

Dr. Geologo Roby VUILLERMOZ

Tel 016541854 - 3358079496 - Fax 0165369567 - e-mail: studio@vuillermoz.it
Partita IVA 00621420074

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



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



*Richiesta di rinnovo e modifica
dell'autorizzazione per
l'esercizio e la gestione di un
impianto di smaltimento e/o
recupero di rifiuti, ai sensi della
Parte Quarta, art. 208, e alle
emissioni diffuse in atmosfera
art. 269, del Decreto Legislativo
3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.
sito in località Mure*

Committente:
SERVIVAL Srl
Commessa:
21146RG
Emissione:
settembre 2022
Versione:
5

PROGETTO MUNICIPALE - INTEGRAZIONI
➤ **STUDIO DI COMPATIBILITÀ**

SOMMARIO

1. GENERALITÀ.....	5
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....	8
3.1 AREA A.....	8
3.2 AREA B.....	9
4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	10
4.1 CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA	10
4.2 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA.....	10
4.3 CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE	11
4.4 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA	11
4.5 TORRENTE CHALAMY	13
4.5.1 <i>Ambiti inedificabile Issogne</i>	14
4.5.2 <i>Ambiti inedificabili Champdepraz</i>	18
4.5.3 <i>Discarica Mure</i>	19
4.5.4 <i>Regionalizzazione di precipitazioni e portate – Centro Funzionale Regione Autonoma Valle d’Aosta</i>	25
4.5.5 <i>Conclusioni</i>	27
4.6 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA	28
4.7 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA	29
4.7.1 <i>Catasto Dissesti Regionale SCT</i>	29
4.7.2 <i>Piano stralcio dell’Assetto Idrogeologico</i>	35
4.7.3 <i>Direttiva per la riduzione del rischio idraulico degli impianti di trattamento delle acque reflue e delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti ubicati nelle fasce fluviali “A” e “B” e nelle aree in dissesto idrogeologico “Ee” ed “Eb”</i>	36
4.7.4 <i>Piano regionale di Gestione dei rifiuti 2003</i>	36
4.8 EVENTO DEL 2 E 3 OTTOBRE 2020.....	37
4.9 DATI PSINSAR.....	41
4.10 OPERE DI DIFESA ESISTENTI	50
4.11 INTERFERENZE CON ALTRE PROGETTAZIONI	51
4.12 DISTANZA DALLA SPONDA DEL TORRENTE CHALAMY	52
5. ASSETTO GEOSTRUTTURALE	55
5.1 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL’AMMASSO ROCCIOSO	55
5.2 IL CRITERIO DI ROTTURA DI HOEK & BROWN (2002)	55
5.3 GEOLOGICAL STRENGHT INDEX.....	57
5.4 PARAMETRI GEOMECCANICI UTILIZZATI PER LE ANALISI DI STABILITÀ DEI FRONTI	58
5.5 VERIFICHE CINEMATICHE.....	59
5.5.1 <i>Pendii analizzati</i>	59
5.5.2 <i>Cenni teorici</i>	60
5.5.3 <i>Scivolamento/scorrimento planare</i>	63
5.5.4 <i>Scivolamento/scorrimento di cunei</i>	64
5.5.5 <i>Ribaltamento</i>	64
5.6 RISULTATI DEL TEST	65
5.7 SINTESI DEI RISULTATI.....	67
5.8 VALUTAZIONE VOLUMI INSTABILI.....	67
5.9 DEFINIZIONE DEI VOLUMI UNITARI (VRU)	68
5.9.1 <i>Evento medio atteso</i>	68
6. AMBITI INEDIFICABILI E VINCOLI TERRITORIALI	68
7. ANALISI TRAIETTOGRAFICHE CON IL SOFTWARE ROCKYFOR3D	74
7.1 GENERALITÀ.....	74
7.2 IL MODELLO ROCKYFOR3D.....	74
7.2.1 <i>Algoritmi di calcolo</i>	75
7.2.2 <i>Traiettorie di caduta</i>	75

7.2.3	<i>Dissipazione dell'energia</i>	76
7.2.4	<i>Calcolo della velocità di caduta</i>	77
7.2.5	<i>Impatto con la foresta</i>	78
7.2.6	<i>Limitazioni del modello</i>	78
7.3	RASTER DI INPUT E DI OUTPUT DELLA SIMULAZIONE CON ROCKYFOR3D.....	78
7.3.1	<i>Files di input</i>	79
7.3.2	<i>Simulazioni con popolamento forestale</i>	80
7.3.3	<i>Simulazioni con opere di difesa</i>	80
7.4	IMPOSTAZIONI DELLA SIMULAZIONE.....	80
7.4.1	<i>Simulazioni di crollo</i>	81
7.5	FILES DI OUTPUT.....	89
7.5.1	<i>Simulazione con blocco da 1 mc – stato attuale</i>	90
7.5.2	<i>Simulazione con blocco da 0,5 mc – stato attuale</i>	95
7.5.3	<i>Simulazione con blocco da 1 mc – post-operam</i>	100
7.5.4	<i>Simulazione con blocco da 0,5 mc – post-operam</i>	105
7.6	CONCLUSIONI VERIFICHE 3D.....	109
8.	QUANTIFICAZIONE DEGLI ATTUALI LIVELLI DI RISCHIO PER L'AREA POSTA A VALLE DELLE FALESIE ROCCIOSE.....	111
8.1	PREMESSE.....	111
8.2	DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI RISCHIO.....	112
8.3	QUANTIFICAZIONE DEGLI ATTUALI LIVELLI DI RISCHIO PER L'AREA POSTA A VALLE DELLE FALESIE ROCCIOSE.....	116
8.4	ANALISI DEGLI EVENTI PREGRESSI.....	120
8.5	DESCRIZIONE ED ESERCIZIO DELL'IMPIANTO DI RECUPERO.....	121
8.6	VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ.....	122
8.6.1	<i>Valutazione del rischio</i>	124
8.6.2	<i>Valutazione del rischio individuale effettivo</i>	125
8.6.3	<i>Opere di mitigazione da prevedere</i>	128
9.	OPERE DI PROTEZIONE DA REALIZZARE.....	134
10.	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.....	138
11.	CONFORMITÀ CON IL VINCOLO IDROGEOLOGICO.....	157
12.	ILLUSTRAZIONE DEL VINCOLO PTP-FASCE DI RISPETTO LAGHI LEGGE 431 PRESENTE NELL'AREA DEPOSITO GRANULATO.....	158
13.	CONCLUSIONI.....	161
14.	ALLEGATI.....	161

1. GENERALITÀ

Su incarico del committente è stata eseguita un'indagine geologico-tecnica riguardante la richiesta di rinnovo e modifica dell'autorizzazione per l'esercizio e la gestione di un impianto di smaltimento e/o recupero di rifiuti, ai sensi della Parte Quarta, art. 208, e alle emissioni diffuse in atmosfera art. 269, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. sito in località Mure, nel comune di Issogne.

La presente relazione è stata aggiornata in risposta alle richieste formulate da RAVDA nel corso della Conferenza dei servizi sincrona del 31 agosto 2022.

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;*
- MINISTERO DELL'AMBIENTE, DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DEL TERRITORIO E DELLE RISORSE IDRICHE - DOCUMENTO CONCLUSIVO DEL TAVOLO TECNICO STATO-REGIONI - INDIRIZZI OPERATIVI PER L' ATTUAZIONE DELLA DIRETTIVA 2007/60/CE RELATIVA ALLA VALUTAZIONE ED ALLA GESTIONE DEI RISCHI DA ALLUVIONI CON RIFERIMENTO ALLA PREDISPOSIZIONE DELLE MAPPE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO DI ALLUVIONI - ISPRA, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale e AUTORITÀ DI BACINO DI RILIEVO NAZIONALE - Gennaio 2013

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il settore, individuato sulla planimetria catastale del comune di Issogne al Foglio 3, è situato in località Mure, ad una quota di circa 465 m s.l.m..

L'area di proprietà di SERVIVAL Srl, sede delle diverse attività che la società svolge, è posta all'interno del foglio n°3 del catasto di Issogne. I mappali interessati sono:

- 48, 46 (parte), 87 (parte), 133, 132, 353, 955, 137 e 476.

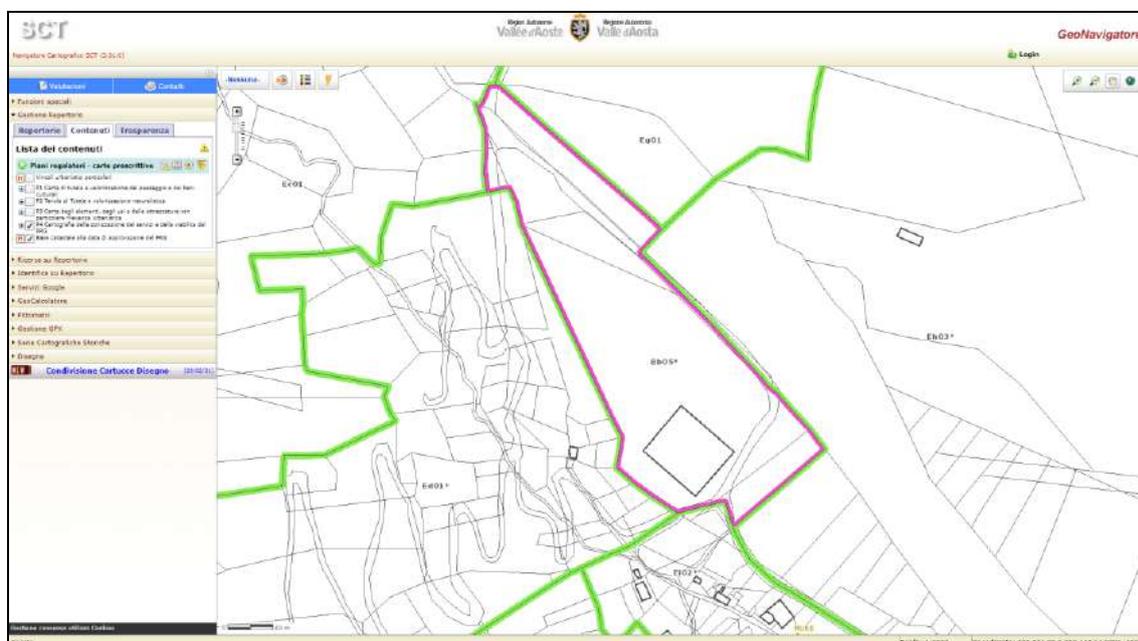
L'area di interesse è zonizzata per la quasi totalità nell'area Bb05* ed in minima parte, per ragioni logistiche di passaggio mezzi d'opera nell'area Ed01* in corrispondenza del mappale 87, al piede della scarpata rocciosa. Di seguito si riporta la suddivisione rispetto al piano regolatore:

- zona Bb05* del PRG comunale – 46, 48, 133, 137, 476 e 955.
- zona Ed01 del PRG comunale – 87 e 132.

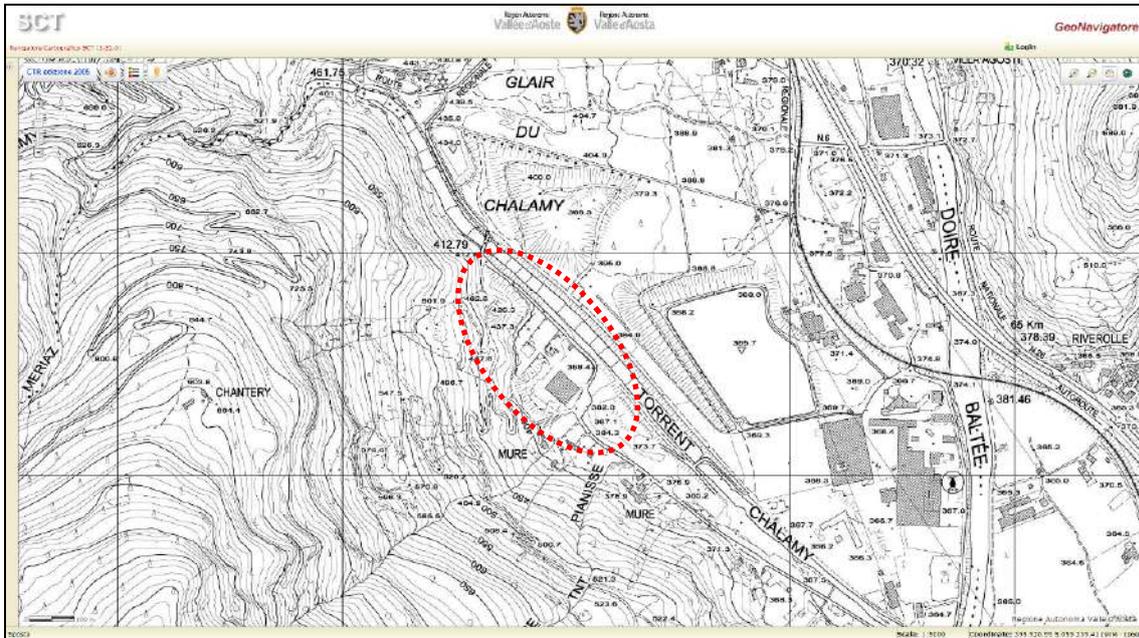
In particolare, si evidenzia che l'impianto di smaltimento e/o recupero di rifiuti in oggetto insiste sui seguenti mappali:

Area A	Area B
Foglio n°3 mappali: - 46 (parte) - 48 (parte) - 87 (parte) - 133 (parte) - 476 (parte)	Foglio n°3 mappali: - 137 (parte) - 955 (parte)

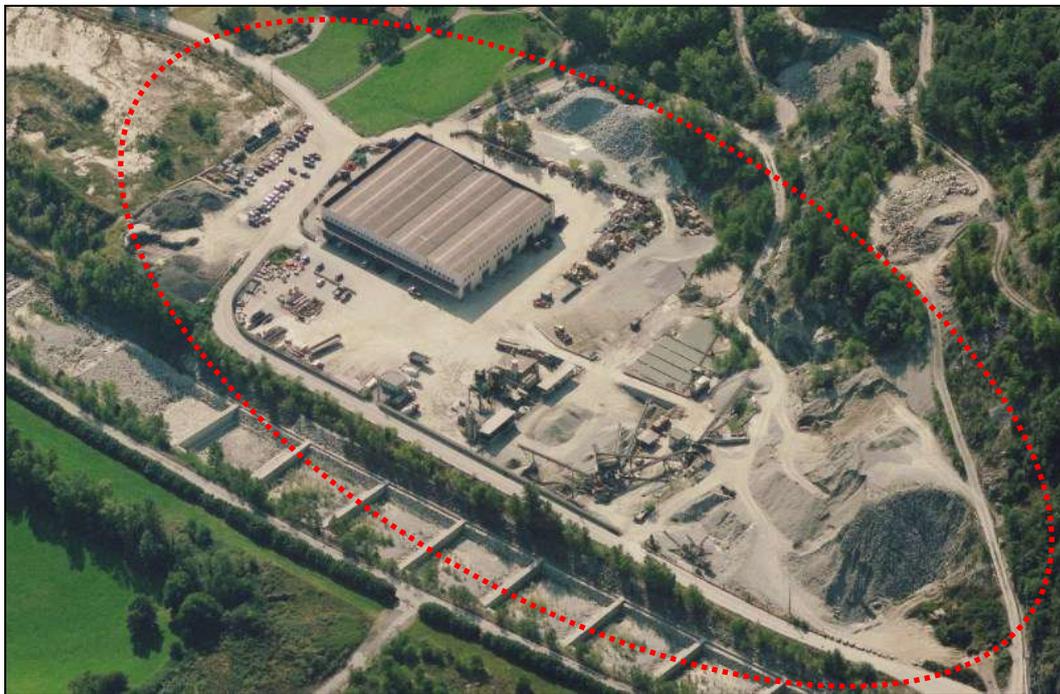
L'area insiste su di un settore semi-pianeggiante, posto tra il pendio di Chantery e il torrente Chalamy.



Estratto di PRG del Comune di Issogne – GeoNavigator – sito web RAVA



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



Pittometri (2008) – GeoNavigator – sito web RAVA

Il sito è costituito da impianto di lavorazione e selezione inerti, impianti di confezionamento calcestruzzi e conglomerati bituminosi, aree di deposito e capannone industriale e uffici.

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE

Il sito è posto all'interno dell'insediamento produttivo ed è costituito da un impianto di lavorazione e selezione inerti, da impianti di confezionamento calcestruzzi e conglomerati bituminosi, da aree di deposito e da un capannone industriale e uffici, situato in destra orografica del Torrente Chalamy. Il sito si trova, con facile accesso, lungo la strada comunale "Issogne-Champdepraz".

Con riferimento alla planimetria di seguito riportata, le operazioni di recupero vengono svolte nelle aree "A" e "B".

Si segnala che nell'area SERVIVAL sono presenti anche un impianto di betonaggio, i magazzini e gli uffici delle società, nonché i piazzali per il materiale ed i mezzi.



Planimetria impianto su base catastale

3.1 AREA A

Nell' "AREA A" i mezzi accedono dopo pesatura (pesa a ponte indicata in planimetria sullo spigolo del capannone), utilizzando la viabilità interna evidenziata dalle piste in colore verde chiaro, per depositare i seguenti rifiuti e EoW; si sottolinea che la numerazione di ogni cumulo viene individuata da apposita cartellonistica legata alla natura del cumulo stesso e non all'ubicazione spaziale della piazzola; la collocazione di ogni singolo cumulo può avvenire a seconda della volumetria di rifiuti disponibile e più piazzole possono contenere la stessa tipologia merceologica, all'occorrenza. Con tali premesse la nomenclatura dei vari cumuli è la seguente:

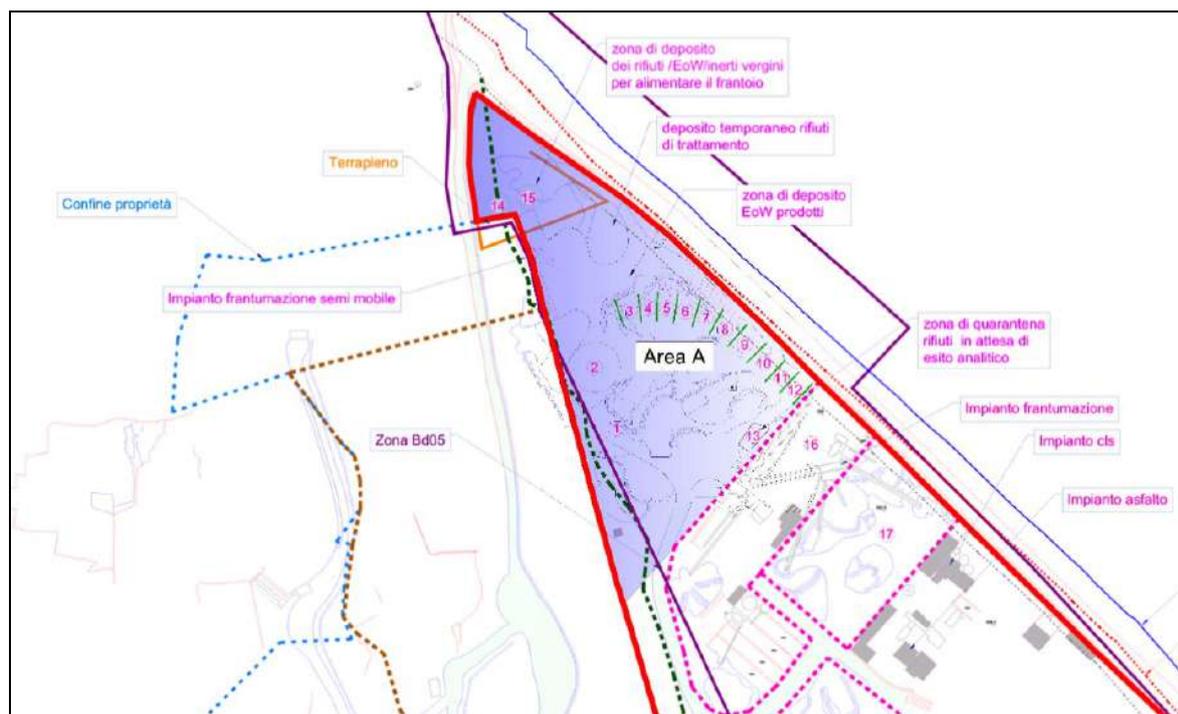
- Cumulo n° 1: C.E.R. 17 05 06 Fanghi di dragaggio
- Cumulo n° 2: C.E.R. 17 05 08 Pietrisco ferroviario
- Cumulo n° 3: C.E.R. 17 05 04 Terre e rocce da scavo
- Cumulo n° 4: C.E.R. 10 13 11 Rifiuti della produzione di materiali compositi.
- Cumulo n° 5: C.E.R. 17 01 02 Mattoni.
- Cumulo n° 6: C.E.R. 17 01 03 Mattonelle e ceramiche.
- Cumulo n° 7: .E.R. 17 01 01 Cemento.

- Cumulo n° 8: C.E.R. 17 08 02 Materiali da costruzione a base di gesso.
- Cumulo n° 9: C.E.R. 17 01 07 Miscugli di scorie e cemento. C.E.R. 01 04 08 Scarti di ghiaia e pietrisco.
- Cumulo n° 10: C.E.R. 17 09 04 Rifiuti misti da costruzione e demolizione.
- Cumulo n° 11: C.E.R. 01 04 13 Rifiuti prodotti dalla lavorazione della pietra.
- Cumulo n° 12: C.E.R. 01 04 08 Scarti di ghiaia e pietrisco.
- Cumulo n° 13: zona di quarantena dei rifiuti in attesa di esito analitico.
- Cumulo n° 14: area di accumulo per alimentazione del frantoio semimobile.
- Cumulo n° 15: area di accumulo per alimentazione del frantoio semimobile.

In prossimità dei cumuli 14 e 15 vengono collocati gli EoW prodotti in attesa di essere trasferiti alle aree di vendita o per l'alimentazione degli impianti fissi di produzione calcestruzzo e miscele bituminose; in tal caso gli EoW vengono depositati nelle aree n° 17 e n° 18:

- Area 16 impianto fisso lavorazione inerti
- Area 17 piazzale cumuli inerti lavorati destinati a produzione conglomerati cementizi e bituminosi
- Area 18 piazzale cumuli inerti lavorati destinati a produzione conglomerati cementizi e bituminosi

Nota: le aree di accumulo 14-15 si rendono necessarie in considerazione dell'elevata capacità di trattamento del frantoio semimobile 100/300 ton/ora



Planimetria Area A

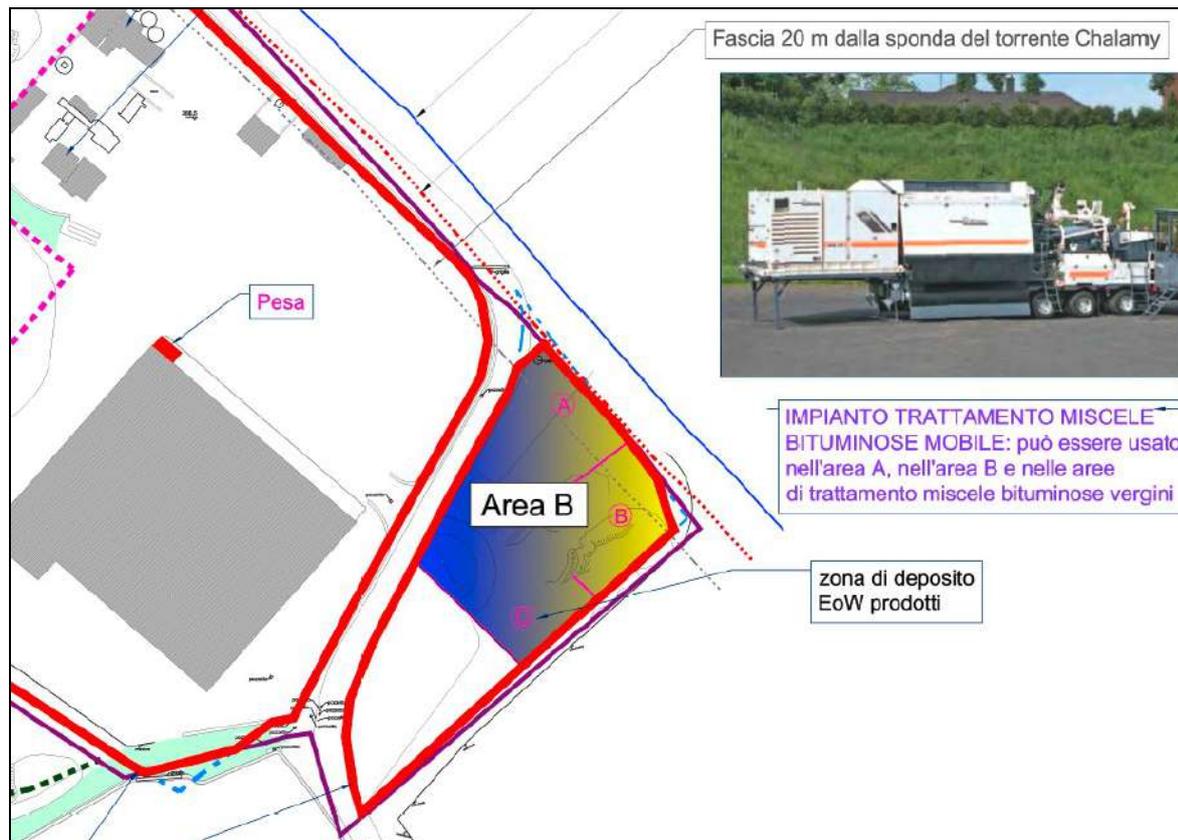
3.2 AREA B

Nell' "AREA B" i mezzi accedono dopo pesatura per depositare i seguenti rifiuti e EoW:

- Cumulo A e B: C.E.R. 17 03 02 conglomerato bituminoso
- Cumulo C: lotto finito di granulato di conglomerato bituminoso (EoW).

Si sottolinea che la catalogazione A-B-C di ogni cumulo viene individuata da apposita cartellonistica legata alla natura del cumulo stesso e non all'ubicazione spaziale

della piazzola (la collocazione di ogni singolo cumulo può avvenire a seconda della volumetria di rifiuti disponibile da recuperare e recuperato EoW) disponendo i cumuli separati da barriere New Jersey, tali da impedire la mescolazione, tra rifiuti e granulati.



Planimetria Area B

Per maggiori ragguagli tecnici si rimanda agli elaborati allegati alla richiesta di autorizzazione.

4. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

4.1 CARATTERIZZAZIONE LITOLOGICA

Il substrato è presente a monte dell'area in oggetto lungo gli speroni, nelle pareti rocciose ed in corrispondenza delle incisioni torrentizie. Le rocce appartengono alla "Falda Ofiolitica Piemontese"; si segnalano, sul versante posto a monte e ad Est dell'area in oggetto, in particolare affioramenti che appartengono all'unità eclogitica di Zermatt-Saas, in questo settore rappresentata essenzialmente da serpentiniti, calcescisti e anfiboliti.

4.2 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA

La copertura quaternaria nel settore è costituita essenzialmente da depositi alluvionali.

I depositi alluvionali e/o fluvioglaciali, presenti nel sito oggetto di indagine, affiorano lungo tutta la conoide alimentata dal torrente Chalamy: si tratta di depositi ghiaiosi e sabbiosi con livelli di materiale medio-grossolano a cui si associano occasionali trovanti di grosse dimensioni.

I depositi alluvionali, rilevabili sul fondovalle e legati alla dinamica fluviale della Dora Baltea, sono costituiti da depositi sabbiosi e ghiaiosi con livelli di materiale medio-grossolano, a cui si associano occasionali trovanti di grosse dimensioni.

4.3 CARATTERIZZAZIONE STRUTTURALE

Per la caratterizzazione strutturale si rimanda allo specifico capitolo.

4.4 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

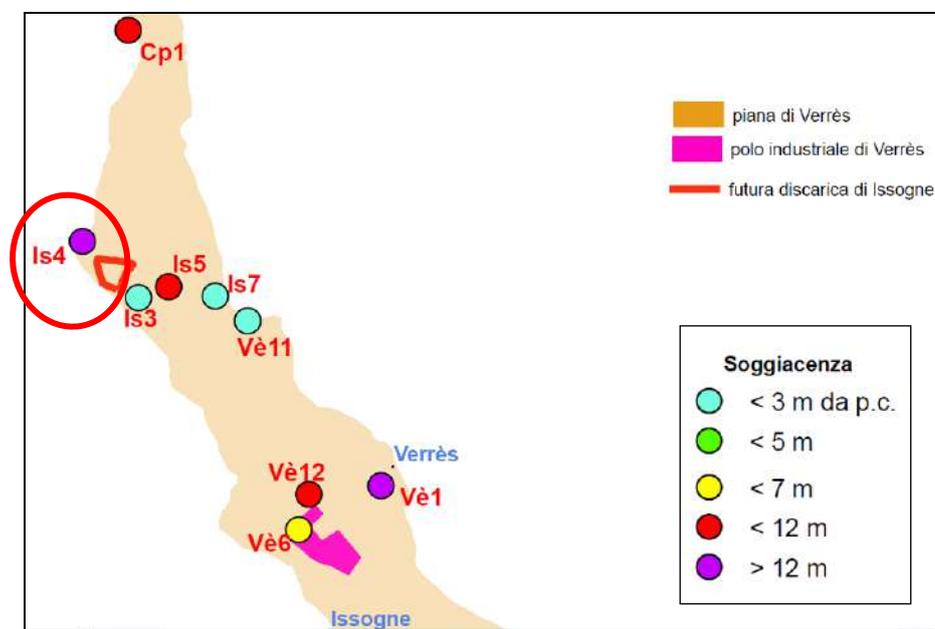
Dal punto di vista idrologico l'area più pianeggiante interessata dalle opere è influenzata principalmente dalla presenza del torrente Chalamy. La circolazione idrica del settore avviene principalmente nei materiali sciolti ed è legata alla presenza del substrato roccioso.

I sedimenti di fondovalle alluvionali ospitano un acquifero freatico a pelo libero, non confinato superiormente da livelli impermeabili.

La situazione idrogeologica dell'area è caratterizzata dalla presenza essenzialmente di un principale tipo di acquifero:

- *acquifero in formazioni alluvionali e/o fluvioglaciali.* Esso è costituito da sedimenti ghiaioso-sabbiosi, da ciottoli e blocchi di origine alluvionale, per la maggior parte recenti. Localizzato essenzialmente nel fondovalle, questo acquifero presenta una buona estensione ed una potenzialità idrica ragguardevole. In base ai dati bibliografici, la falda è ipoteticamente presente a circa - 3.5/6 metri dal piano di campagna.

Nel settore a valle di quello oggetto di indagine, i dati ARPA VALLE D'AOSTA relativi alle isofreatiche ed alla soggiacenza (giugno 2012), di cui si allegano stralci delle cartografie, indicano che la falda è posta a circa - 3 metri dal piano di campagna mentre nel piezometro posto in corrispondenza dell'apice del conoide la falda è ad una profondità maggiore di 12 metri (Is4).



Carta della soggiacenza della piana di Verrès - giugno 2012 - ARPA Valle d'Aosta

Nella documentazione allegata alla progettazione per la discarica di Mure, posta a valle del settore in oggetto, sono presenti diverse analisi idrogeologiche corredate da dati piezometrici di dettaglio: si tratta di dati relativi al settore della piana e che quindi non hanno alcun valore nel nostro settore.

Lo studio ha inoltre analizzato l'interferenza con le vasche di laminazione presenti nell'alveo del torrente Chalamy: si tratta di interferenze con la cava che si posiziona parecchi metri a valle dell'areale oggetto di studio.

Nel piezometro Piez.1 la falda è presente a circa -23 metri dal piano di campagna.





Vista la posizione distale dal torrente e avendo subito a monte il pendio roccioso, il centro di recupero è presumibilmente posto ad almeno 30/35 m dalla falda. Infatti il pozzetto PZ4, posto ad una quota di 367.9 m slm e arealmente quello più vicino al sito, presenta la falda a pochi metri dalla quota di imbasamento. Considerando che mediamente il centro è posto ad una quota di circa 403 m slm, si hanno ben 35 metri di differenza.

4.5 TORRENTE CHALAMY

Il torrente Chalamy è stato oggetto di analisi idrologica nell'ambito degli studi legati alla redazione degli ambiti inedificabili di Issogne e di Champdepraz. Il torrente è stato infine analizzato nello studio idraulico relativo alla progettazione della discarica di Mure.

Attualmente il Comune di Champdepraz è in procinto di incaricare uno studio per l'analisi idraulica da eseguire secondo quanto previsto nelle specifiche tecniche degli studi di bacino.

4.5.1 Ambiti inedificabile Issogne

Negli elaborati relativi agli ambiti inedificabili di Issogne del 2004, il geologo Dario Mori effettua delle verifiche idrauliche partendo dai valori di portata indicati nelle relazioni idrauliche allegate ai progetti di "sistemazione del torrente a seguito degli eventi alluvionali dell'ottobre 2000", a firma dell'ing. Arditi, e di "lavori di manutenzione straordinaria e sistemazione idraulica del t. Chalamy nel Comune di Issogne", prodotta dalla Direzione Ambiente, Assetto del Territorio e Risorse Idriche.

Studio geologico
Dot. Dario Mori

COMUNE DI ISSOGNE
PER COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE
Issogne, il... 1.1. NOV. 2003.
Paolo Vercy

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA
Région Autonome Vallée d'Aoste

COMUNE DI ISSOGNE

Studio degli ambiti inedificabili per frane, inondazioni e valanghe ai sensi della L.R. n° 11 del 06/04/1998.

RELAZIONE TECNICA

Committente: Comune di Issogne.

Data: settembre 2003

VIA CIRCONVALLAZIONE 48 - 11020 VERRÈS AO
Tel./Fax: 0126 650263, 348 3551338 email: geomorfo@virgilio.it
P.I.: 00582820072 C.F.: MRO DRA 44819 A326A

Nella relazione vengono quindi utilizzate le portate utilizzate per dimensionare le opere di arginatura del torrente.

