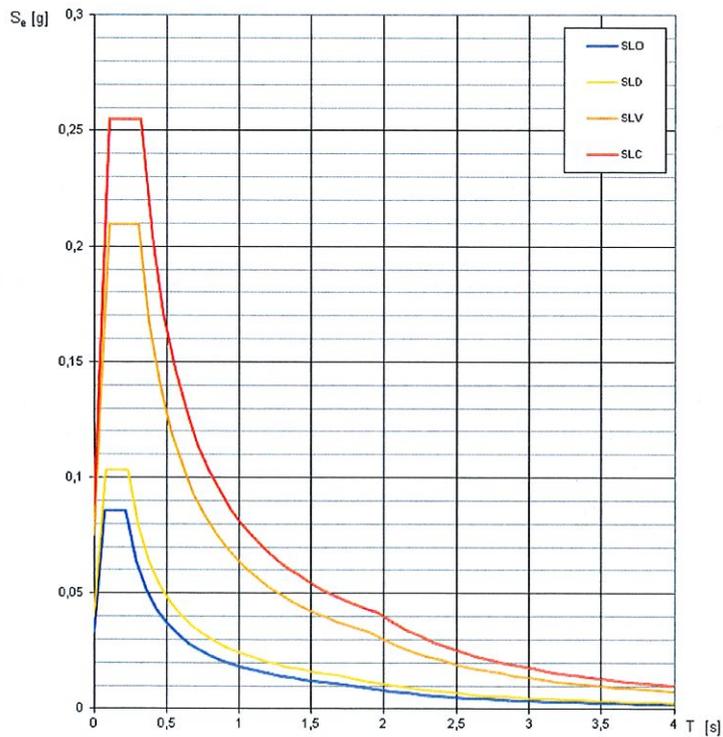
Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0,033	2,572	0,215
SLD	101	0,040	2,614	0,235
SLV	949	0,075	2,796	0,303
SLC	1950	0,089	2,862	0,319

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C in funzione del periodo di ritorno T_R



Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



7.5 ANALISI DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

L'azione sismica individuata al capitolo precedente, viene successivamente variata, con le modalità precisate dalle NTC 08 e successivi aggiornamenti, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni stratigrafiche locali del sottosuolo, effettivamente presenti nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie; tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale (RSL).

Quindi, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi di dettaglio. 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, V_S . I valori dei parametri meccanici necessari per le analisi di risposta sismica locale o delle velocità V_S per l'approccio semplificato costituiscono parte integrante della caratterizzazione geotecnica dei terreni compresi nel volume significativo, di cui al § 6.2.2.

In considerazione delle condizioni geologico-stratigrafiche e strutturali ed alla luce dell'importanza del progetto, si è deciso di utilizzare l'approccio semplificato. Tale approccio prevede che i valori di V_S vengano ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, vengano 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.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Con:

h_i	spessore dell' <i>i</i> -esimo strato;
$V_{S,i}$	velocità delle onde di taglio nell' <i>i</i> -esimo strato;
N	numero di strati;
H	profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, il D.M. 14.01.08 e l'aggiornamento del gennaio 2018 definisce le seguenti categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazioni. Per queste cinque categorie di sottosuolo, le azioni sismiche sono definibili come descritto al § 3.2.3 delle presenti norme. Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche.

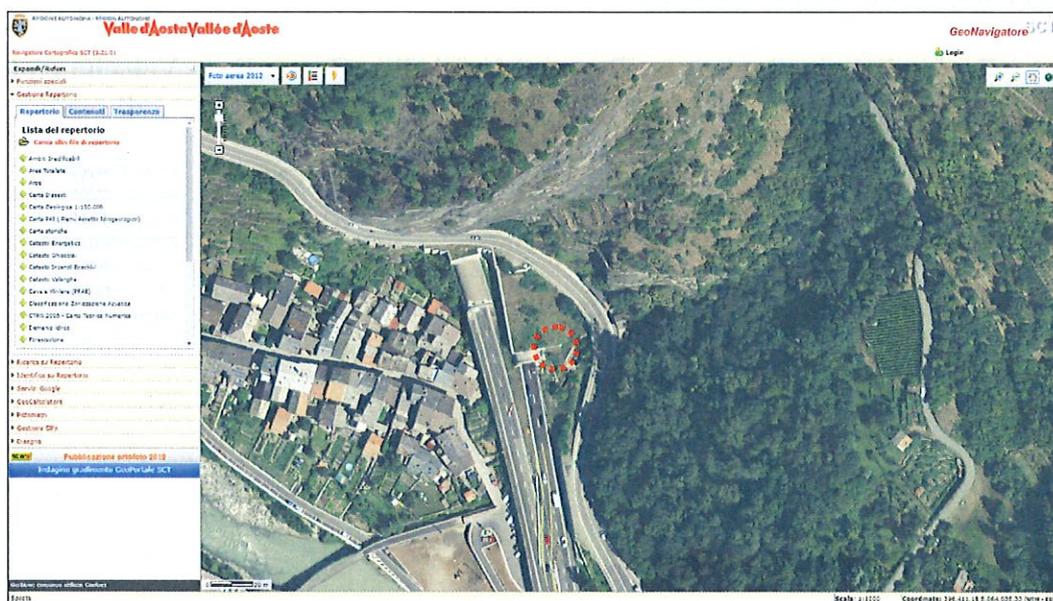
Di seguito si riporta la tabella con i differenti tipi di profilo:

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

7.5.1 *Indagine geofisica tramite tecnica HVSR*

Per la caratterizzazione sismostratigrafica del terreno attraverso la misura della velocità di propagazione delle onde di taglio, è stata effettuata, nel settore in oggetto, una prova geofisica indiretta (HVSR), di cui si riportano di seguito, in sintesi, l'ubicazione ed i risultati.



Planimetria dell'indagine HVSR – GeoNavigator – sito web RAVA



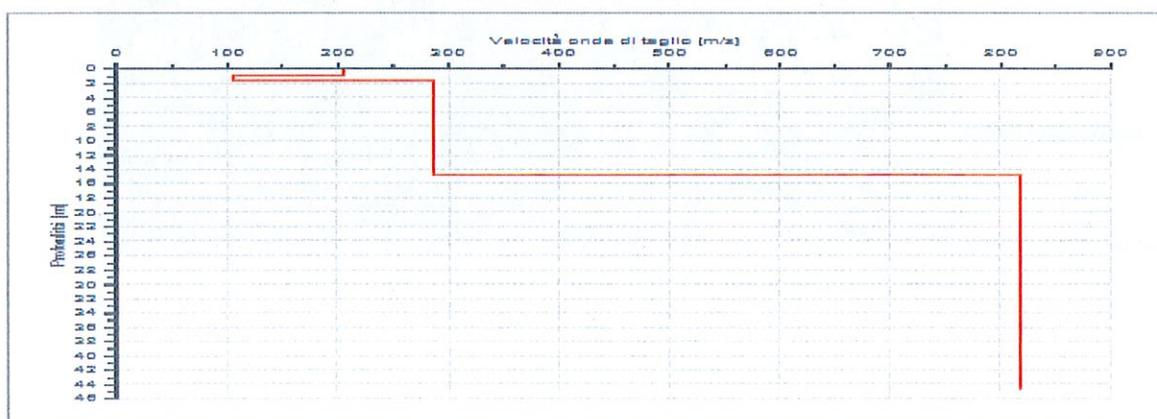
MODELLO STRATIGRAFICO

Dati riepilogativi:

- Numero strati: 4
- Frequenza del picco dell'ellitticità: 6,20 Hz
- Valore di disadattamento: 0,19

DATI DELLA STRATIGRAFIA

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0,8	18	0,3	206
2	0,8	0,8	18	0,3	106
3	1,6	13	18	0,3	287
4	14,6	30	25	0,2	818



7.5.2 *Analisi dei risultati delle indagini HVSR*

La situazione sismostratigrafica ricostruita sulla base delle indagini eseguite è risultata la seguente: è presente il bedrock rigido sismicamente ($V_s = 810$ m/sec) ad una profondità di circa 15 m, sottostante una copertura di terreni poco addensati, caratterizzata da velocità V_s comprese tra i 200 ed i 300 m/sec, nonché da un livello intermedio poco potente (ca. 0,5/1 m) con velocità pari a circa 100 m/s: quest'ultimo è interpretabile come

un livello più aerato, probabilmente dovuto alla presenza di materiali a granulometria più grossolana e di vuoti.

Considerando il piano di fondazione posto ad una profondità di circa 0,5 m dal piano di campagna, il valore della velocità $V_{s,eq}$ è pari a 260 m/s riconducibile ad una **categoria di sottosuolo E**, visto che il substrato è stato individuato ad una profondità non superiore a 30 metri.

h	V_s	h/V_s	$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$
0,3	206	0,001456	
0,8	106	0,007547	
13	287	0,045296	
14,1		0,0543	260 V_s

Categoria	Descrizione	Categoria sito specifica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.	
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.	
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.	
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.	
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.	X

7.5.3 Coefficiente di amplificazione stratigrafica S_s

L'influenza del profilo stratigrafico sulla risposta sismica locale può essere valutata in prima approssimazione con riferimento alle categorie di sottosuolo di cui ai capitoli precedenti. Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione:

$$a_{max} = S_s \cdot a_g$$

dove a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido ed S_s è il coefficiente di amplificazione stratigrafica.

Per categorie speciali di sottosuolo, per determinati sistemi geotecnici o se si intende aumentare il grado di accuratezza nella previsione dei fenomeni di amplificazione, le azioni sismiche da considerare nella progettazione possono essere determinate mediante specifiche analisi di risposta sismica locale. Queste analisi presuppongono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini e prove.

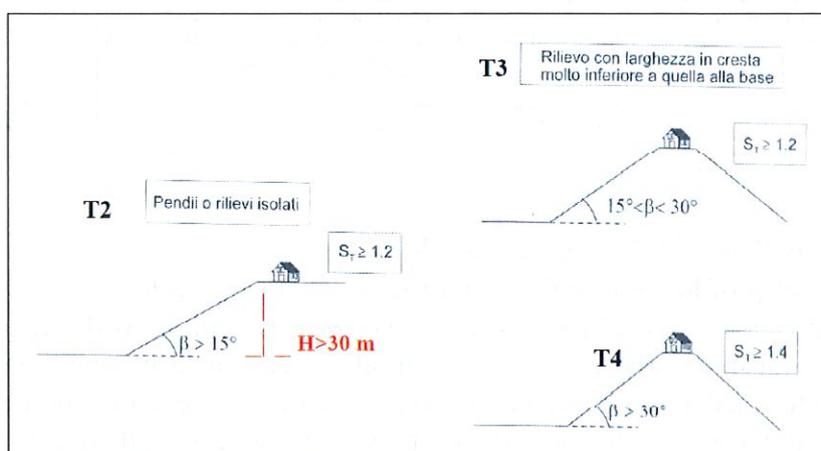
Per la valutazione delle azioni sismiche agenti nell'area in progetto si dovrà pertanto considerare il fattore S_s (fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione), ottenuto attraverso la formulazione sotto riportata, considerando la categoria di sottosuolo precedentemente individuata.

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C')^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C')^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C')^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C')^{-0,50}$

7.5.4 Coefficiente di amplificazione topografica S_T

Per la progettazione o la verifica di opere e sistemi geotecnici realizzati su versanti e per l'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii, la valutazione dell'amplificazione topografica può essere effettuata mediante analisi di risposta sismica locale o utilizzando il coefficiente di amplificazione topografica S_T . Il parametro S_T deve essere applicato nel caso di configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, di altezza superiore a 30 m.

Gli effetti topografici possono essere trascurati per pendii con inclinazione media inferiore a 15° .



Per quanto riguarda le condizioni topografiche si è classificato il settore nella categoria T2, in considerazione della morfologia del sito; il coefficiente di amplificazione topografica S_T risulta pertanto pari a 1,2.