Tali valori risultano sostanzialmente coincidenti e assolutamente cautelativi. Le portate liquide indicate sono:

$$Q_{100} = 73.65 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_{200} = 86.02 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Le portate solide sono invece:

$$Q_{s 100} = 156.5 \text{ m}^3/\text{s},$$

$$Q_{s 200} = 182.8 \text{ m}^3/\text{s}.$$

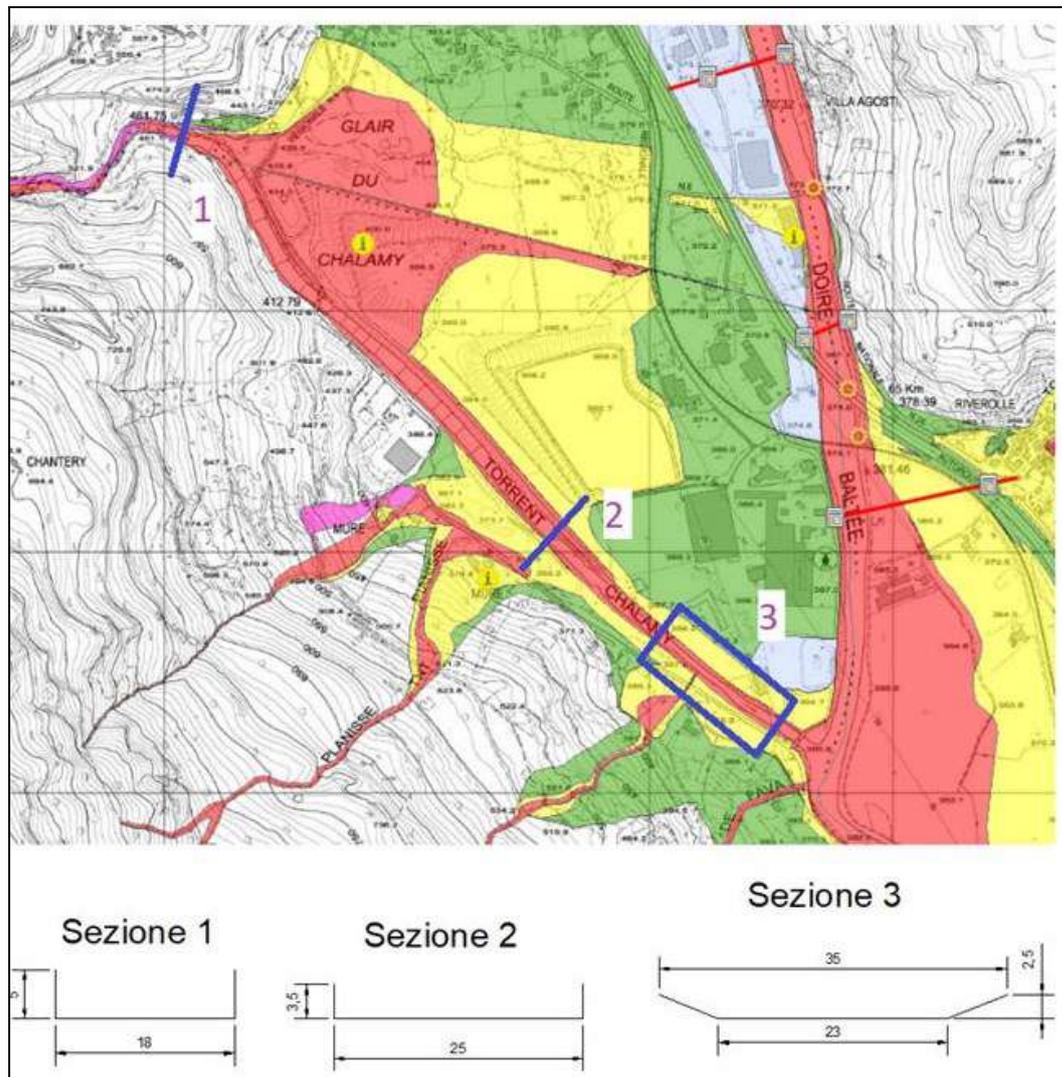
Per portate totali pari a:

$$Q_{\text{tot } 100} = 230.1 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (215,2 m}^3/\text{s per Dir. Amb. Ass. del Terr. e Ris. Idr.)}$$

$$Q_{\text{tot } 200} = 268.87 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Sulla base di queste portate sono state effettuate verifiche su alcune sezioni ed in particolare sul ponte presso la centralina idroelettrica, sul ponte in loc. Mure e sull'alveo subito a monte del ponte in loc. Favà. In tutti e tre i casi le sezioni si sono dimostrate ampiamente sovradimensionate per le portate liquide; considerando le portate solide risulta che i due ponti sono ben dimensionati mentre il tratto finale privo di argini è insufficiente ad ospitare i flussi con tempi di ritorno di 100 e 200 anni.

A partire da tali dati sono quindi state eseguite tre verifiche idrauliche: una al ponte della centralina, una al ponte di Mure e una nei pressi della zona industriale. Di seguito si riporta la planimetria, la geometria delle sezioni e le verifiche.



VERIFICA DEFLUSSI PONTE CENTRALINA			
Larghezza al fondo (m)	18,00	Altezza (m)	5,00
Larghezza alla sommità (m)	18,00	Pendenza	I = 0,06
Sezione (mq)	A = 90,00	Contorno bagnato	28,00
Raggio idraulico	P = 3,21		
PORTATE LIQUIDE			
Determinazione del coeff. X con la formula di Bazin:		$X = 87 \sqrt{P} / (\sqrt{P} + \gamma)$	
$\gamma = 0,40$		X = 71,13	
Determinazione della velocità di deflusso con la formula di Chézy			
$V = X \sqrt{P * I}$		V = 31,24	m/s
Determinazione della portata massima		Q = V * A	
		Q _l = 2811,35 mc/s	
PORTATE SOLIDE			
Peso di volume frazione solida		2,6 Kg/cm ³	
Peso di volume frazione liquida		1 Kg/cm ³	
Concentrazione lava torrentizia:		0,68	
Determinazione della velocità di deflusso con la formula di Shribny			
$V = 6,5 * P^{2/3} * I^{0,25} * 1 / \sqrt{((\rho_s / \rho) * (\rho_s - \rho) / (\rho_s + \rho) * C_v / (1 - C_v) + 1)}$			
		V = 3,77	m/s
Determinazione della portata massima		Q = V * A	
		Q _{df} = 339,23 mc/s	

VERIFICA DEFLUSSI PONTE MURE			
Larghezza al fondo (m)	25,00	Altezza (m)	3,50
Larghezza alla sommità (m)	25,00	Pendenza	I = 0,06
Sezione (mq)	A = 87,50	Contorno bagnato	32,00
Raggio idraulico	P = 2,73		
PORTATE LIQUIDE			
Determinazione del coeff. X con la formula di Bazin:		$X = 87 \sqrt{P} / (\sqrt{P} + \gamma)$	
$\gamma = 0,40$		X = 70,05	
Determinazione della velocità di deflusso con la formula di Chézy			
$V = X \sqrt{P * I}$		V = 28,38	m/s
Determinazione della portata massima		Q = V * A	
		Q _l = 2482,83 mc/s	
PORTATE SOLIDE			
Peso di volume frazione solida		2,6 Kg/cm ³	
Peso di volume frazione liquida		1 Kg/cm ³	
Concentrazione lava torrentizia:		0,68	
Determinazione della velocità di deflusso con la formula di Shribny			
$V = 6,5 * P^{2/3} * I^{0,25} * 1 / \sqrt{((\rho_s / \rho) * (\rho_s - \rho) / (\rho_s + \rho) * C_v / (1 - C_v) + 1)}$			
		V = 3,38	m/s
Determinazione della portata massima		Q = V * A	
		Q _{df} = 296,10 mc/s	

VERIFICA DEFLUSSI ALVEO ZONA INDUSTRIALE			
Larghezza al fondo (m)	23,00	Altezza (m)	2,50
Larghezza alla sommità (m)	35,00	Pendenza	I = 0,05
Sezione (mq)	A = 72,50	Contorno bagnato	36,00
Raggio idraulico	P = 2,01		
PORTATE LIQUIDE			
Determinazione del coeff. X con la formula di Bazin:		$X = 87 \sqrt{P} / (\sqrt{P} + \gamma)$	
$\gamma = 1,30$		X = 45,41	
Determinazione della velocità di deflusso con la formula di Chézy			
$V = X \sqrt{P * I}$		V = 14,41	m/s
Determinazione della portata massima		Q = V * A	
		Q _l = 1044,60 mc/s	
PORTATE SOLIDE			
Peso di volume frazione solida		2,6 Kg/cm ³	
Peso di volume frazione liquida		1 Kg/cm ³	
Concentrazione lava torrentizia:		0,68	
Determinazione della velocità di deflusso con la formula di Shribny			
$V = 6,5 * P^{2/3} * I^{0,25} * 1 / \sqrt{((\rho_s / \rho) * (\rho_s - \rho) / (\rho_s + \rho) * C_v / (1 - C_v) + 1)}$			
		V = 2,64	m/s
Determinazione della portata massima		Q = V * A	
		Q _{sf} = 191,17 mc/s	

Sulla scorta delle verifiche, gli ambiti indicano che l'alveo è in grado di smaltire sia le portate liquide che quelle solide duecentennali tranne che nel tratto finale, subito a monte della confluenza, dove transitano portate liquide duecentennali ma portate solide solo ventennali.

9.1.2 Torrente Chalamy

In questo caso le verifiche idrauliche hanno dimostrato che l'alveo è in grado di smaltire sia le portate liquide che quelle solide duecentennali tranne che nel tratto finale, subito a monte della confluenza, dove transitano portate liquide duecentennali ma portate solide solo ventennali. Teoricamente quindi la fascia A avrebbe dovuto coincidere completamente con l'alveo mentre le fasce B e C avrebbero dovuto rimanere aderenti all'alveo fino all'altezza degli insediamenti produttivi per poi allargarsi. In considerazione degli eventi pregressi e delle perimetrazioni proposte sul vicino Comune di Champdepraz tali fasce sono state cautelativamente estese soprattutto in sponda sinistra, essendo stata individuata una possibile direttrice di esondazione subito a valle del bacino idrico all'apice del conoide. Eventuali esondazioni incontrerebbero per altro subito la profonda depressione della discarica inerti, perdendo energia e depositando il carico solido. La pista che fiancheggia l'alveo in sponda sinistra è stata compresa nella fascia A in quanto pur essendo privata costituisce un indispensabile presidio in caso di calamità. L'area produttiva in sponda sinistra presso l'immissione nella Dora Baltea può essere parzialmente interessata dagli eventi alluvionali soprattutto a causa delle difficoltà di deflusso in caso di piene concomitanti dei due corsi d'acqua. Si tratterà quindi soprattutto di allagamenti a bassa energia.

4.5.2 Ambiti inedificabili Champdepraz

Negli elaborati relativi agli ambiti inedificabili di Champdepraz, la geologa Susanna Occhipinti individua le portate di picco del torrente che risultano decisamente inferiori a quelle individuate negli ambiti inedificabili di Issogne.

Si ritiene però utile segnalare che:

- come risulta dalle verifiche idrauliche del T Chalamy l'alveo presenta attualmente una sezione ampiamente cautelativa anche rispetto alla portata di picco

Tempo di ritorno [anni]	Portata [m ³ /s]
20	138,5
100	179,3
200	196,7

Q100 (solida+liquida)	215,2
Q df	2152 *
Q ponte cava	6008
Q ponte Issogne	11.682

* sec. Armanini, 1996

- nell'area sono presenti, in corrispondenza del vertice della curva dell'alveo, punto di maggior probabilità di disalveo, due vasche di carico con capacità complessiva di oltre 200.000 mc che potrebbero accogliere un significativo volume del trasporto solido
- il settore più a valle della conoide, pur non vincolato in quanto soggetto al rischio frana è comunque vincolato per il rischio alluvione.

Vengono di seguito proposte anche le verifiche per gli altri corsi d'acqua per i quali i valori applicati nella perimetrazione sono comunque cautelativi, soprattutto nel caso si intenda utilizzare il valori di spessore superficie asportabile di 1 m, normalmente utilizzato.

FASCIA A -- in rosso in cartografia: costituita dalla porzione d'alveo che è sede prevalente del deflusso della corrente per la piena ordinaria annuale.
Si tratta della fascia esondabile con Tr 20 anni

Con riferimento alla normativa che prevede:

- negli alvei regolarizzati sotto l'aspetto idraulico la corrispondenza del limite della fascia A con con l'ipotesi del progetto di sistemazione idraulica del corso d'acqua per i valori di piena assunti dai calcoli di riferimento
- in considerazione della tipologia del bacino, mediamente - fortemente dissestato

La zona soggetta a vincolo è stata estesa alle aree golenali di tutti i torrenti, e quindi comprende:

- le fasce attigue al torrente Chalamy e dei suoi immissari,
- le fasce attigue al Torrente Pialong e ai suoi immissari
- le fasce attigue al Torrent Lavaz - Perodaz
- le fasce attigue al Torrente Pianfey

Infatti, con particolare riferimento al torrente Chalamy è necessario tenere presente:

- che nonostante le massicce opere di difesa realizzate, lo Chalamy è e resta, nonostante le imponenti opere di difesa spondale, una conoide potenzialmente attiva,
- la conformazione attuale dell'alveo, caratterizzato da una brusca curvatura al vertice della conoide;
- il ponte al vertice della conoide può in occasione di eventi caratterizzati da elevata portata solida costituire uno sbarramento del deflusso solido e liquido con conseguente trascinamento in sponda sinistra.
- l'elevata portata solida, inevitabile in presenza delle già evidenziate aree in erosione accelerate situate poco a monte ed in particolare la possibilità che si verifichino fenomeni di trasporto di massa;

- Che grazie alle massicce opere di difesa realizzate negli ultimi decenni, la conoide dello Chalamy in occasione degli ultimi eventi alluvionali, 1993 e 2000 non è stato soggetto a fenomeni di esondazione e che gli ultimi eventi alluvionali vanno fatti risalire al periodo precedente la realizzazione degli interventi di sistemazione idraulica. In particolare vanno

segnalati gli interventi di sottomurazione della sponda sinistra, particolarmente soggetta a scalzamento al piede.

- Che in corrispondenza della brusca curvatura al vertice della conoide sono state realizzate due vasche di carico di acqua, con un volume complessivo di quasi 200.000 mc, che possono costituire degli efficaci serbatoi di laminazione della piena
- Che è in occasione del recente intervento di sistemazione e pulizia dell'alveo la soglia sottostante il ponte al vertice della conoide la soglia è stata fortemente ribassata, raggiungendo una sezione utile di poco inferiore al sottostante ponte di Issogne
- Che il rimboschimento naturale di cui sono oggetto i versanti in fluvioglaciale e gli interventi di ingegneria naturalistica che stanno interessando il versante stanno progressivamente riducendo le aree denudate, con conseguente riduzione dell'apporto della portata solida;
- Che il territorio, fortemente degradato nella parte inferiore è invece interessato da interventi di manutenzione di elevata qualità, grazie all'intervento del Parco del Mont Avic

FASCIA B -- in giallo in cartografia: costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazioni al verificarsi della piena Tr100 anni.

Al fine di ridurre progressivamente il grado di vincolo da FASCIA A a FASCIA C tutte le zone A sono circondate da una fascia B in coerenza con il grado di mitigazione del fenomeno in atto o potenziale

Con riferimento alla normativa la zona soggetta a vincolo è stata estesa alle fasce attigue potenzialmente attive caratterizzabili da fenomeni alluvionali con prevalente portata liquida e bassa velocità della corrente, e quindi comprende:

- alcune porzioni della conoidi alluvionali dei torrenti Pialong, ValFey, Lava- Perodaz
- una significativa porzione della conoide alluvionale del torrente Chalamy
- delimitata da una linea tangente alla curva sommitale dell'alveo e corrispondente
 - ad un piccolo impluvio rilevabile in cartografia e foto aerea;
 - al tracciato dell'evento alluvionale del 1948
 - al tracciato previsto dalla Circonvallazione di Champdepraz realizzata parte in rilevato, anche con funzione di diga a protezione dell'abitato, prevista dagli strumenti urbanistici vigenti

Gli ambiti in edificabili di Champdepraz indicano che le zone ad alto rischio per frana ed inondazione sono poste a monte e terminano all'incirca alla quota di 400 m s.l.m., mentre quelle a medio rischio raggiungono il rilevato ferroviario. Per la redattrice della relazione le zone gialle corrispondono a settori attigui attivi caratterizzati da fenomeni alluvionali con prevalente portata liquida e bassa velocità della corrente.

4.5.3 Discarica Mure

Negli elaborati relativi alla progettazione della discarica di Mure, il geologo Fabrizio Gregori vengono analizzate le dinamiche di inondazione e di colata detritica. Di seguito si riportano gli stralci più significativi.

Nelle aree suidicate, in accordo con quanto si evince dalla relazione tecnica della "CARTA PRESCRITTIVA DI SINTESI: TERRENI SEDI DI FRANA" del Comune di Champdepraz, comprendente altresì uno specifico paragrafo sulla "ANALISI DELLE SUPERFICI DI CONOIDE POTENZIALMENTE INTERESSATE DA DEBRIS FLOOW" con particolare riferimento appunto a quello del torrente Chalamy, l'elevato grado di pericolosità per frana (F1), **non risulta essere collegato alla presenza di evidenti fenomeni di franamenti in atto o latenti gravanti direttamente sul sito in esame ma è esclusivamente collegato al solo rischio di colate detritiche.**

In detta analisi viene evidenziato che, con il manifestarsi di ipotetici **eventi estremi, vi siano**, all'interno del bacino del torrente, **condizioni morfologiche e strutturali predisponenti fenomeni geodinamici sotto forma di colata detritica**, collegati cioè ad eventi con un rilevante trasporto solido in massa convogliato, entro il solco torrentizio e riversato, allo sbocco sul fondovalle, sul conoide; conseguentemente, in quest'ultimo settore allungato sul fondovalle, sono state individuate, ai sensi della normativa vigente, aree con vario grado di pericolosità come è evidenziato all'interno dell'area di proprietà Cape s.r.l. (v. **Tav. 4 dell'Allegato 1**). La documentazione relativa agli eventi che hanno interessato il conoide del torrente Chalamy, ampia e risalente fino al XII secolo, integrata da dati forniti dal Servizio regionale Cartografia ed Assetto Idrogeologico si sono riscontrati oltre 13 eventi alluvionali documentati che, a vario grado, hanno prodotto nel tempo, allo sbocco del solco torrentizio sul fondovalle, la formazione dell'esteso conoide e, come si evince dalla traccia dei paleoalvei su gran parte dell'ampio ventaglio, la migrazione dell'alveo torrentizio in una posizione, oggi, nettamente angolata verso Sud rispetto all'asse del conoide.

In detta relazione, la stima del massimo volume rimobilizzabile in occasione di ipotetici **eventi estremi**, sulla base delle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche del bacino, risulta essere di **535.000,00 m³** con una portata di picco della colata detritica **Q = 2.152,00 m³/s**; per tali valori, la perimetrazione delle aree a rischio per colata detritica, come risulta dalla cartografia delle aree in frana attualmente in vigore, elaborata con metodo approssimativo ma largamente cautelativo, tenuto conto che il rischio di disalveo si individua nel tratto apicale del conoide, a partire cioè dal ponte sullo Chalamy di q.ta 461,00 m s.l.m. (dove l'alveo torrentizio è nettamente angolato verso Sud); dall'apice del conoide detta area di ipotetica invasione si sviluppa, con vincolo di elevata pericolosità (**F1**), fino oltre l'isoipsa di quota 385 m s.l.m., estendendosi, per circa 500 m su una superficie con un fronte ampio 500 m; area questa compresa tra i due tratti di strada (la comunale risalente dalla località Mure lungo l'alveo e la Regionale n° 6 per Champdepraz) che divergono poco più a valle di detto ponte, includendo, al suo interno, l'area di cava e della discarica oggetto dell'intervento in progetto; a valle di detto settore, l'area d'invasione, ha un grado di pericolosità da media (**F2**) a bassa (**F3**) e uno sviluppo complessivo, fino all'argine destro del fiume Dora Baltea, un ampio 700 metri come riportato nella **Tav. 4 dell'Allegato 1**).

Una più accurata verifica dello stato di **rischio per colata detritica di intensità estrema** che possa coinvolgere l'area di cava in esame è stata elaborata in

riferimento all'attuale stato dei luoghi tenuto conto delle vasche di laminazione con briglie in c.a. eseguite in alveo dopo l'evento alluvionale del 2000 (v. **Allegato 2**); in questa, sulla base dei parametri ricavati con metodi empirici riportati nella già citata relazione tecnica ed in particolare al paragrafo sulla "ANALISI DELLE SUPERFICI DI CONOIDE POTENZIALMENTE INTERESSATE DA DEBRIS FLOOD" con particolare riferimento appunto a quello del torrente Chalamy, si evince che, come riportato nel tabulato di **Tav. 1** in **Allegato 2**, lo straordinario volume d'ingresso assegnato alla colata comporti già una cospicua inondazione dell'area sita all'apice del conoide, alla **Sez. 1**, in cui la frazione esondata si attesta su un volume di circa 149.000 m³, mentre la portata di picco che transita a valle si riduce a 1017 m³/s.; detta frazione esondata, come riportato in **Tav. 3** dell'**Allegato 2**, si canalizza prevalentemente lungo la S.R. n° 6 e si disperde, verso valle, in flussi diretti entro le evidenti tracce di paleoavei, sviluppandosi cioè preferibilmente nella parte di conoide sita a Nord dell'area Cape s.r.l.

La seconda decurtazione dell'onda di piena avviene, in misura minore e con caratteristiche più marcatamente idrauliche, in corrispondenza della **Sez. 4**, posta sulla marcata curvatura del cunettone del torrente, da cui esonda un volume complessivo di circa 110.000 m³, mentre la portata smaltita si riduce a meno di 1/3 di quella di partenza, arrivando a circa 656 m³/s. Su quest'ultimo valore sono state verificate tutte le successive sezioni, che seppure con un margine ridotto in corrispondenza della **Sez. 6** (portata smaltibile di 692 m³/s), non hanno denunciato ulteriori insufficienze di contenimento della colata. Pertanto, al profilarsi di un fenomeno di colata detritica di intensità estrema, il volume complessivo della colata detritica smaltito dalle opere di regimazione del torrente Chalamy, nel tratto indagato tra l'apice del conoide e la località Mure, si attesta su un valore di 276.445 m³, registrando due sole sezioni: al ponte di q.ta 461,75 m s.l.m. e, poco più a valle (v. **sez. 1** e **sez. 4** di **Tav. 3** in **Allegato 2**) in cui si manifesterebbero dei cospicui fenomeni di esondazione.

2) – Terreni a rischio di inondazione: l'area interessata dalle opere in progetto, è interamente compresa in un ambito territoriale definito, ai sensi di quanto previsto dalle linee guida, a rischio d'inondazione, **con pericolosità elevata o molto elevata, di vincolo Fascia A**. Sul conoide, in relazione ai fenomeni d'esondazione pregressi, sono segnalati gli eventi alluvionali del 1948 e del 1958 che lo hanno fortemente interessato fino a raggiungere i nuclei frazionali distribuiti nella parte medio-inferiore dell'ampio ventaglio del conoide; successivamente, a partire dagli anni '80, con la messa in opera di massicci interventi di arginatura, di protezione delle sponde e di

regolarizzazione del fondo alveo, non si sono più riscontrati eventi di esondazione come del resto si ebbe a verificare in occasione degli ultimi eventi alluvionali del 1993 e del 2000 che hanno pesantemente interessato il territorio valdostano; del resto risulta che, il sito dell'attuale area di cava, fin dalle origini di coltivazione, risalenti intorno agli anni '70, non è mai stato interessato, direttamente, da inondazioni alimentate da flussi collegati a fuoriuscite d'alveo o indirettamente (con infiltrazioni dalle sponde) e sul fondo cava in particolare. L'attuale perimetrazione della parte apicale del conoide (v. **Tav. 5 dell'Allegato 1**) risulta essere, malgrado detti interventi, cautelativamente mantenuta ad elevato rischio, con vincolo di Fascia A, tenuto conto di quanto suggerito dalla normativa vigente e cioè: trattandosi di un conoide potenzialmente attivo, permane il rischio che, in occasione di eventi caratterizzati da elevata portata solida, al ponte sito al vertice del conoide, possa crearsi uno sbarramento del deflusso in alveo con conseguente tracimazione in sponda sinistra e, date le caratteristiche geomorfologiche e geostrutturali del bacino possano generarsi fenomeni di colata detritica.

d) - Valutazione della compatibilità dell'intervento con il fenomeno di dissesto considerato, con la sua dinamica e con la sua pericolosità: si evidenzia, dai rilievi, dalle ispezioni delle aree adiacenti e tenuto conto delle verifiche idrauliche riferite al torrente Chalamy riportate in **Allegato 2**, che le aree oggetto degli interventi in progetto, non risultano essere interessate da flussi collegati a fenomeni d'esondazione da parte del torrente Chalamy; trascurabile inoltre risulta essere il rischio d'invasione di colate detritiche provenienti dall'apice del conoide risultando il sito in oggetto disassato rispetto ai possibili flussi che possono prodursi più a monte e nella ristretta area inserita tra viabilità e le morfologie di paleoalveo che sono tendenzialmente in grado di canalizzare e smaltire, su fasce esterne all'attuale area di cava, eventuali episodi di colata (v. **Tav. 3 in Allegato 2**); limitato è il rischio in corrispondenza della **Sez. 4** (v. **Tav. 3 in Allegato 2**) dove si interrompe il terrapieno, recentemente sistemato ed alto sull'argine circa 2,00 metri, favorendo il riversamento della parte più superficiale della colata, con fronte alto circa 1,20 m, a componente prevalente idrica, diretto sull'adiacente ripianamento che digrada, verso i due tratti stradali che lo delimitano; da questi tratti stradali ed in particolare da quello comunale sono possibili modeste divagazioni lungo il muretto di sostegno della recinzione dell'area Cape s.r.l. con sversamenti da una parte in alveo e, dall'altra, nei solchi di paleoalveo affiancati a detta recinzione.

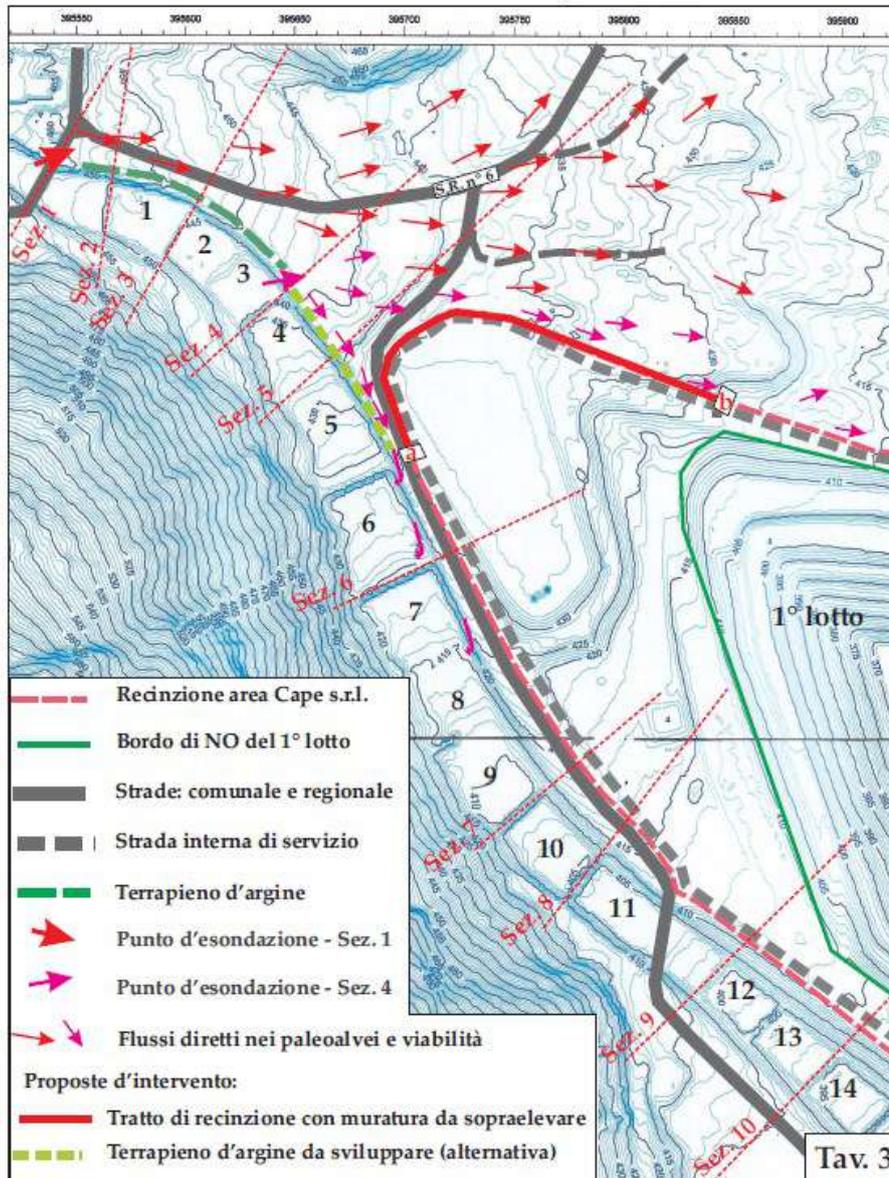
e) - Valutazione della vulnerabilità dell'opera da realizzare in relazione anche agli usi alla quale essa è destinata; in considerazione del grado di rischio individuato, il sito, in corso d'opera ed a lavori ultimati, presenta una bassa vulnerabilità e risulta compatibile con la prevista destinazione finale del sito internamente all'area di proprietà della Società Cape s.r.l.; si evidenzia che, tenuto conto delle caratteristiche geomorfologiche, piano-altimetriche oltre che della tipologia degli interventi in progetto, il sito risulta essere preservabile dai pur limitati fenomeni di dilavamento che possono essere alimentati dalle acque ruscellanti soprattutto lungo il tratto di strada comunale che contorna, nella parte apicale, la proprietà Cape s.r.l. ed il sito della discarica in particolare; questi risultano essere in gran parte trattenuti e deviati oltre che dalla muratura perimetrale esistente anche dalle scoline stradali interne e dalla rete drenante le acque meteoriche e di scorrimento superficiale prevista, in progetto, sia in corso d'opera e sia a lavori ultimati all'interno dell'area della discarica.

f) - La 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: allo scopo di ridurre la pericolosità di una espansione di colata detritica, collegata ad un evento definito estremo, coinvolgente sostanzialmente la parte apicale del conoide e, solo in parte, l'area contornante il muro perimetrale della Cape s.r.l. entro cui è inserito il sito di previsto intervento, si interpreta che, al fine di ridurre o, meglio, eliminare, il conseguente fenomeno d'esonazione che, potenzialmente potrebbe innescarsi, in corrispondenza della Sez. 4, oltre alle opere di drenaggio delle acque di scorrimento superficiale previste in progetto sia in corso d'opera e sia a lavori ultimati e relativi non solo al 1° lotto ma anche alle successive fasi d' esaurimento della discarica, in riferimento a quanto indicato nella planimetria di Tav. 3 dell'Allegato 2, sono consigliati i seguenti interventi:

1) in sostituzione o ad integrazione del cordolo di sostegno della recinzione Cape s.r.l. nel tratto a-b, indicato in Tav. 3, impostare una muratura alta non meno di 80 cm, di sviluppo complessivo pari a circa 150 metri, in modo da canalizzare le eventuali acque ruscellanti dalla strada comunale verso aree di deflusso esterne: in alveo e nei paleoalvei del vicino clapey;

2) di interesse più comunale, in alternativa a quanto indicato al p.to 1), al fine di escludere l'esonazione dall'alveo in corrispondenza della Sez. 4, dovrà essere sviluppato l'attuale terrapieno o la sopraelevazione del muro d'argine di non meno 2,00 m, nel tratto compreso tra le vasche 4 e 5, pari ad uno sviluppo di circa 80 metri in modo da smaltire entro l'alveo, con adeguato franco, la portata della colata prevista.

L'efficacia degli interventi di protezione e di mitigazione sopra indicati risultano essere ampiamente soddisfacenti al limitato grado di rischio coinvolgente il sito in esame.



Torrente Chalamy
Verifica idraulica delle sezioni del cunetto terminale

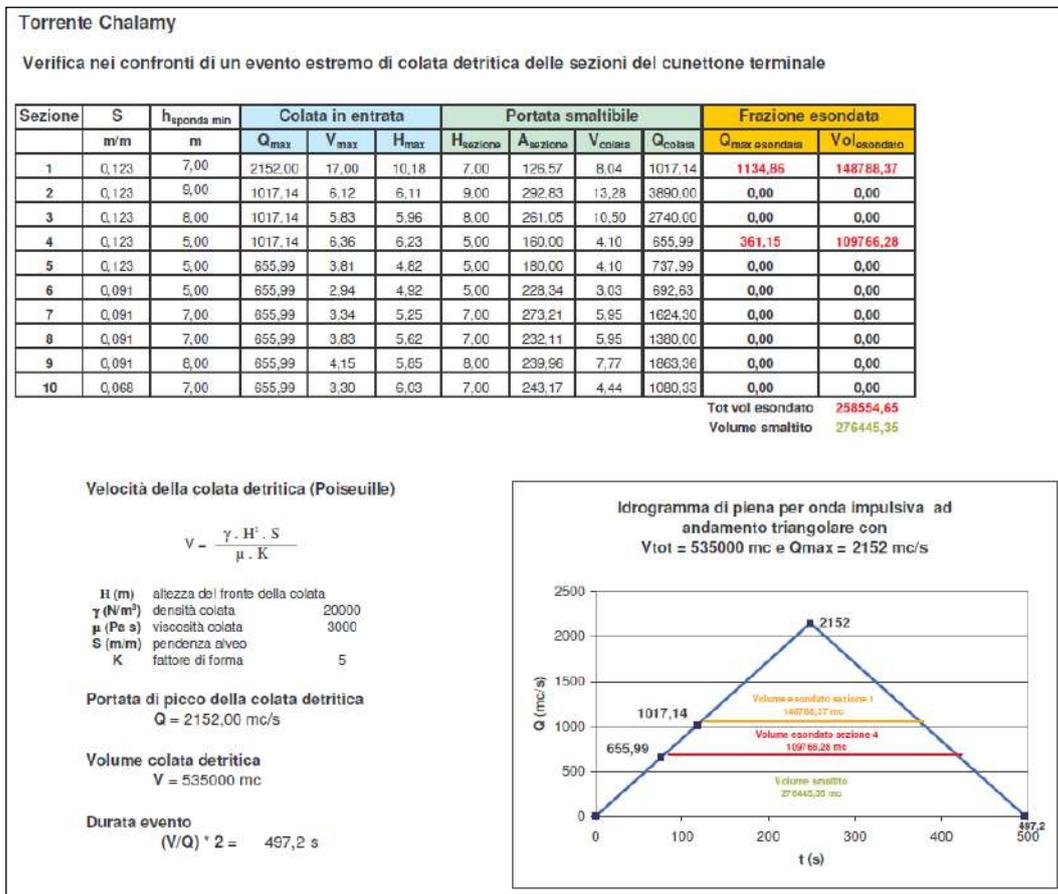
Sezione	Ks	i (%)	h _{sponda min} (m)	Portata in entrata			Altezza idrometrica (m)			Franco (m)			Portata esondata		
				Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	h ₂₀	h ₁₀₀	h ₂₀₀	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀	Q ₂₀	Q ₁₀₀	Q ₂₀₀
1	25	12,30	7,00	138,50	179,30	196,70	1,05	1,25	1,30	5,95	6,75	5,70	0,00	0,00	0,00
2	25	12,30	9,00	138,50	179,30	196,70	0,85	1,00	1,05	8,15	8,00	7,95	0,00	0,00	0,00
3	25	12,30	8,00	138,50	179,30	196,70	0,80	0,95	1,00	7,20	7,05	7,00	0,00	0,00	0,00
4	25	12,30	5,00	138,50	179,30	196,70	0,75	0,90	0,95	4,25	4,10	4,05	0,00	0,00	0,00
5	25	12,30	5,00	138,50	179,30	196,70	0,70	0,80	0,85	4,30	4,20	4,15	0,00	0,00	0,00
6	25	9,10	5,00	138,50	179,30	196,70	0,60	0,70	0,75	4,40	4,30	4,25	0,00	0,00	0,00
7	25	9,10	7,00	138,50	179,30	196,70	0,75	0,85	0,90	6,25	6,15	6,1	0,00	0,00	0,00
8	25	9,10	7,00	138,50	179,30	196,70	0,90	1,00	1,10	8,10	8,00	5,9	0,00	0,00	0,00
9	25	9,10	8,00	138,50	179,30	196,70	1,00	1,15	1,25	7,00	6,85	6,75	0,00	0,00	0,00
10	25	6,80	7,00	138,50	179,30	196,70	1,00	1,15	1,20	6,00	5,85	5,8	0,00	0,00	0,00

Velocità della corrente (Manning - Strickler)

$$V_m (m/s) = K_s \times R_m^{2/3} \times (i/100)^{1/2}$$

$K_s (m^{1/3} s^{-1})$ coefficiente di resistenza di Strickler
 $R_m (m)$ raggio idraulico = A / Perimetro bagnato
i (%) pendenza dell'alveo nel tratto considerato

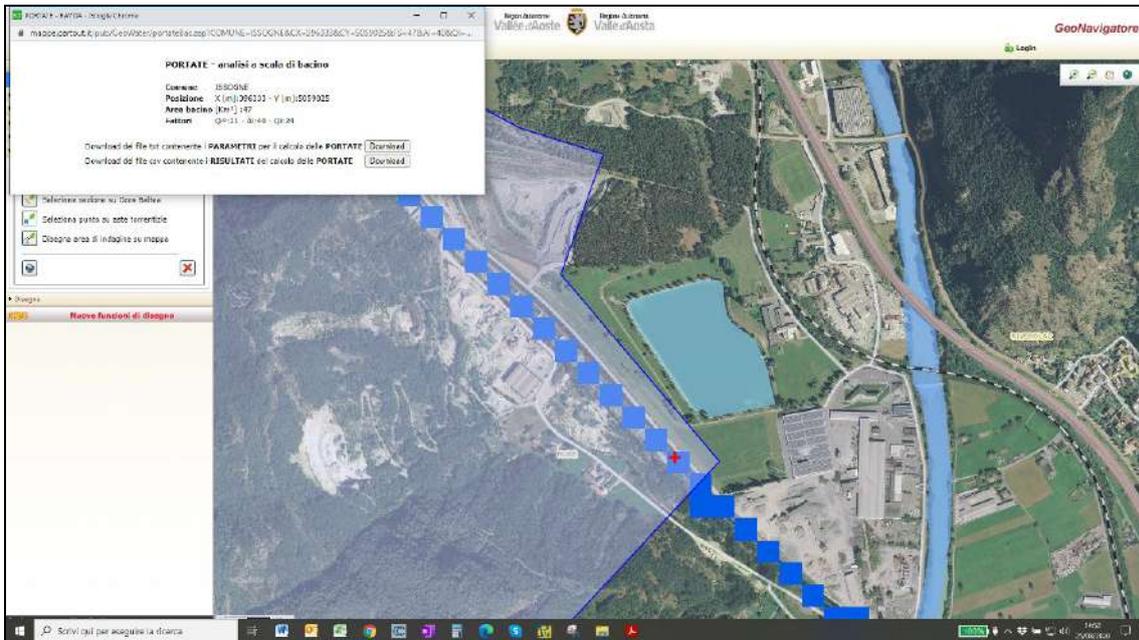
Portate di piena
 20 anni Q = 138,5 mo/s
 100 anni Q = 179,3 mo/s
 200 anni Q = 196,7 mo/s



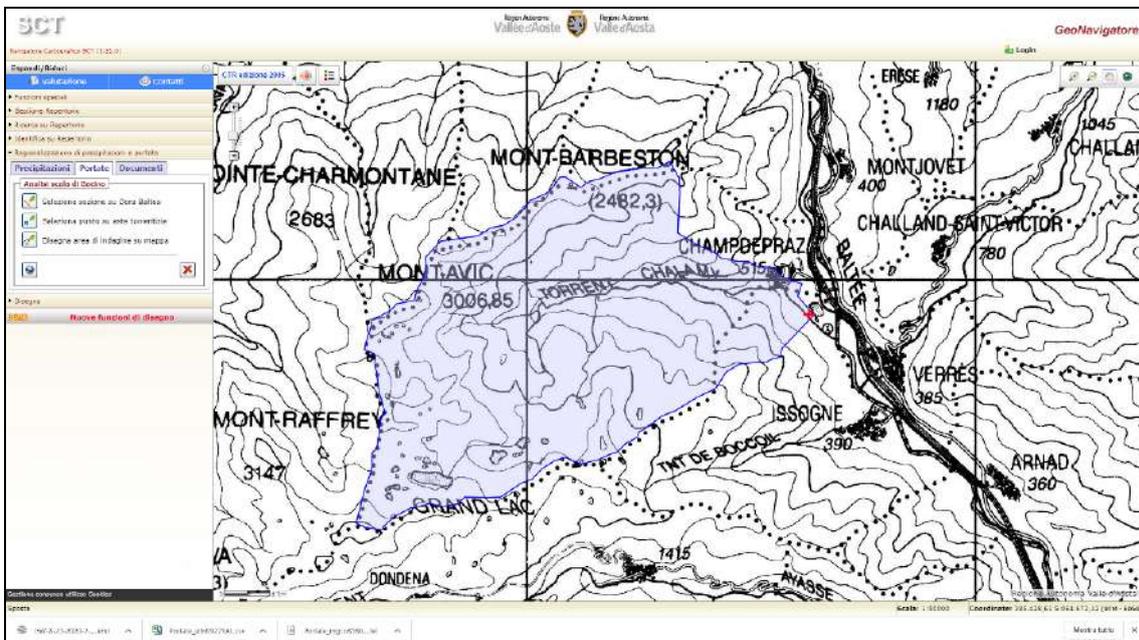
Lo studio del collega Gregori in sostanza dice che *le aree oggetto degli interventi in progetto, non risultano essere interessate da flussi collegati a fenomeni d'esondazione da parte del torrente Chalamy*. Per quanto riguarda le colate detritiche la pericolosità è trascurabile così come il rischio d'invasione di colate detritiche provenienti dall'apice del conoide risultando il sito in oggetto disassato rispetto ai possibili flussi che possono prodursi più a monte e nella ristretta area inserita tra viabilità e le morfologie di paleoalveo che sono tendenzialmente in grado di canalizzare e smaltire, su fasce esterne all'attuale area di cava, eventuali episodi di colata. L'analisi di Gregori indica che le colate andrebbero ad interessare essenzialmente il lato in sinistra orografica del conoide, come evidenziato nella tavola sopra riportata.