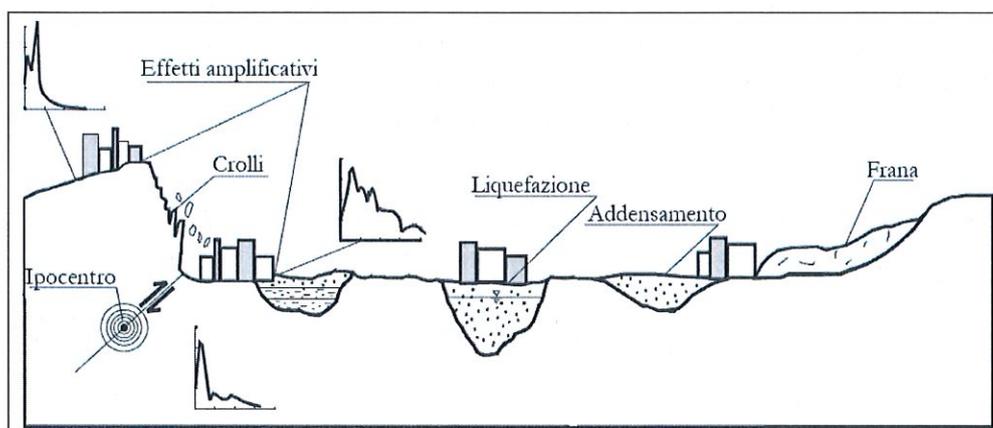
Categorie	S_T	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera
T1	1,0	Superficie pianeggiante, pendii con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	-
T2	1,2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	Sommità del pendio
T3	1,2	Larghezza in cresta molto minore che alla base, inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	Cresta del rilievo
T4	1,4	Larghezza in cresta molto minore che alla base, inclinazione media $i > 30^\circ$	Cresta del rilievo

7.6 PERICOLOSITÀ SISMICA DEL SITO

Il sito di costruzione ed i terreni in esso presenti devono in generale essere esenti da rischi di instabilità di pendii e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto.

Le situazioni geologiche e morfologiche, in cui le condizioni locali possono portare a una modificazione del segnale sismico in arrivo al sito su roccia sono essenzialmente tre:

- i depositi costituiti da terreni stratificati di caratteristiche meccaniche diverse da quelle della roccia sottostante (effetti stratigrafici 1D);
- i depositi di valle con bordi e morfologie del substrato irregolari dove le onde sismiche possono subire fenomeni di rifrazione e riflessione con generazione all'interfaccia di onde superficiali e concentrazioni di energia (effetti di bordo 2D-3D);
- la sommità di rilievi collinari, creste, promontori costituiti da formazioni rocciose, profili di versanti, pendii, bordi di terrazzi (effetti topografici)



Possibili effetti locali indotti da un evento sismico (Madiati C.)

La risposta sismica locale è condizionata, oltre che da fattori morfologici, cioè dalla collocazione del sito (valle stretta, cresta, pendio etc.), soprattutto dalla natura dei depositi sollecitati dalla vibrazione sismica: questi infatti amplificano l'accelerazione massima in superficie rispetto a quella che ricevono alla loro base, agendo al contempo da filtro del moto sismico, diminuendone l'energia complessiva ma modificandone la composizione con accentuazione di alcune frequenze e smorzamento di altre. A parità di impedenza sismica (prodotto della velocità delle onde di taglio V_s per la densità ρ) del bedrock, l'amplificazione inoltre è tanto più elevata quanto minore è l'impedenza sismica dei terreni di copertura. Si ha quindi che a ciascuna categoria di sottosuolo è associato uno spettro di risposta (S_e/T) che mostra la variazione in ampiezza dell'accelerazione al suolo in funzione del periodo delle vibrazioni del terreno: si ha "risonanza" e, quindi, particolare accentuazione dell'amplificazione, per periodo $T = 4h/V_s$, con h spessore della copertura e V_s velocità delle onde di taglio nella copertura; è noto che l'amplificazione massima del moto del suolo di un terreno si ha alla sua frequenza di risonanza.

$$\text{Frequenza e periodo fondamentale dello strato (F, T) } F=V_s/4H \quad T=4H/V_s$$

Risentimenti particolari si avranno qualora il periodo del terreno (frequenza) o comunque il periodo fondamentale (frequenza fondamentale) coincida con il periodo proprio del fabbricato (frequenza struttura), determinando, in questi casi, dannosi effetti di risonanza.

In base a quanto descritto nei capitoli precedenti, il sito non presenta particolari rischi di instabilità.

Lo strutturista dovrà valutare che il periodo del terreno (frequenza) o comunque il periodo fondamentale (frequenza fondamentale) non coincida con il periodo proprio della struttura (frequenza struttura), determinando, in questi casi, possibili dannosi effetti di risonanza.

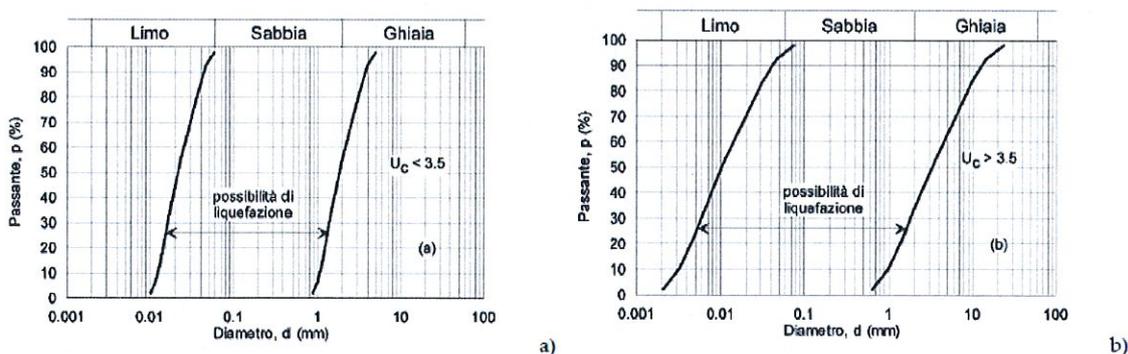
7.6.1 *Stabilità alla liquefazione*

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.



Nel caso in esame si può quindi escludere il rischio di liquefazione in quanto le accelerazioni massime attese al piano di campagna in assenza di manufatti sono minori di 0,1g e la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate precedentemente.

8. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLIZZAZIONE GEOTECNICA

Relativamente alle caratteristiche geotecniche, si fa riferimento alla relazione geologico-geotecnica allegata al progetto degli interventi di adeguamento delle gallerie al decreto legislativo n.264 del 5 ottobre 2006 – SINA – 11/2017.

Nello specifico la relazione individua essenzialmente depositi di riporto antropico.

Lo scavo delle opere avverrà all'interno di terreni di riporto sciolti costituiti in gran parte da materiali utilizzati in fase costruttiva delle opere adiacenti (galleria artificiale, scavo per metanodotto/oleodotto).

All'interno della piazzola spartitraffico è stata condotta una perforazione mediante trivella manuale (Figura 12) fino alla profondità di 40cm in cui è stato campionato terreno vegetale sabbioso di colore marrone scuro. Oltre tale profondità la conformazione granulale e compatta del terreno non ha permesso il proseguimento della prova.

La falda risulta assente.



Figura 12: Campionamento effettuato con trivella manuale(sinistra) e terreno campionato (destra).

In sede di calcolo, si potrà tenere conto della presenza di un'unica unità geotecnica caratterizzata dai valori medi di seguito presentati, desunti da prove realizzate su terreni simili (Tabella 3).

	Comportamento	Peso di Volume nat (kN/mc)	Densità Relativa (%)	Coesione efficace (kPa)	Angolo di attrito efficace (°)
Terreni di riporto	Drenato	18,5 – 19,5	40 – 50	0	33

Tabella 3: parametri geotecnici medi per le principali classi di depositi.

9. INTERFERENZA OPERE CON TORRENTE MONTJOVET

Il torrente Montjovet (Estdod o rivo Saint-Germain) è stato oggetto di specifici studi di bacino (DG n.2585 del 12/08/2005).

 REGIONE AUTONOMA DELLA VALLE D'AOSTA COMUNE DI EMARESE/MONTJOVET					
COMITENTE Regione Autonoma Valle d'Aosta Assessorato Territorio Ambiente ed Opere Pubbliche Dipartimento territorio ambiente e risorse idriche D.G. N. 2585 del 12 agosto 2005					
PROGETTO REDAZIONE SULLA BASE DI SPECIFICI STUDI DI BACINO, DEI PROGETTI PRELIMINARI DEI POSSIBILI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA SU ASTE TORRENTIZIE AD ALTA PERICOLOSITA'					
UBICAZIONE BACINO TORRENTE MONTJOVET					
FASE STUDIO DI BACINO					
COD. RAGGRUPP: 8		CODICE BACINO: 28		COD. ELAB: 028R0101	
ELABORATO <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">1.1</div>		OGGETTO RELAZIONE TECNICA			
SCALA					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	APPROV.
0	MARZO 2007	EMMISSIONE	D.M.	F.M.	G.M.
1	SETTEMBRE 2007	EMMISSIONE	D.M.	F.M.	G.M.
2	OTTOBRE 2007	REVISIONE	F.M.	D.M.	G.M.
PROGETTISTI  Dott. Forestale FABIO MAZZUCCO Via delle Stalle 85, 11100 Aosta Tel. +39 0168 1825017 e-mail: fm.mazzucco@alice.it			APPROVAZIONI ESTERNE		
 Geologo DARIO MORI Via Circumvallazione 48, 11059 Verma (AO) Tel/Fax +39 0168 520203 e-mail: geol-mori@virgilio.it - P.N.A. 00082820072					
 Ing. MASSIMO GAUDIO Studio Tecnico Associato Ing. Massimo Gaudio & Ing. Guido Tonbi					
Via Roma 2, 11027 Belsol-Vivonec (AO) Tel +39 0168 813540 Fax +39 0168 839180 P.N.A. 00082820074 e-mail: studiog@libero.it					

In tale studio il torrente è stato valutato dettagliatamente secondo le specifiche tecniche fornite dall'Amministrazione regionale.

Tralasciando le parti generali, di seguito si riportano gli stralci della relazione più significativi relativi al settore di indagine, ovvero alla tombinatura presente a monte dell'autostrada.

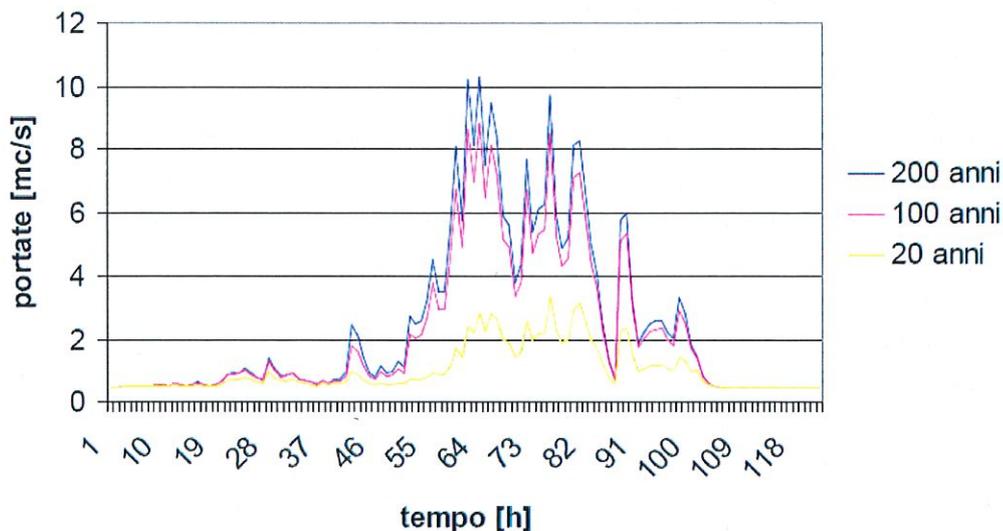
Idrogrammi di riferimento utilizzati per verifiche idrauliche

Sezione di chiusura a monte dell'autostrada

Il torrente raggiunge l'autostrada con un trasporto di sedimento ormai relativamente modesto, in relazione al fatto che il materiale derivante da colate detritiche ed, eventualmente, dalla loro trasformazione in mud-flood, si deposita nelle porzioni pianeggianti che precedono questo tratto (dissesti 3 e 4). Si valuterà quindi, per la verifica del tratto a monte dell'autostrada, un evento avente magnitudo pari a quanto precedente indicato per la chiusura del bacino, aumentato del 20% di trasporto solido. Tale valore è assunto a titolo cautelativo, indipendentemente dalla reale disponibilità di sedime.

Di seguito si indicano i picchi di flusso utilizzati per la verifica del cunettone a valle dell'attraversamento della strada statale n°26.

Portate a monte autostrada



Verifiche idrauliche e zonizzazione conseguente

Cunettone a monte autostrada, CT04, CT05

Il cunettone che contiene il Torrent de Montjovet, nel suo tratto terminale vede una disparità di forme, legate alla successione temporale degli interventi sull'asta torrentizia. Un primo punto, oggetto di verifica, è rappresentato dall'attraversamento del ponte della strada statale n°26.

In questo tratto il torrente cambia repentinamente pendenza, favorendo processi di deposizione, solo parzialmente mitigati dalla minore scabrezza del tratto finale dell'attraversamento stesso. Questi si presenta dapprima strozzato al suo imbocco, con il fondo piuttosto scabro e asta curvilinea. A queste condizioni al contorno si aggiunge la presenza di attraversamenti dati da tubi che restringono, di fatto la sezione utile. Si ritiene quindi necessario verificare la sezione utile, al passaggio delle portate associate ai diversi tempi di ritorno (sez.03, elaborato 1.2.7.1 e 1.2.7.2).

Attraversamento strada statale

Dati morfometrici

sezione trapezia	
larghezza base	2,5 [m]
scarpa	0,05 [x/1mY]
pendenza	0,05 [m/m]
raggio curva	8 [m]

Incognite

tirante	0,8 [m]
velocità	2,80 [m/s]
portata	5,69 [mc/s]
forza di trascinamento	25 [kgp/mq]

Dati idraulici

raggio idraulico	0,50 [m]
scabrezza (manning)	0,05 [m ⁻¹ ·0.5's]
sopraelevazione	0,52 [m]

diámetro el. lapideo mobilizzabile 0,3 [m]

Da quanto sopra risulta come già la portata con tempi di ritorno di cento anni, sia superiore a quella smaltibile dalla sezione, in condizioni ideali di mancanza di restringimento della sezione medesima, conseguente al deposito di materiale inerte e alla temporanea ostruzione, anche parziale, dovuta alla fluitazione di rami.

L'ultimo punto di verifica è dato dal tratto curvilineo del cunettone in cemento armato, immediatamente a monte dell'autostrada.

Questo tratto pur essendo caratterizzato da una pendenza modesta, vede una scabrezza sensibilmente inferiore al tratto precedente. La verifica condotta di seguito prevede la valutazione della sopraelevazione del tirante nel tratto curvilineo (sez.04, elaborato 1.2.7.1 e 1.2.7.2).

Tratto curvilineo sopra autostrada

Dati morfometrici

sezione trapezia	
larghezza base	4,6 [m]
scarpa	0,4 [x/1mY]
pendenza	0,05 [m/m]
raggio curva	20 [m]

Dati idraulici

raggio idraulico	0,42 [m]
scabrezza (manning)	0,03 [m ^{-1/3} -0.5's]
sopraelevazione	0,90 [m]

Incognite

tirante	0,5 [m]
velocità	4,20 [m/s]
portata	10,08 [mc/s]
forza di trascinamento	21 [kgp/mq]

diámetro el. lapideo mobilizzabile 0,2 [m]

Da quanto sopra si evince come lo sfioro dato dalla portata duecentennale, sia comunque gestito dal percorso della scalinata di arroccamento in c.a., che si comporterebbe come ulteriore canale di guardia.

L'analisi puntuale della pericolosità per inondazione ha mostrato che nel settore oggetto di indagine non si hanno grosse criticità: il tratto è in grado di smaltire le portate considerate. Come riportato nello studio di bacino, la porzione di torrente a monte della tombinatura autostradale, pur essendo caratterizzata da una pendenza modesta, vede una scabrezza sensibilmente inferiore al tratto precedente e quindi lo sfioro dato dalla portata duecentennale, è comunque gestito dal percorso della scalinata di arroccamento in c.a. parallela allo scolmatore, che si comporterebbe come ulteriore canale di guardia.



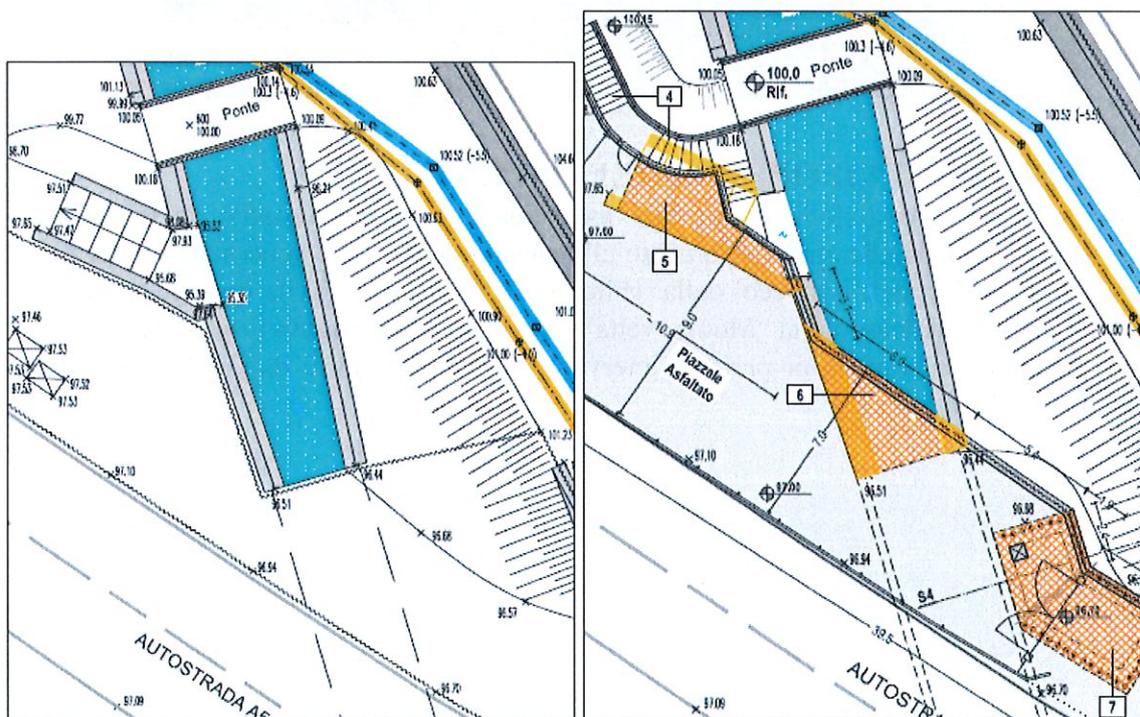
Le maggiori criticità della parte bassa del torrente sono individuate nell'attraversamento della strada statale n°26. Per lo studio di bacino è *necessario*

procedere alla risagomatura del solettone che ostruisce il torrente, al fine di aumentarne la sezione utile e spostare l'attraversamento delle reti presenti più a valle, staffandole sulla soletta del ponte. Questo intervento si prefigura come urgente, in relazione alla possibile interazione con la citata strada statale.



Il progetto prevede solamente il rifacimento della rampa di accesso alla scalinata del sottopasso e la “scapitozzatura” del canale per effettuare poi la costruzione di una piccola soletta.

Tale intervento non prevede la modifica della sezione del canale per cui non rilevano variazioni rispetto all'attuale assetto che, come descritto nello studio di bacino, individua opere già verificate anche per la piena duecentennale.



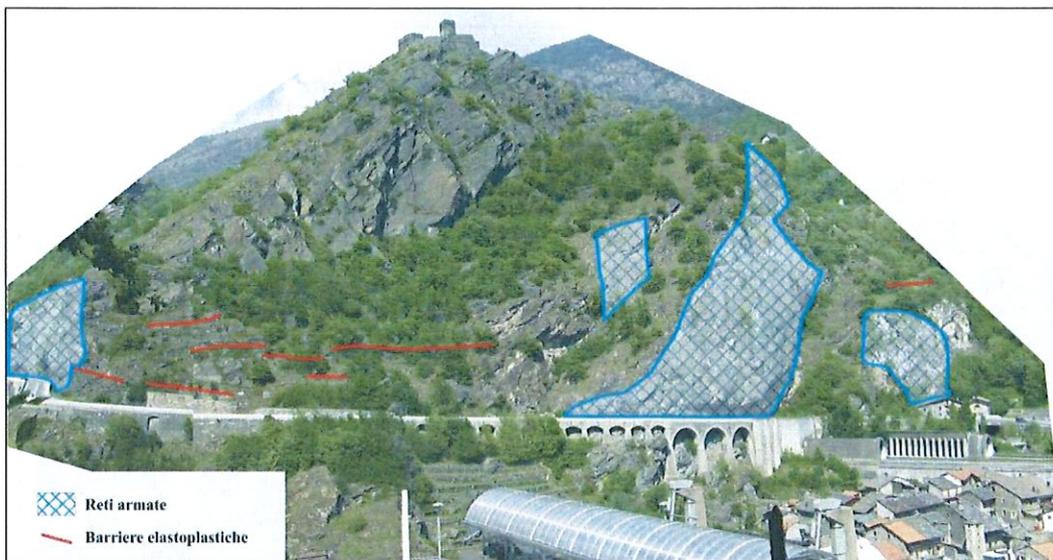
Stato di rilievo e stato di progetto

RIFERIMENTO LAVORAZIONI	
1	Porzione di Berlinese esistente da demolire
2	Porzione di Muro da demolire
3	Porzione di Muro da mantenere in opera mediante micropali
4	Nuove rampe scala con muri in c.a.
5	Demolizione scalinata e muri esistenti per formazione nuova rampa scala e soletta in c.a.
6	Scapolozzatura muri tombotto e formazione nuova soletta in c.a.
7	Nuova vasca accumulo con capienza >36mc



10. INTERVENTI ED OPERE PREESISTENTI

Rispetto alle condizioni di rischio individuato sulla cartografia degli ambiti inedificabili, si segnala che successivamente alla stesura degli stessi sono state realizzate, nel settore a monte dell'imbocco della galleria di Montjovet, delle nuove opere di protezione. Infatti sul dosso della "Mongiovetta" erano presenti già numerose opere attive e passive: si tratta per la maggior parte di interventi di difesa eseguiti dall'ANAS a tutela della sicurezza della S.S. 26.