4.5.4 Regionalizzazione di precipitazioni e portate – Centro Funzionale Regione Autonoma Valle d'Aosta

Per valutare con maggiore dettaglio la portata di piena con la metodologia più recente e aggiornata, sono stati presi i valori ricavati dallo studio di regionalizzazione delle portate, redatto per la RAVDA dalla fondazione CIMA di Savona, in cui vengono forniti i valori di portata al colmo associati ai diversi tempi di ritorno per tutto il reticolo idrico montano, per bacini superiori ai 20 km²: le verifiche idrauliche sono state eseguite solamente con tali dati. Per bacini idrografici che presentano un'area inferiore a 20 km² il riferimento per la determinazione delle portate è il metodo SCS-CN del Soil Conservation Service.



*Matrice canale disponibile nel settore
Regionalizzazione di precipitazioni e portate – GeoNavigator – sito web RAVA*



*Delimitazione bacino di interesse
Regionalizzazione di precipitazioni e portate – GeoNavigator – sito web RAVA*

PORTATE - analisi a scala di bacino	
Comune	ISSOGNE
Posizione	X [m]: 396333 - Y [m]: 505925
Area bacino [Km²]	:47
Fattori	Qi°: 21 - Ai: 40 - Qi: 24

Riepilogo bacino alla sezione di chiusura scelta – GeoNavigator – sito web RAVA

T[Anni]	Kt	Portata
5	1,2	29
10	1,6	38
20	2,2	53
30	2,6	62
50	3,1	74
100	3,9	94
200	4,6	110
500	5,6	134
1000	6,3	151
2000	7	168

Scheda portate bacino di interesse – GeoNavigatore – sito web RAVA

Le portate calcolate in corrispondenza del settore interessato e ottenute a partire dai valori ricavati dallo studio di regionalizzazione delle portate, sono state cautelativamente aumentate del 20% e implementate dell'aliquota del trasporto solido calcolata imponendo una concentrazione solido-volumetrica pari a 0,2.

	Q_{matrice canale}	aumento 20% trasporto solido	aumento 20% cautela	Q_{TOT}
	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>	<i>m³/s</i>
Tr₂₀	53	10,6	12,7	76,3
Tr₁₀₀	94	18,8	22,6	135,4
Tr₂₀₀	110	22,0	26,4	158,4

Come si evince, i valori ottenuti sono nettamente più bassi rispetto a quelli considerati nelle analisi idrauliche effettuate per gli ambiti inedificabili e per lo studio della discarica di Mure.

4.5.5 Conclusioni

Gli studi idraulici eseguiti in questi ultimi anni indicano tutti che il settore presenta basse criticità legate alle inondazioni: rispetto all'impianto in oggetto, eventuali eventi parossistici potrebbero comunque essere gestiti attraverso interventi di riduzione del rischio idraulico e misure di protezione civile.

Di seguito si riporta lo schema riepilogativo delle portate calcolate per il torrente Chalamy negli ultimi studi.

	Ambiti Issogne	Ambiti Champdepraz	Cava Mure	Regionalizzazione di precipitazioni e portate
	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s
Tr₂₀	-	138,5	138,5	76,3
Tr₁₀₀	156,5	179,3	179,3	135,4
Tr₂₀₀	182,8	196,7	196,7	158,4
Colata detritica	230,1 Tr ₁₀₀ 268,87 Tr ₂₀₀	215,2	2152,0	-

Relativamente alle colate detritiche, gli studi indicano degli scenari differenti ma convergono che il settore d'intervento risulta sufficientemente protetto e distale dalle principali direttrici di colata. Gli ambiti hanno infatti posto l'areale in area a basso rischio.

In mancanza di uno studio modellistico di dettaglio, da realizzare necessariamente dalle amministrazioni comunali e/o regionale, si ritiene che le perimetrazioni degli ambiti inedificabili relative al settore in oggetto possano essere condivise.

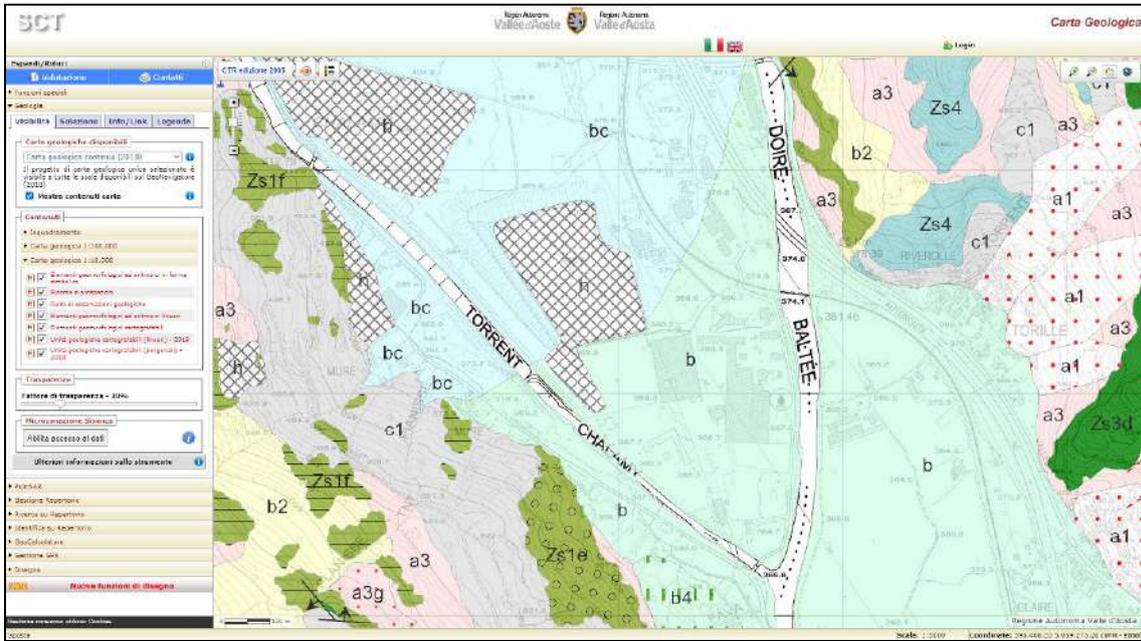
4.6 CARATTERIZZAZIONE GEOMORFOLOGICA

Il territorio oggetto della presente relazione è situato lungo il versante destro orografico della valle incisa dal torrente Chalamy.

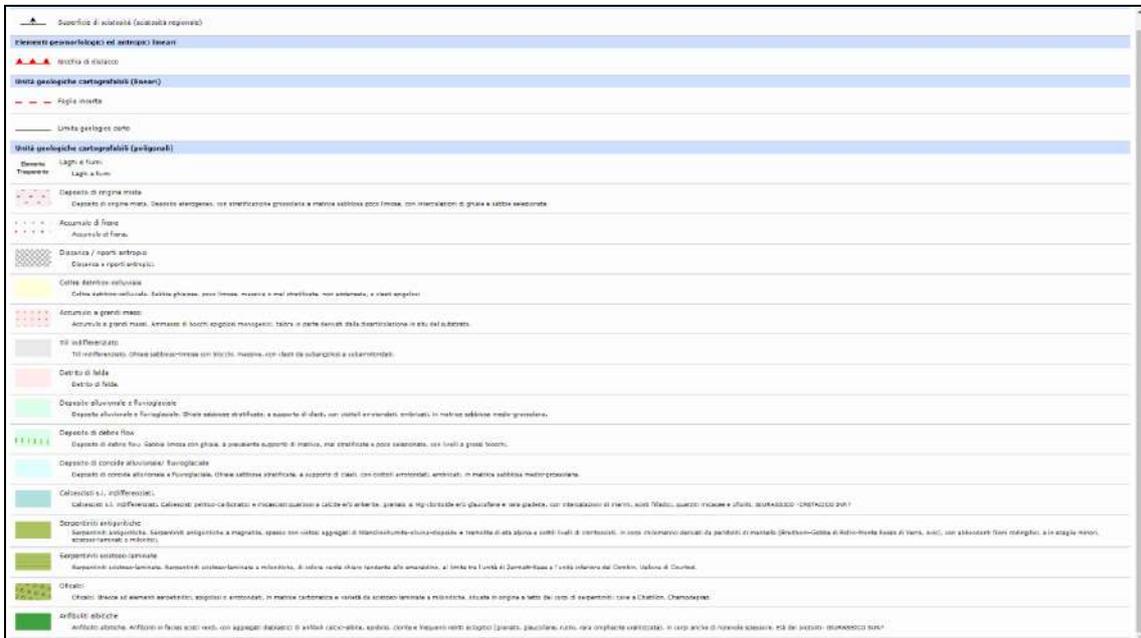
Il settore oggetto del presente progetto si sviluppa su di un'area morfologicamente segnata dall'azione delle acque superficiali. Tutto il territorio presenta infatti forme del paesaggio riconducibili ad una dinamica fluviale, quali le incisioni dovute alle acque superficiali nei materiali sciolti situati lungo i versanti. Nelle zone pianeggianti si hanno poi dei corpi sedimentari a forma di ventaglio, aventi l'apice rivolto alla base delle incisioni: questi corpi si generano quando il corso d'acqua che trasporta il sedimento subisce un brusco rallentamento per la diminuzione della pendenza del suo alveo. Successivamente altri fenomeni hanno contribuito in maniera rilevante all'evoluzione del paesaggio in esame ed in particolare è possibile distinguere sui versanti l'azione della gravità e del ruscellamento superficiale delle acque.

Dal punto di vista geologico, il settore in oggetto si sviluppa in un'area costituita da depositi di materiali sciolti, in prevalenza di origine alluvionale e/o fluvio-glaciale.

Notevoli sono anche le modellazioni antropiche.



Estratto della Carta Geologica SCT – sito web RAVA

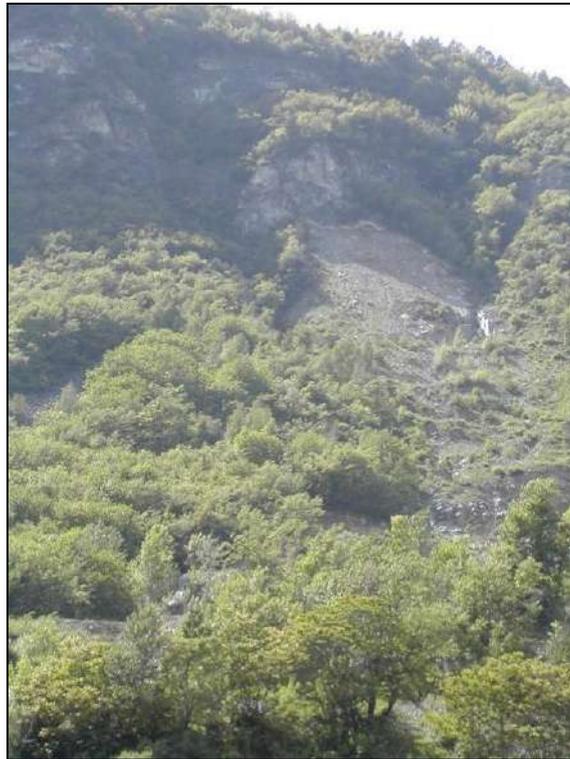


4.7 PERICOLOSITÀ GEOLOGICA

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

4.7.1 Catasto Dissesti Regionale SCT

Consultando la carta dei dissesti disponibile sul sito web della RAVA (GeoNavigatore), che comprende le zone franose censite dal PROGETTO IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia), nel settore a monte si segnalano fenomeni di dissesto. Immediatamente a monte della cava di Mure si sono verificati fenomeni franosi: si è trattato in particolare di una frana di scivolamento che ha coinvolto il sottile strato di materiale sciolto presente al di sopra del substrato. Tale fenomeno si è verificato in occasione dell'evento alluvionale del 2000; risulta essere stato risistemato e attualmente non si segnalano particolari evoluzioni.







Regione Autonoma Valle d'Aosta - Regione Autonoma Valle d'Aosta

Data: 11/03/2010

Dissesti

Ricerca:

Tema: Confini dissesti

Frame

- Contorno
- Contorno natura
- Contorno
- Contorno gestione
- Contorno

Dissesti

- Dissesti
- Dissesti
- Dissesti

Efficienza di dissesti

+ Sistema Navigazione
 + Ricerca su Rete
 + Ricerca su Rete
 + Ricerca Google
 + Ricerca di dissesti
 + Ricerca di dissesti

+ Ricerca

Nuova funzione di disegno

Dissesti

Scale: 1:5000 | Coordinate: 395.911.82.5.933.344.83 (1000 - 1000)

Dissesti

Codice dissesto: A-13-10-2000-00
 Identificativo: 5912
 Data di attivazione: Fine di attivazione
 Tipo dissesto: Aluvioni

Descrizione

Intonamento avvenuto in direzione delle ceneri, abbassando l'altitudine lungo il versante a valle di località Champagny (Cuneo) il comune amministrativo con il Comune di Champagny, si sono formati, in parte, il plateau di impatto per i rischi esistenti a valle di fronte di una frana in movimento una grande quantità di materiale detritico coperto di vegetazione erbacea, in parte, con tracce di cespugli, in corrispondenza delle pareti rocciose si è comportata di dissesti.

Descrizione

La zona di dissesto, in corrispondenza del punto indicato a valle del dissesto di cui sopra, è delimitata da due frange esterne di gestione da materiale comune nel dissesto a valle, in corrispondenza del dissesto, si trova un versante.

Comune: CHAMPAGNY
 Località: None
 Regione provinciale: Valle d'Aosta - Regione Autonoma Valle d'Aosta
 Note:

Per i dissesti in uso si può scaricare

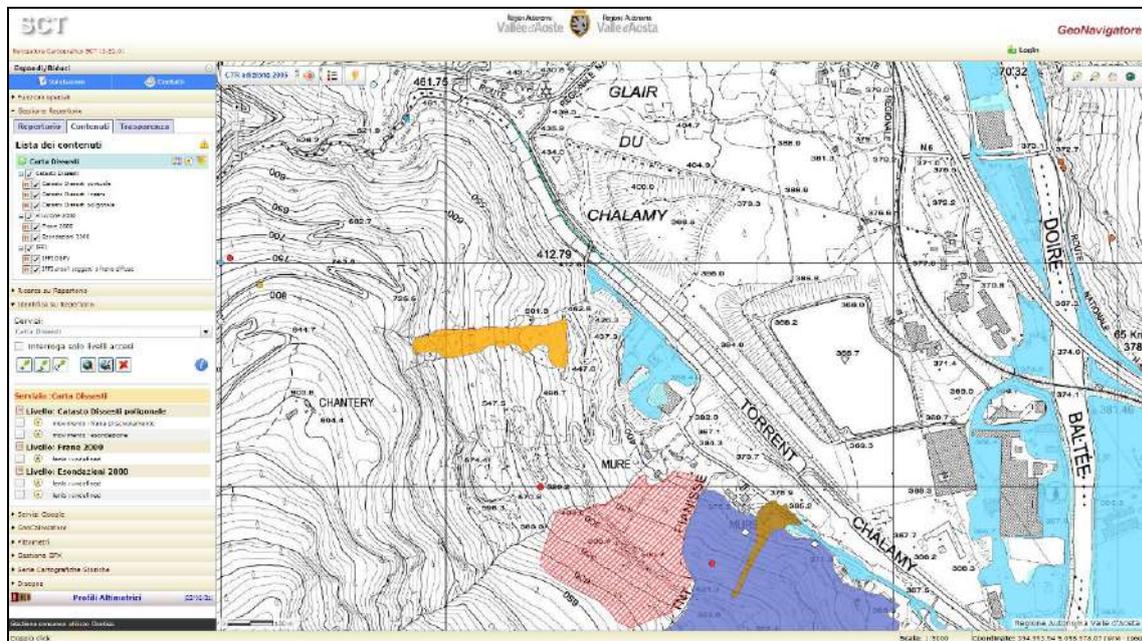
Data: A-13-10-2000-00
 Comune: Regione Autonoma Valle d'Aosta
 Località: CHAMPAGNY

Clicca sul punto per la scheda di dissesti

GeoDissesti – sito web RAVA

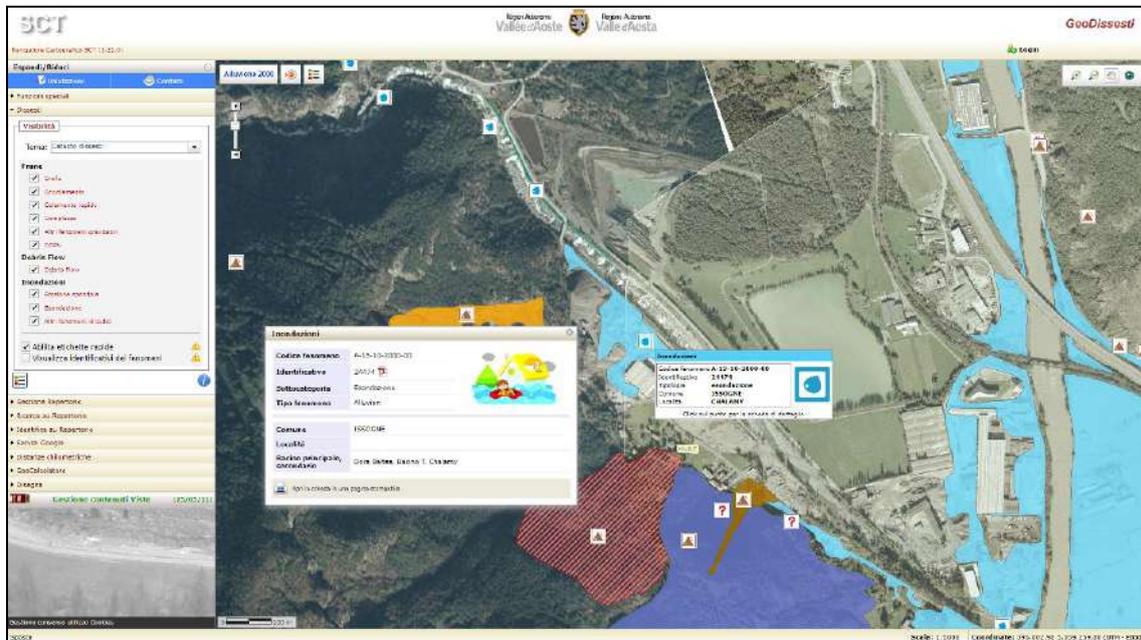
Frane	
Codice fenomeno	A-13-10-2000-00
Identificativo	5922 
Sottocategoria	Frana di scivolamento
Tipo fenomeno	Alluvioni 
Descrizione	'Smottamento avvenuto in direzione delle cave, attualmente inattive, ubicate lungo il versante a valle di località Chantery (verso il confine amministrativo con il Comune di Champdepraz), e coinvolgente, in parte, il piazzale dell'impianto per inerti esistente a valle. Si tratta di una frana coinvolgente una grande quantità di materiale detritico sciolto, di cubatura difficilmente valutabile, con nicchia di distacco in corrispondenza delle pareti rocciose poste in corrispondenza di quota 700.'
Dimensioni, morfometria	'La nicchia di distacco, in corrispondenza della parete rocciosa a monte dell'ex-cava di cui sopra, è delimitata da due impluvi naturali; lo spessore del materiale coinvolto nel dissesto è valutabile, in corrispondenza della nicchia, in circa un metro.'
Comune	ISSOGNE
Località	Mure
Bacino principale, secondario	Dora Baltea, Nessuna Descrizione

Dettaglio fenomeno id 5922 – GeoDissesti – sito web RAVA



Carta dei dissesti – GeoNavigator – sito web RAVA

Immediatamente a valle di tali fenomeni viene segnalato un evento di esondazione verificatosi durante l'evento alluvionale dell'ottobre del 2000: le acque provenienti dal versante e legate alla frana di scivolamento sopra descritta hanno invaso i terreni pianeggianti più prossimi alla strada comunale, coinvolgendo in parte il centro in oggetto.



GeoDissesti – sito web RAVA



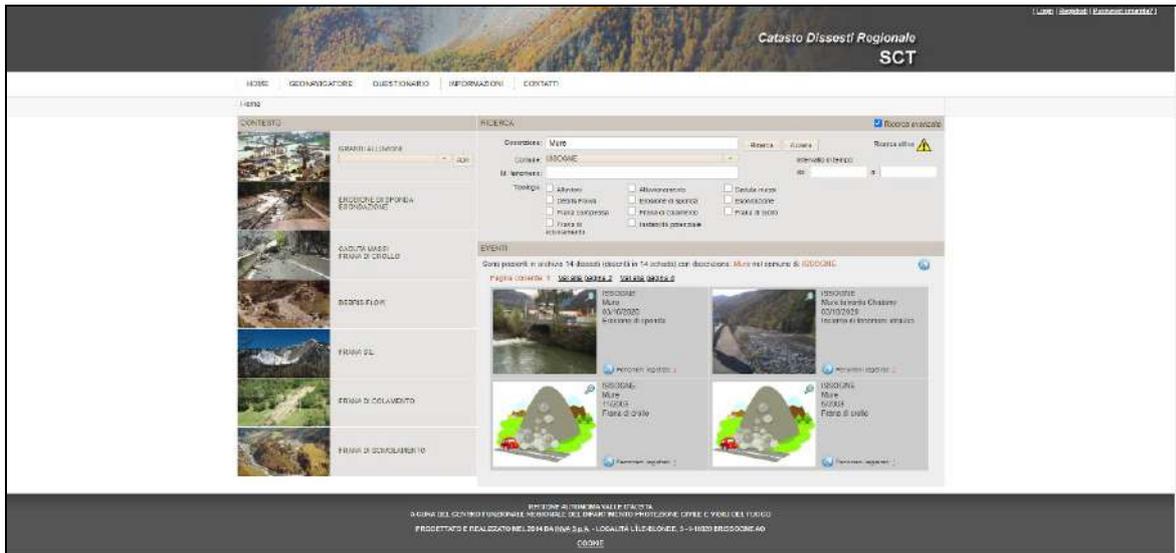
Ortofoto alluvione 2000 – Geodissesti – sito web RAVA

Come evidenziato nella foto aerea dell'alluvione del 2000 ed a quanto riportato dal proprietario del centro, il torrente Chalamy non ha presentato problematiche di inondazione: dissesti sono stati invece segnalati lungo il torrente Bocqueil, Quives e Fleuran.

ISSOGNE - Acqua e fango da un lato, sassi e detriti dall'altro. Per un'intera settimana il paese di Issogne ha vissuto stretto in questa terribile morsa. Se nella parte bassa del comune a preoccupare era l'esondazione della Dora Baltea, nei capoluogo e nelle frazioni più alte per giorni hanno destato forti timori i movimenti franosi prodotti dall'impeto dei torrenti Bocquell, Quives e Revun. Il primo ha rischiato di deviare il suo corso nel centro del paese. Il pronto intervento dei vigili del fuoco volontari ha scongiurato questo pericolo: "Le acque avevano eroso una sponda - spiega uno dei vigili - e abbiamo quindi cercato di mantenere il torrente nel suo alveo costruendo un argine di fortuna". I momenti di maggior preoccupazione si sono vissuti domenica, quando 50 abitanti delle frazioni Les Magarets e Pied de Ville sono stati fatti evacuare all'interno delle scuole elementari per il pericolo di frane. Critica a tutt'oggi la situazione nei villaggi ubicati lungo la Dora. Sono state completamente allagate le frazioni di Mure, Favà e Fleursin. Gli abitanti dei primi due villaggi sono stati costretti ad abbandonare le proprie abitazioni. Sull'altra sponda del fiume, all'ingresso del ponte che conduce al paese, i residenti polemizzano per la mancata costruzione di un tratto di 30 metri di arginatura: "Nella mia cantina - racconta il sig. Secondo Dubianc - c'è un metro e mezzo di fango. La mattina si è solidificata, è un disastro. Domenica abbiamo dormito in macchina, non potevamo lasciare le macche da sole. Se l'argine fosse stato ultimato, non avremmo avuto così tanti danni".

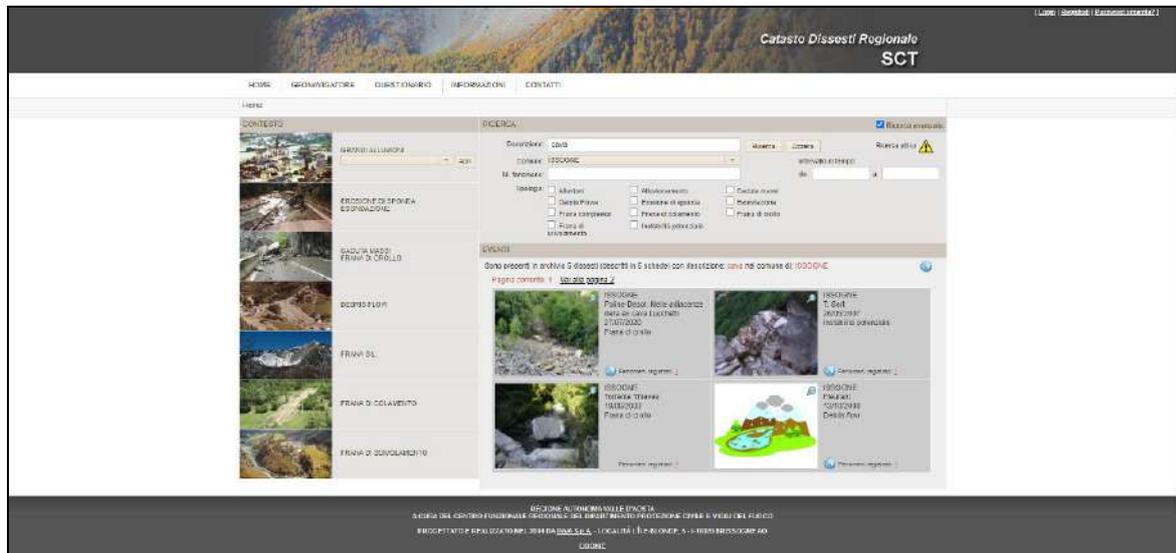
*Articolo tratto da "La Vallée" - sabato 21 ottobre 2000
 Fonte "La mia casa & i pericoli naturali" – Centro Funzionale Regionale
 Regione Autonoma Valle d'Aosta*

Si segnala infine che la disamina dei dissesti è stata riferita non solo ai fenomeni georiferiti (fonte: <https://mappe.regione.vda.it/pub/geodissesti/>) ma anche ai dati provenienti dalle ricerche dal catasto dissesti regionale <http://catastodissesti.partout.it/>, per campo località e/o per campo descrizione.



Catasto Dissesti Regionale SCT – ricerca per località

Relativamente alla ricerca per località ("Mure") sono stati censiti diversi fenomeni: solo uno di questi è riferibile al sito in oggetto (id fenomeno 5922), come riportato precedentemente.



Catasto Dissesti Regionale SCT – ricerca per descrizione

Relativamente alla ricerca per descrizione (“cava”) sono stati censiti diversi fenomeni. Uno di questi (id fenomeno 15777), avvenuto nel 1976, descrive un fenomeno di crollo in località Montillon che ha invaso una vecchia cava di marmo: si tratta di un evento che non è riferibile al sito in oggetto in quanto la località è posta nel settore SUD del territorio comunale (quasi di fronte ad Arnad).

 Département de la protection civile et des sapeurs-pompiers - Chef de la Protection civile Centre fonctionnel régional Dipartimento Protezione Civile e Vigili del fuoco Centro funzionale regionale	
CATASTO DISSESTI REGIONALE SCT	
Codice fenomeno	F-00-11-1976-00-v-Fr-x
Id. fenomeno	15777
Nome fenomeno	Frana a Montillon (Issogne) del novembre 1976
Sottocategoria	Frana
Data e ora	novembre 1976 (dedotto)
Descrizione	'Comunicasi dell'avvenuta caduta di una frana di massi (8-10 mc. ognuno di media) e materiale terroso misto a sassame di varia grandezza, per un fronte di 35-40 ml., probabilmente originata dal crollo di grossi massi in bilico lungo una falda molto pendente, che con il rotolio a valle hanno smosso parecchio materiale. Mentre i sassi più grandi sono andati a fermarsi nell'alveo del torrente 'Chalamy' in prevalenza, il rimanente materiale si è adagiato sul piazzale di una vecchia cava di marmo abbandonata ed anch'essa situata nei pressi del predetto alveo.'
Cause	'...probabilmente originata dal crollo di grossi massi in bilico lungo una falda molto pendente, che con il rotolio a valle hanno smosso parecchio materiale.'
Dim./Morfometria	'...frana di massi (8-10 mc. ognuno di media) e materiale terroso misto a sassame di varia grandezza, per un fronte di 35-40 ml....' 'Mentre i sassi più grandi sono andati a fermarsi nell'alveo del torrente 'Chalamy' in prevalenza, il rimanente materiale si è adagiato sul piazzale di una vecchia cava di marmo abbandonata ed anch'essa situata nei pressi del predetto alveo.'
Danni	-
Comune	ISSOGNE
Località	Montillon
Bacino princ.,sec.	Dora Baltea, Bacino T. Chalamy
Bacino locale	-
Fonte	Ente produttore: Forestale: R.A.V.A. - Assessorato Agricoltura e Foreste - Corpo Forestale - Stazione di ... Oggetto/Titolo: 'Issogne - Caduta frana in località Montillon - Segnalazione' Allegati: -

Catasto Dissesti Regionale SCT – scheda fenomeno 15777

Come richiesto dagli uffici regionali, è stata eseguita una nuova ricerca di cui si riportano in allegato le risultanze. L'analisi dei fenomeni ha evidenziato che non si segnalano altri dissesti rispetto a quelli già evidenziati.

RICERCA Ricerca avanzata

Descrizione: Ricerca attiva

EVENTI

Sono presenti in archivio 38 dissesti (descritti in 47 schede) con descrizione: **Chalamy**

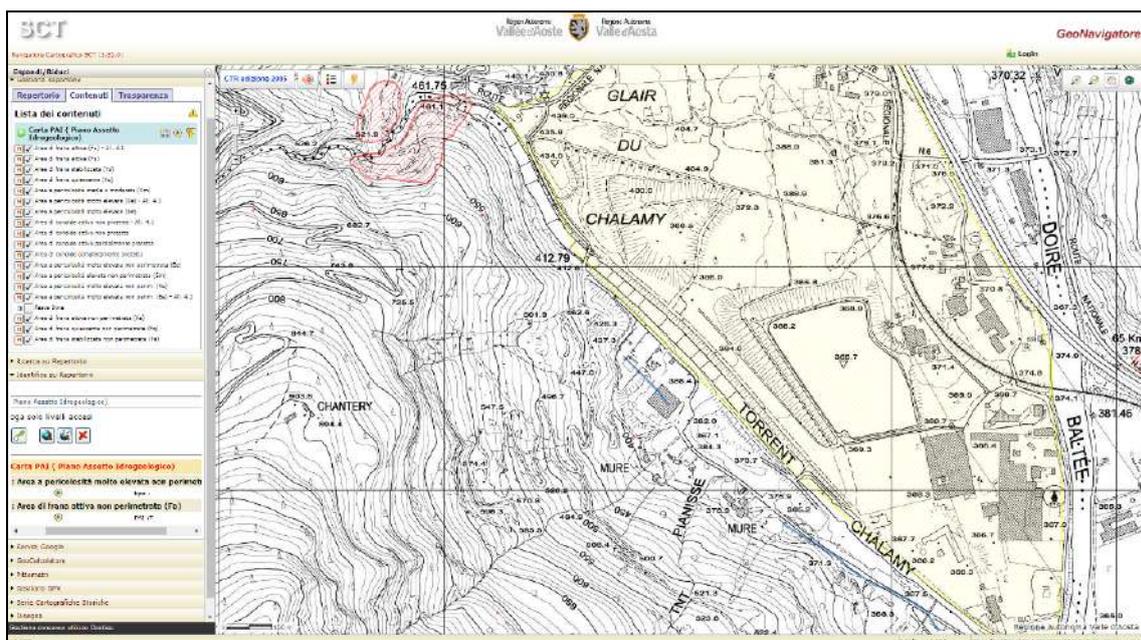
Pagina corrente: 1 [Vai alla pagina 2](#) [Vai alla pagina 12](#)

	<p>CHAMPDEPRAZ La Fabrique (a monte S.R. 6) 25/02/2021 Instabilità potenziale</p> <p>Fenomeni registrati: 1</p>		<p>CHAMPDEPRAZ Magazzino 03/10/2020 Frana di colamento</p> <p>Fenomeni registrati: 1</p>
	<p>CHAMPDEPRAZ Pessoula 03/10/2020 Insieme di fenomeni idraulici</p> <p>Fenomeni registrati: 1</p>		<p>CHAMPDEPRAZ Ponte di Lese. 03/10/2020 Erosione di sponda</p> <p>Fenomeni registrati: 1</p>

4.7.2 Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico

Secondo il PAI (Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico) il settore oggetto di studio è posto all'interno di zone critiche censite: è situato in prossimità di un'area a pericolosità molto elevata non perimetrata (Ee). Inoltre il settore è posto a valle di un'area di frana attiva non perimetrata (Fa) ed in prossimità di un'area di conoide attivo parzialmente protetta (Cn): si tratta del conoide del torrente Chalamy.