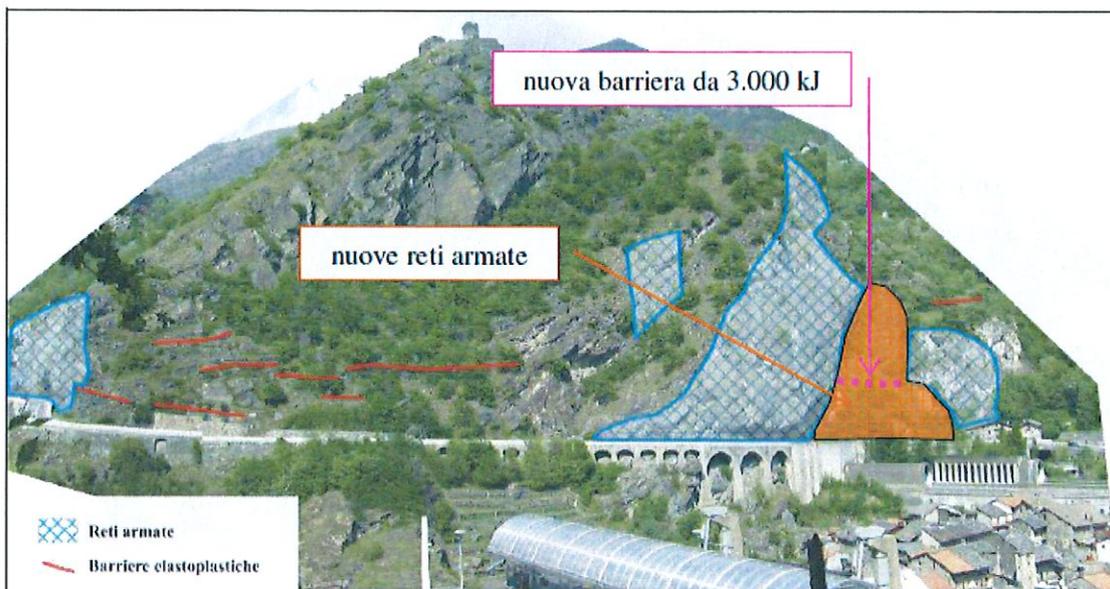


Dosso di Montjovet – SS 26 – opere di difesa esistenti

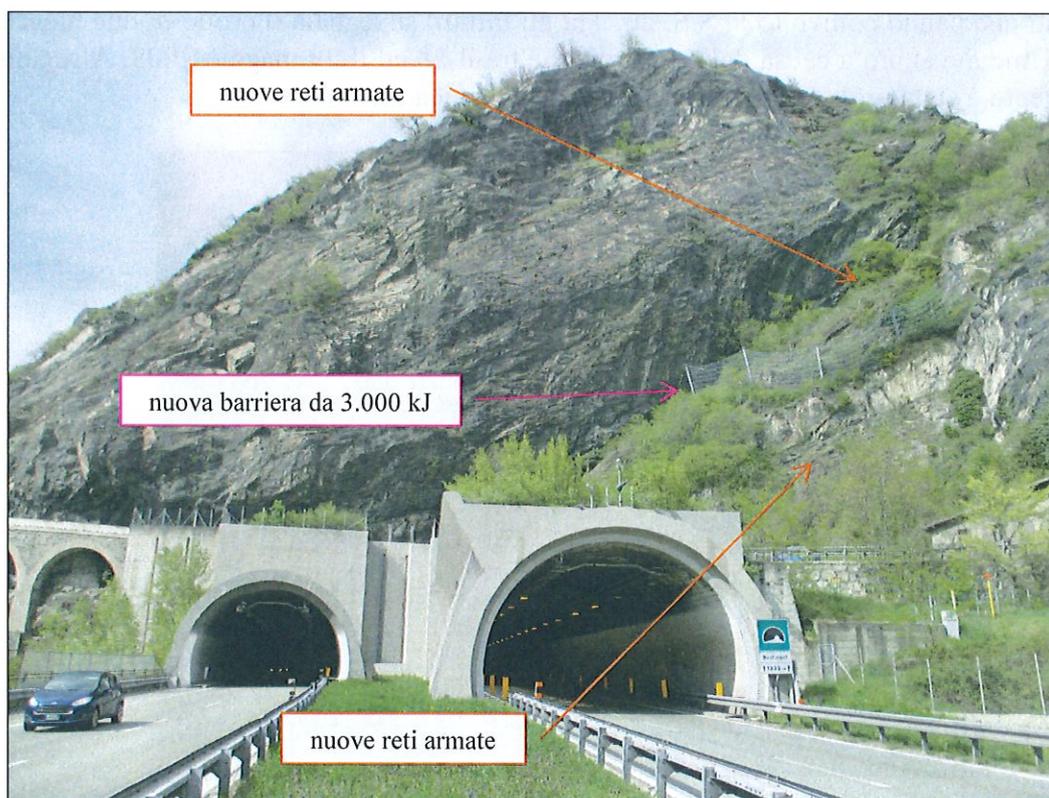
Le opere sono state eseguite in tempi diversi, a seguito di eventi di crollo più o meno importanti che hanno coinvolto la S.S. 26. Tra gli ultimi, si segnala il crollo di due blocchi di circa 1 mc avvenuto a causa delle forti piogge tra il 28 ed il 29 maggio 2008. A seguito di tale evento è stata prolungata una barriera elastoplastica esistente.



A cavallo tra il 2009 e il 2010, l'A.N.A.S. ha realizzato delle nuove imponenti opere: sono state infatti poste vaste superfici di reti armate e, a monte del settore della cabina in progetto, della barriere elastoplastiche da 3.000 kJ.



Dosso di Montjovet – SS 26 – nuove opere di difesa



Dosso di Montjovet – SS 26 – nuove opere di difesa

Attualmente le opere sono efficaci ed efficienti e ANAS effettuata una costante manutenzione.

11. INTERFERENZA OPERE CON PROBLEMATICA CADUTA MASSI

Per la valutazione dell'efficacia delle opere di protezione esistenti nei confronti dei massimi eventi attesi in corrispondenza delle nuove opere in progetto, si è proceduto all'analisi di dettaglio dei settori in oggetto. Tale analisi era già stata condotta nell'aprile del 2011 ed aveva ottenuto la valutazione positiva da parte degli uffici regionali.

Come indicato nel capitolo precedente, sulle falesie a monte sono presenti numerose opere di mitigazione del rischio: tali opere permettono di garantire la percorribilità della strada statale che scorre a monte del settore d'intervento. La ANAS effettua regolarmente il controllo e la manutenzione delle opere per cui non si prevedono crolli e/o distacchi se non per eventi eccezionali. In un'ottica cautelativa si è comunque deciso di valutare la possibile caduta di un blocco da 1 mc: tale evento è comunque da ritenersi eccezionale in considerazione delle opere di mitigazione eseguite e mantenute regolarmente da ANAS.

11.1 SIMULAZIONE CADUTA MASSI

11.1.1 Generalità

Al fine di individuare le traiettorie, le distanze e l'energia dei massi che possono cadere lungo la parete oggetto del presente approfondimento, è stata eseguita una serie di verifiche di rotolamento, con l'ausilio di un apposito software (Rockfall - Rocscience Inc.) lungo la sezione riportata di seguito.

Il ruolo della vegetazione non è stato considerato in quanto, da una parte, la protezione dovuta agli alberi viene meno nel caso di caduta simultanea di più massi, dall'altra, alcune delle traiettorie più significative s'impostano su canali già deforestati per processi geomorfologici. Laddove comunque sia presente la vegetazione, il non considerarla gioca a favore della sicurezza.

- Topografia: la sezione di simulazione è stata ricavata dalla carta CTR 1:5.000.
- Tipologia dei massi: materiale litoide con peso di volume pari a 2700 Kg/m^3 , modulo di elasticità pari a 1000 Kg/cm^2 , con velocità iniziale di 0.5 m/s e velocità limite di arresto di $0,01 \text{ m/s}$. Relativamente alle volumetrie considerate si è fatto riferimento a quanto riportato negli studi di dettaglio relativi alle cartografie degli ambiti inedificabili. Come indicato precedentemente, in un'ottica cautelativa si è comunque deciso di valutare la possibile caduta di un blocco da 1 mc: tale evento è comunque da ritenersi eccezionale in considerazione delle opere di mitigazione seguite e mantenute regolarmente da ANAS.
- Per quanto riguarda i valori di rugosità, il programma determina la stessa come la deviazione standard angolare rispetto all'inclinazione del segmento di pendio considerato. Nei "parametri e coefficienti" riportati per la sezione è in effetti presente il parametro "roughness" espresso come deviazione standard. Nei calcoli sono stati utilizzati i dati bibliografici riportati dal programma ed inseriti in relazione (Tabella 1). Di seguito si riporta la definizione di tale parametro presente nel programma:

The Slope Roughness, as defined in ROCKFALL, is the standard deviation (in degrees) of a slope segment angle. For example, if the user enters a Slope Roughness of 3 degrees, then this will define a normal distribution with a standard deviation of 3 degrees around the mean slope segment angle. Each time a rock impacts a slope segment with a non-zero Slope Roughness, then the actual slope angle used in the ROCKFALL calculations will be the result of sampling the normal distribution for that slope segment.

- Relativamente al valore di energia massima pre-impatto del masso, il programma scelto per le simulazioni, utilizzato da molte università italiane ed

essere e riconosciuto a livello mondiale come ottimo software per l'elaborazione di caduta massi, riporta l'andamento dell'energia cinetica totale su un grafico apposito "Total Kinetic Energy Envelope", allegato ad ogni traiettografia eseguita.

- Numero di lanci: sono state simulate le discese relative a 1000 lanci per ogni massa e per ogni sezione.
- Traiettorie di discesa: sono state simulate ipotizzando che i massi partano sia dal versante che dal punto più alto della sezione.
- La forma dei blocchi utilizzata nel programma di simulazione è quella di un blocco puntiforme in quanto, come si evince dalla finestra relativa ai dati di input sotto riportata, non viene richiesta la forma, bensì solamente la massa.

	Mean	Std Dev.
Horizontal velocity [m/s]	0.5	0.5
Vertical velocity [m/s]	0.5	0.5
Mass [Kg]	2700	0
Angular Velocity [rad/s]	0	0

OK Cancel

- Individuazione delle traiettorie: sono state prese in considerazione le sezioni di caduta lungo profili particolarmente significativi nei settori per cui è stato richiesto un approfondimento. Le simulazioni sono riportate di seguito.

Di seguito si riporta la tabella fornita da Rocscience per i coefficienti di restituzione di riferimento da utilizzare nelle simulazioni: si tratta di una tabella con dei dati ricavati da esperienze scientifiche internazionali e dai quali sono stati tratti i coefficienti utilizzati per i diversi materiali considerati nelle successive verifiche traiettografiche.