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



Carta PAI – GeoNavigator – sito web RAVA

4.7.3 Direttiva per la riduzione del rischio idraulico degli impianti di trattamento delle acque reflue e delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti ubicati nelle fasce fluviali “A” e “B” e nelle aree in dissesto idrogeologico “Ee” ed “Eb”

Relativamente alle operazioni esistenti di recupero dei rifiuti la Direttiva prevede che:

4.2.4. Operazioni esistenti di recupero dei rifiuti

Nelle Fasce A e B e nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb, si deve garantire che le strutture civili, gli impianti elettrici, gli impianti termici e le attrezzature elettromeccaniche connessi a operazioni esistenti di recupero dei rifiuti siano protetti dal danneggiamento durante eventi di piena con tempo di ritorno pari a T_2 .

Per eventi di piena con tempo di ritorno pari a T_2 è necessario :

- ✘ evitare il contatto delle acque con eventuali rifiuti pericolosi presenti nell'impianto;
- ✘ evitare che le acque di piena asportino eventuali rifiuti non pericolosi presenti nell'impianto.

Nel caso in esame l'area non rientra nelle fasce A e B degli ambiti inedificabili e neppure nelle aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb. Si segnala tuttavia che una parte dell'area industriale è interessata dalla linea della Area a pericolosità molto elevata non protetta “Ee”: come si evince dall'immagine di dettaglio le superfici interessate dal centro non sono intersecate dalla linea.



Carta PAI – GeoNavigator – sito web RAVA

Si è comunque previsto di evitare che le acque di piena asportino eventuali rifiuti non pericolosi (il centro non tratta rifiuti pericolosi), confinandoli con delimitatori in cemento tipo “new Jersey”.

Il centro è stato dotato di uno specifico Piano di emergenza redatto dal progettista e le piazzole dove vengono posizionati i rifiuti sono impermeabilizzate.

4.7.4 Piano regionale di Gestione dei rifiuti 2003

Per quanto attiene il piano regionale di Gestione dei rifiuti 2003, si richiama il seguente passaggio “Per quanto concerne le distanze degli impianti di cui trattasi dai corsi

d'acqua ed il rispetto delle fasce fissate per le aree esondabili, si fa espresso riferimento al Piano stralcio delle fasce fluviali redatto dall'Autorità di bacino del Po, ai sensi dell'art. 17 della legge n. 183/89 (Deliberazione n. 26/97, dell'11 dicembre 1997). Le aree individuate per l'ubicazione di discariche non dovrà essere compresa nelle fasce A o B di detto Piano. In merito invece alle aree in frana o erosione si fa presente che il Piano di assetto idrogeologico è in corso di predisposizione da parte del competente Assessorato regionale. E' comunque vietata l'individuazione di siti che risultino assoggettati a tali vincoli". Non vi sono tuttavia indicazioni specifiche in merito alla tipologia di richiesta in oggetto.

Nel caso in esame l'area non rientra nelle fasce A e B degli ambiti inedificabili e neppure nella aree in dissesto idrogeologico Ee ed Eb.

Anche se non necessario in quanto il procedimento è stato avviato prima dell'entrata in vigore dell'aggiornamento del Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti della Regione Valle d'Aosta, come richiesto a livello puramente indicativo e non restrittivo, si allega la tabella attestante l'idoneità del sito rispetto al PRGR del maggio 2022.

Alla luce delle analisi effettuate per ciascun fattore interferente con il centro in oggetto e considerando la sovrapposizione degli stessi non si evidenziano particolari criticità. Il centro di recupero, esistente da molti anni ed ubicato all'interno di una zona del piano regolatore che prevede tali interventi, non può essere realizzato in altro sito per ragioni tecniche e funzionali. Lo stesso ha un mercato importante e soddisfa le esigenze di diversi operatori economici pubblici e privati.

Si ritiene pertanto che l'area individuata dal centro possa rientrare nelle aree definite come idonee alla localizzazione degli impianti di trattamento dei rifiuti.

4.8 EVENTO DEL 2 E 3 OTTOBRE 2020

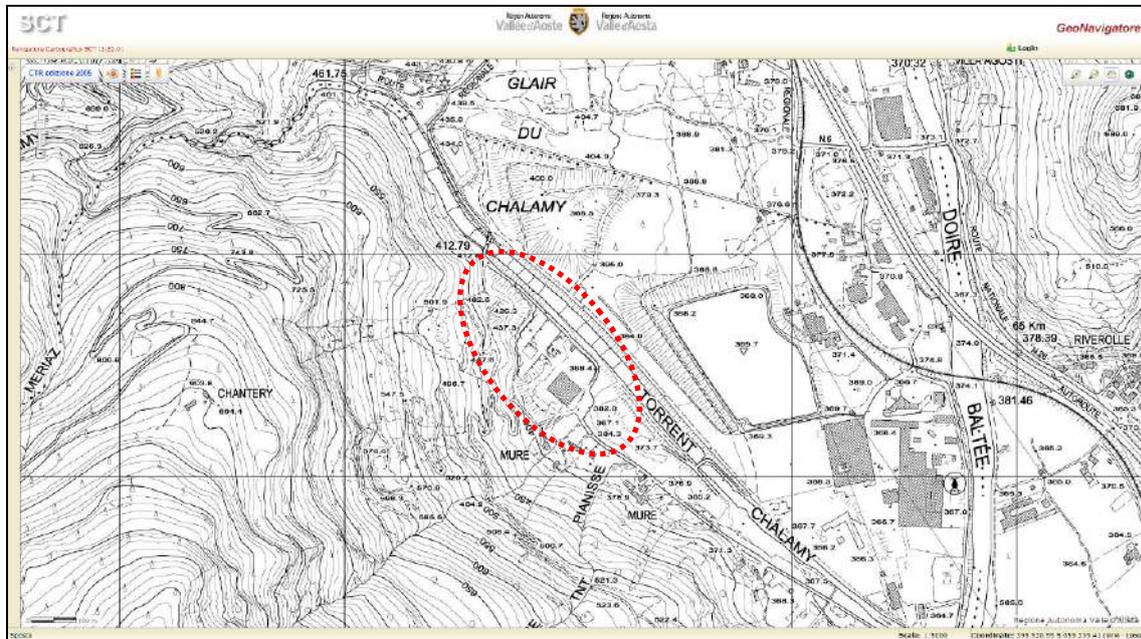
Per una analisi più esaustiva, si è preso contatto con il Corpo Forestale della Valle d'Aosta (Stazione Forestale di Verres) al fine di valutare l'incidenza delle criticità registrate lungo il torrente Chalamy, rispetto al sito di progetto, posto nelle vicinanze.

Infatti, a causa del rigurgito delle acque della Dora Baltea, il ponte sulla strada comunale che collega Champdepraz ad Issogne e che fiancheggia tale fiume è stato chiuso, in via precauzionale, al raggiungimento della soglia critica di esondazione. La situazione di sovralluvionamento di questo settore ha comportato di conseguenza il rialzo delle acque anche sull'asta del torrente Chalamy, andando a creare situazioni idrauliche eccezionali e causando il cedimento ed il crollo di una porzione del rivestimento del muro di sponda sinistra del torrente stesso, formando un ampio antro. Le acque del torrente non sono fuoriuscite e non si sono verificati fenomeni di alluvionamento.

Di seguito si riporta la descrizione del dissesto ed alcune immagini gentilmente concesse al sottoscritto dalla Stazione Forestale.

“Nel conoide del torrente Chalamy in corrispondenza delle briglie/vasca a gradinata costruite in epoca recente dopo l'alluvione dell'anno 2000 tra i muri-sponda (cls/massi, eretti parecchi decenni orsono), le prime dodici vasche (da monte) hanno trattenuto il materiale solido trasportato dalle acque (portata massima raggiunta nella mattina di sabato 3 ottobre, moderato il livello toccato dall'acqua all'interno dell'alveo considerato) ed ora sono riempite al massimo invaso. Il fenomeno mai raggiunto prima, è da attribuire senz'altro alle aree di frana attiva distribuite tra la sezione di chiusura del Chalamy e la parte mediana del vallone di Chevrère, in particolare ci si riferisce ai noti Calanchi. Su questi versanti a franapoggio il giorno 8 ottobre sono ancora stati notati rivoli attivi tra i fitti reticoli di drenaggio (vedi foto). Inoltre, in destra orografica pressappoco sulla verticale della frazione di Fusse, alla base di un pendio argilloso con accentuata acclività e privo di vegetazione, sembra legata a queste ultime precipitazioni una manifesta nicchia di distacco per frana di materiale inerte di piccola granulometria (vedi foto).

Alla luce di quanto accaduto, in relazione alle caratteristiche litologiche e strutturali del substrato oltre alle condizioni climatiche che controllano la genesi e la distribuzione delle forme calanchive, tenuto conto dell'assenza di attività antropica nell'eliminazione della copertura arborea dove presente e dei tassi di approfondimento dell'erosione verticale raggiunti sino ad oggi, si domanda se è opportuno approfondire la situazione di rischio attuale di questi versanti calanchivi ed anche indagare sui possibili (nuovi) futuri mutamenti morfogenetici e se è realistico parlare di movimenti di massa generalizzati a rischio.”



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



Vista delle due vasche colme di materiale subito a valle del secondo ponte su tre - Foto stazione forestale di Verres



Vista vasche tra il secondo ponte su tre ed il ponte superiore – proseguendo in direzione monte, il materiale solido depositato aumenta di granulometria – Foto stazione forestale di Verres



Dalla medesima angolazione si possono confrontare le vasche a dicembre 2019 e oggi – siamo a valle del ponte superiore visibile in foto - Foto stazione forestale di Verres



Particolare sulla nicchia di distacco per frana sulla verticale della frazione Fusse – nella foto grande la nicchia si intravede a centro-sinistra alla base del triangolo, vedi freccia - Foto stazione forestale di Verres



Altre foto sui calanchi in destra orografica – al centro si può notare un rivolo ancora attivo il giorno 8 ottobre 2020 – non sono state notate frane in cui siano state coinvolte porzioni importanti di bosco - Foto stazione forestale di Verres



Alla foce del torrente poco a monte del ponte carraio in sinistra orografica, il muro di sponda ha ceduto formando un ampio antro. La fotografia sotto riportata descrive al meglio l'ampiezza del danno - Foto stazione forestale di Verres



Ponte sul torrente Chalamy

Fonte: Corpo Forestale della Valle d'Aosta – Stazione Forestale di Verres



Strada comunale fiancheggiante la Dora Baltea

Fonte: Corpo Forestale della Valle d'Aosta – Stazione Forestale di Verres



Sponda sinistra del torrente Chalamy

Fonte: Corpo Forestale della Valle d'Aosta – Stazione Forestale di Verres

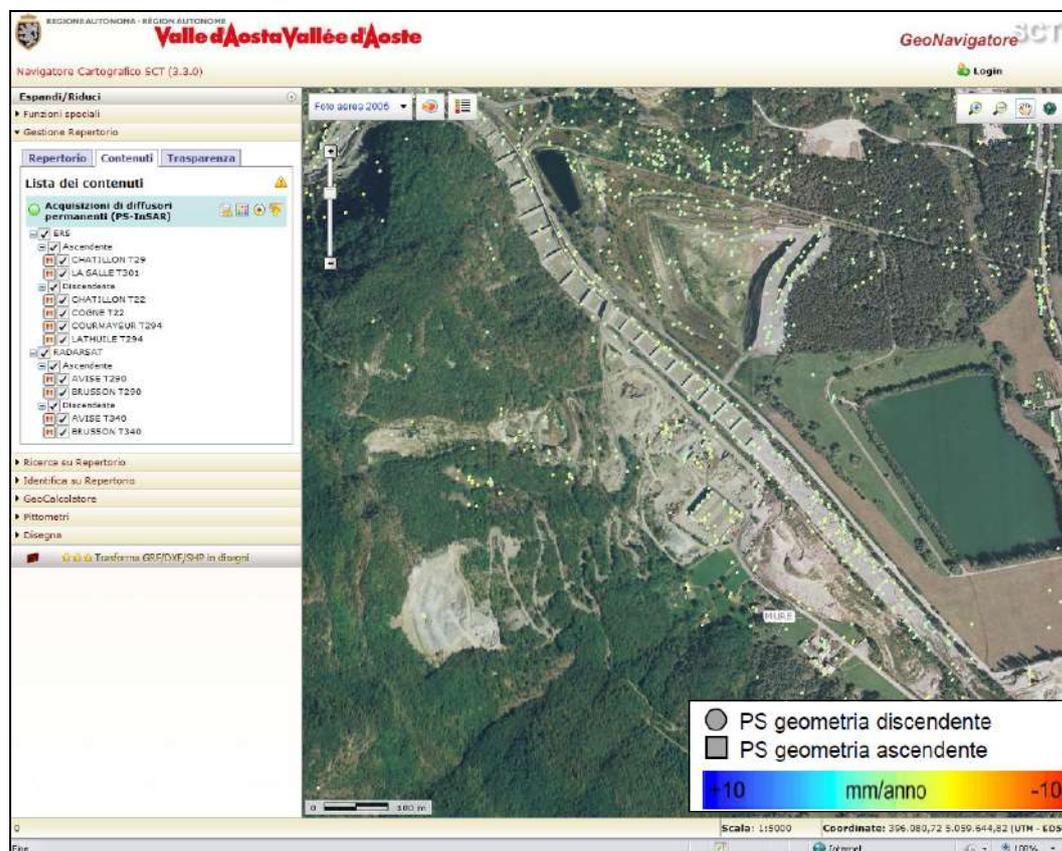
Seppur non coinvolto direttamente da questo recente evento di dissesto, si è voluto comunque valutare le criticità di tale settore, già considerate ad alto rischio nelle cartografie della Direttiva Alluvioni e Piano di Gestione del Rischio Alluvioni P.G.R.A.

Si tratta comunque di fenomeni che non hanno creato nessuna problematica al sito oggetto della relazione e non pregiudicano l'accesso all'impianto e la sua normale attività.

4.9 DATI PSINSAR

La propensione al dissesto dell'areale è stata infine valutata attraverso l'analisi dei dati PSInSARTM: sono attualmente disponibili sul GeoNavigatore della RAVA i risultati sull'intero territorio valdostano che possono integrare le conoscenze finora acquisite sui fenomeni franosi con nuove informazioni di carattere quantitativo sull'entità e distribuzione areale dei movimenti superficiali. I dati radar satellitari elaborati con tecnica

interferometrica derivano da due satelliti differenti: ERS 1 & 2 e RADARSAT. I dati derivanti dalla piattaforma ERS sono stati elaborati con la tecnica PsInSAR™ (permanent scatterers) e si riferiscono al periodo temporale 1992 – 2001. I dati derivanti dalla piattaforma RADARSAT sono stati elaborati con la tecnica SqueeSAR™ (permanent scatterers e distributed scatterers) e si riferiscono al periodo temporale 2003 – 2010.



PS-InSAR – GeoNavigator – sito web RAVA

Nel settore di versante comprendente l'area di intervento sono stati riconosciuti movimenti superficiali solo di piccola entità, pari a pochi millimetri all'anno.

Anche i nuovi dati presenti sul geonavigatore mostrano la sostanziale stabilità dell'area e delle falesie presenti a monte: la propensione al dissesto dell'areale è stata valutata anche attraverso l'analisi dei dati PsInSAR™ presenti sul Geoportale della Regione Autonoma Valle d'Aosta.

Per l'interpretazione dei dati si è fatto riferimento alle “Linee guida per l'utilizzo dei dati interferometrici del geoportale della Regione Autonoma Valle d'Aosta” realizzato dal Centro per la Protezione Civile dell'Università degli studi di Firenze in collaborazione con il Dipartimento programmazione, risorse idriche e territorio della Regione Autonoma Valle d'Aosta.

L'interferometria radar satellitare rappresenta uno strumento efficace per la misura delle deformazioni della superficie terrestre con un'accuratezza millimetrica.

L'interferometria satellitare si basa sulla misura delle variazioni di fase tra due acquisizioni del satellite nello stesso punto. Il satellite passa su di un punto acquisendo un segnale, la cui fase è dipendente dalla distanza sensore bersaglio in quel dato momento; in caso di movimento del terreno la distanza sensore-bersaglio aumenta e di conseguenza la fase subisce una variazione misurabile. Questo tipo di elaborazione viene comunemente chiamata: interferometria differenziale (acronimo DInSAR).

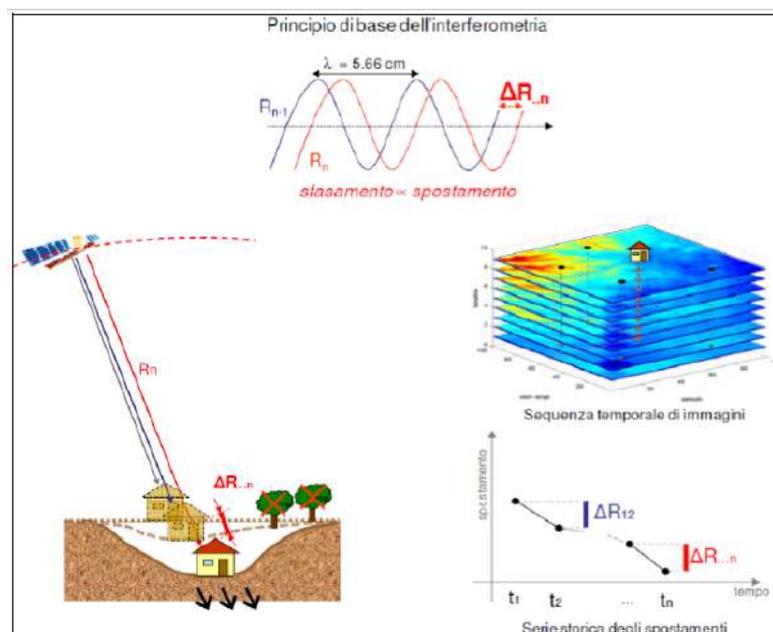
Tuttavia diversi effetti riducono, o compromettono la qualità dei risultati ottenuti con l'analisi DInSAR. In primo luogo, i fenomeni di decorrelazione temporale. Questi sono

causati dalla variabilità delle proprietà elettromagnetiche (riflettività) dei bersagli radar tra i diversi giorni di acquisizione del dato e dalla distanza tra le due orbite effettivamente percorse dal sensore durante l'acquisizione delle due immagini.

Tali limiti sono stati superati con lo sviluppo delle tecniche multi-interferometriche. Queste tecniche si basano sull'analisi di tipo multi-interferogramma o multi-immagine, cioè utilizzano una lunga serie di immagini radar relative ad una stessa area, all'interno della quale vengono identificati alcuni bersagli che vengono utilizzati per la misura degli spostamenti.

Le tecniche multi-interferometriche si basano sulla definizione in ogni immagine radar dei così detti riflettori permanenti (Permanent scatterers), rappresentati da elementi già presenti al suolo che mantengono la stessa "firma elettromagnetica" in tutte le immagini al variare della geometria di acquisizione e delle condizioni climatiche, preservando quindi l'informazione di fase nel tempo. Questi punti, essendo praticamente immuni da effetti di decorrelazione temporale e spaziale, consentono di seguire gli spostamenti intercorsi tra multiple immagini radar.

I PS corrispondono generalmente ad elementi già presenti al suolo, quali strutture di origine antropica (edifici, monumenti, strade, linee ferroviarie, antenne, tralicci, elementi metallici, etc.), oppure elementi naturali (affioramenti rocciosi, accumuli di detrito).



Per ogni singolo bersaglio si ricavano la posizione, il trend medio di deformazione e l'intera serie temporale degli spostamenti, fornendo un valore di spostamento per ognuna delle acquisizioni disponibili.

La particolare combinazione tra il moto del satellite che orbita intorno alla terra ed il movimento di rotazione della Terra, permette al sensore di rilevare la stessa area geografica secondo due differenti geometrie:

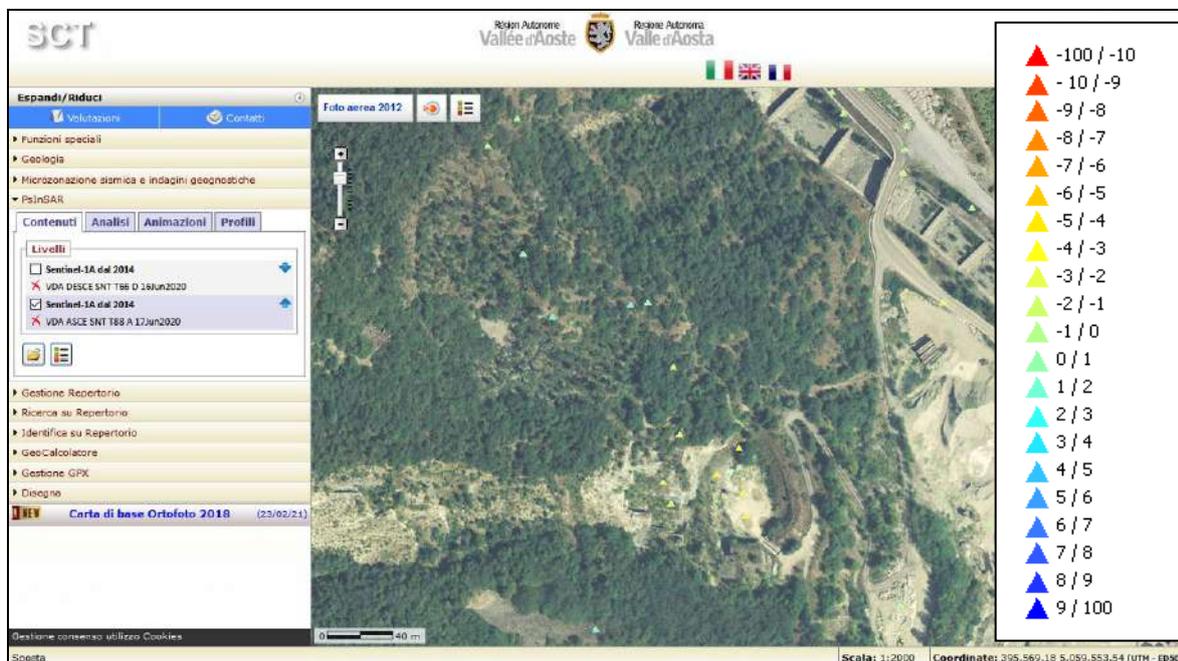
- In modalità ascendente, quando il satellite percorre l'orbita da S verso N, e illumina l'area da O verso E
- In modalità discendente, quando il satellite percorre l'orbita da N verso S, e illumina l'area da E verso O.

Come conseguenza delle diverse geometrie di acquisizione si possono registrare deformazioni di segno opposto. Per convenzione si hanno segni positivi per spostamenti in avvicinamento lungo la congiungente sensore-bersaglio e segni negativi per allontanamenti rispetto al sensore.

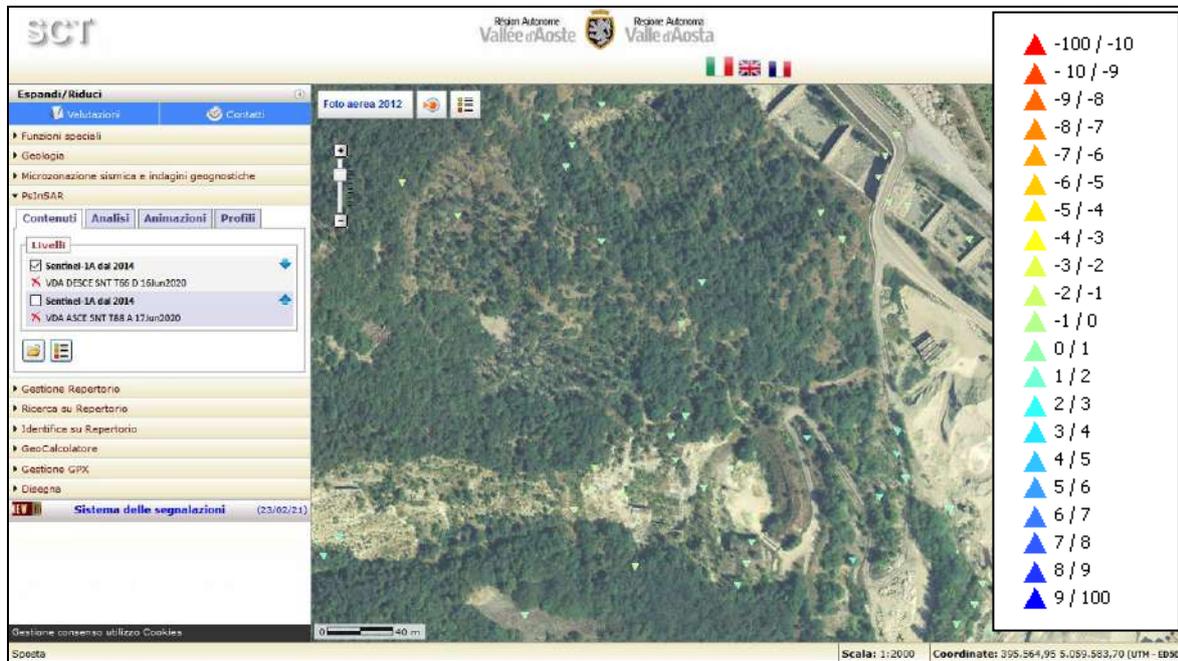
I dati presenti sul GeoNavigator vengono visualizzati secondo una specifica scala colori, e sono classificati secondo la velocità media annua di deformazione [mm/anno]; inoltre a seconda del verso del simbolo viene specificato anche il segno (positivo o negativo).

La visualizzazione dei dati permette di avere indicazioni utili sul tipo di fenomeno che ha generato i movimenti del terreno registrati da satellite. In particolare:

- in zone pianeggianti, velocità aventi lo stesso segno in entrambe le orbite sono riferibili a movimenti di abbassamento o innalzamento del terreno;
- in zone pianeggianti, velocità di segno opposto nelle due orbite, soprattutto se riferite a punti isolati non sono da considerare come effettivamente legate ad un movimento del terreno ma a problemi in fase di elaborazione del dato;
- in zone montane o collinari, velocità aventi segno opposto nelle due orbite sono molto probabilmente legate a movimenti di versante;
- in zone montane o collinari, velocità dello stesso segno in entrambe le orbite sono legate a frane solamente in caso in cui la componente principale sia sub-verticale, riscontrabile solitamente nelle porzioni di corona di scivolamenti rotazionali o di frane complesse. Negli altri casi, i dati satellitari devono essere attentamente valutati caso per caso.



PS-InSAR orbita ascendente – GeoNavigator – SCT outil – sito web RAVA



PS-InSAR orbita discendente – GeoNavigatore – SCT outil – sito web RAVA

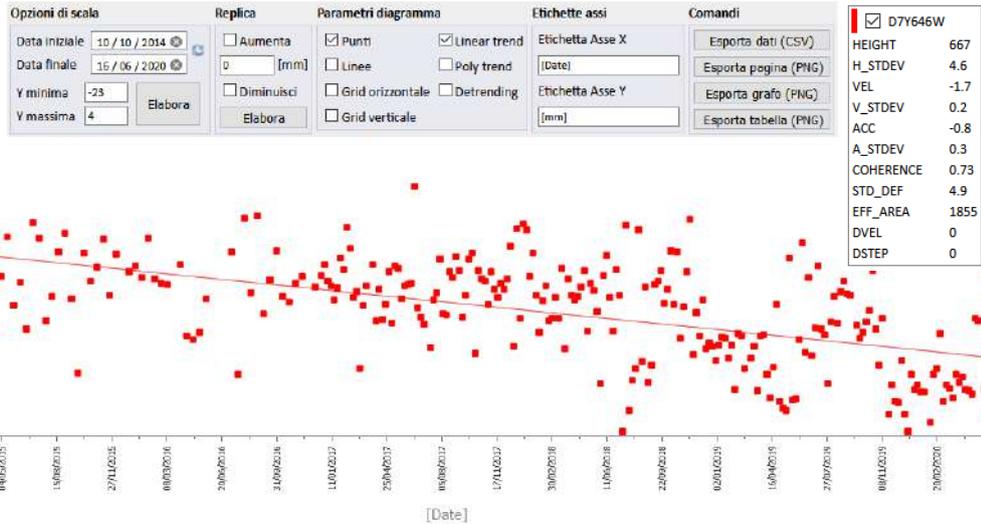
Nel settore di versante comprendente l'area di studio sono stati riconosciuti movimenti superficiali di bassa entità con una media di 1 mm/anno; fanno eccezione i PS presenti in prossimità dell'evento di colata del 2000, dove si raggiungono velocità leggermente superiori, pari a circa 3 mm/anno.

È stata effettuata, a supporto di quanto esposto sopra, un'analisi di dettaglio dei dati PSInSAR dell'areale che viene riportata di seguito:

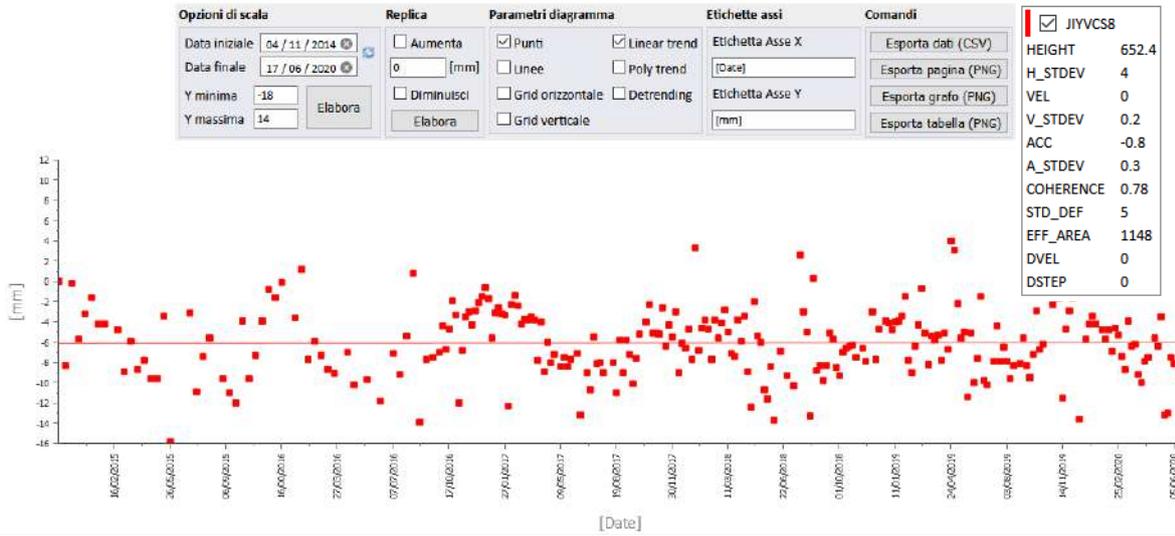


Dettaglio PS considerati

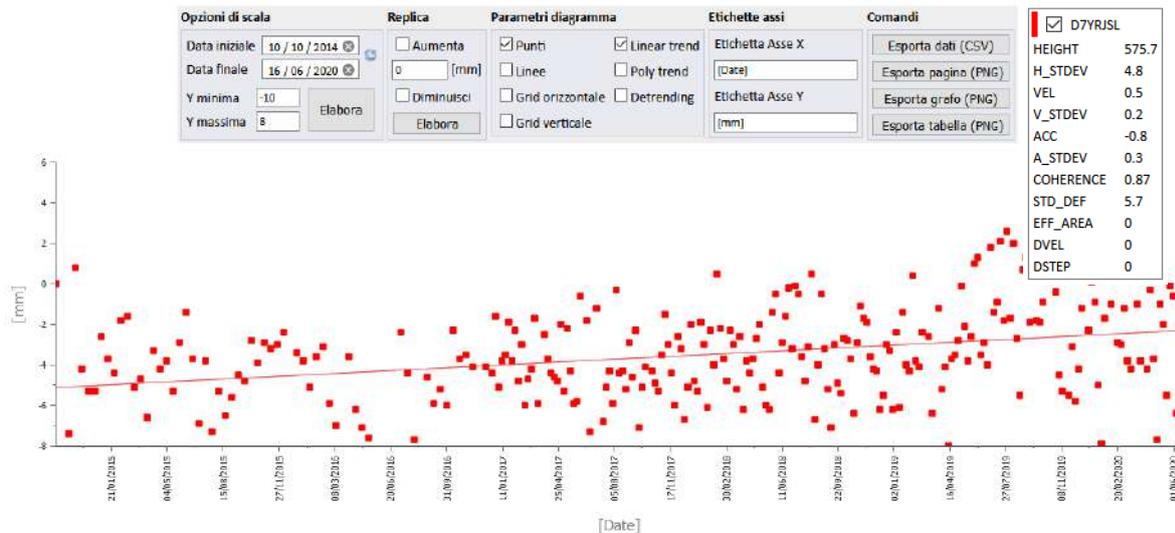
PS 1

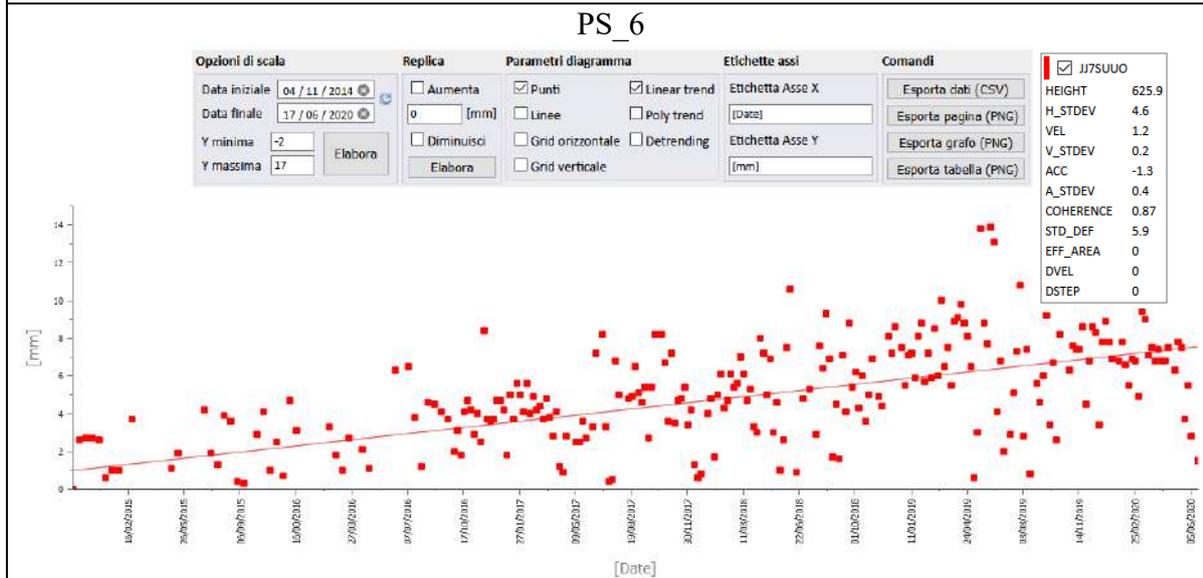
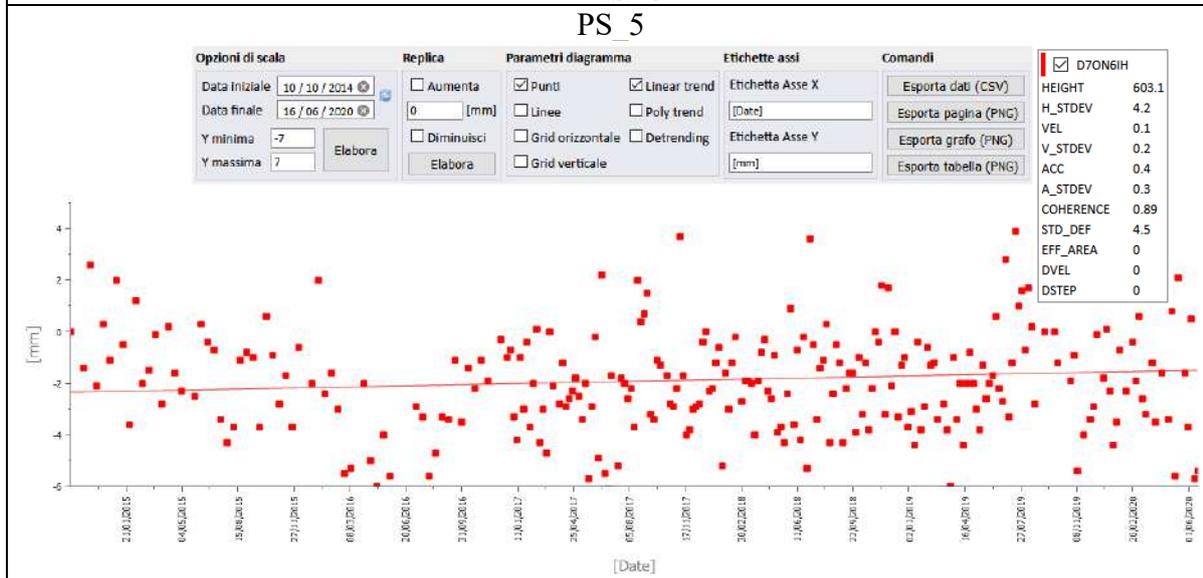
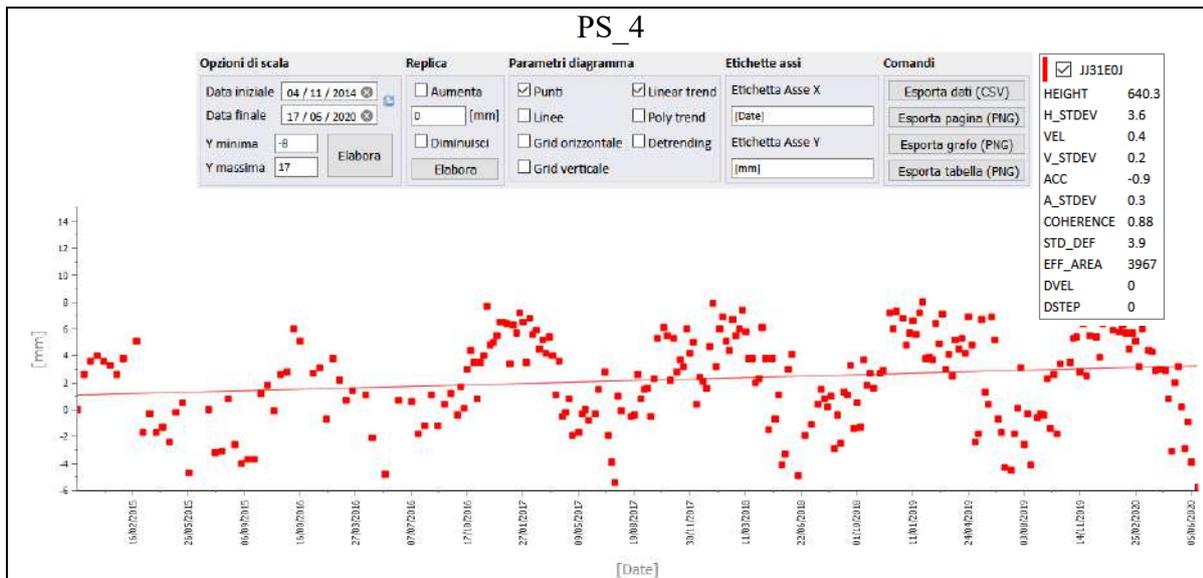