Rocscience Coefficient of Restitution Table										
RN (Normal)				RT (Tangential)				Type	Verification	Location
Min	Max	Mean	Standard Deviation	Min	Max	Mean	Standard Deviation			
0.370	0.420			0.870	0.820			Hard surface paving	Tested using simulated rockfalls of similar size and shape of a	Glenwood Canyon, Colorado, USA
0.330	0.370			0.830	0.870			Bedrock or boulders with little soil or vegetation		
0.300	0.330			0.830	0.870			Talus with little vegetation		
0.300	0.330			0.800	0.830			Talus with some vegetation		
0.280	0.320			0.800	0.830			Soft soil slope with little vegetation		
0.280	0.320			0.780	0.820			Vegetated soil slope		
		0.316	0.064			0.712	0.116	Limestone face	Tested on restoration-blasting slopes made of four types of materials: blast-generated rock fragments, partially vegetated scree on berms, uncovered blast piles, and vegetated quarry waste.	Limestone quarry in England
		0.302	0.080			0.815	0.170	Partially vegetated limestone scree		
		0.316	0.064			0.712	0.116	Uncovered limestone blast pile		
		0.251	0.029			0.489	0.141	Vegetated covered limestone pile		
		0.276	0.076			0.835	0.087	Chalk face		
		0.271	0.018			0.596	0.085	Vegetated chalk scree		
		0.394	0.133			0.687	0.130	Wood platform slope at 45 degrees was used as a control for the field tests they did.	Tested as control parameters	Western North Carolina for Interstate 40.
		0.200				0.530		Dolomitic limestone boulders on rocky surfaces and on talus deposits	Consisted of hand made throws and free fall tests by fragmentation of rock using explosives, of dolomitic limestone boulders on rocky surfaces and on talus deposit of the landslide fans. Also used back-analysis, and information from Urciuoli.	Atran, Campania, Southern Italy
		0.100				0.200		Remolded pyroclastic from the terraces situated at the base of the cliff		
		0.000				0.240		Impacts on detritus of the fans present at the foot of a rock cliff		
		0.399				0.567		Soil	Tested by dropping 3 to 5 cm cuboid and angular granite rock fragments onto slopes	Hong Kong
		0.458				0.737		Shotcrete		
		0.487				0.910		Rock slope		
		0.600				0.650		Bedrock	Referenced from tests carried out by Barbieri et al.	Italoementi works at Castellammare di Stabia (northern slope of the Sorrentine
		0.850				0.660		Bedrock covered by large blocks		
		0.300				0.700		Debris formed by uniform distributed elements		
		0.250				0.550		Soil covered by vegetation		
		0.630				0.990		Clean hard bedrock		
		0.400				0.900		Asphalt roadway		
		0.350				0.650		Bedrock outcrops with hard surface, large boulders		
		0.320				0.620		Talus cover		
		0.320				0.600		Talus cover with vegetation		
		0.300				0.600		Soft soil, some vegetation		
		0.370	0.420					Smooth hard surfaces and paving		
		0.330	0.370					Most bedrock and boulder fields		
		0.300	0.330					Talus and firm soil slopes		
		0.280	0.300					Soft soil slopes		
				0.870	0.820			Smooth hard surfaces such as pavement or smooth bedrock		
				0.830	0.870			Most bedrock surfaces and talus with no vegetation		
				0.820	0.860			Most talus slopes with some low vegetation		
				0.800	0.830			Vegetated talus slopes and soil slopes with sparse vegetation		
				0.780	0.820			Brush covered soil slope		
		0.630	0.040			0.990	0.040	Clean Hard Bedrock	a) rolled many rocks down the slope to verify used values b) comparison to historical rockfall events at site	Mountain road, near Bolzano, South Tyrol, Italy
		0.350	0.040			0.650	0.040	Bedrock outcrop		
		0.320	0.040			0.620	0.040	Talus cover		
		0.320	0.040			0.600	0.040	Talus with vegetation		
		0.400	0.040			0.900	0.040	Asphalt paving		
		0.630	0.040			0.990	0.040	Clean Hard Bedrock	default program values used	170m deep open pit, Tasmania, Australia (overall pit angle between 65 and 85 degrees)
		0.350	0.040			0.650	0.040	Bedrock outcrop		
		0.490	0.190			0.530	0.170	Concrete	inverse calculation of paths - standard deviations seemed to large	Takamatsu, Japan
		0.470	0.300			0.560	0.230	Weathered Rock		
		0.490	0.000			0.530	0.000	Concrete		
		0.470	0.000			0.560	0.000	Weathered Rock		
		0.850	0.000			0.530	0.000	Concrete		
		1.000	0.000			0.550	0.000	Weathered Rock		
		0.630	0.040			0.990	0.040	Bedrock	Estimation, block diameters 10 to 20 cm	Fjord valley, State of Sogn og Fjordane, Norway
		0.690	0.060			0.760	0.060	Blockfield		
		0.600	0.060			0.650	0.060	Blockfield with bushes and small trees		
		0.630	0.060			0.600	0.060	Blockfield with forest		
		0.300	0.060			0.600	0.060	Top-soil with vegetation		
		0.400	0.040			0.600	0.040	Asphalt paving		
		0.350	0.040			0.650	0.040	Gravel road		
		0.600				0.600		Sparsley forested slope is covered by a veneer of very fine weathered talus derived from weak shistose units underlying the limestone cap.	Calculated from historic rockfall	Sunnybrae, (interior of) British Columbia, Canada
		0.600				0.600		Limestone on bare uniform talus slope formed of basalt fragments with a modal size of 5 cm.	Calculated from historic rockfall	Hedley, (southern interior of) British Columbia, Canada
		0.700				0.900		rectangular bolder of metamorphosed tuff on bare rock and a steep snow covered shelf.	Calculated from historic rockfall	Squamish Highway, north of Vancouver, British Columbia, Canada

Tabella

11.1.2 Sezioni utilizzate per le traiettografie

Al fine di individuare le traiettorie, le distanze e l'energia dei massi che possono cadere lungo il pendio oggetto del presente studio, è stata eseguita una serie di verifiche di

rotolamento, con l'ausilio di un apposito software (Rockfall - Rocscience Inc.) lungo la sezione riportata di seguito.

La simulazione è stata condotta con i seguenti parametri e coefficienti:

Material name: Asphalt [default]

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.4 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.9 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0

Material name: roccia

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.45 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.9 std dev=0.04
Friction Angle: mean=40 std dev=2
Roughness: std dev=15

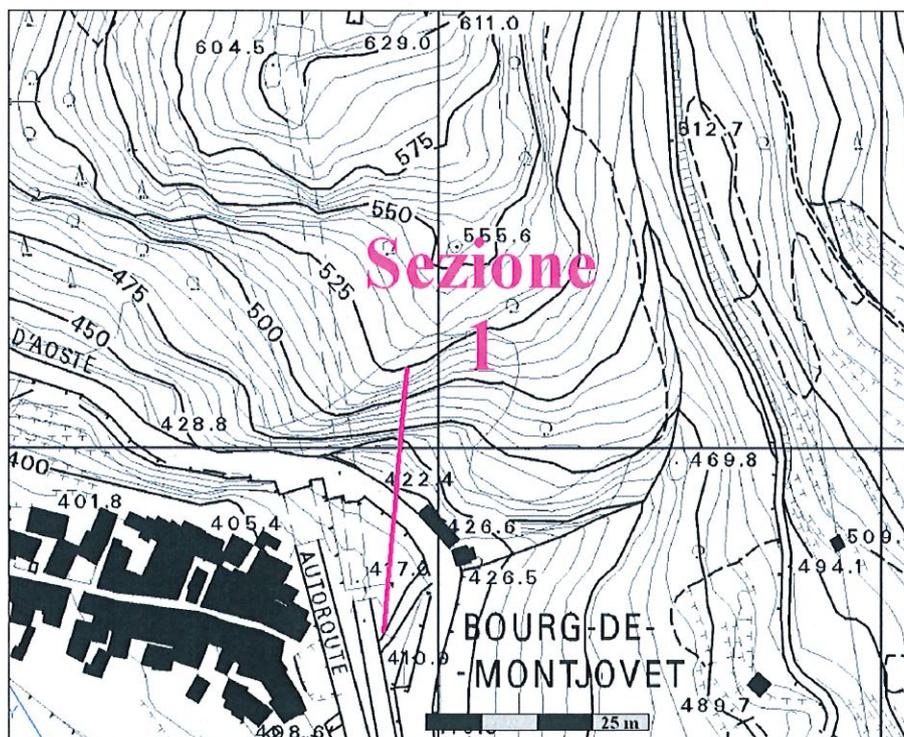
Material name: prato

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.25 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.45 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=20

Material name: detrito boscato

Coefficient of Normal Restitution (RN): mean=0.35 std dev=0.04
Coefficient of Tangential Restitution (RT): mean=0.75 std dev=0.04
Friction Angle: mean=30 std dev=2
Roughness: std dev=0

La verifica è stata eseguita senza considerare le opere presenti sulla falesia (barriere paramassi e reti armate) in quanto non è stato possibile risalire ad una documentazione progettuale ufficiale nella quale erano indicate con precisione le caratteristiche dei manufatti posizionati sul pendio.

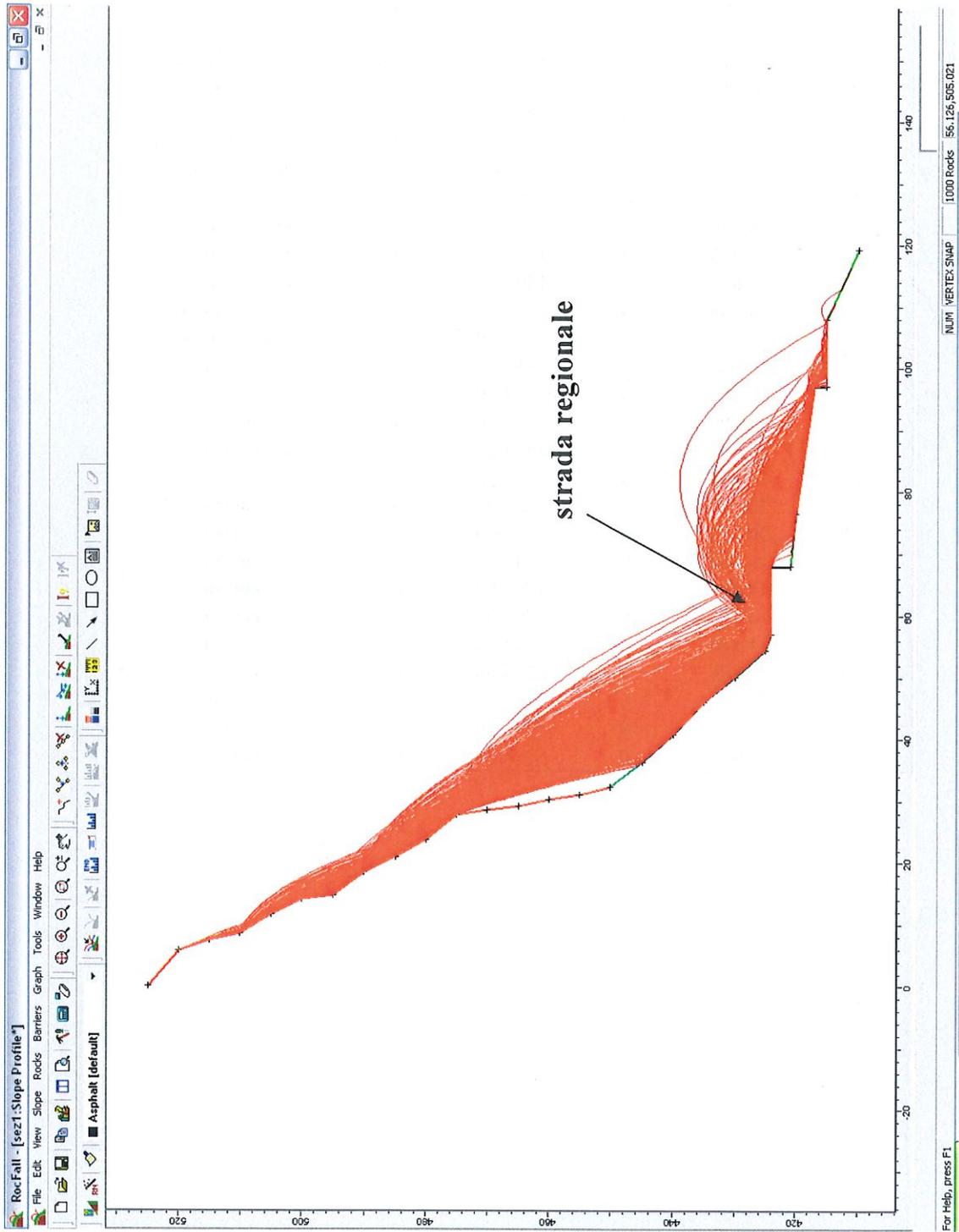


Corografia con evidenziata la sezione utilizzata per le traiettografie in magenta