PS 2



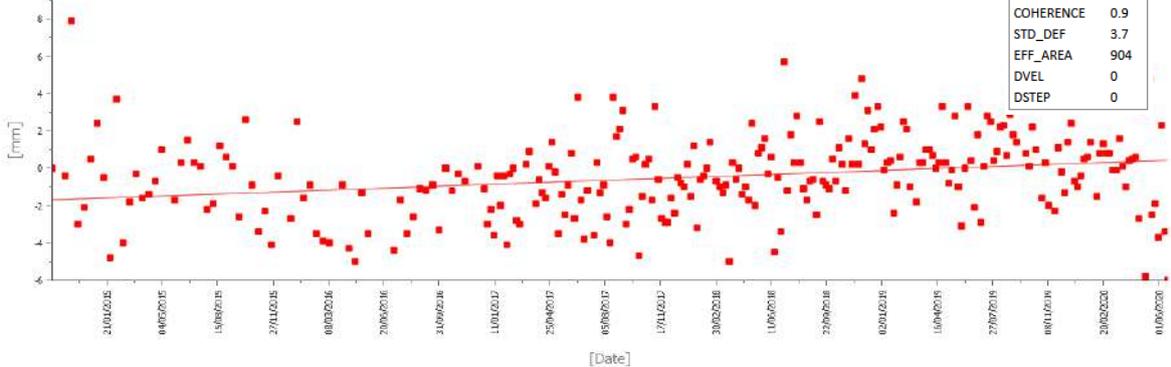
PS 3





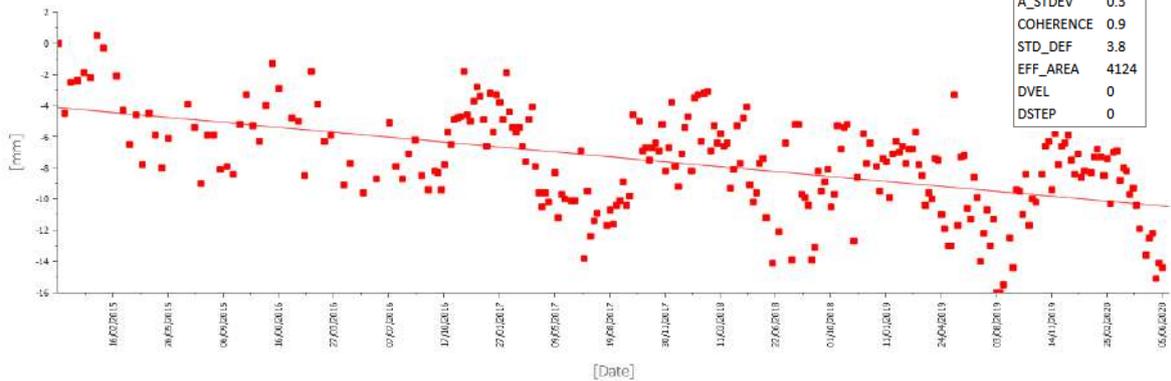
PS_7

Opzioni di scala	Replica	Parametri diagramma	Etichette assi	Comandi
Data iniziale: 10 / 10 / 2014	<input type="checkbox"/> Aumenta	<input checked="" type="checkbox"/> Punti	Etichetta Asse X: [Date]	<input checked="" type="checkbox"/> D7KH5A4
Data finale: 16 / 06 / 2020	0 [mm]	<input type="checkbox"/> Linee	Etichetta Asse Y: [mm]	HEIGHT: 573.6
Y minima: -8	<input type="checkbox"/> Diminuisci	<input type="checkbox"/> Grid orizzontale		H_STDEV: 3.8
Y massima: 11	<input type="checkbox"/> Elabora	<input type="checkbox"/> Grid verticale		VEL: 0.4
				V_STDEV: 0.2
				ACC: 0.3
				A_STDEV: 0.3
				COHERENCE: 0.9
				STD_DEF: 3.7
				EFF_AREA: 904
				DVEL: 0
				DSTEP: 0



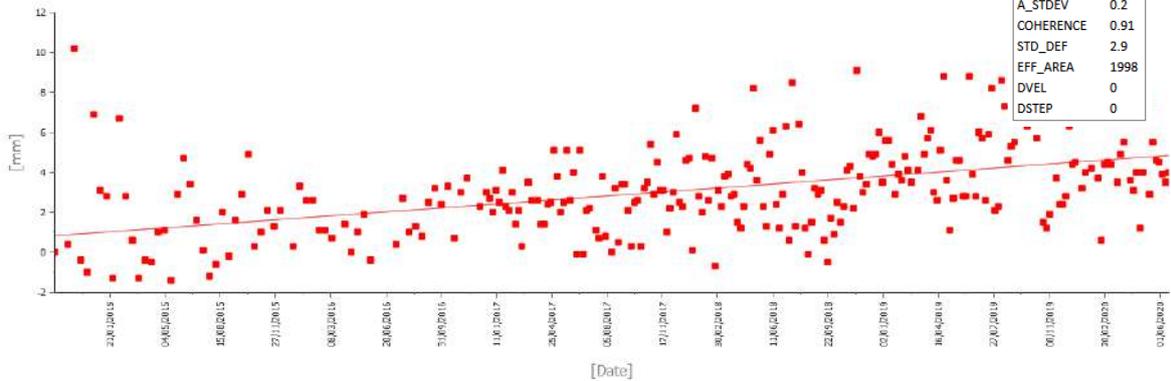
PS 8

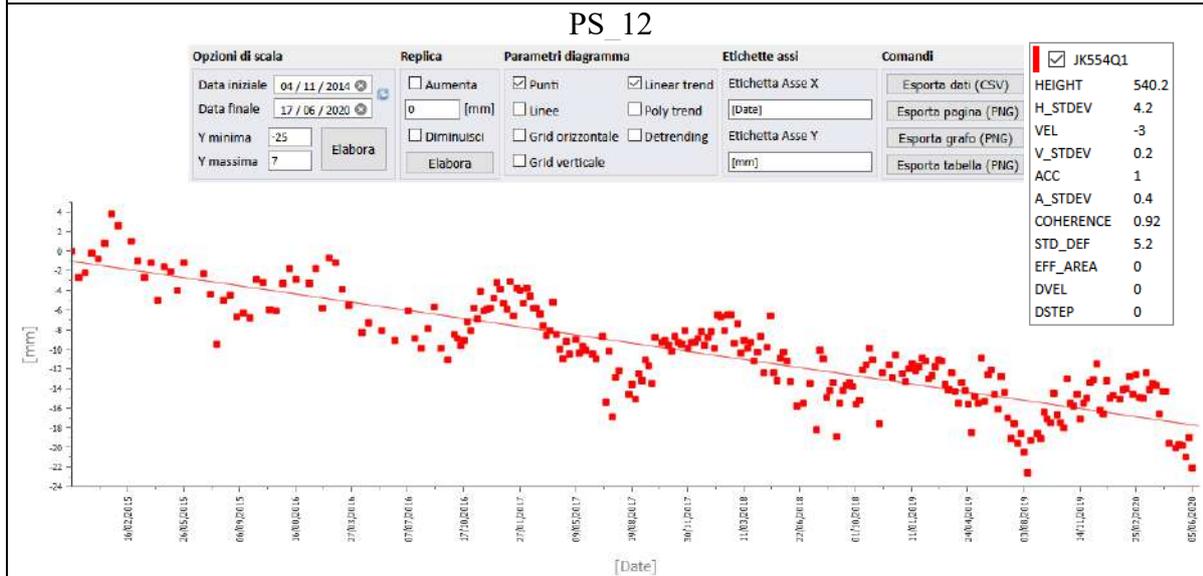
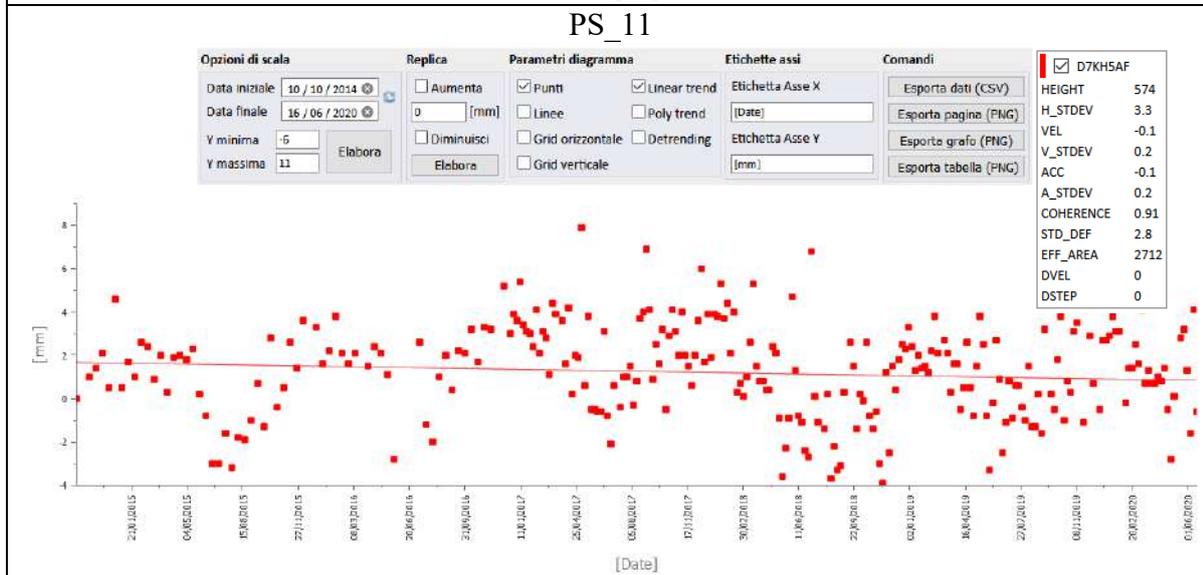
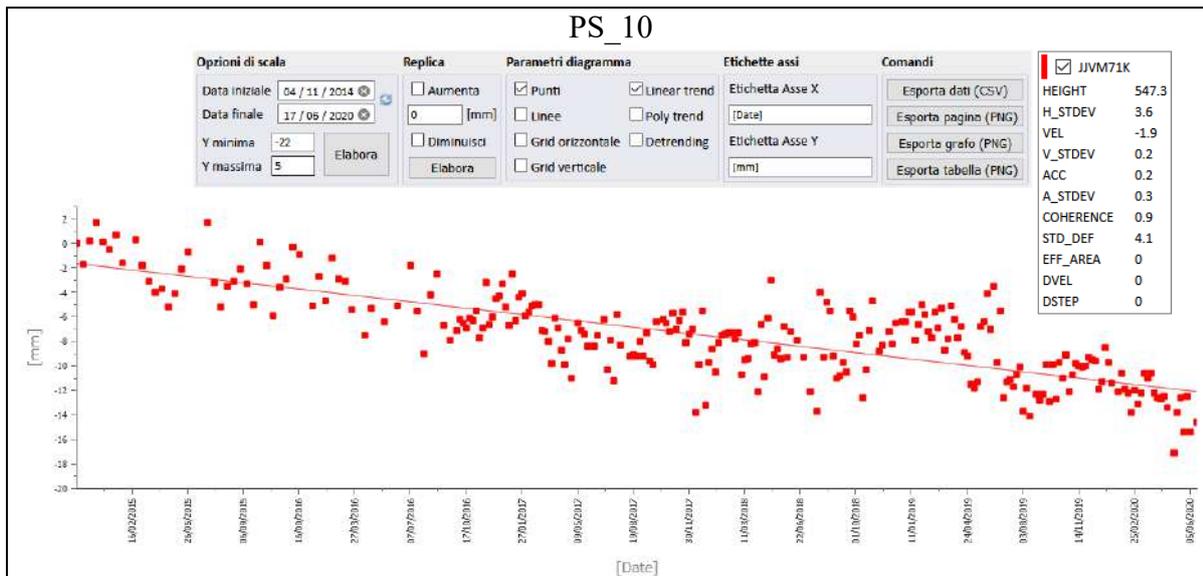
Opzioni di scala	Replica	Parametri diagramma	Etichette assi	Comandi
Data iniziale: 04 / 11 / 2014	<input type="checkbox"/> Aumenta	<input checked="" type="checkbox"/> Punti	Etichetta Asse X: [Date]	<input checked="" type="checkbox"/> JJS11F1
Data finale: 17 / 06 / 2020	0 [mm]	<input type="checkbox"/> Linee	Etichetta Asse Y: [mm]	HEIGHT: 580.3
Y minima: -17	<input type="checkbox"/> Diminuisci	<input type="checkbox"/> Grid orizzontale		H_STDEV: 3.5
Y massima: 4	<input type="checkbox"/> Elabora	<input type="checkbox"/> Grid verticale		VEL: -1.1
				V_STDEV: 0.2
				ACC: 0.8
				A_STDEV: 0.3
				COHERENCE: 0.9
				STD_DEF: 3.8
				EFF_AREA: 4124
				DVEL: 0
				DSTEP: 0

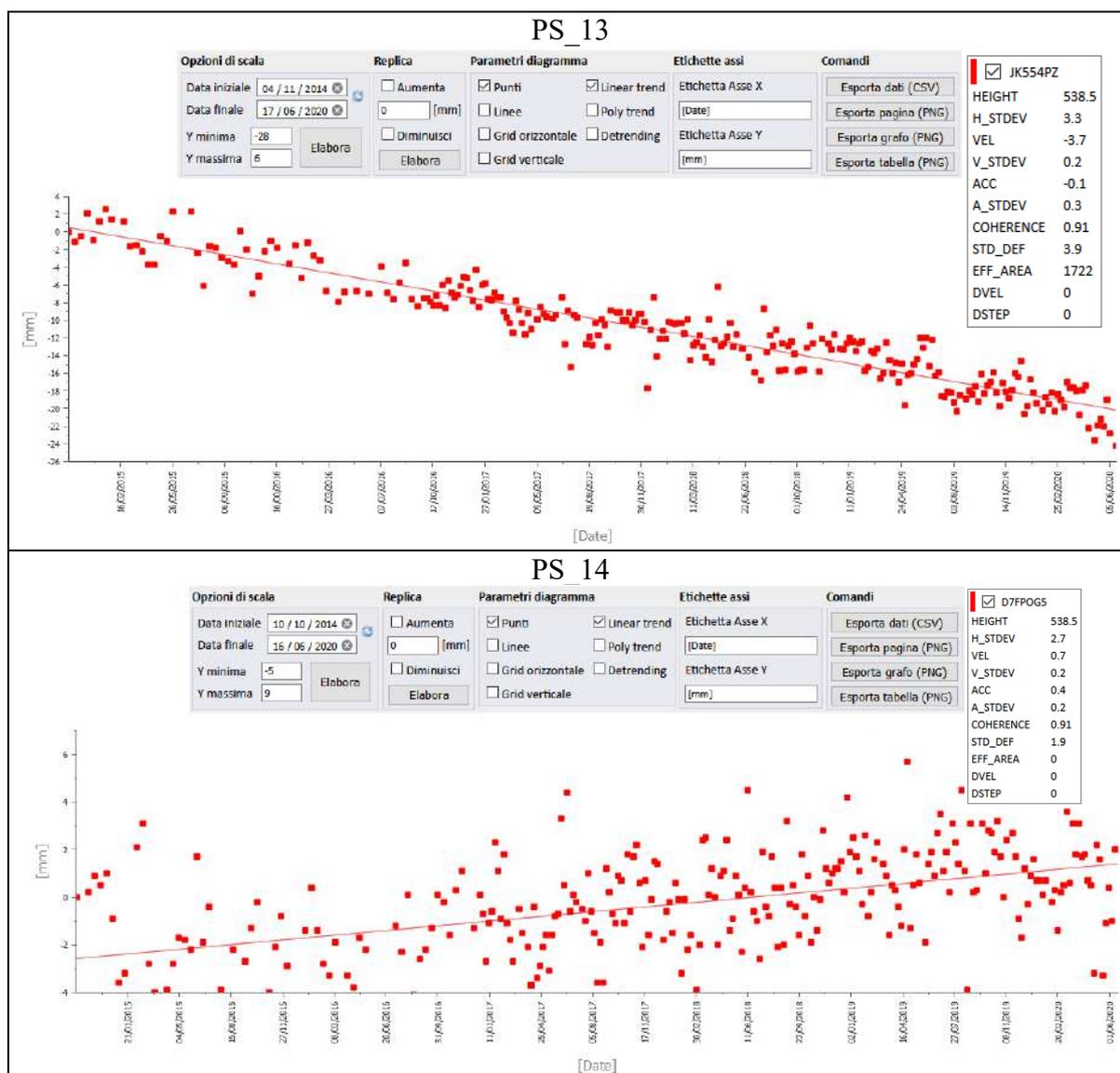


PS 9

Opzioni di scala	Replica	Parametri diagramma	Etichette assi	Comandi
Data iniziale: 10 / 10 / 2014	<input type="checkbox"/> Aumenta	<input checked="" type="checkbox"/> Punti	Etichetta Asse X: [Date]	<input checked="" type="checkbox"/> D7L00HS
Data finale: 16 / 06 / 2020	0 [mm]	<input type="checkbox"/> Linee	Etichetta Asse Y: [mm]	HEIGHT: 555.8
Y minima: -3	<input type="checkbox"/> Diminuisci	<input type="checkbox"/> Grid orizzontale		H_STDEV: 3.3
Y massima: 14	<input type="checkbox"/> Elabora	<input type="checkbox"/> Grid verticale		VEL: 0.7
				V_STDEV: 0.2
				ACC: 0.1
				A_STDEV: 0.2
				COHERENCE: 0.91
				STD_DEF: 2.9
				EFF_AREA: 1998
				DVEL: 0
				DSTEP: 0







Come già detto in precedenza, dall'analisi dei PSInSAR si riconoscono due settori differenti.

Il settore a Nord è caratterizzato da PS con velocità molto basse comprese tra 0,1 e 1 mm/anno; inoltre si nota come, i dati relativi alle due orbite (ascendente e discendente) presentino segni opposti. Come indicato nelle linee guida per la lettura dei dati interferometrici, citata in precedenza, in zone montane o collinari, velocità aventi segno opposto nelle due orbite sono molto probabilmente legate a movimenti di versante.

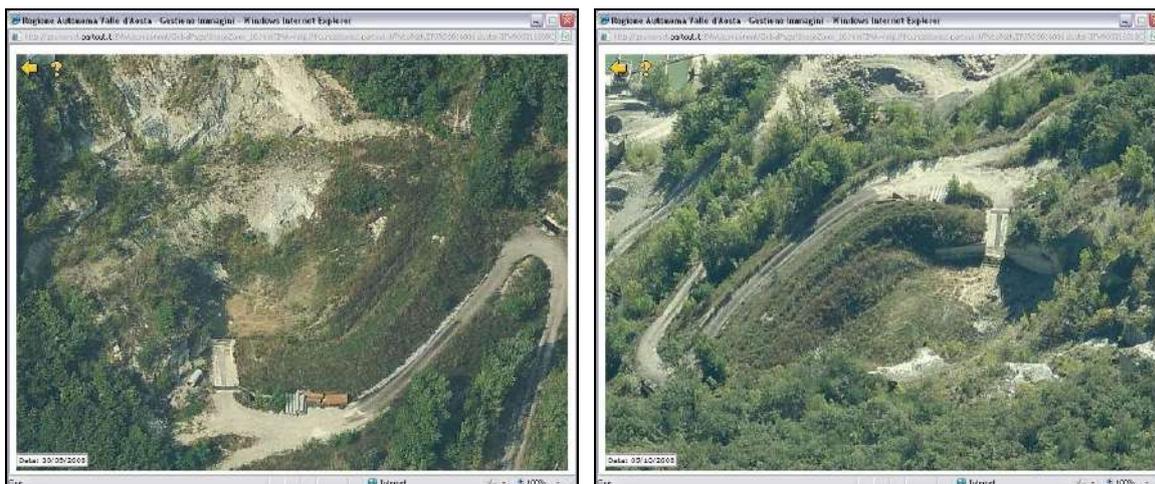
Tuttavia come si nota dai grafici sopra riportati, i riflettori ricadenti nel settore Nord presentano una forte dispersione, rendendo difficile riconoscere un trend ben definito.

Per quanto riguarda il settore Sud, sono presenti alcuni riflettori (10-12-13) più critici con velocità di deformazione annua che raggiunge i 3 mm. Tali velocità potrebbero essere compatibili con fenomeni di scivolamento del versante, i riflettori in questione ricadono infatti, in prossimità del fenomeno di colata avvenuto nel 2000.

4.10 OPERE DI DIFESA ESISTENTI

A seguito dell'evento del 2000, l'amministrazione comunale ha realizzato un vallo in terra a valle della colata di Chantery. Contestualmente è stata eseguita la regimazione delle acque superficiali del settore con la creazione di una rete di collettori di intercettazione

posti sulla pista di accesso e sul settore terminale del versante, raccordati ad uno scarico posto a Nord dell'area.



Vallo in terra a valle della colata del 2000



Scarico acque superficiali

Attualmente le opere si presentano in buono stato e su di esse viene effettuata regolarmente la manutenzione.

4.11 INTERFERENZE CON ALTRE PROGETTAZIONI

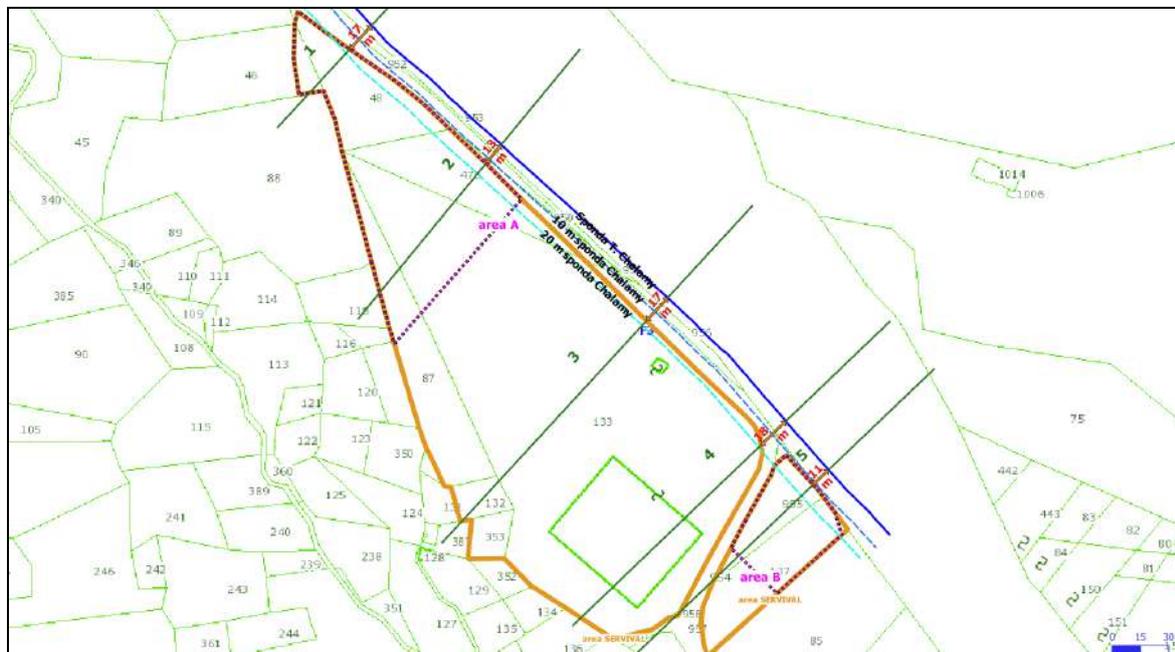
Nel vigente Piano regionale delle attività estrattive (P.R.A.E.) approvato, ai sensi della legge regionale 13 marzo 2008, n. 5 concernente la disciplina delle cave, delle miniere e delle acque minerali naturali, di sorgente e termali, con deliberazione del Consiglio regionale n. 2898/XIII, in data 27 marzo 2013, è stata individuata, nei pressi dell'impianto di cui trattasi, l'area estrattiva denominata Mure per la quale, ad oggi, non è stata rilasciata nessuna autorizzazione alla coltivazione e recupero ambientale. Attualmente è in fase di progettazione tale cava: essendo il proponente lo stesso che richiede il rinnovo e la modifica dell'impianto, si ritiene che non vi siano problematiche di possibili alterazioni delle caratteristiche dell'area estrattiva adiacente.

4.12 DISTANZA DALLA SPONDA DEL TORRENTE CHALAMY

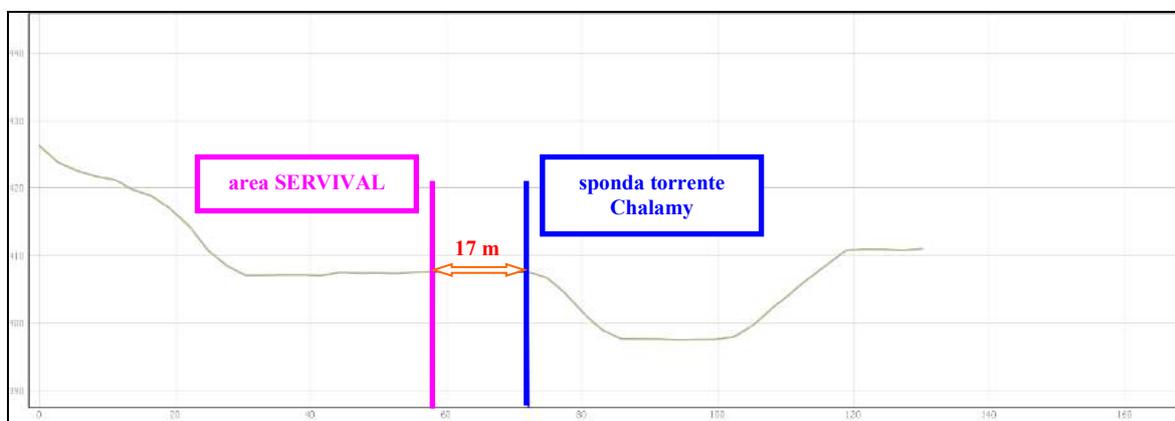
Nel presente paragrafo si affrontano gli aspetti interferenti con la risorsa idrica, in special modo riguardo la distanza dell'impianto dalla sponda del torrente Chalamy.

Tale torrente scorre parallelamente alla strada comunale "Issogne-Champdepraz" ed il confine delle aree impiegate dalle attività della società proponente SERVIVAL.

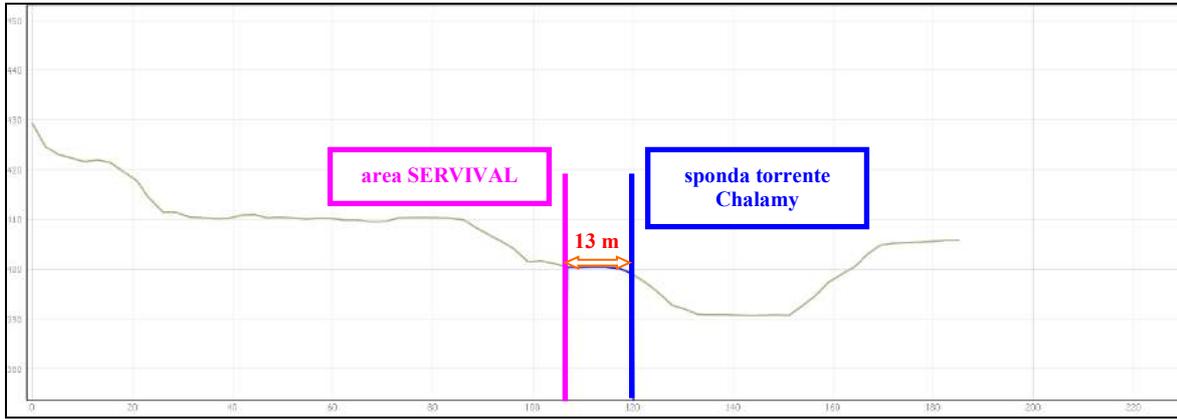
Nella planimetria sottostante sono indicate le distanze in corrispondenza di 5 sezioni eseguite sulle aree di interesse: il confine delle aree delle attività risulta essere sempre superiore ai 10 metri.



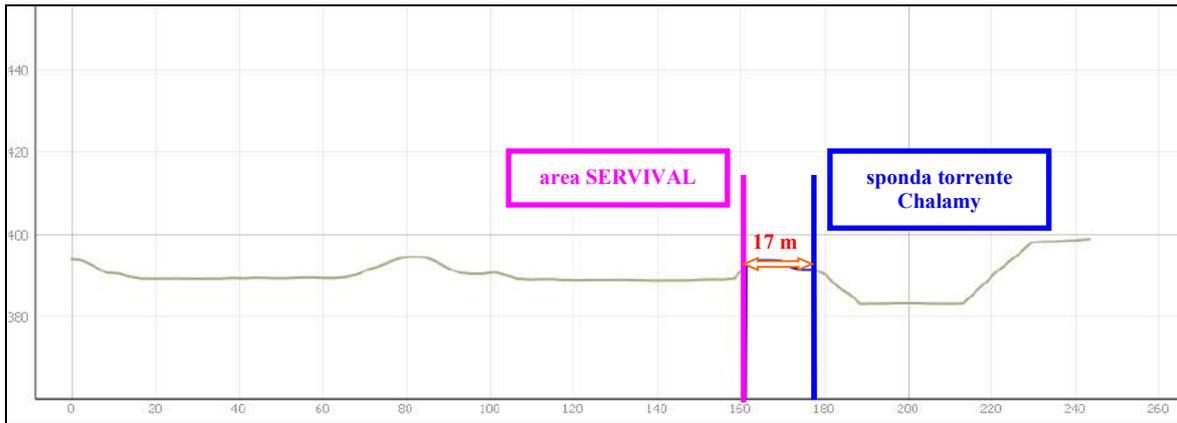
Planimetria delle distanze dalla sponda del torrente Chalamy



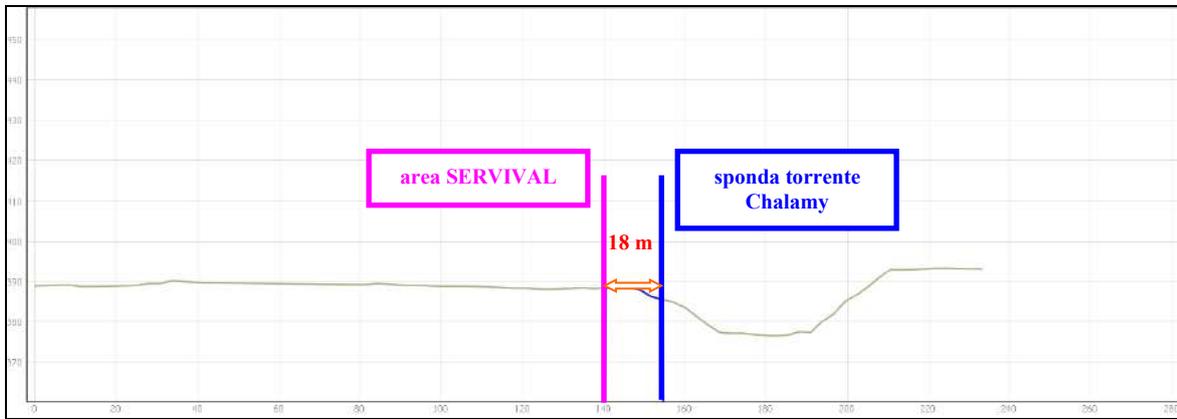
Sezione 1



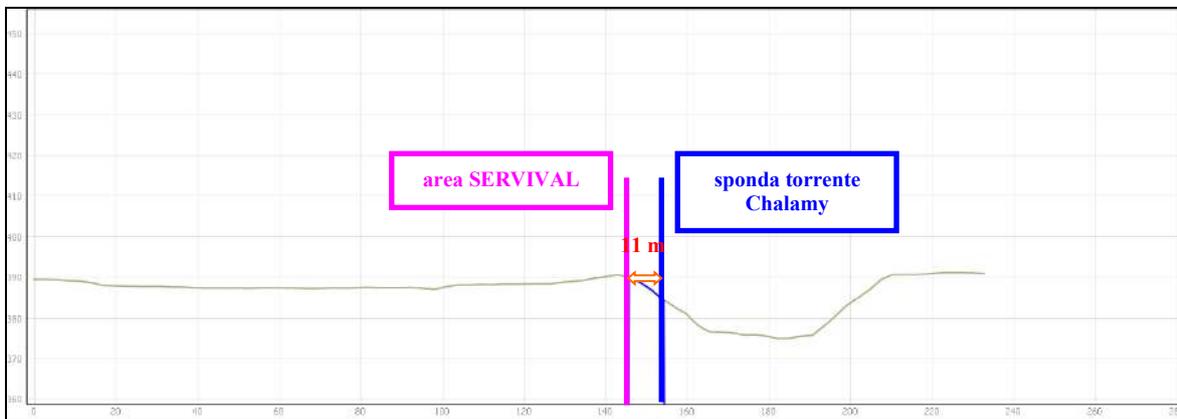
Sezione 2



Sezione 3



Sezione 4



Sezione 5



Relativamente al Piano di Tutela delle Acque, le attività per le quali si presenta richiesta di autorizzazione insistono su aree dove sono state autorizzate e sono in atto da più di 20 anni le lavorazioni in essere.

L'art. 42 del PTA indica:

Articolo 42. Misure di tutela delle sponde dei corpi idrici superficiali

1. A tutela delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e dell'ecosistema fluviale, nell'ambito degli interventi ammissibili ai sensi delle normative vigenti in materia di fasce fluviali, laghi e zone umide, è da evitare la realizzazione di interventi opere e infrastrutture in una fascia di 20 metri dalle sponde dei corpi idrici superficiali classificati e non, fatta salva l'impossibilità della loro realizzazione in altro sito per ragioni tecniche e funzionali.

2. Nelle le aree di cui al comma 1 e compatibilmente con la disciplina d'uso delle fasce fluviali, dei laghi e delle zone umide, è ammessa in particolare la realizzazione degli interventi di protezione dalle piene, per il prelievo delle acque, di sentieri e di limitate strutture accessorie destinati all'escursione, di strutture destinate all'utilizzo ricreativo e sportivo dei corpi idrici stessi, previa verifica della compatibilità degli interventi con la salvaguardia delle caratteristiche morfologiche e naturalistiche dei corpi idrici,

3. A tutela delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e dell'ecosistema fluviale, non sono ammesse le trasformazioni o la destinazione dei luoghi a scopo agricolo (comprese le attività accessorie quali concimaie, depositi di attrezzi, impianti di irrigazione, spandimento di letame) fino ad una distanza di metri 15 dalla sponda naturale dei corpi idrici superficiali classificati come significativi o di particolare pregio, e di metri 10 dalla sponda naturale o artificiale per tutti gli altri corpi idrici.

4. Per le aree di cui al comma 3, già oggetto di trasformazione, saranno attivate specifiche misure per il loro recupero naturalistico.

Come evidenziato dalle sezioni sopra riportate, il centro è posto sempre ad una distanza maggiore di 10 m dalla sponda del torrente Chalamy.

Relativamente ai 20 metri, il centro rientra in tale fascia per alcune aree: si segnala tuttavia che tale fascia è occupata dalla strada comunale. Per tali aree non possono quindi essere previste specifiche misure per il recupero naturalistico in quanto si dovrebbe delocalizzare la strada stessa. Si segnala infine l'attuale impossibilità dello spostamento del centro in altro sito per ragioni tecniche e funzionali.

5. ASSETTO GEOSTRUTTURALE

5.1 CARATTERIZZAZIONE GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO

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

Dal momento che l'ammasso roccioso risulta fratturato per la presenza di più sistemi di discontinuità che lo scompongono in blocchi, è necessario valutare un comportamento globale dell'ammasso in termini di resistenza.

Per l'analisi della falesia in questione si è fatto riferimento a criteri di rottura empirici o semi-empirici, spesso fondati su ipotesi circa il ruolo delle discontinuità. Questi criteri permettono di attribuire un dominio di resistenza ad un ammasso roccioso, a partire dalle proprietà del materiale roccia che costituisce i singoli blocchi dell'ammasso e dall'influenza delle discontinuità sul comportamento dell'ammasso stesso.

Al fine di caratterizzare dal punto di vista geomeccanico la roccia si è fatto riferimento al criterio di rottura di Hoek & Brown (2002).

5.2 IL CRITERIO DI ROTTURA DI HOEK & BROWN (2002)

Il criterio di rottura generalizzato Hoek & Brown assume che ammassi rocciosi fratturati giungano in condizioni di rottura per

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_{ci} [m_b (\sigma_3'/\sigma_{ci}) + s]^a$$

dove :

- σ_1' e σ_3' = sforzi efficaci, rispettivamente maggiore e minore, nel materiale alla rottura;
- m_b = costante caratteristica dell'ammasso roccioso;
- s e a = costanti che dipendono dalle caratteristiche di fratturazione e dalle condizioni di discontinuità dell'ammasso roccioso;
- σ_{ci} = resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta.

Nel caso di $\sigma_3'=0$, equivalente a uno stato di compressione in condizioni non confinate, si ottiene:

- resistenza a compressione monoassiale $\sigma_c = \sigma_{ci} s^a$
- resistenza a trazione $\sigma_t = -(s \sigma_{ci})/m_b$

Gli sforzi normali e di taglio sono definiti dalle equazioni :

$$\sigma_n' = \frac{\sigma_1' + \sigma_3'}{2} - \frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2} \cdot \frac{\frac{d\sigma_1'}{d\sigma_3'} - 1}{\frac{d\sigma_1'}{d\sigma_3'} + 1} \quad \tau = (\sigma_1' - \sigma_3') \cdot \frac{\sqrt{\frac{d\sigma_1'}{d\sigma_3'}}}{\frac{d\sigma_1'}{d\sigma_3'} + 1}$$

dove:

$$\frac{d\sigma_1'}{d\sigma_3'} = 1 + am_b \left(m_b \cdot \frac{\sigma_3'}{\sigma_{ci}} + s \right)^{a-1}$$

Per stimare i parametri di resistenza e deformabilità degli ammassi rocciosi fratturati mediante il criterio di Hoek & Brown occorre conoscere:

- σ_{ci} = resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;
- m_i = costante che dipende dai caratteri petrografici e tessiturali della roccia intatta secondo la Tabella sotto riportata;

- GSI = Geological Strength Index, funzione dalle caratteristiche strutturali dell'ammasso e dalle condizioni delle discontinuità (vedi paragrafo successivo per il relativo calcolo)

I parametri m_b , s , a sono calcolati mediante le relazioni

- $m_b = m_i \exp[(GSI-100)/(28-14D)]$
- $s = \exp[(GSI-100)/(9-3D)]$
- $a = 1/2 + 1/6(e^{-GSI/15} - e^{-20/3})$

dove D , "fattore di disturbo" dell'ammasso roccioso, rappresenta il degrado o detensionamento a seguito di scavi meccanici o del rilascio di stress tensionali (Hoek, 2002), variabile da $D = 0$ per pendii non disturbati a $D = 1$ nel caso peggiore.

Hoek propone inoltre il concetto di *resistenza globale dell'ammasso roccioso*, cioè un parametro che non individui solo il limite di rottura del materiale, ma che dia una resistenza globale dello stesso.

La "resistenza globale dell'ammasso roccioso" σ'_{cm} è calcolata con l'espressione :

$$\sigma'_{cm} = \frac{2c' \cos \phi'}{1 - \sin \phi'}$$

Dalla relazione non-lineare di Hoek e Brown si ottengono coppie di valori σ'_3 , σ'_1 che definiscono lo stato tensionale a rottura. Questi possono essere rappresentati su diagramma $\sigma'_1 - \sigma'_3$ ed approssimati a relazioni lineari in uno specifico campo di pressione di confinamento $\sigma'_t < \sigma'_3 < \sigma'_{3max}$.

Dal diagramma $\tau' - \sigma'_n$, secondo il criterio lineare Mohr-Coulomb,

$$\tau = c' + \sigma'_n \tan \phi'$$

si ottengono i parametri equivalenti di resistenza al taglio dell'ammasso roccioso:

- c' = coesione apparente;
- ϕ' = angolo di resistenza al taglio.

Il valore massimo di sforzo principale minore (σ'_{3max}) delimita il campo di validità della relazione tra criterio Hoek-Brown e criterio lineare Mohr-Coulomb e dei parametri di resistenza equivalenti c' e ϕ' che da questa si ricavano σ'_{3max} è funzione del problema specifico.

Nell'applicare il metodo a pendii di altezza H gli autori suggeriscono la relazione:

$$\frac{\sigma'_{3max}}{\sigma'_{cm}} = 0.72 \cdot \left(\frac{\sigma'_{cm}}{\gamma \cdot H} \right)^{-0.91}$$

Il modulo di elasticità dell'ammasso roccioso E_m è calcolato dall'espressione

$$Em (GPa) = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \sqrt{\frac{\sigma'_{ci}}{100}} \cdot 10^{((GSI-10)/40)} \quad \text{se } \sigma_{ci} \leq 100 \text{ MPa}$$

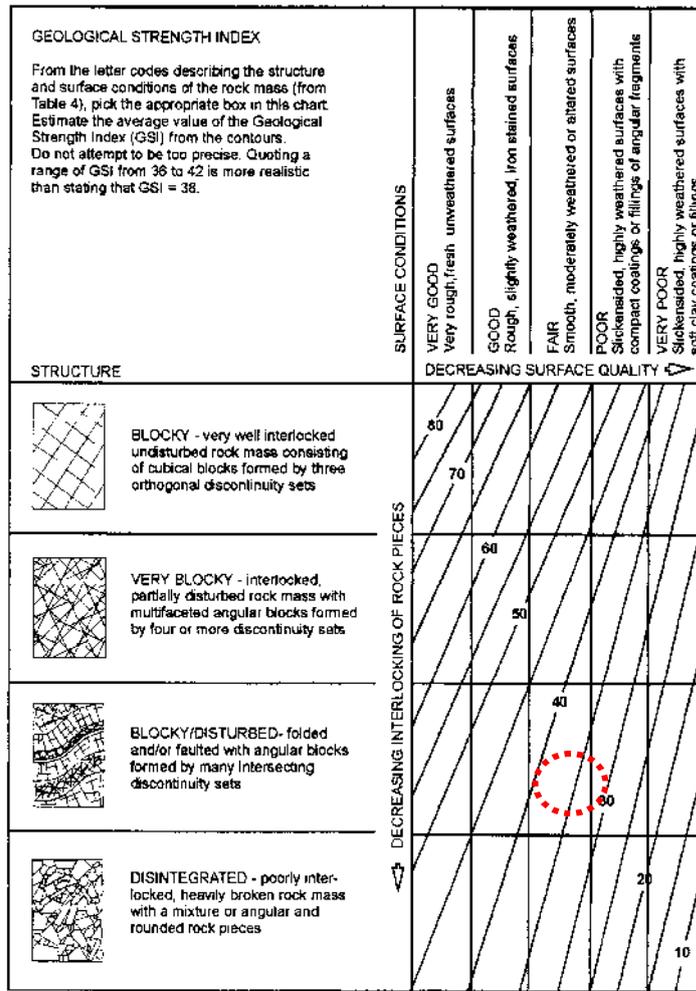
$$Em (GPa) = \left(1 - \frac{D}{2}\right) \cdot 10^{((GSI-10)/40)} \quad \text{se } \sigma_{ci} > 100 \text{ MPa}$$

Rock type	Class	Group	Texture			
			Coarse	Medium	Fine	Very fine
SEDIMENTARY	Clastic		Conglomerate (22)	Sandstone 19 — Greywacke — (18)	Siltstone 9	Claystone 4
		Organic		Chalk 7 — Coal — (8-21)		
	Non-Clastic	Carbonate	Breccia (20)	Sparitic Limestone (10)	Micritic Limestone 8	
		Chemical		Gypstone 16	Anhydrite 13	
METAMORPHIC	Non Foliated		Marble 9	Hornfels (19)	Quartzite 24	
	Slightly foliated		Migmatite (30)	Amphibolite* 25 - 31	Mylonites (6)	
	Foliated*		Gneiss 33	Schists 4 - 8	Phyllites (10)	Slate 9
IGNEOUS	Light		Granite 33		Rhyolite (16)	Obsidian (19)
		Granodiorite (30)		Dacite (17)		
	Dark		Diorite (28)		Andesite 19	
		Gabbro 27 Norite 22	Dolerite (19)	Basalt (17)		
Extrusive pyroclastic type		Agglomerate (20)	Breccia (18)	Tuff (15)		

Tabella - Valori della costante m_i proposti da Hoek & Brown (2002)

5.3 GEOLOGICAL STRENGTH INDEX

Dalla campagna di rilievi effettuata si sono raccolte informazioni sufficienti a definire l' "indice di resistenza dell'ammasso roccioso" GSI, secondo quanto proposto da Hoek (1997).



Valutazione del GSI ("Geological Strength Index"), secondo Hoek (1997)

L'ammasso roccioso in oggetto, costituito da oficarbonatiti, presenta una struttura compresa nella classe "BLOCKY/DISTURBED": "ammassi rocciosi piegati e fagliati con blocchi angolari formati da diverse famiglie di discontinuità".

Le discontinuità sono piuttosto rugose, poco alterate. Alcune mostrano evidenze di scorrimento, mentre le discontinuità maggiori sono spesso interessate da riempimenti granulari o breccie di faglia. Sono state quindi riferite a cavallo delle classi che attribuiscono alle superfici mediocri caratteristiche di qualità geomeccaniche (FAIR).

Di conseguenza il valore di GSI è stato stimato compreso tra 30 e 40 (come evidenziato da un cerchio rosso in figura). L'utilizzo dei dati ricavati ha permesso di definire il valore del parametro in 35.

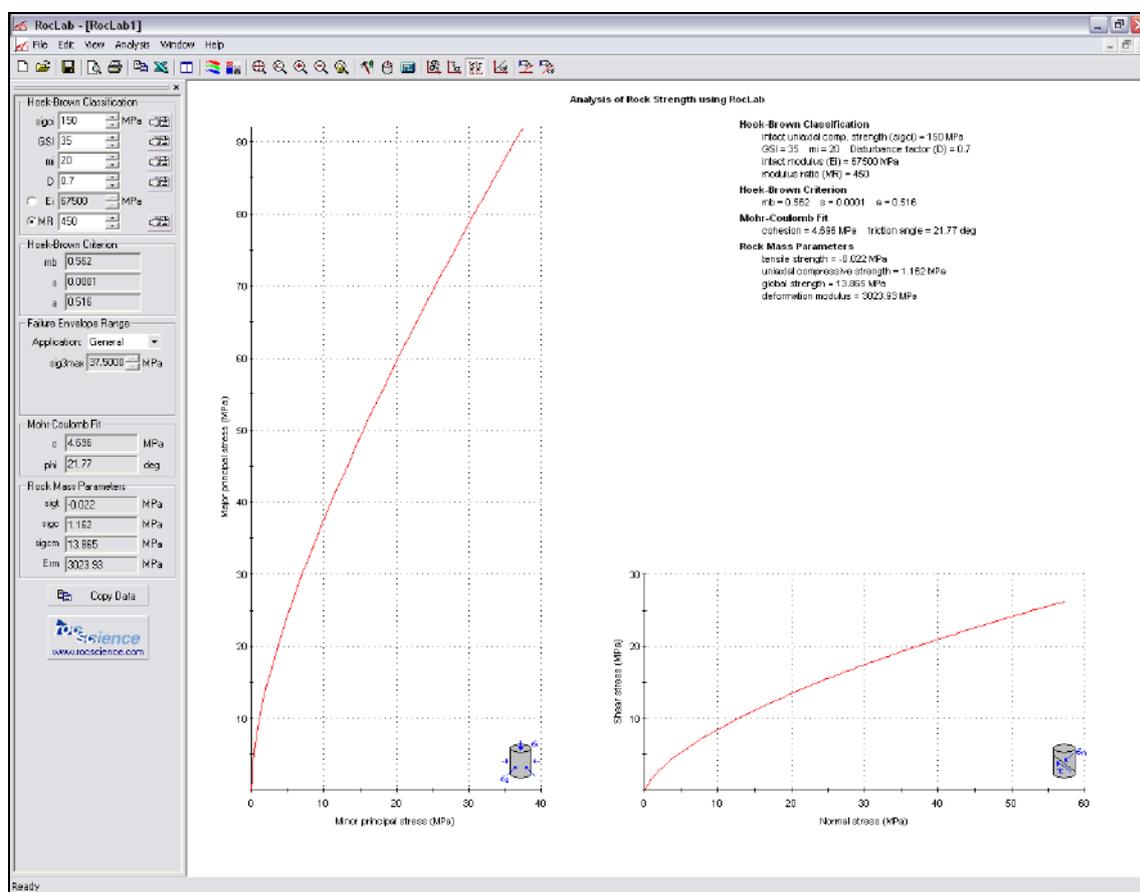
5.4 PARAMETRI GEOMECCANICI UTILIZZATI PER LE ANALISI DI STABILITÀ DEI FRONTI

Quest'analisi è stata condotta al fine di definire i parametri che governano il comportamento dell'ammasso roccioso ai fini della valutazione della stabilità dei fronti. Nell'applicazione del metodo sopra descritto, ci si è avvalsi del software di analisi "RocLab" (Rocscience, 2002).

Di seguito si riportano i dati utilizzati per il calcolo secondo il criterio di Hoek & Brown, nonché i dati di input forniti al software.

Material: oficalciti
 Hoek Brown Classification
 sigci 150 MPa

GSI	35	
mi	20	
D	0.7	
Ei	67500	
Hoek Brown Criterion		
mb	0.562313	
s	8.10625e-005	
a	0.51595	
Failure Envelope Range		
Application	General	
sig3max	37.5	MPa
Mohr-Coulomb Fit		
c	4.6959	MPa
phi	21.7749	degrees
Rock Mass Parameters		
sigt	-0.0216239	MPa
sigc	1.16211	MPa
sigcm	13.8651	MPa
Erm	3023.93	MPa



5.5 VERIFICHE CINEMATICHE

5.5.1 Pendii analizzati

Per le verifiche cinematiche è stato preso come riferimento un solo pendio “tipo”, ritenuto rappresentativo della orientazione delle principali pareti riscontrabili nel settore in oggetto e sulle quali possono avvenire i cinematismi che vengono analizzati di seguito, anche in considerazione del futuro fronte di scavo.

- Pendio: 50/80

5.5.2 Cenni teorici

Il termine ammasso roccioso si riferisce ad un insieme di roccia intatta e piani di discontinuità. Il termine piano di discontinuità ha un'accezione molto generica ed è riferibile a qualsiasi interruzione che interrompe la continuità della roccia intatta, senza quindi alcun riferimento alla natura e al meccanismo genetico della frattura. Infatti le discontinuità possono essere di natura:

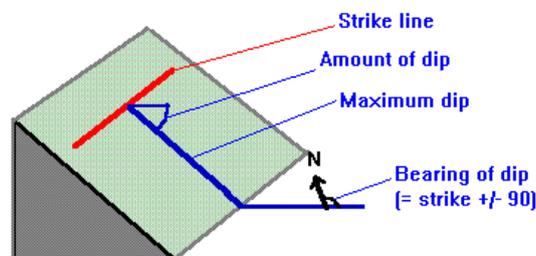
- primaria: stratificazione, piani di strutture sedimentarie, etc.;
- secondaria: discontinuità tettoniche, di alterazione, di detensionamento, di raffreddamento, etc..

Gli ammassi rocciosi possono quindi essere considerati come un più o meno complesso insieme di blocchi, la cui propensione a svincolarsi e franare (instabilità) è fortemente condizionata dai rapporti geometrici e dalla natura delle superfici di discontinuità e, naturalmente, dai litotipi interessati. Chiaramente, l'instabilità può aumentare considerevolmente nelle porzioni di ammasso delimitate da superfici libere, coincidenti con le scarpate degli affioramenti.

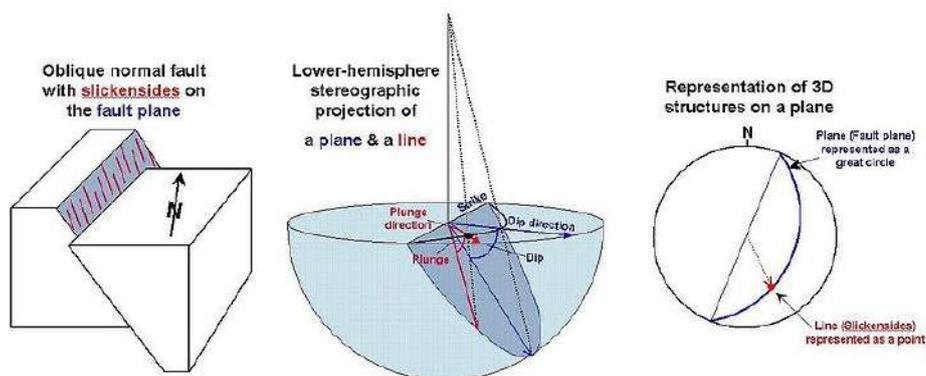
In linea generale, tutte le superfici di discontinuità hanno in comune alcune caratteristiche, quali una resistenza alla trazione trascurabile e valori di resistenza al taglio nettamente inferiori a quelli della roccia intatta. Quindi, le caratteristiche di resistenza al taglio alla scala dell'ammasso roccioso dipendono sensibilmente dalle resistenze disponibili lungo i piani di discontinuità, dalla loro orientazione nello spazio e dai rapporti geometrici che intercorrono fra essi.

I metodi operativi che sono stati utilizzati per il rilevamento delle discontinuità, coincidono con quelli usualmente adottati nel campo della geologia strutturale e della geomeccanica, essenzialmente derivati dalle metodologie proposte dall'ISRM (1978) e da Priest (1993).

La posizione di un piano di discontinuità nello spazio può essere definita mediante la sua immersione (o azimuth misurato da Nord in senso orario della linea di massima pendenza) e inclinazione (angolo tra la linea di massima pendenza e l'orizzontale).



Per rappresentare graficamente le giaciture si ricorre alle proiezioni stereografiche su un piano orizzontale delle superfici di discontinuità. In questo lavoro è stata utilizzata la proiezione equivalente, sull'emisfero inferiore del reticolo di Wulff (equiangolare).



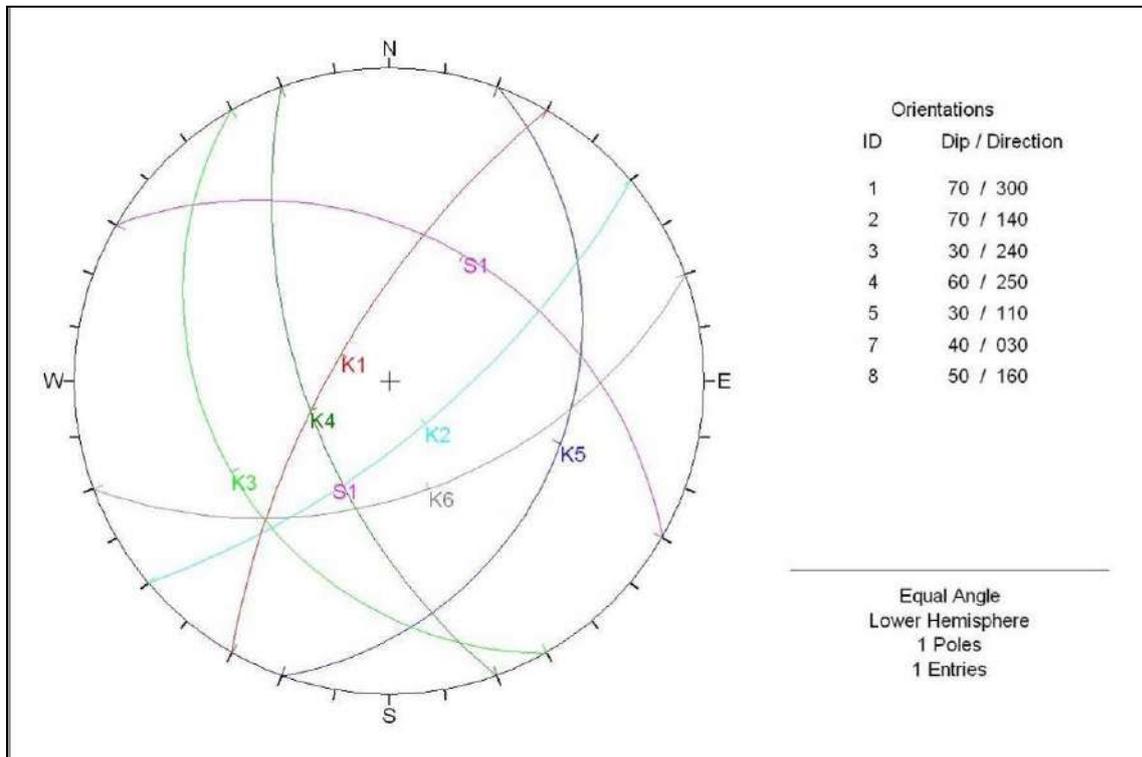
L'assetto strutturale dell'area è alquanto complesso a causa della evidente fase deformativa che subisce l'ammasso roccioso e che provoca una riorientazione ed una dispersione dei valori di giacitura della scistosità e delle altre famiglie di discontinuità.

Dal punto di vista strutturale sono state identificate 6 famiglie di discontinuità principali.

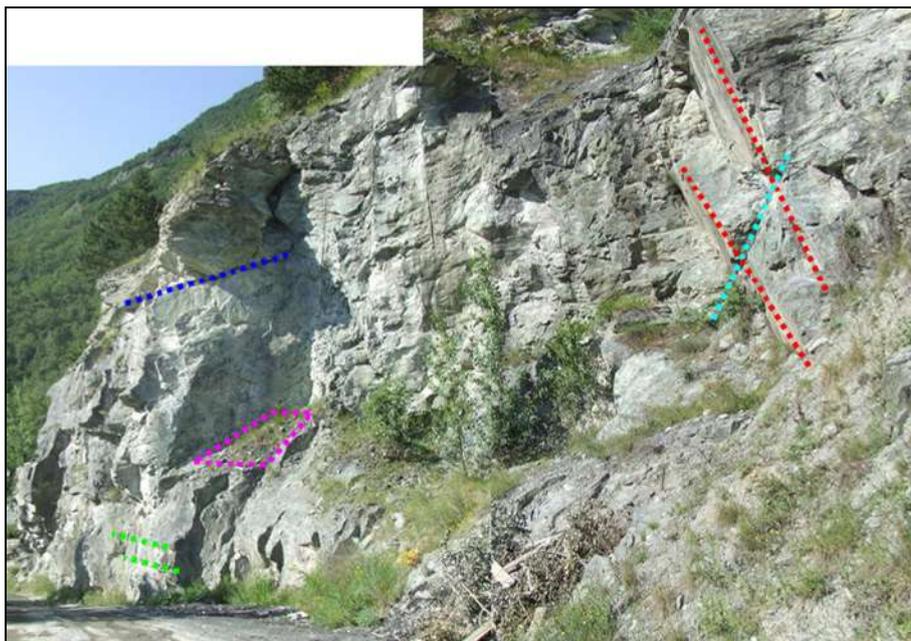
<i>Sistema</i>	<i>Giacitura</i>
S1	30/40
K1	300/70
K2	140/70
K3	240/30
K4	250/60
K5	110/30
K6	160/50

La scistosità principale immerge prevalentemente verso N – N-E (azimut/dip medio = 30/40).

Di seguito si riportano gli stereogrammi di Wulff ove sono rappresentati i poli relativi alle famiglie di discontinuità rilevate sul terreno e considerate nelle relative verifiche cinematiche. Per facilitare la lettura dello stereogramma le discontinuità secondarie non sono state rappresentate.



Stereogramma con l'indicazione dei poli e dei piani delle discontinuità rilevate



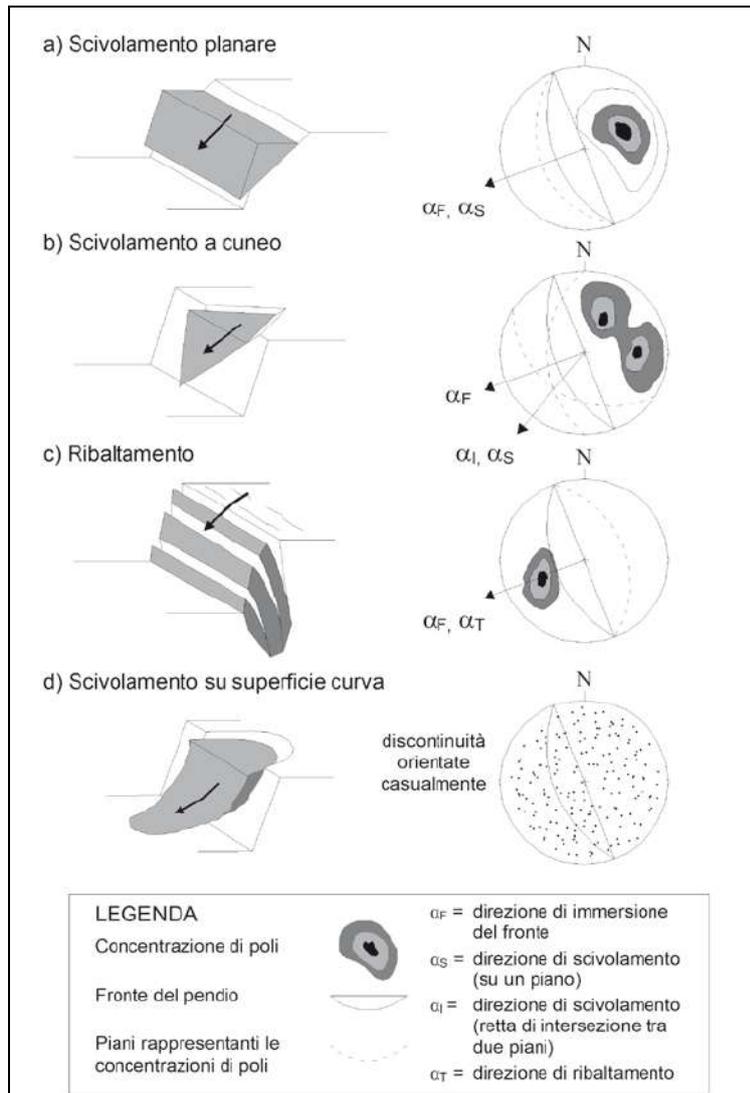
Assetto strutturale: S1 in magenta, K1 in rosso, K2 in azzurro, K3 in verde e K5 in blu

L'analisi dei potenziali cinematismi di movimento dei blocchi delimitati dai piani principali individuati, può essere effettuata attraverso l'esame delle rappresentazioni stereografiche: vengono studiati l'assetto delle singole famiglie di discontinuità e i rapporti geometrici che intercorrono fra esse e rispetto alla giacitura media del pendio.

Per questo tipo di studio si utilizza la proiezione dell'emisfero inferiore, di tipo equiangolare (reticolo di Wulff), poiché mantiene inalterate le relazioni fra gli angoli.

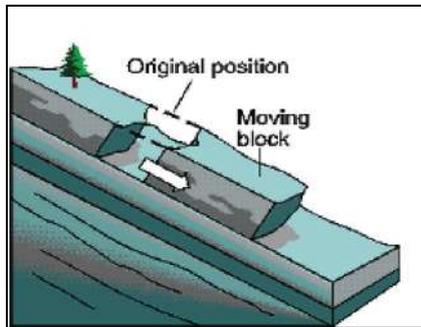
I cinematismi analizzati in seguito sono:

- scivolamento/scorrimento planare;
- scivolamento/scorrimento di cunei;
- ribaltamento.



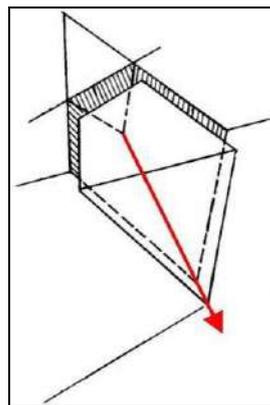
5.5.3 Scivolamento/scorrimento planare

La superficie di rottura può essere costituita da una vera e propria superficie piana o da una fascia relativamente sottile di intensa deformazione a taglio. Dal punto di vista cinematico, il fenomeno si manifesta in ammassi interessati da discontinuità aventi una direzione di immersione prossima a quella del fronte con un'approssimazione di 20° . La seconda condizione fondamentale affinché si manifesti la possibilità cinematica di scivolamento planare è che l'angolo di inclinazione del piano della discontinuità sia inferiore all'angolo di inclinazione del fronte del pendio in roccia. Discontinuità addizionali sub-verticali possono definire l'estensione laterale del volume potenzialmente instabile, ma essendo considerate semplicemente come superfici di rilascio, il loro contributo ai fini della stabilità del pendio è nullo; nel caso non siano presenti superfici laterali, l'estensione laterale della massa potenzialmente scivolante può essere definita solamente quando la superficie planare sia localizzata su uno sperone di roccia. Il volume instabile può essere ulteriormente delimitato da una superficie sub-verticale posta a monte con il ruolo di giunto di trazione.



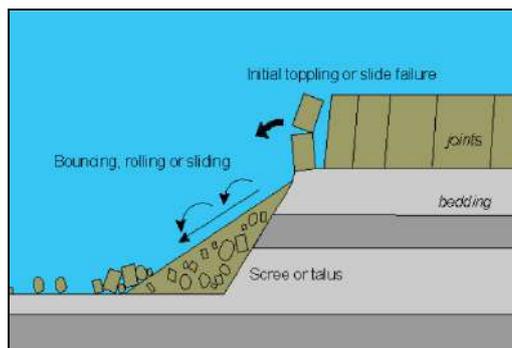
5.5.4 *Scivolamento/scorrimento di cunei*

Avviene su due piani di discontinuità che si intersecano in una linea con angoli di immersione e di inclinazione compatibili con il fronte del pendio. Affinché sia verificata la possibilità cinematica di scivolamento a cuneo occorre infatti che la linea di intersezione rispetti due condizioni fondamentali: il suo angolo di inclinazione deve essere inferiore all'angolo di inclinazione del fronte del pendio ed il suo angolo di immersione deve essere compreso in un campo di variabilità di $\pm 90^\circ$ intorno al valore dell'angolo di immersione del fronte del pendio (la retta di intersezione deve cioè intersecare il fronte). Anche in questo caso il volume potenzialmente instabile può essere delimitato da superfici sub-verticali laterali o poste a monte (giunti di trazione), con il ruolo di superfici di rilascio.



5.5.5 *Ribaltamento*

Comporta la formazione di colonne alte e sottili che, per particolari condizioni geometriche, si distaccano dall'ammasso roccioso secondo un movimento rotatorio che ha il fulcro alla base della colonna. Goodman e Bray (1976) hanno individuato una serie di differenti tipi di crolli per ribaltamento, i quali possono essere classificati in due grandi categorie: il ribaltamento a blocchi ed il ribaltamento flessionale. In particolare, il ribaltamento a blocchi avviene in seguito alla formazione di blocchi prismatici generati dall'intersezione di due sistemi di discontinuità sub-ortogonali; il primo presenta una forte inclinazione, una ridotta spaziatura ed un'elevata persistenza, mentre il secondo è caratterizzato essenzialmente da una debole inclinazione e costituisce la base del blocco. Essendo il meccanismo di instabilità strettamente legato alla forma dei blocchi, le condizioni cinematiche sono in questo caso più incerte rispetto alle instabilità per scivolamento. Generalmente si considera unicamente la condizione che l'immersione dei piani che compongono il blocco sia simile (con un'orientazione di $\pm 180^\circ$ nel caso di piano sub-verticale a reggipoggio). Nel caso invece del ribaltamento flessionale, solo la famiglia di discontinuità a forte inclinazione è preesistente mentre la base del blocco è costituita da una superficie di rottura dovuta agli sforzi di trazione indotti nelle colonne inflesse.