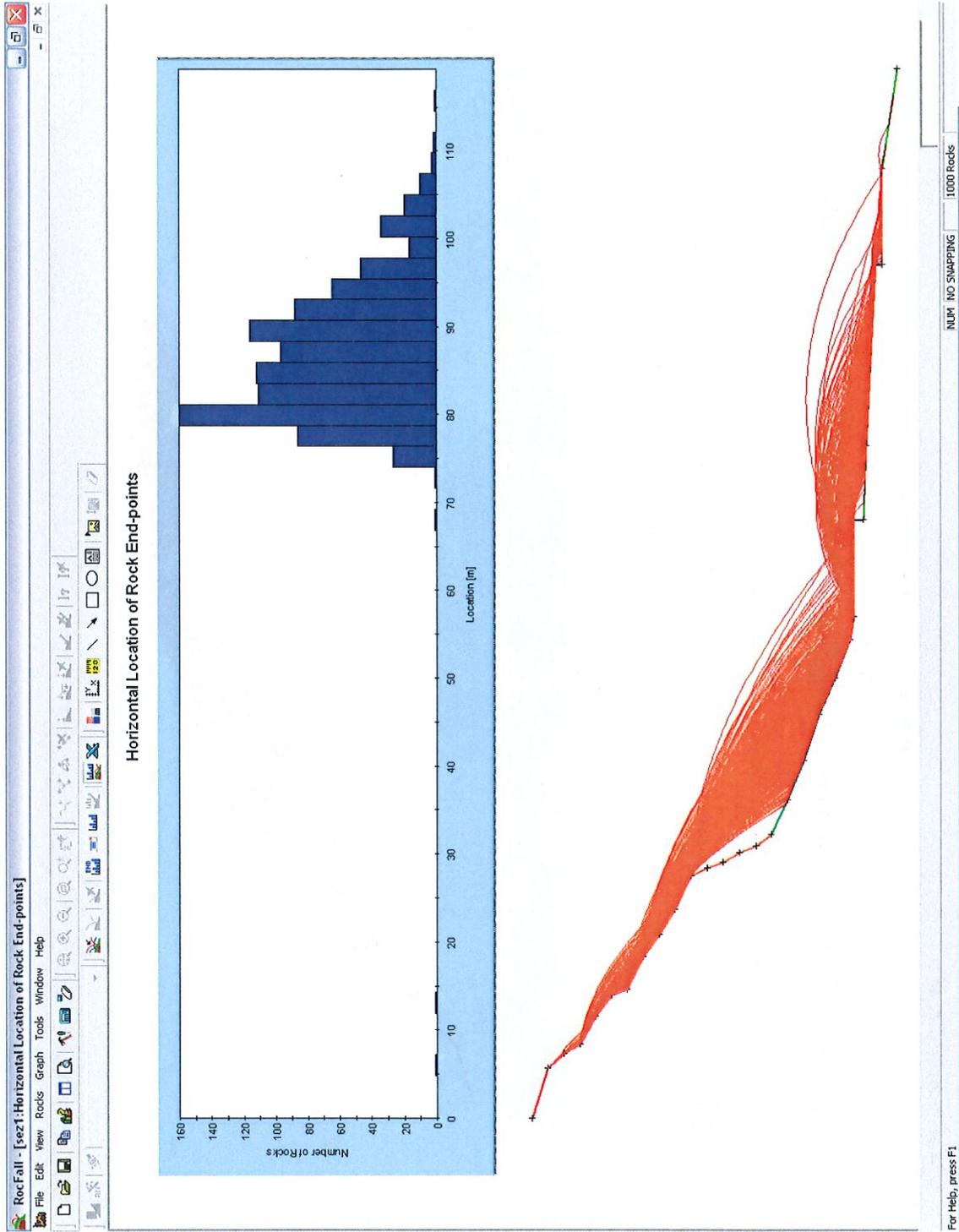
SEZIONE 1 - simulazione con massa da 1 mc

Vertex	X	std dev	Y	std dev	
1	119.330	0	410.000	0	
2	108.020	0	415.000	0	prato
3	97.110	0	415.000	0	prato
4	97.110	0	417.000	0	Asphalt [default]
5	76.480	0	420.000	0	prato
6	68.060	0	421.000	0	prato
7	67.993	0	424.000	0	Asphalt [default]
8	57.010	0	424.000	0	Asphalt [default]
9	54.390	0	425.000	0	detrito boscato
10	50.040	0	430.000	0	detrito boscato
11	45.950	0	435.000	0	detrito boscato
12	40.650	0	440.000	0	detrito boscato
13	36.200	0	445.000	0	detrito boscato
14	32.250	0	450.000	0	detrito boscato
15	30.960	0	455.000	0	roccia
16	30.150	0	460.000	0	roccia
17	29.090	0	465.000	0	roccia
18	28.390	0	470.000	0	roccia
19	27.610	0	475.000	0	roccia
20	23.710	0	480.000	0	roccia
21	20.920	0	485.000	0	roccia
22	18.360	0	490.000	0	roccia
23	14.680	0	495.000	0	roccia
24	14.030	0	500.000	0	roccia
25	11.580	0	505.000	0	roccia
26	8.440	0	510.000	0	roccia
27	7.350	0	515.000	0	roccia
28	5.720	0	520.000	0	roccia
29	0	0	525.000	0	roccia

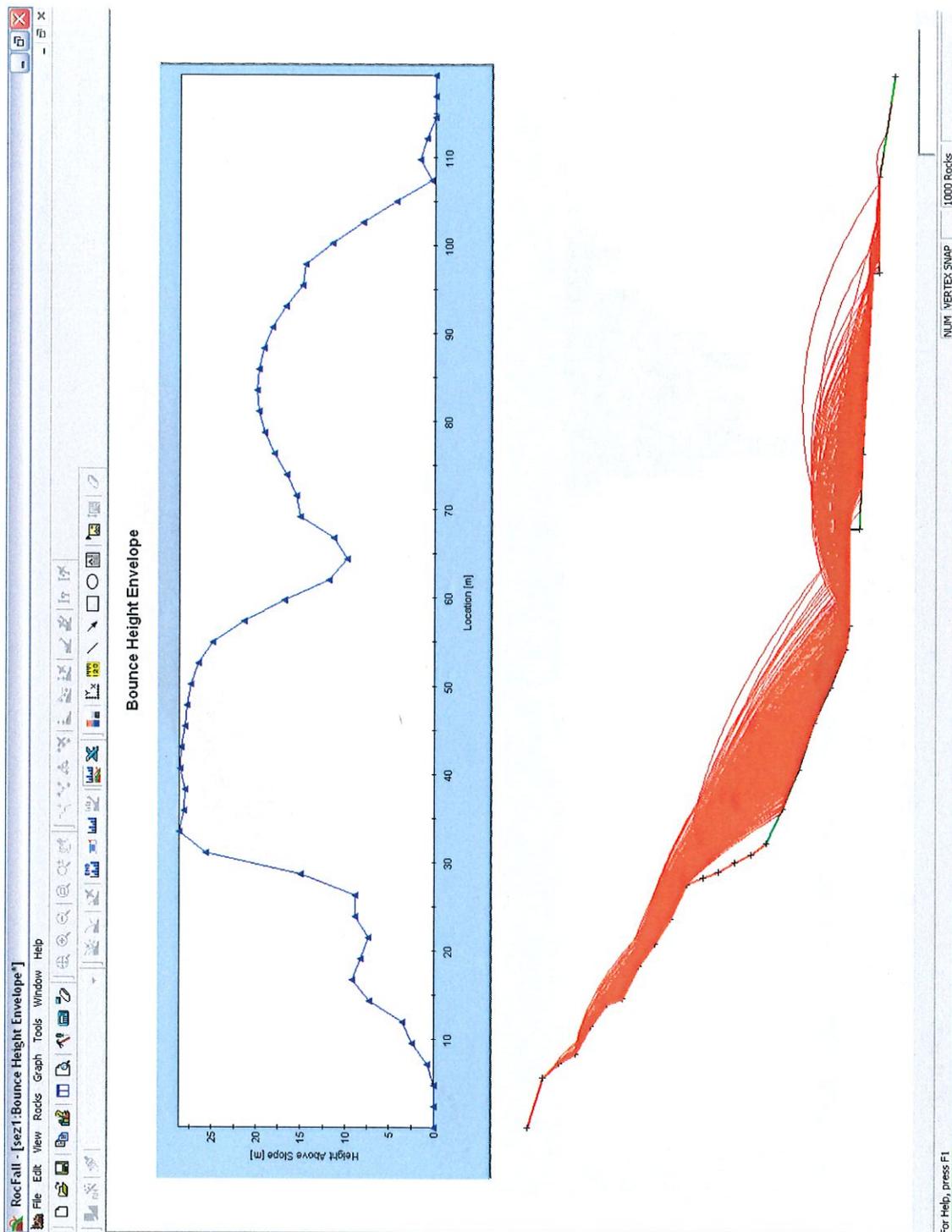
Risultato traiettografico (1000 lanci)