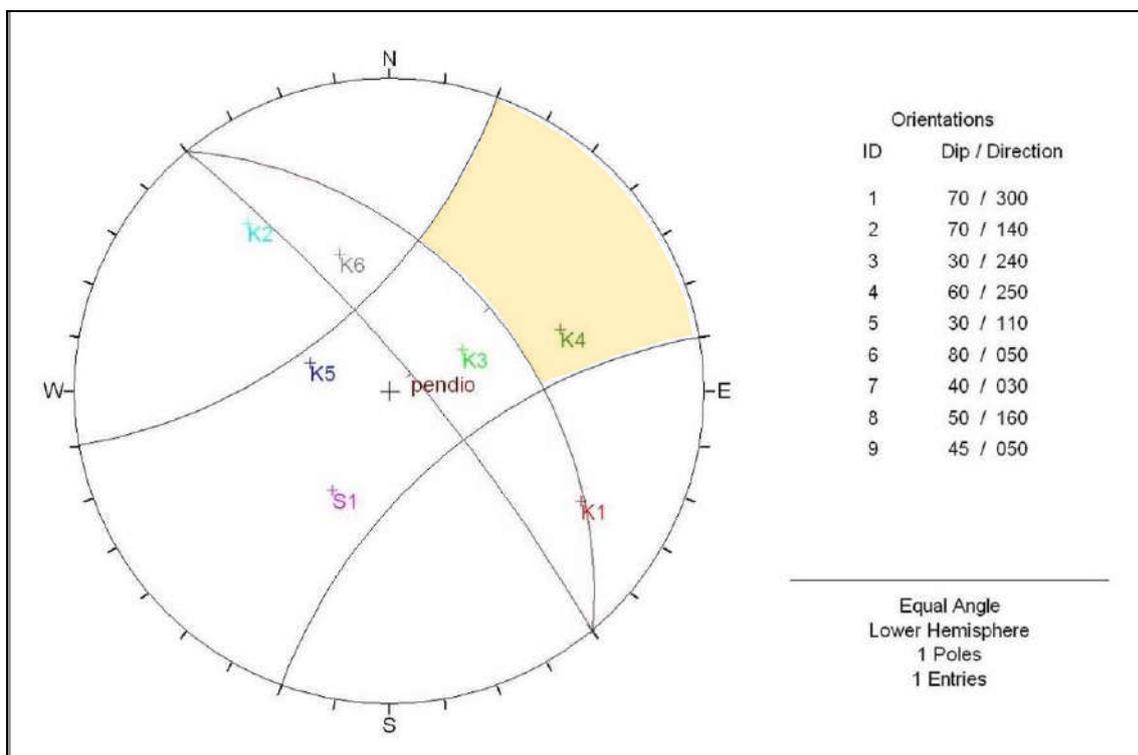


Per impostare ed effettuare le analisi cinematiche, è necessario disporre di una serie di dati relativi al contesto geomeccanico (angolo di attrito), strutturale (giacitura delle famiglie di discontinuità) e morfometrico (giacitura dei pendii) dell'ammasso roccioso in esame. E' anche necessario ricordare che l'analisi cinematica fornisce indicazioni solo sui possibili meccanismi, non sul grado di stabilità dei casi esaminati.

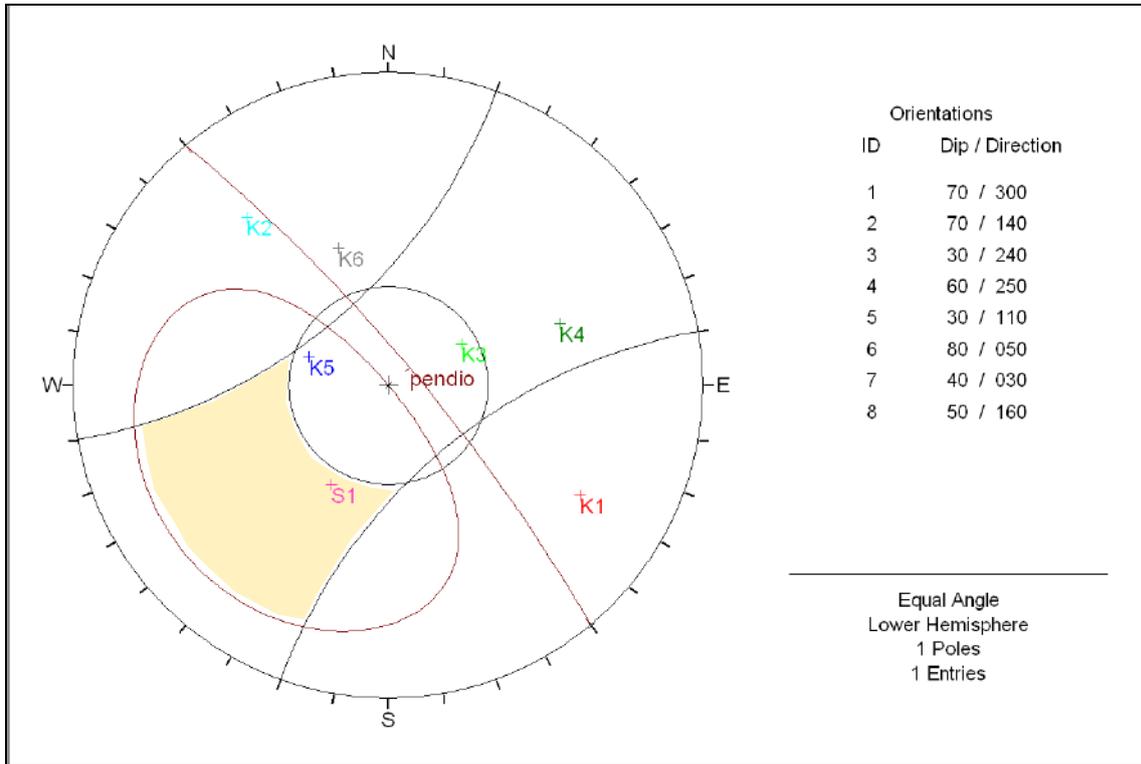
Il valore dell'angolo di attrito da utilizzare in questo tipo di analisi deve rappresentare l'ammasso roccioso nel suo complesso, in questo caso costituito prevalentemente da oficalciti E' stato desunto dalla letteratura ed adottato per le verifiche un angolo di attrito pari a 35°.

5.6 RISULTATI DEL TEST

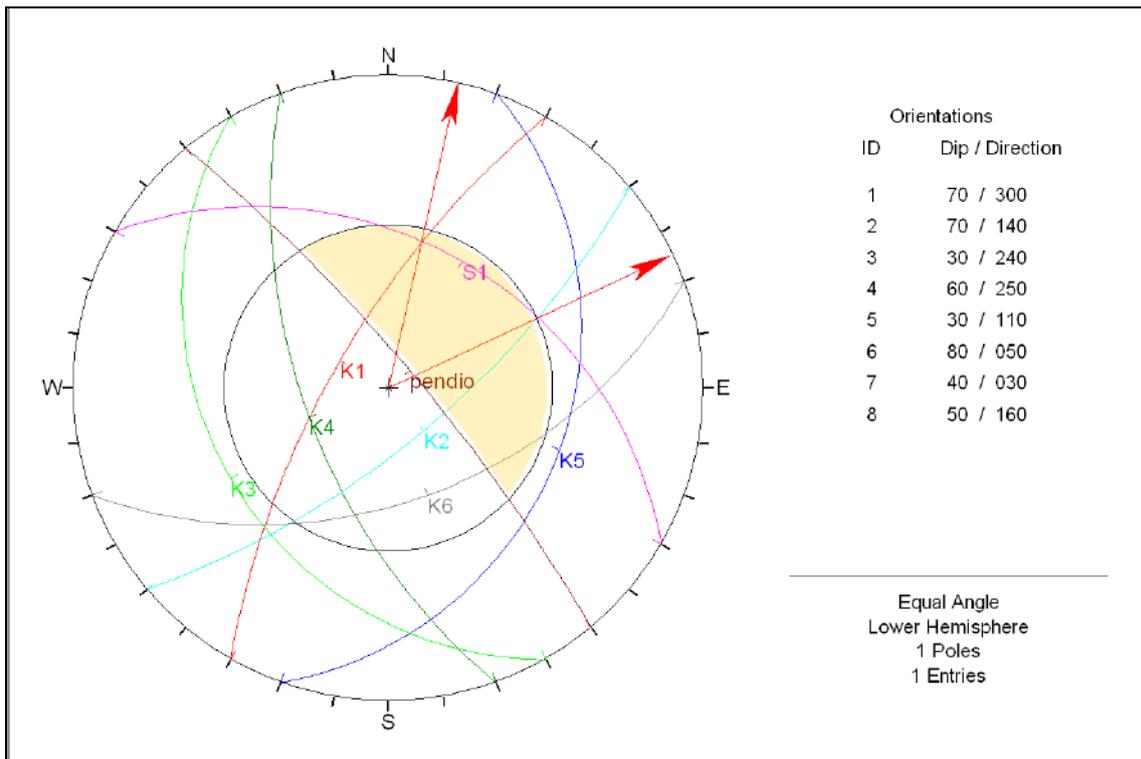
Di seguito si riportano i risultati relativi ai tre cinematismi analizzati (ribaltamento, scorrimento planare e di cunei) per il pendio considerato (50/80).



Verifica cinematica relativa a possibili fenomeni di ribaltamento: possibili ribaltamenti secondo K4.



Verifica cinematica relativa a possibili fenomeni di scorrimento planare: possibili scorrimenti su S1.



Verifica cinematica relativa a possibili fenomeni di scorrimento di cunei: angolo di resistenza al taglio pari a 35°. Possibili scorrimenti di cunei secondo le intersezioni K1-S1 e K2-S1.

5.7 SINTESI DEI RISULTATI

I meccanismi di mobilitazione principali sulle pareti oggetto di rilievo sono quindi:

Pendio	Ribaltamento	Scorrimento planare	Scorrimento su diedro
50/80	K4	S1	K1-S1 e K2-S1

5.8 VALUTAZIONE VOLUMI INSTABILI

In considerazione dell'assetto strutturale dell'area e dell'intensa fratturazione della roccia, si è ritenuto che i volumi massimi che si possono distaccare dopo il disaggio propedeutico eseguito prima dell'apertura dell'impianto sono pari a 0,5 mc. Tale volumetria trova riscontro nei blocchi detritici presenti lungo la strada posta alla base delle falesie e da quanto riportato dalle maestranze che lavorano nello stabilimento posto immediatamente a valle.

Tale valutazione non tiene quindi conto dei blocchi di maggiori dimensioni che verranno disgiunti preliminarmente all'apertura del centro in una assoluta ottica di messa in sicurezza dell'impianto.



Falesia presente a ridosso dell'impianto



Falesia presente a ridosso dell'impianto

5.9 DEFINIZIONE DEI VOLUMI UNITARI (VRU)

La definizione del volume e della forma dei blocchi sulla base dei quali impostare la progettazione delle opere di difesa deve essere effettuata anche sulla base dell'analisi e del confronto tra le porzioni rocciose instabili rilevate sulle pareti (o, comunque, le porzioni rocciose individuate dalle discontinuità presenti sulla parete) ed i blocchi eventualmente presenti lungo il pendio di caduta. I criteri di scelta dei volumi di progetto devono essere chiaramente esposti e commentati.

5.9.1 *Evento medio atteso*

In considerazione dell'assetto strutturale dell'area e dell'intensa fratturazione della roccia, si è ritenuto che i volumi massimi che si possono distaccare dopo il disgaggio propedeutico eseguito prima dell'apertura del centro sono pari a 0,5 mc.

In un'ottica cautelativa, ed avendo esteso come richiesto dall'Amministrazione regionale le valutazioni connesse a dinamiche di tipo gravitativo provenienti dal versante retrostante, si è condotta l'analisi anche con volumi di 1 mc.

6. AMBITI INEDIFICABILI E VINCOLI TERRITORIALI

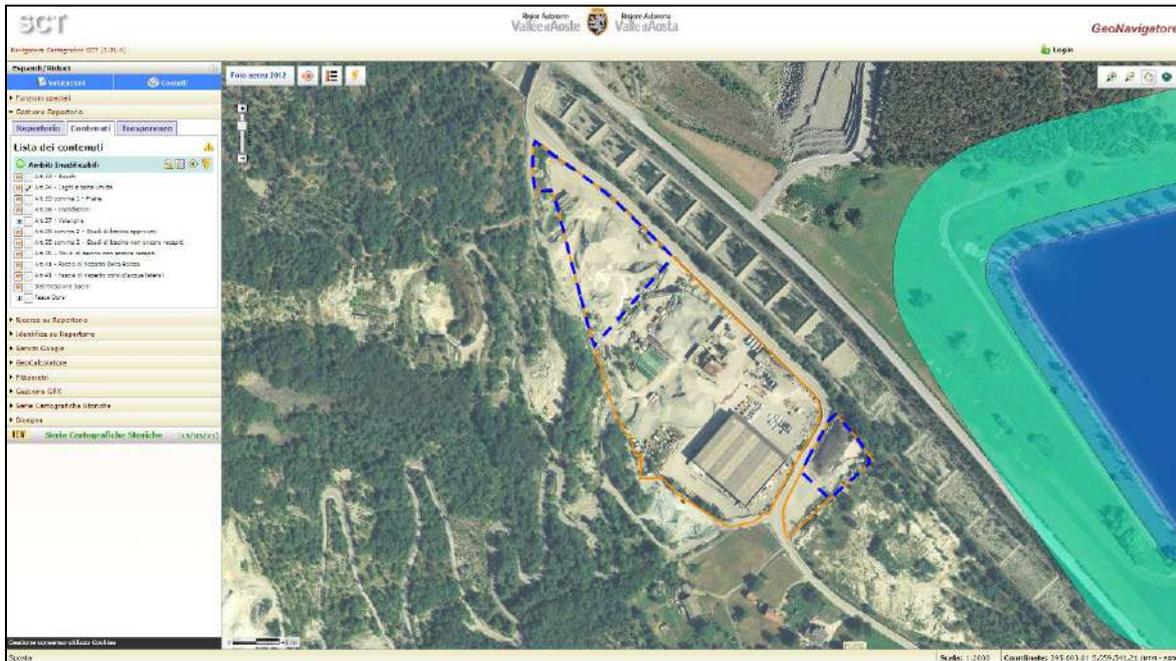
Il settore in oggetto risulta essere posto all'interno delle **ZONE** inedificabili per frana, delle **FASCE** inedificabili per inondazione (artt. 35 e 36 L.R. 11/98 e suc. mod.) e del vincolo idrogeologico.

Nello specifico, gli areali ove saranno effettuate le attività dell'impianto rientrano nelle zone F1, F2 e F3 per frana ed in fascia C per inondazione.

VINCOLI	Riferimenti di legge	PRESENZA
<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
<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>	
<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>	X



Art. 33 – GeoNavigator – sito web RAVA: le linee in arancione indicano le aree di SERVIVAL, le linee tratteggiate in blu indicano le aree A e B relative al centro di recupero in oggetto



Art. 34 – GeoNavigator – sito web RAVA

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

Art. 35 – F1

2. Nelle aree ad alta pericolosità di cui all'art. 35, comma 1– F1, sono consentiti:
 - a) i seguenti interventi su edifici e fabbricati esistenti:
 - 1) gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria;
 - 2) gli interventi di restauro e di risanamento conservativo sui fabbricati classificati documento o monumento o di pregio storico, culturale, architettonico, ambientale e sui beni culturali isolati di cui all'articolo 37 delle norme tecniche di attuazione del PTP, purché compatibili con il carattere architettonico delle strutture edilizie preesistenti, nei limiti delle variazioni di volume consentiti e a condizione

che siano adeguatamente diminuite le condizioni di vulnerabilità della struttura in relazione alle dinamiche di dissesto previste;

3) *gli interventi di restauro e risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia degli edifici esistenti ubicati nelle zone di tipo A edificate del PRG, nei limiti della sagoma dell'edificio, per quanto concerne gli interventi di ristrutturazione edilizia, o delle variazioni di volume consentite, nel caso degli interventi di risanamento conservativo, e a condizione che siano adeguatamente diminuite le condizioni di vulnerabilità della struttura in relazione alle dinamiche di dissesto previste, compresi :*

-i mutamenti di destinazione d'uso relativi alle categorie di cui alle lettere e), f), h), i), l) dell'art. 73, comma 2, della l.r. n. 11/1998,

-i mutamenti di destinazione d'uso relativi alle categorie di cui alle lettere d), dbis), g) dell'art. 73, comma 2, della l.r. n. 11/1998, limitatamente a fabbricati o porzioni di fabbricati all'interno dei quali esistano già unità destinate ad abitazione;

4) *gli interventi di restauro, risanamento conservativo e di ristrutturazione edilizia degli edifici esistenti destinati ad usi e attività di carattere agro-silvo-pastorali, compresi gli interventi per la realizzazione di residenze temporanee connesse alla conduzione aziendale e alla commercializzazione dei prodotti agricoli, ma esclusi gli interventi per lo svolgimento dell'attività di agriturismo ove non già esistente;*

5) *nei limiti della sagoma dell'edificio, gli interventi edilizi di restauro, risanamento conservativo e ristrutturazione edilizia degli edifici esistenti destinati ad attività produttive, energetiche, ricreative, culturali, sportive, commerciali, turistiche e ricettive (senza aumento del numero di posti letto) e i mutamenti di destinazione d'uso da categorie diverse alle categorie di cui alle lettere e), f), h), i) e l) dell'art. 73, comma 2, della l.r. n. 11/1998; tali interventi devono essere finalizzati all'ammodernamento e alla razionalizzazione delle attività e devono essere adeguatamente diminuite le condizioni di vulnerabilità della struttura in relazione alle dinamiche di dissesto previste;*

6) *gli interventi di adeguamento igienico-sanitario, tecnologico e di fruibilità degli edifici esistenti, compresi gli aumenti di volume a ciò strettamente necessari;*

b) *nei limiti di quanto previsto dal PRG, la realizzazione di strutture pertinenziali agli edifici esistenti, come tali prive di funzioni autonome e destinate invece al servizio esclusivo degli edifici predetti, compresi le autorimesse, i parcheggi a raso e i posti auto all'aperto, per soddisfare le esigenze degli occupanti o delle attività produttive, agro-silvo-pastorali, ricreative, culturali, sportive, turistiche o commerciali in atto negli edifici stessi;*

c) *i seguenti interventi relativi alle infrastrutture viarie:*

1) *finalizzati a mantenere o riportare in efficienza l'infrastruttura viaria, a garantirne o a migliorarne la sicurezza mediante opere di protezione, di segnalazione, di adeguamento funzionale e di allargamento della sede dell'infrastruttura stessa;*

2) *la realizzazione di attraversamenti di impluvi e/o di corsi d'acqua, di sovrappassi e di sottopassi, di rotonde, di marciapiedi, di aree di sosta e/o di manovra, di parcheggi a raso e di posti auto al servizio di edifici esistenti, di passi carrabili e di rampe di accesso ad edifici e strutture esistenti;*

d) *gli interventi volti a migliorare la tutela della pubblica incolumità dai fenomeni di natura idraulica, geologica e valanghiva presenti in loco, ivi comprese le piste di cantiere e gli accessi per la realizzazione dell'opera e per garantire la manutenzione e la gestione delle opere stesse;*

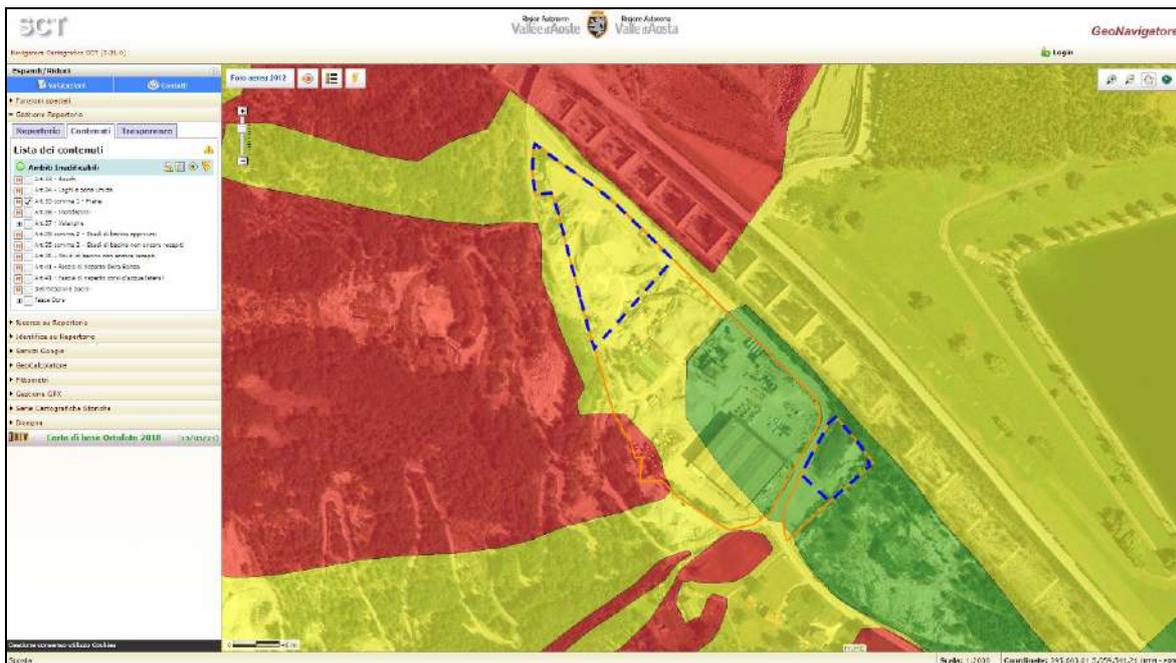
e) *gli interventi di regimazione delle acque, superficiali e sotterranee, compresi quelli per la realizzazione di opere di derivazione delle acque e di accesso all'alveo;*

f) *gli interventi di sistemazione agraria o di rimodellamento del terreno, comprensivi di ogni intervento infrastrutturale necessario;*

- g) gli interventi di adeguamento funzionale di infrastrutture puntuali, lineari e a rete, come indicate nella parte relativa alle definizioni generali, non altrimenti localizzabili;
- h) gli interventi di nuova costruzione di infrastrutture puntuali, lineari (ad eccezione delle piste di sci e degli impianti a fune), viarie (ad eccezione delle strade comunali, regionali e statali, delle autostrade e delle ferrovie) e a rete, come indicate nella parte relativa alle definizioni generali, non altrimenti localizzabili;
- i) gli interventi di demolizione di fabbricati ed infrastrutture;
- j) gli interventi finalizzati all'impianto e all'esercizio di cantieri temporanei mobili, ivi compresi gli accessi temporanei per la realizzazione dell'opera;
- k) la realizzazione di infrastrutture connesse con l'attività estrattiva, la realizzazione di impianti per la lavorazione del materiale derivante da attività estrattiva e la realizzazione di depositi temporanei di materiali inerti;
- l) gli interventi di potenziamento, di adeguamento e di nuova costruzione di impianti di trattamento delle acque reflue e di infrastrutture per la gestione dei rifiuti, quali depositi temporanei, discariche e aree di conferimento dei rifiuti, comprese le infrastrutture di accesso e quelle necessarie al loro funzionamento, ove non altrimenti localizzabili.

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

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

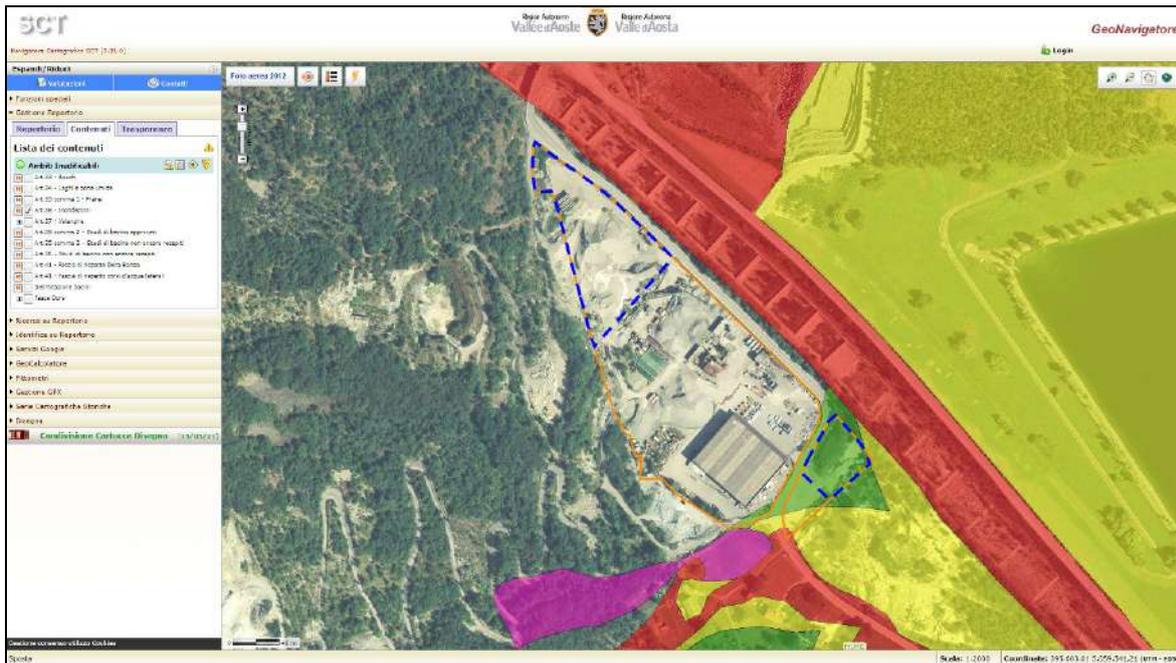


Art. 35 – GeoNavigator – sito web RAVA

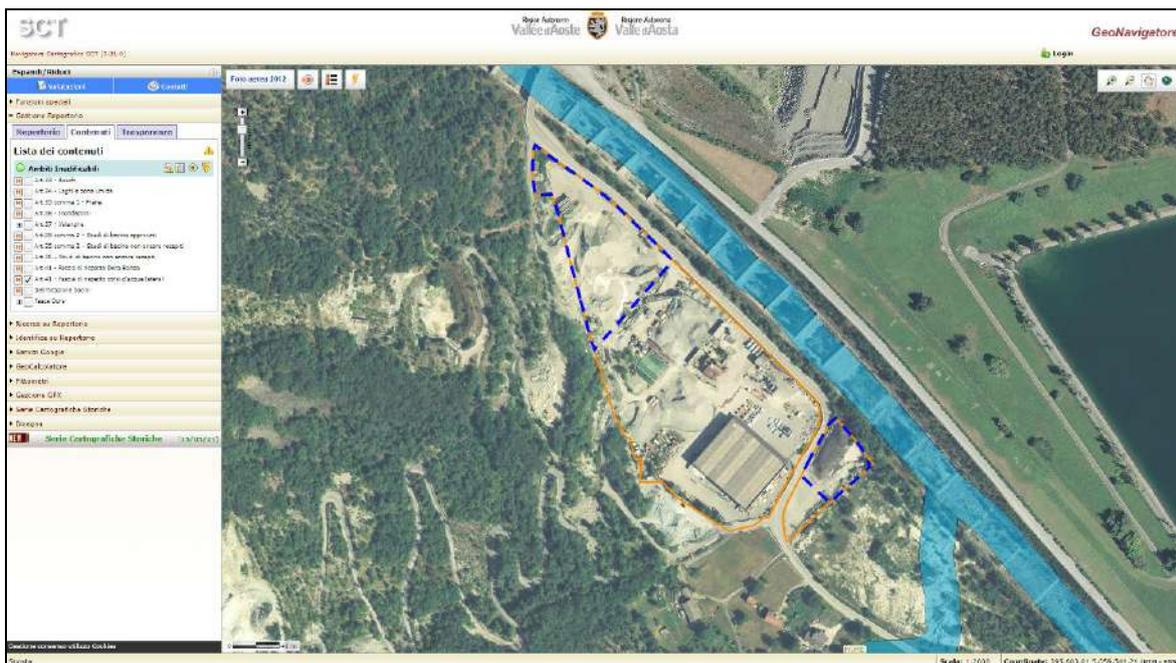
Art. 36 – Fascia C:

Nelle aree della fascia C è consentito ogni tipo di intervento, edilizio ed infrastrutturale; nel caso di interventi di nuova costruzione, i relativi progetti devono essere corredati da uno specifico studio sulla compatibilità dell'intervento con lo stato di pericolosità idraulica determinato dall'evento preso a riferimento per la delimitazione della fascia, contenente, altresì, la verifica dell'adeguatezza delle condizioni di sicurezza in atto e di quelle conseguibili con le necessarie opere di mitigazione del rischio. Nella realizzazione dei nuovi fabbricati e nella ristrutturazione o manutenzione di quelli esistenti (in questi

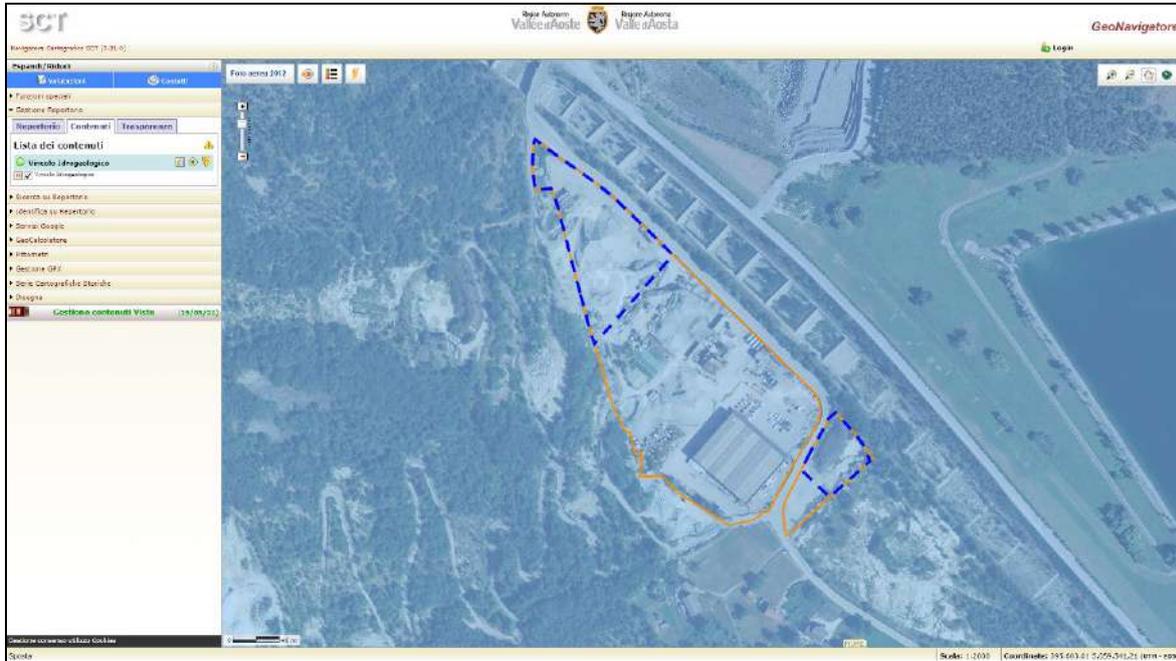
ultimi casi ove gli interventi riguardano le pertinenze in oggetto), devono essere adottati accorgimenti per limitare gli effetti di eventuali flussi di acque, con particolare attenzione nei confronti di quelli provenienti dalla rete viabile.



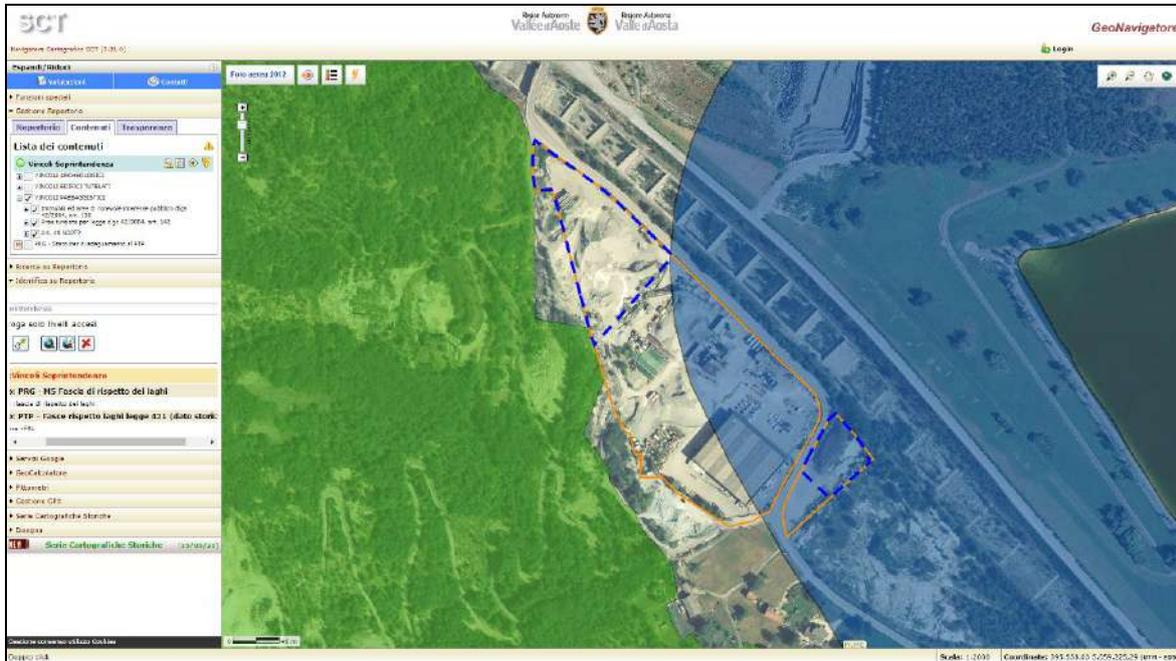
Art. 36 – GeoNavigator – sito web RAVA



Art. 41 – GeoNavigator – sito web RAVA



Vincolo idrogeologico – GeoNavigator – sito web RAVA



Vincoli paesaggistici – GeoNavigator – sito web RAVA

7. ANALISI TRAIETTOGRAFICHE CON IL SOFTWARE ROCKYFOR3D

7.1 GENERALITÀ

Per una corretta analisi del versante, è stato eseguito un preventivo approccio mediante modellistica 3D con il software Rockyfor3D in modo tale da valutare le principali direzioni di caduta.

Le simulazioni effettuate hanno valutato attentamente le varie zone di distacco di blocchi, tenuto conto dell'assetto strutturale locale.

Al fine di comprendere al meglio il settore ove insiste l'impianto di recupero, sono state eseguite le simulazioni di caduta massi tridimensionali per avere una indicazione circa la generale propagazione dei crolli e l'individuazione delle aree a differente rischio.

Le simulazioni sono state eseguite a partire dal DTM regionale per valutare tutte le zone potenzialmente interessate dai crolli.

7.2 IL MODELLO ROCKYFOR3D

I modelli di simulazione tridimensionale sono stati introdotti al fine di conoscere il fenomeno di crollo di massi per individuarne:

- 1) il pericolo e la sua distribuzione areale;
- 2) fattori di innesco e modellazione della runout;
- 3) magnitudo e tempi di ritorno;
- 4) realizzare interventi di sicurezza.

Le analisi delle interazioni massa-infrastrutture e parametri di sicurezza nel caso di località antropizzate, permettono di arrivare a conoscere la dinamica della manifestazione dannosa, ricostruirne lo sviluppo in post-evento ma, soprattutto, a comprenderne la pericolosità al fine di sopperire alla mancanza di tempi di preavviso sufficienti alla messa in sicurezza della popolazione interessata e alla realizzazione di efficaci contromisure di sicurezza (barriere paramassi, reti paramassi, muri contenitivi, deviatori, etc.).