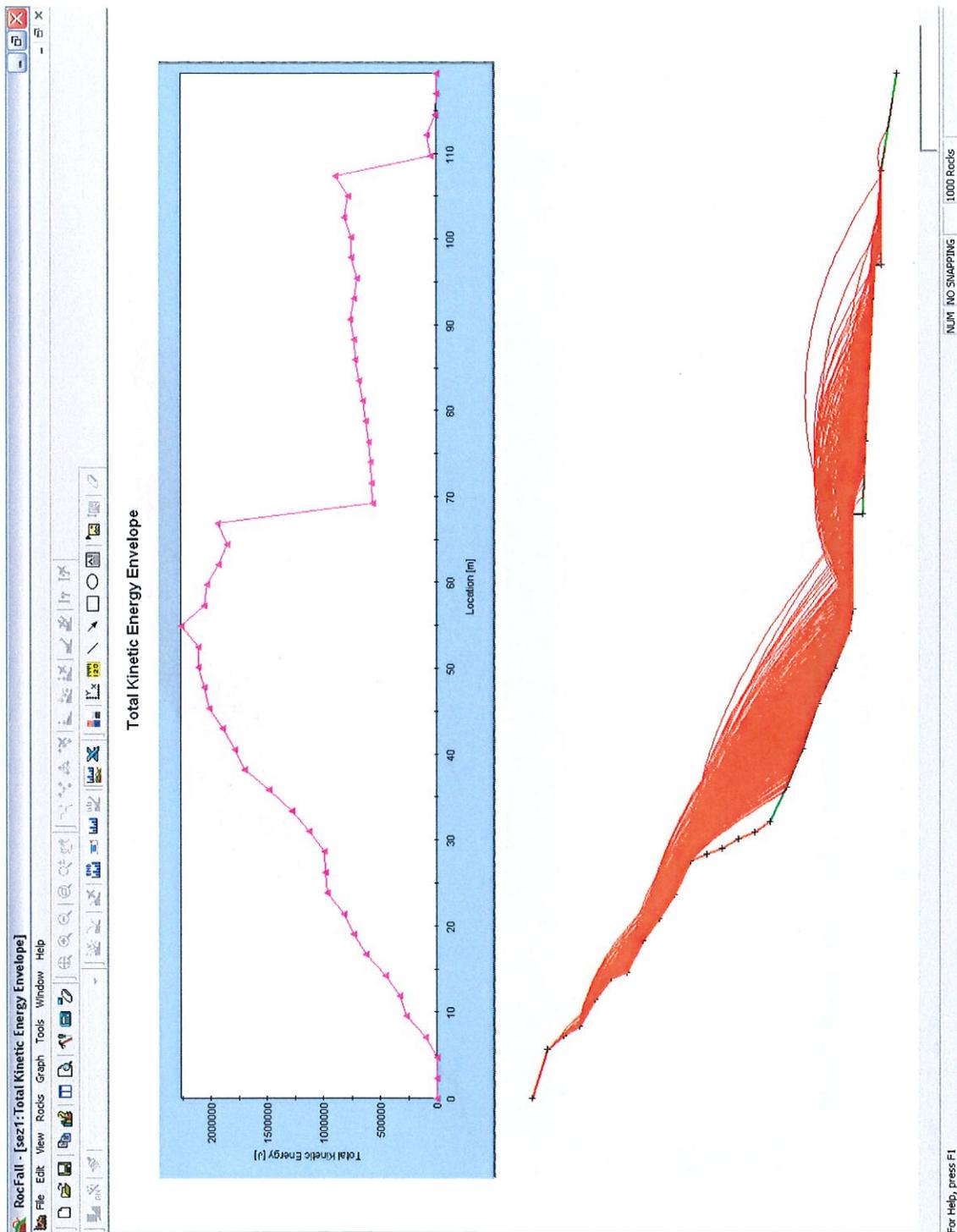
Distanza di arresto



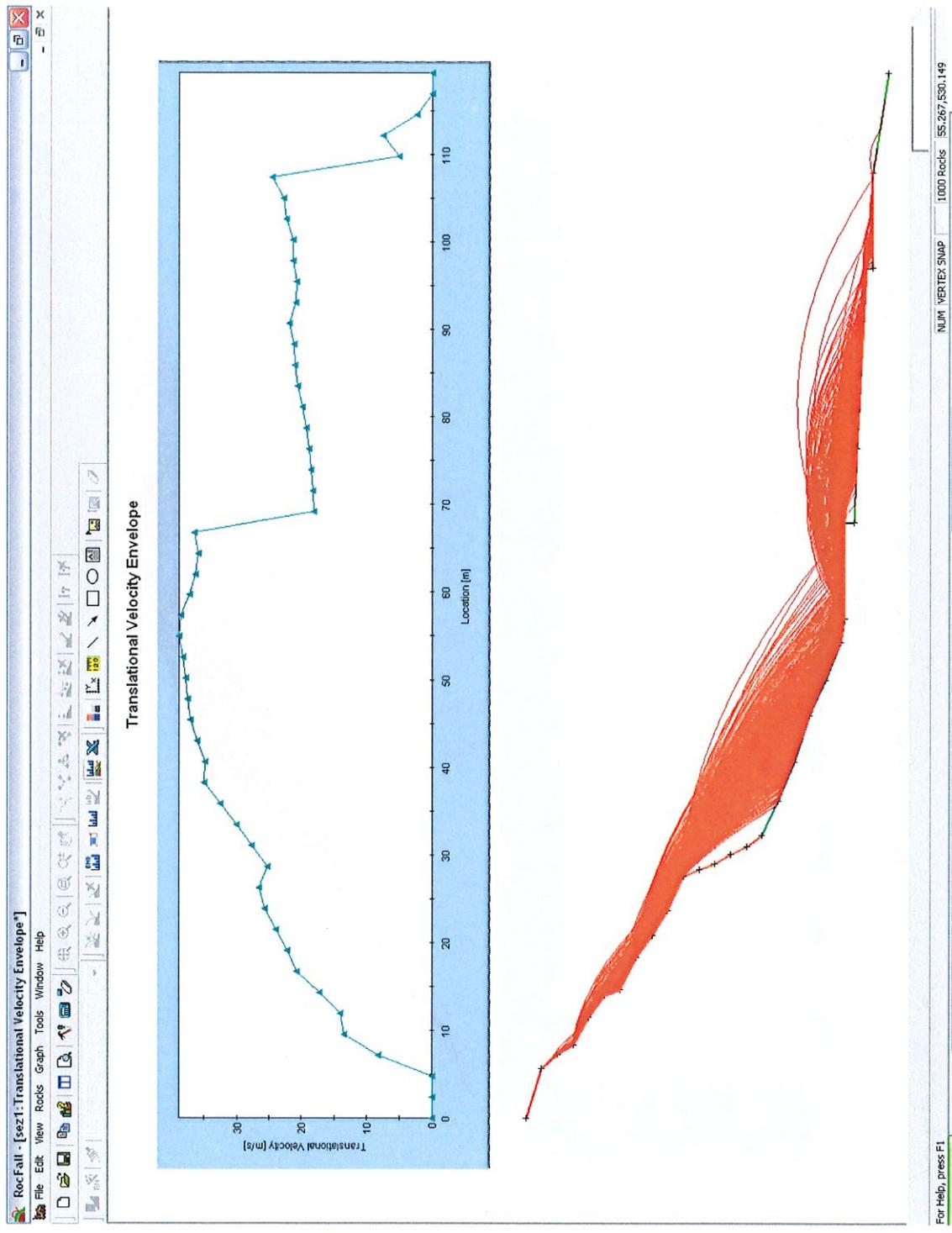
Altezze traiettorie lungo il profilo



Energia lungo il profilo



Velocità traslazionale lungo il profilo



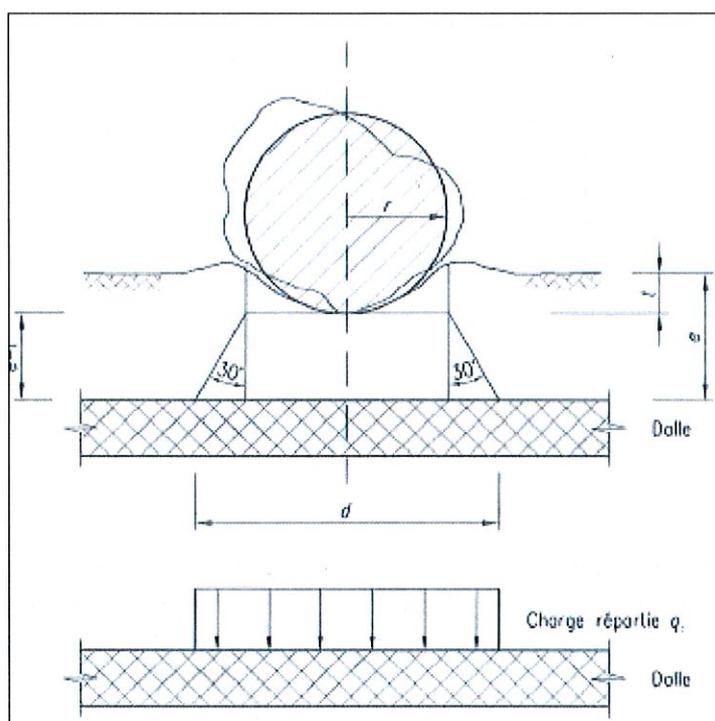
Le traiettografie hanno evidenziato come i blocchi che si possono distaccare dalla falesia sono in grado di raggiungere, dopo aver attraversato la strada statale, il sito oggetto di intervento.

Dalle analisi eseguite sono stati ricavati diversi dati relativi all'eventuale caduta dei massi: le distanze di arresto, le altezze delle traiettorie dei blocchi, l'energia lungo il profilo in oggetto e la velocità traslazionale lungo il profilo.

Dopo aver individuato, in particolare, la velocità traslazionale e l'energia attesa relativamente al settore in cui è prevista la costruzione della nuova cabina, è stato possibile calcolare il valore della "profondità di penetrazione" sul ricoprimento della struttura in progetto.

L'analisi è stata effettuata prendendo in considerazione la direttiva OFROU (Office Fédéral des routes – Confédération Suisse) relativa alla "Actions de chutes de pierres sur les galeries de protection" (edition 2008 V 2.03).

L'azione dinamica dell'impatto di un blocco è rappresentata da una forza statica di spostamento rapportata ad un coefficiente di costruzione tipico del mezzo considerato. L'azione dinamica dipende dalle caratteristiche geometriche e geotecniche del materiale di copertura sollecitato dinamicamente, nonché dalla velocità di impatto, dalla massa e dalla forma del blocco. L'azione dinamica è assimilata all'azione di una sfera ideale di raggio r e di massa m . L'angolo di diffusione delle forze sul rilevato è considerato pari a 30° ; si ammette che la propagazione dell'impatto venga ripartita uniformemente sulla superficie del rilevato.



La forza e la profondità di penetrazione del masso vengono quindi stimati attraverso la seguente formula:

$$F_k = 2,8 \cdot e^{-0,5} \cdot r^{0,7} \cdot M_{E,k}^{0,4} \cdot \tan \varphi_k \cdot \left(\frac{m_k \cdot v_k^2}{2} \right)^{0,6}$$

$$t = \left(\frac{m_k \cdot v_k^2}{F_k} \right)$$

avec :		
t	[m]	profondeur de pénétration
F_k	[kN]	valeur caractéristique de la force au point d'impact
m_k	[t]	valeur caractéristique de la masse du bloc
r	[m]	rayon de la sphère idéale équivalente
v_k	[m/s]	valeur caractéristique de la vitesse d'impact
e	[m]	épaisseur de la couche de couverture
$M_{E,k}$	[kN/m ²]	valeur caractéristique du module statique M_E de compressibilité du matériau de couverture
φ_k	[°]	valeur caractéristique de l'angle de frottement interne du matériau de couverture

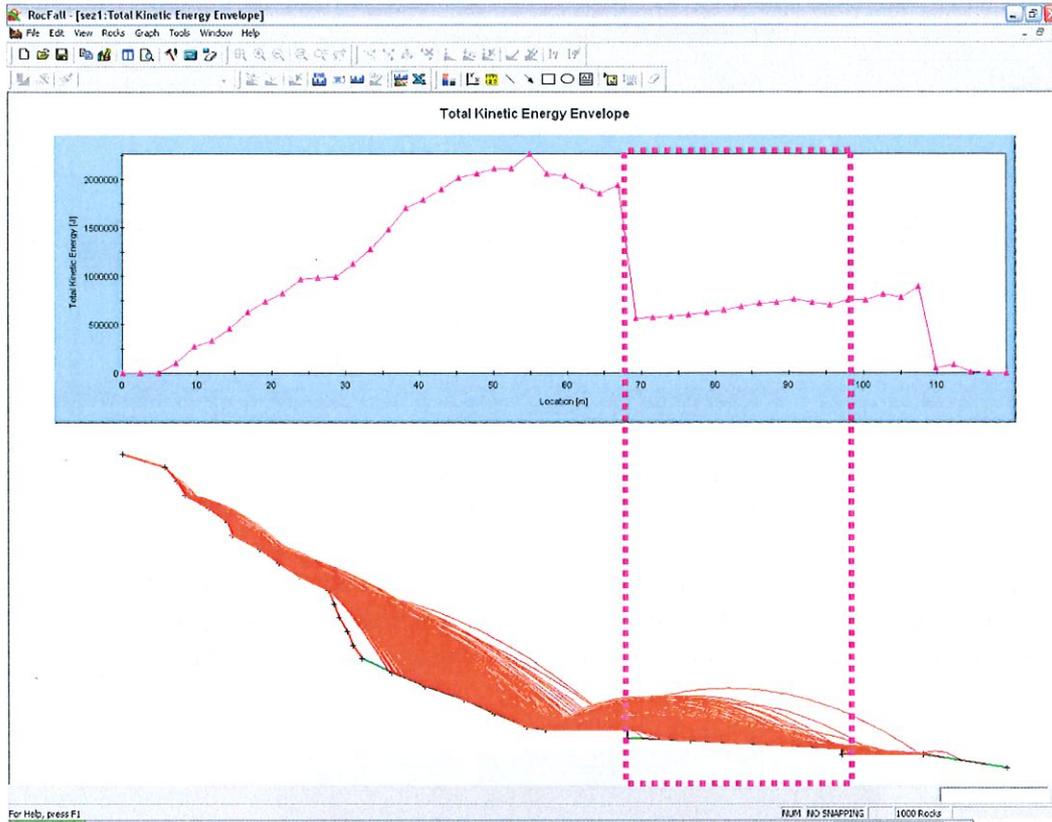
Applicando la formulazione proposta da OFROU al nostro caso specifico, modificata tenendo conto anche della modalità di rottura (coefficiente C_k – OFROU 1998), si ha:

C_k	0.5	-
e	0.7	m
r	0.5	m
$M_{E,k}$	30000	kN/m ²
ϕ_k	35	°
m_k	2.7	t
v_k	20	m/s

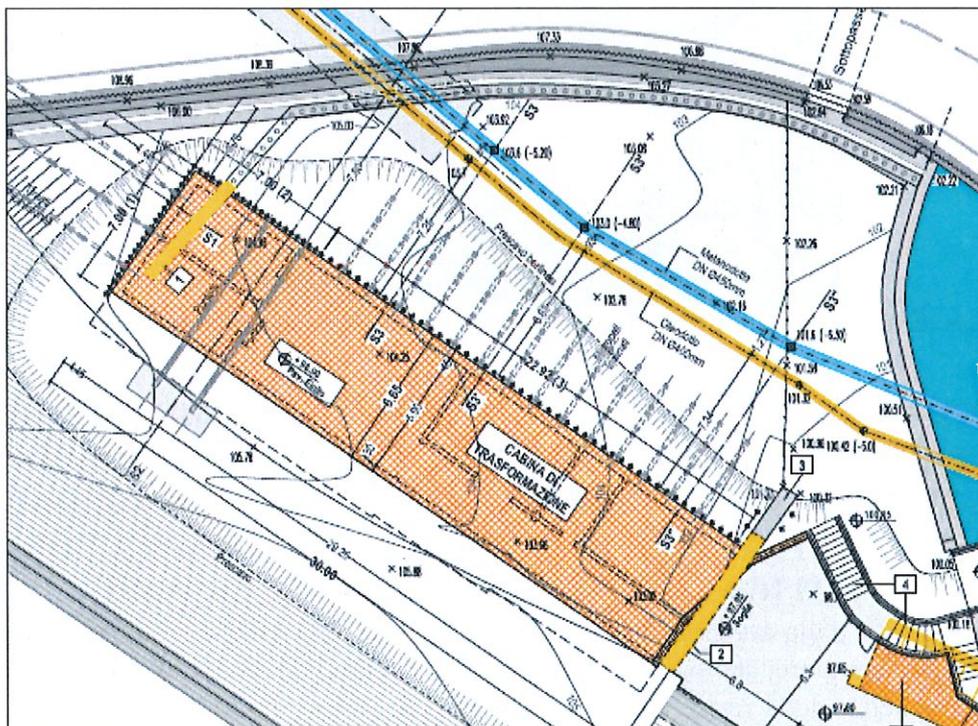
Dalla quale si ottiene:

F_k	1942.54	kN
t	0.55597	m

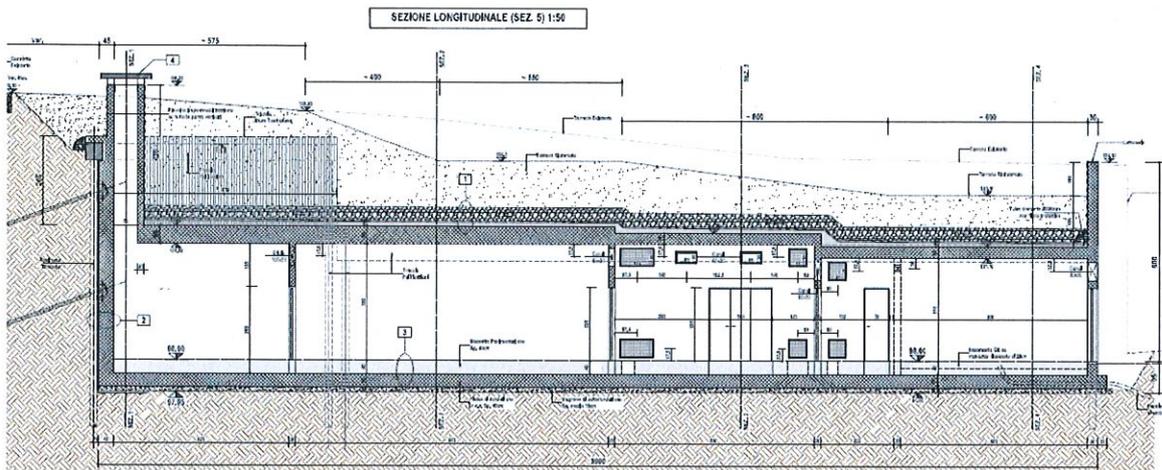
Dall'analisi eseguita si ritiene che le opere in progetto risultino compatibili a condizione che si effettui un ricoprimento sopra la soletta di circa 70 cm, in grado quindi di contenere la penetrazione e l'energia dell'impatto di un eventuale masso. Relativamente all'energia di impatto, la simulazione traiettografica ha portato all'ottenimento di un valore pari a 600/750 kJ sul materiale posto sulla soletta: considerando l'effetto di dissipazione di tale riempimento, si può ragionevolmente ipotizzare che l'energia risultante sulla soletta in c.a. sia pari a 200/300 kJ.



Da esperienze svizzere (recomandations – protection des objets contre les dangers naturels gravitationnels – VKF AEAI) si è potuto ricavare che un muro in c.a. è in grado di resistere ad impatti fino a circa 300 kJ: la traiettografia ha permesso quindi di verificare come la struttura in progetto sia compatibile con lo stato di dissesto presente nell'area a condizione che venga realizzato il ricoprimento descritto precedentemente.

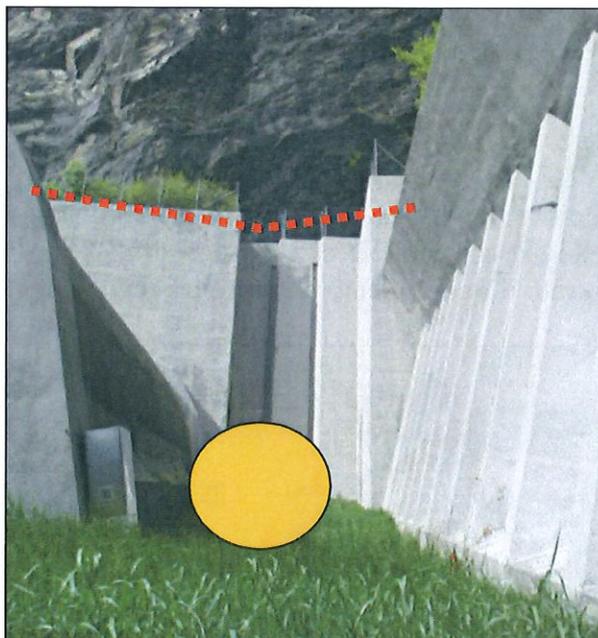


Planimetria cabina di trasformazione



Sezione cabina di trasformazione

Per quanto riguarda invece la vasca prefabbricata di accumulo e tutte le opere presenti tra le due canne, cautelativamente si deve prevedere la posa di una rete ad assorbimento tesata tra i due manufatti autostradali e capace di resistere alle energie attese, pari ad almeno 600/750 kJ.



Schematizzazione barriera a tetto (linea rossa) e vasca di accumulo (manufatto arancio)

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. Si prevede infatti la realizzazione di una vasca prefabbricata per gli sversamenti accidentali di 9.5x2.5x2.5m all'imbocco Sud delle gallerie autostradali denominate "Montjovet". In aggiunta, sono previste opere accessorie (disoleatore, vasca pompaggio, pozzetti e tubazioni di collegamento) che da progetto verranno sistemate nella medesima piazzola della vasca. Il progetto prevede inoltre la realizzazione di una cabina di trasformazione interrata e di una cabina elettrica di consegna dell'energia. Completano l'intervento la sistemazione degli accessi con la demolizione della scalinata dell'arginatura del torrente e la scapitozzatura dei muri del tombotto e la formazione di una nuova soletta in c.a. Si tratta di interventi diretti alla salvaguardia di rilevanti interessi economici e sociali e obbligatori per l'adeguamento normativo dell'infrastruttura.

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

Il settore oggetto degli interventi risulta essere posto all'interno delle ZONE inedificabili per frana e delle FASCE inedificabili per inondazione (artt. 35 e 36 L.R. 11/98 e suc. mod.); non rientra nel vincolo idrogeologico. Nello specifico, l'areale ove si realizzeranno le opere rientra in zona F1, F2 e F3 per frane ed in fascia A, B e C per inondazione.

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

Le zone F1 e F2 sono state poste in considerazione della pericolosità legata a fenomeni di crollo.

Le zone F3 per frana sono state poste in considerazione del fatto che si tratta di settori mediamente acclivi e potenzialmente soggetti a fenomeni franosi con probabilità di accadimento eccezionale, che si innescano generalmente in occasione di eventi idrogeologici particolarmente gravosi.

Le fasce A, B e C sono legate alle dinamiche torrentizie del torrente Montjovet.

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 nella realizzazione degli scavi e delle fondazioni, nello smaltimento delle acque, nelle sistemazioni morfologiche del terreno. Per quanto riguarda la cabina di trasformazione si dovranno eseguire tutte le opere provvisorie previste (berlinese e puntoni di contrasto), nonché le opere di protezione della caduta massi. Relativamente alla vasca di accumulo dovrà essere messa in opera la barriera orizzontale da 600/750 kJ.

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, le opere, una volta eseguiti i lavori in progetto, presentano una bassa vulnerabilità e risultano compatibili con l'uso al quale sono destinate.

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:

- il direttore dei lavori dovrà quotidianamente prendere visione del bollettino di criticità alla pagina web http://cf.regione.vda.it/allerte_meteo.php in considerazione del fatto che le problematiche del settore sono riferite a fenomeni idrogeologici che si possono innescare anche in situazioni di “Assenza di fenomeni significativi prevedibili” (livello verde) con segnalazione di temporali;
- predisporre un piano di gestione degli accessi al cantiere che tenga conto di quanto riportato nel bollettino di criticità alla pagina web http://cf.regione.vda.it/allerte_meteo.php in considerazione del fatto che le problematiche del settore sono riferite a fenomeni idrogeologici che si possono innescare anche in situazioni di “Assenza di fenomeni significativi prevedibili” (livello verde) con segnalazione di temporali;
- relativamente alla cabina di trasformazione, prima di eseguire gli scavi, realizzare scrupolosamente le opere provvisorie (opere di palificazione a berlinese di micropali accostati ed opportunamente contrastate, così come calcolato nella relazione sulle strutture eseguita da SINA);
- effettuare il ricoprimento della cabina con materiale inerte adeguatamente rimodellato e poco compattato, in modo da attenuare un eventuale impatto di un blocco, in modo da avere un basso angolo di impatto e un evidente effetto di dissipazione dell'energia;
- benché si sia constatata l'assenza di una falda freatica superficiale, non sono da escludere percolazioni superficiali e/o infiltrazioni di acque meteoriche e di irrigazioni, in conseguenza al discreto grado di permeabilità del terreno. Pertanto, allo scopo di preservare la struttura interrata da fenomeni di capillarità e/o infiltrazioni, si richiede la creazione di un vespaio drenante lungo i muri contro terra e/o una intercapedine isolante;
- realizzare una adeguata impermeabilizzazione della struttura.
- predisporre la raccolta e lo smaltimento delle acque superficiali, soprattutto lungo il lato di monte;
- prevedere l'interramento per almeno 70 cm di tutte le tubazioni e dei cavidotti in progetto;
- relativamente alla vasca prefabbricata per gli sversamenti accidentali, prevedere la posa della barriera paramassi prevista;
- per quanto riguarda il rifacimento della rampa di accesso alla scalinata del sottopasso e la “scapitozzatura” del canale evitare qualsiasi modifica della sezione del canale;
- relativamente alla cabina di consegna realizzare le aperture solamente 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.

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. 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;
- relativamente alla cabina di trasformazione, prima di eseguire gli scavi, realizzare scrupolosamente le opere provvisoriale (opere di palificazione a berlinese di micropali accostati ed opportunamente contrastate, così come calcolato nella relazione sulle strutture eseguita da SINA);
- 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.;
- per evitare possibili crolli e/o cedimenti, valutare l'opportunità in fase esecutiva di prevedere delle sottofondazioni a causa dell'incertezza delle modalità di costruzione delle infrastrutture esistenti poste nelle vicinanze;
- utilizzare fondazioni di tipo continuo;
- eventuali livelli isolati di materiale cedevole, come ad esempio limo e/o sabbia limosa, dovranno essere superati approfondendo lo scavo delle sottofondazioni;
- 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;
- in relazione alla presenza di diverse nuove superfici impermeabilizzate curare attentamente lo smaltimento delle acque superficiali mediante la creazione di una idonea rete di scolo;
- predisporre un'approfondita impermeabilizzazione della struttura, evitando di drenare le acque di falda;
- accantonare il terreno vegetale asportato per poi poterlo utilizzare come strato superficiale per il settore destinato a verde.

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.

14. 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, maggio 2018