Il Rockyfor3D (1998), discendente dei modelli Rocky3 e RockyFor, rappresenta uno dei migliori simulatori tridimensionali attualmente in commercio, destinati all'interpretazione stocastica dei fenomeni di crollo di roccia ed il loro fattore di dissipazione dell'energia su versanti privi di vegetazione o all'occorrenza contro le popolazioni forestali.

Ideato dal Dr. Luuk K.A. Dorren (Federal Office for the Environment, FOEN, Svizzera), con la collaborazione di diversi altri autori, sulla base di combinazioni di processi fisici e algoritmi deterministici, perfezionato sulle Alpi austriache e francesi da Frédéric Berger (Cemagref Grenoble, Francia) attraverso sperimentazioni in campo di rockfalls verificatesi con e senza copertura vegetale, il software è in grado di produrre una mappa raster delle traiettorie tridimensionali di caduta massi che con molta probabilità si andrebbero a verificare in caso di crollo reale. Per il suo funzionamento Rockyfor3D si basa sull'analisi di modelli di elevazione digitale del terreno (DEM), completate da una serie di ulteriori raster atti a descrivere nel dettaglio la microtopografia. Al fine di dare la maggior verosimiglianza al fenomeno, RockyFor3D interpreta la traiettoria di caduta dei massi rocciosi come una sequenza di paraboliche in aria e rimbalzi lungo il versante, analizzandone gli impatti al suolo e/o con la foresta, quantificandone le energie in gioco. Il suo impiego comporta l'esigenza di una robusta conoscenza delle caratteristiche territoriali e dei dati input necessarie al corretto avvio delle simulazioni degli eventi di rockfall, trasformando il sistema in un valido supporto alla gestione selvicolturale delle foreste di protezione.

7.2.1 Algoritmi di calcolo

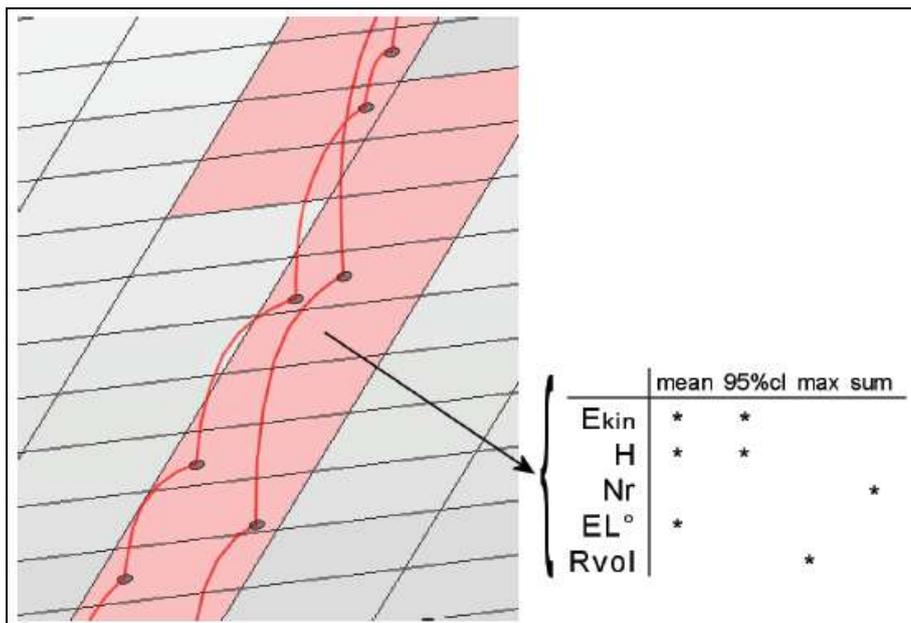
Il sistema reinterpreta i dati in possesso al fine di ottenere una simulazione dell'evento di rockfall finalizzata all'analisi delle traiettorie intraprese dai blocchi in caduta lungo il pendio, le possibili deviazioni in seguito ad impatti al suolo post-rimbalzo e urti contro ostacoli di diversa origine (generalmente alberi) ed il conseguente calo della velocità per dissipazione dell'energia del masso.

L'elaborazione di questi tre aspetti costituisce il fondamento del software, secondo tre moduli principali e uno dedicato all'analisi dell'effetto di dissipazione dell'energia esercitato dalla foresta.

7.2.2 Traiettorie di caduta

Analizzando la distribuzione delle pendenze per ogni singola cella a partire dal modello di elevazione digitale (DEM) del sito di studio, Rockyfor3D interpreta le varie altezze di quota producendo simulazioni di traiettorie di rockfall assecondando la topografia dell'area e soppesando l'energia cinetica acquisita dal masso durante il percorso.

Come già indicato precedentemente, la traiettoria è considerata come un susseguirsi di rimbalzi e parabole in aria; per quanto riguarda le rotazioni del blocco roccioso sulla superficie, la simulazione considera tale movimento come una successione di rimbalzi a breve/brevissima distanza (pari al raggio R del masso e non inferiori a 0,2 metri). Suddetta approssimazione risulta totalmente errata nel caso dello scorrimento, per questo motivo tralasciato dal modello.



Rappresentazione del passaggio da traiettoria 3D ai dati raster di output

Il quantitativo di simulazioni per cella, o lanci, è aperto alla scelta dell'operatore. Ogni singola traiettoria ha origine con l'innesco del movimento del blocco di roccia, direttamente correlato alla forza di gravità che grava su di esso e, a tal proposito, è individuato per pendenze maggiori a 40°-50°; a prescindere dagli eventi atmosferici agenti sul sito, tale inclinazione è di norma superiore alla forza di attrito che permette al litoide di restare in sede.

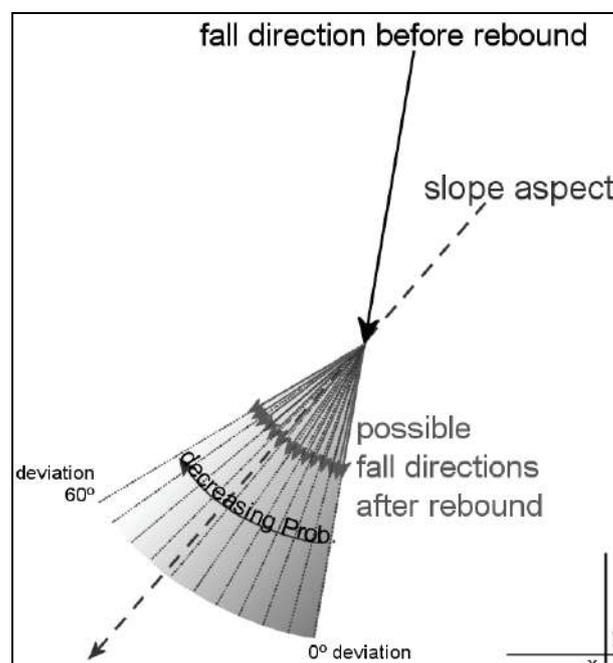
Questi punti di innesco, o aree sorgenti, rivestono particolare importanza, in quanto la loro altezza rispetto al piano del suolo e la lontananza da possibili ostacoli (depressioni, popolamenti forestali, infrastrutture, blocchi di roccia) producono un sostanziale aumento dell'energia cinetica del masso. La corsa del masso lungo le traiettorie simulate dal

software, comprensive di deviazioni ed eventuali variazioni del percorso post-rimbalzo, risente in particolar modo delle condizioni di acclività del terreno e della presenza di possibili ostacoli; essa termina con l'esaurimento dell'energia cinetica del blocco, conseguibile per cause naturali (riduzioni delle pendenze) o per dissipazione in seguito a collisioni.

Le variazioni di traiettoria post-rimbalzo si basano su:

- velocità del blocco in entrata e direzione;
- microtopografia dell'area (pendenza);
- range di possibili deviazioni del percorso originale ($0^\circ \div 60^\circ$);
- probabilità di accadimento (determinata dalla velocità di pre-rimbalzo).

Quanto detto viene schematizzato nella figura sottostante; successivamente al rimbalzo la traiettoria subisce una deviazione pari all'angolo maggiormente rappresentativo delle condizioni di acclività delle celle confinanti, in relazione alla velocità posseduta dal litoide; generalmente ciò si manifesta con il compimento di una traiettoria che privilegia la linea di massima pendenza.



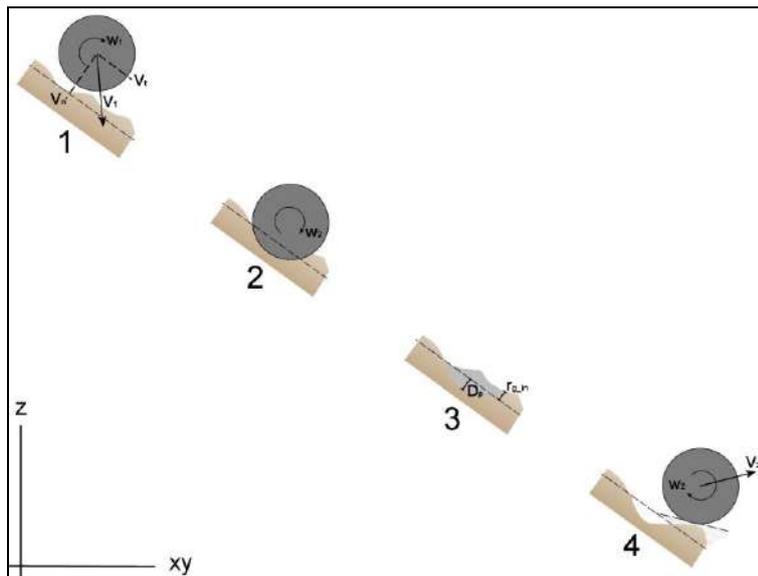
Principio dell'algoritmo di calcolo della direzione di caduta dopo un rimbalzo sulla superficie del pendio

Tale comportamento presenta però una componente casuale, scelta sulla base di un range di angoli tra 0° e 60° , in grado di produrre ulteriori traiettorie, deviate rispetto all'originale in prerimbalzo in combinazione alla velocità.

7.2.3 Dissipazione dell'energia

Sulla base delle elaborazioni prodotte con il primo modello, Rockyfor3D è in grado di quantificare la perdita di energia del masso considerando l'entità degli impatti in seguito ai rimbalzi al suolo, secondo il coefficiente di restituzione del terreno oppure per collisione contro ostacoli a terra. Rockyfor3D analizza in primis la dispersione di energia del blocco di roccia che avviene naturalmente durante la discesa a valle: partendo da valori di default che assimilano i massi a forme sferiche, il software localizza la posizione del litoide ad ogni istante e la sua situazione. Avendo come base il modello digitale del terreno, è possibile ottenere l'andamento (traiettoria e velocità) del masso vincolato alla microtopografia del versante; il software prevede movimenti identificabili con il moto parabolico uniformemente accelerato attraverso l'aria che implicano quindi un impatto al suolo. Tali collisioni, a seconda delle caratteristiche del terreno (coefficienti di restituzione) e al grado

di penetrazione al suolo (D_p) del blocco di roccia, causano la perdita dell'energia cinetica del blocco e ne condizionano il successivo rimbalzo.

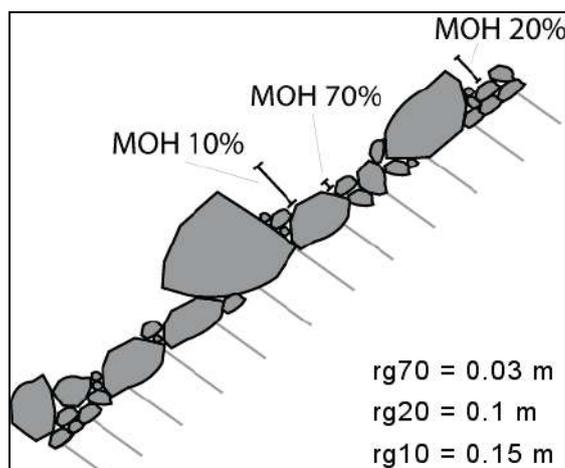


Rappresentazione del meccanismo di rimbalzo secondo gli algoritmi usati da Rockyfor3D

7.2.4 Calcolo della velocità di caduta

Fondando le simulazioni in relazione all'energia cinetica posseduta dal masso in ogni singola cella, la velocità con cui esso può spingersi a valle assume un ruolo chiave nella determinazione del movimento. Ciò che viene analizzato riguarda in particolar modo l'andamento delle velocità in seguito al manifestarsi di rimbalzi (coefficiente di restituzione tangenziale) ed eventuali deviazioni della traiettoria iniziale; a tale proposito particolare attenzione meritano i fattori che ne determinano le variazioni, come le caratteristiche morfometriche del blocco e la scabrezza della superficie del pendio (indice Mean Obstacle Height, MOH).

L'indice dell'altezza media degli ostacoli presenti al suolo determina la microtopografia della superficie del pendio, ossia il suo grado di rugosità e, di conseguenza, la probabilità che un masso in caduta libera si abbatte contro una delle discontinuità presenti.



Rappresentazione dell'altezza di un ostacolo (MOH) rappresentativa per il 70%, 20% e 10% della superficie senza una zona omogenea sul pendio. Il parametro MOH deve essere misurato guardando il pendio verso valle, nella direzione di discesa del masso

Rispetto al DEM permette di approfondire con maggior dettaglio la morfologia locale del versante, al fine di dare effettivo valore alle simulazioni delle traiettorie impegnate dai massi in caduta, nonché peso alle dissipazioni energetiche dovute agli urti.

7.2.5 Impatto con la foresta

Dal momento che il programma è destinato allo studio degli effetti di un crollo su popolamenti forestali, il calo di energia cinetica legato alla dissipazione in seguito agli impatti tra rocce ed alberi assume un ruolo chiave nelle simulazioni; suddetta capacità di assorbire e ammortizzare l'energia del blocco è equiparabile alle caratteristiche delle opere ingegneristiche di protezione.

Nelle traiettorie simulate da Rockyfor3D la posizione del blocco è sempre nota: ciò permette al programma di elaborare l'effetto dell'impatto roccia-vegetazione forestale, analizzandone:

- energia cinetica del blocco;
- luogo dell'impatto (coordinate xy);
- posizione della collisione sul tronco;
- DBH della pianta;
- tipologia della pianta (conifera o latifolia).

7.2.6 Limitazioni del modello

Le simulazioni ottenute con Rockyfor3D sono sensibili per quanto riguarda:

- Risoluzione: le risoluzioni raster consigliate si trovano all'interno dell'intervallo 2x2 fino a 10x10; un ulteriore approfondimento in dettaglio comporta sì una maggior precisione, tuttavia non sempre produce un miglioramento nella qualità del risultato finale. Risoluzioni ridotte spesso vanno a discapito dell'accuratezza della simulazione, infatti Rockyfor3D è stato realizzato per non subire l'azione di eventuali difetti nei raster (pit). Il modello digitale del terreno deve provenire da database completi e ricchi in dettaglio sulla piccola scala, in quanto l'origine da fonti inadeguate, come ad esempio le carte tecniche ipsometriche, mancanti per quanto concerne la microtopografia del suolo causerebbero scarsa attendibilità delle simulazioni.
- Microtopografia: essenziale per il corretto funzionamento del software è la presenza di dem o dtm caratterizzati da una buona descrizione del territorio, in quanto è proprio la morfologia del suolo con le sue irregolarità a determinare le caratteristiche di caduta del masso e gli impatti verificatisi.
- Altezza dei rimbalzi: varia al decrescere della risoluzione del DEM; tende ad abbassarsi nelle superfici pianeggianti e, al contrario, aumenta nei versanti più acclivi.
- Distribuzione degli impatti: la localizzazione spaziale dei massi nelle simulazioni è prossima al dato reale ma perde di accuratezza in presenza di raster a bassa risoluzione.
- Altezza degli impatti: la posizione media degli impatti lungo il fusto delle piante ha scarsa corrispondenza alla realtà, soprattutto se prodotta a partire simulazioni basate su DTM di limitata qualità.

7.3 RASTER DI INPUT E DI OUTPUT DELLA SIMULAZIONE CON ROCKYFOR3D

La complessità delle simulazioni di Rockyfor3d deriva dall'inserimento di un ricco database di input atto a fornire al software un quadro dettagliato della situazione dell'area presa in esame. Buone conoscenze del territorio risultano perciò indispensabili alla predisposizione dei files di input, costituiti da un numero minimo di dieci mappe raster in

formato ASCII, di eguale risoluzione (ottimale da 2 a 10 metri per cella, destinati alla descrizione degli elementi caratteristici del versante e rielaborati in seguito per ottenere l'evento di rockfall.

Parte dei dati di input sono riservati alla rappresentazione della geomorfologia del sito, mentre la restante componente è indirizzata all'identificazione delle caratteristiche vegetazionali, nel caso in cui si voglia quantificare l'effetto della foresta contro il fenomeno di crollo.

È possibile inoltre predisporre un file contenente informazioni relative a piccole opere di difesa, quali le barriere paramassi, per quantificarne la funzionalità.

7.3.1 Files di input

dem.asc

Modello digitale del terreno. Impiegato per l'analisi della pendenza e dell'esposizione. In alternativa è possibile servirsi anche del DTM.

soiltype.asc

Tipologia del suolo. Mappa raster identificativa del tipo di sottosuolo del versante. Ha lo scopo di fornire informazioni sull'elasticità del terreno (R_n) riscontrabile durante l'impatto al suolo delle rocce. Rockyfor3D prevede 8 modelli di sottosuolo:

- 0 – materiale molle interamente penetrabile;
- 1 – sedimento fine (penetrazione oltre i 100 centimetri);
- 2 – sedimento fine/sabbioso (penetrazione inferiore ai 100 centimetri);
- 3 – terreno compatto di medie dimensioni, ghiaione ($D < 10$ cm), strada forestale;
- 4 – terreno compatto e frazione detritica, ghiaione ($D > 10$ cm);
- 5 – suolo roccioso alterato, terreno coesivo interamente ricoperto da detrito;
- 6 – suolo roccioso compatto;
- 7 – strada asfaltata.

Coefficiente medio di restituzione normale

$R_N = 0$ per solitype 0

$R_N = 0,23$ per solitype 1

$R_N = 0,28$ per solitype 2

$R_N = 0,33$ per solitype 3

$R_N = 0,38$ per solitype 4

$R_N = 0,43$ per solitype 5

$R_N = 0,53$ per solitype 6

$R_N = 0,40$ per solitype 7

rg70.asc

rg20.asc

rg10.asc

Mean Obstacle Height. Relativo alle percentuali di 70, 20 e 10.

rockdensity.asc

Densità di roccia. Mappa raster rappresentativa della distribuzione della componente rocciosa per cella, con valori da 0 (nessuna roccia) fino a 3300 kg/m³. Necessaria all'individuazione delle aree sorgenti o punti di rilascio dei blocchi (valori > 0) e alla calibrazione dei massi liberati.

d1.asc

d2.asc

d3.asc

Dimensione dei blocchi. Raccolta di altezze (D1), larghezze (D2) e lunghezze (D3) dei massi rilevati sulle singole celle sorgenti. Nelle simulazioni tali valori assumono casualmente variazioni volumetriche scelte tra $\pm 0\%$ e $\pm 50\%$.

blshape.as

Block shape_Forma del blocco. Mappa raster comprensiva della definizione della forma apparente del masso per ogni cella sorgente. Rockyfor3D prevede 5 soluzioni:

- 0 – nessuna forma/dato mancante;
- 1 – blocco rettangolare (D1¹D2¹D3);
- 2 – blocco ellissoidale (D1¹D2¹D3);
- 3 – blocco sferico (D1=D2=D3);
- 4 – blocco discoidale (con Dmin = 1/3 di Dx,Dy e Dx@Dy).

La cella sorgente con valore 0 viene gestita come blocco ellissoidale o sferico, sulla base dei raster d1-d2-d3.asc.

7.3.2 *Simulazioni con popolamento forestale*

Per le simulazioni con popolamento forestale.

treefile.txt

Aree forestali. Mappa raster comprensiva del censimento forestale, derivata da rilievo in campo o da analisi satellitare Laserscanning (Metodo 1), ricostituita automaticamente dal software in assenza di dati puntuali (Metodo 2).

- Metodo 1:

Contiene le coordinate x e y di ogni albero e il relativo DBH.

- Metodo 2:

Posizione e dettaglio delle piante vengono randomizzati sulla mappa raster secondo i files prodotti:

- nrtrees.asc: densità forestale (N/ha);
- dbhmean.asc: DBH medio;
- dbhstd.asc: deviazione standard del DBH;

conif_percentuale.asc

Percentuale di conifere. Valore % della quantità di conifere in grado di accrescere o abbassare la resistenza media del popolamento forestale sul crollo.

7.3.3 *Simulazioni con opere di difesa*

Simulazioni con opere di difesa. Operazione possibile mediante la conversione raster dei valori vettoriali delle linee rappresentanti le reti. Anche in questo caso è fondamentale lavorare con mappe della stessa risoluzione.

net number.asc

Numero di reti paramassi.

net energy.asc

Capacità di assorbimento dell'energia.(kJ)

net height.asc

Altezza delle reti paramassi.

7.4 **IMPOSTAZIONI DELLA SIMULAZIONE**

La generazione di simulazioni con Rockyfor3D è un aspetto speditivo del lavoro grazie ad un'interfaccia grafica minimalista e di istintiva comprensione.

All'operatore viene richiesto di individuare:

- numero di simulazioni: numero di traiettorie individuate per ogni cella sorgente;
- variazione del volume del blocco: percentuale (tra $\pm 0\%$ e $\pm 50\%$) con la quale le tre dimensioni del blocco verranno modificate in modo casuale durante ogni lancio. tale valore rappresenta l'unico parametro del modello in grado di simulare la frammentazione del blocco roccioso al momento dell'impatto sul versante, a seguito della caduta libera dalla parete rocciosa;
- altezza iniziale: valore di default pari a 0 in quanto si tratta di una voce da inserire nel caso in cui il blocco roccioso venga rilasciato ad una certa distanza dal suolo. In questo modo il masso presenterà una velocità iniziale superiore;
- foresta: da considerare nel caso in cui si voglia considerare nella simulazione l'effetto di un popolamento;
- opere di difesa.

Come richiesto dagli uffici regionali, le simulazioni sono state implementate andando a ricomprendere le dinamiche di tipo gravitativo provenienti dal versante retrostante. È stato quindi esteso l'areale di analisi andando a comprendere anche tutto il versante a valle di Chantery. In allegato si riporta lo stralcio della relazione precedente relativa alla valutazione delle pericolosità e del rischio riguardante solamente le falesie prossime all'impianto.

Le analisi traiettografiche comprendenti tutto il versante sono specifiche per l'impianto in oggetto e non possono essere prese come riferimento per altre opere e infrastrutture presente nell'areale, tantomeno per delle revisioni degli ambiti inedificabili.

Nel nostro caso il software è stato utilizzato per eseguire diverse analisi: l'identificazione delle principali traiettorie, l'analisi degli arresti rapportata alla presenza di testimoni muti e l'individuazione della probabilità di occorrenza spaziale. Infatti, Rockyfor3D fornisce la probabilità di invasione di ciascuna cella. Nell'analisi di propagazione viene considerata la probabilità che un evento di caduta massi di qualsiasi intensità si verifichi in una data area. In altre parole, l'informazione ottenuta è di natura spaziale, totalmente svincolata da una probabilità annua di accadimento. Questa analisi è stata eseguita per poter successivamente realizzare un'analisi di rischio, essendo praticamente nulli i dati circa l'attività della zona sorgente (in termini di numero di crolli all'anno).

7.4.1 Simulazioni di crollo

Si sono utilizzati i seguenti dati di input:

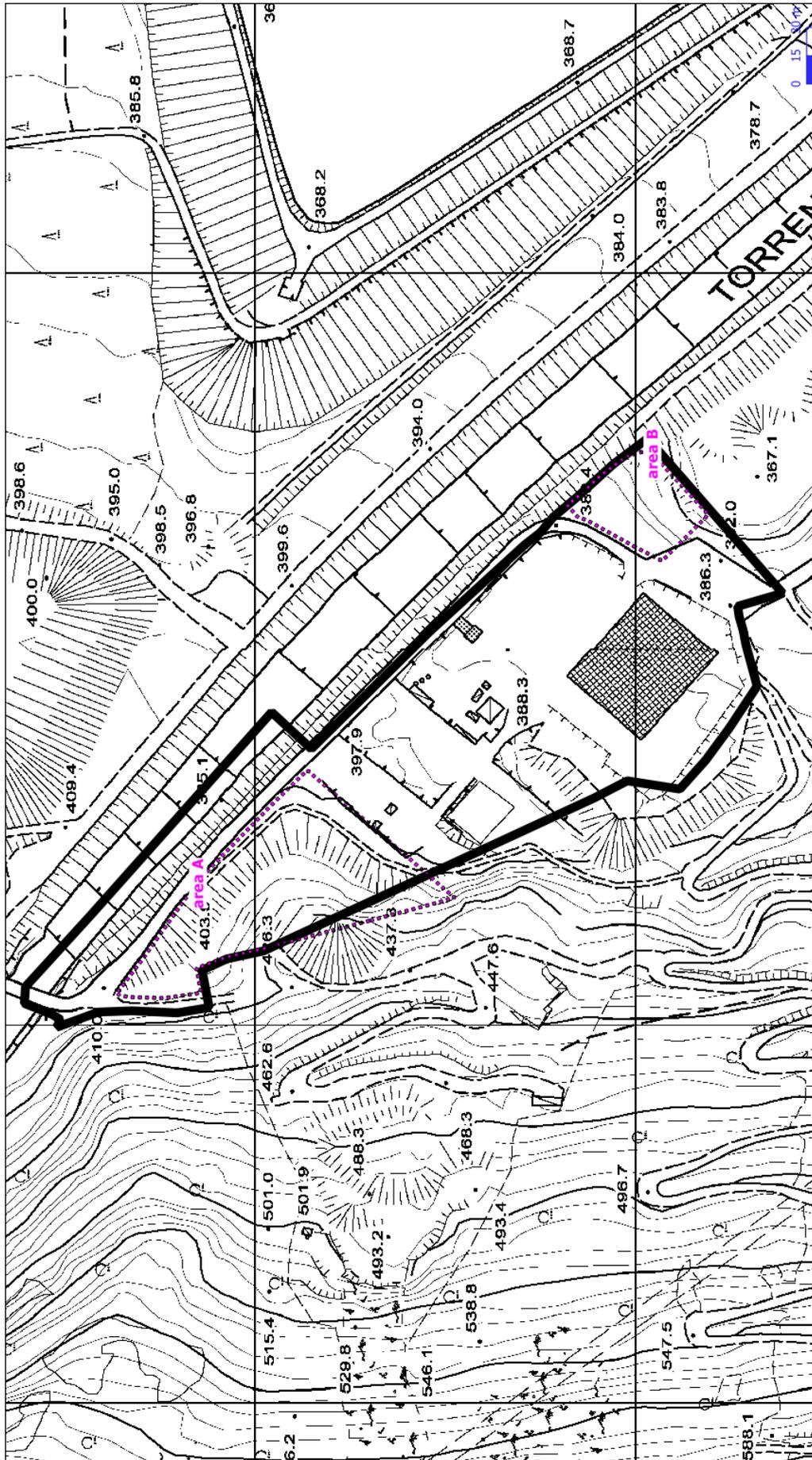
<i>Parametro</i>	<i>INPUT utilizzato</i>
<i>Raster utilizzato</i>	raster di dettaglio derivato da DTM regionale con maglia 2x2
<i>numero di simulazioni</i>	1000 per ogni cella sorgente Per un totale di 2.568.000 simulazioni nello stato attuale – 2.559.000 nella situazione di progetto
<i>volume del blocco</i>	1 mc (come previsto per l'analisi della reach probability) e 0,5 mc come il volume di riferimento
<i>variazione del volume del blocco</i>	0%

<i>altezza iniziale</i>	0,0 m
<i>popolamento forestale</i>	Dovendo procedere con l'analisi delle dinamiche di tipo gravitativo provenienti dal versante retrostante si è tenuto conto dell'importante popolamento forestale presente sul pendio¹
<i>opere di difesa</i>	NON CONSIDERATE

Di seguito si riportano le planimetrie generale e quelle con le aree sorgenti (zone di distacco), con il terrain ed il forest, oltre ai valori dei parametri attribuiti ai vari terreni.

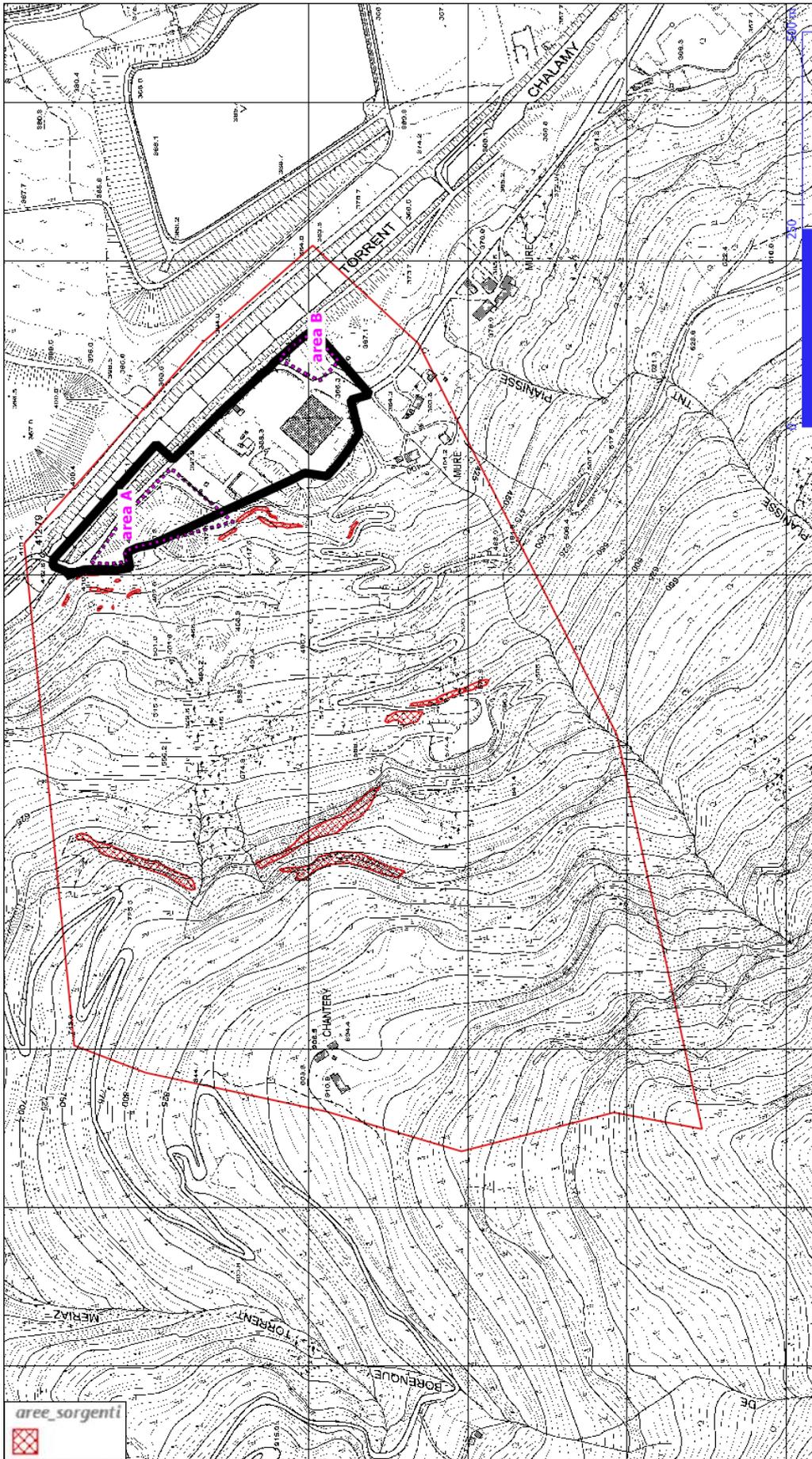
Le linee tratteggiate in magenta rappresentano le aree dell'impianto di recupero, mentre la linea spessa in nero delimita la zona Bd05*.

¹ Nella prima versione della modellazione non si era tenuto conto della fascia boscata in quanto molto ridotta e presente solamente su una parte del versante. In allegato si è riportato uno stralcio con le verifiche traiettografiche e con la relativa analisi di rischio

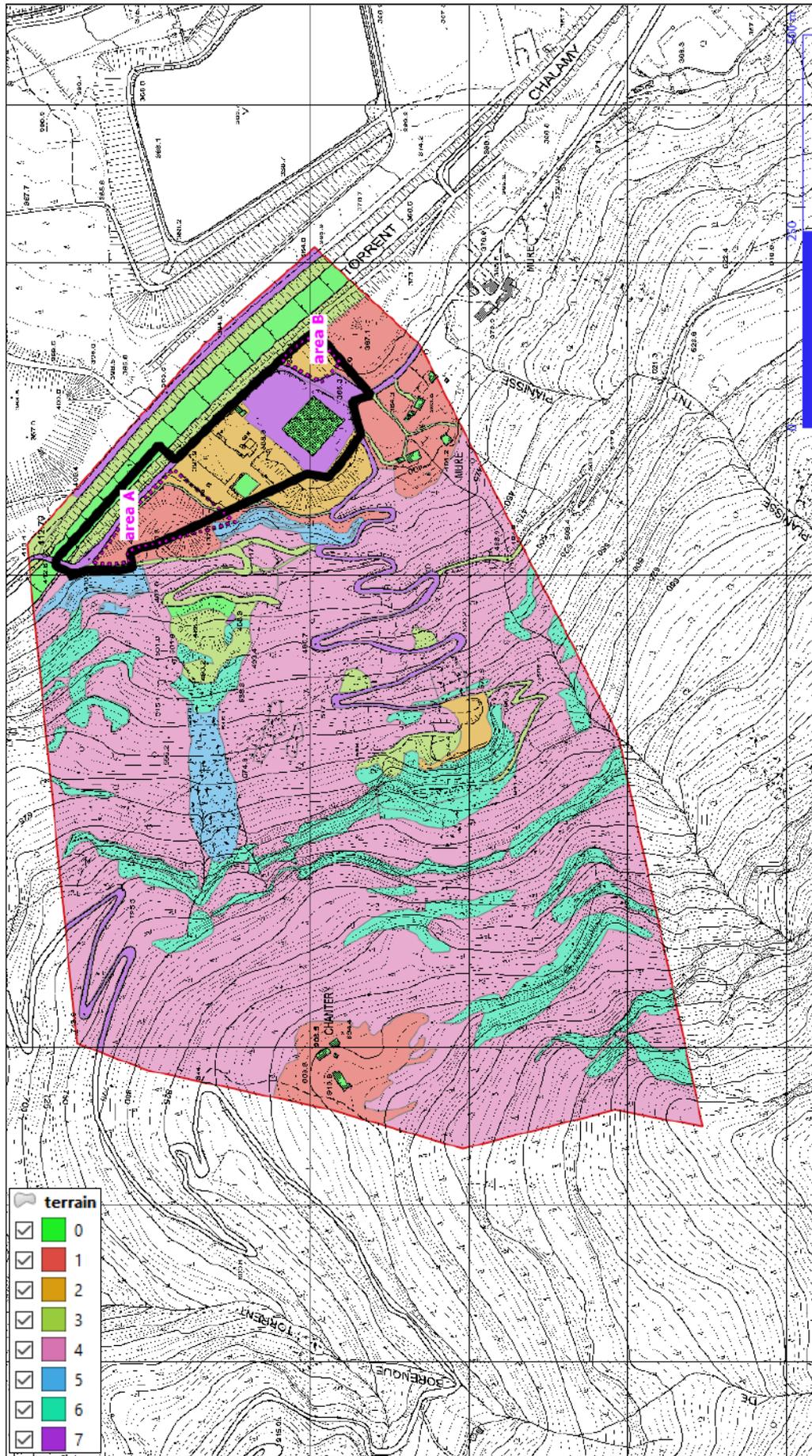


Planimetria generale





Aree sorgenti

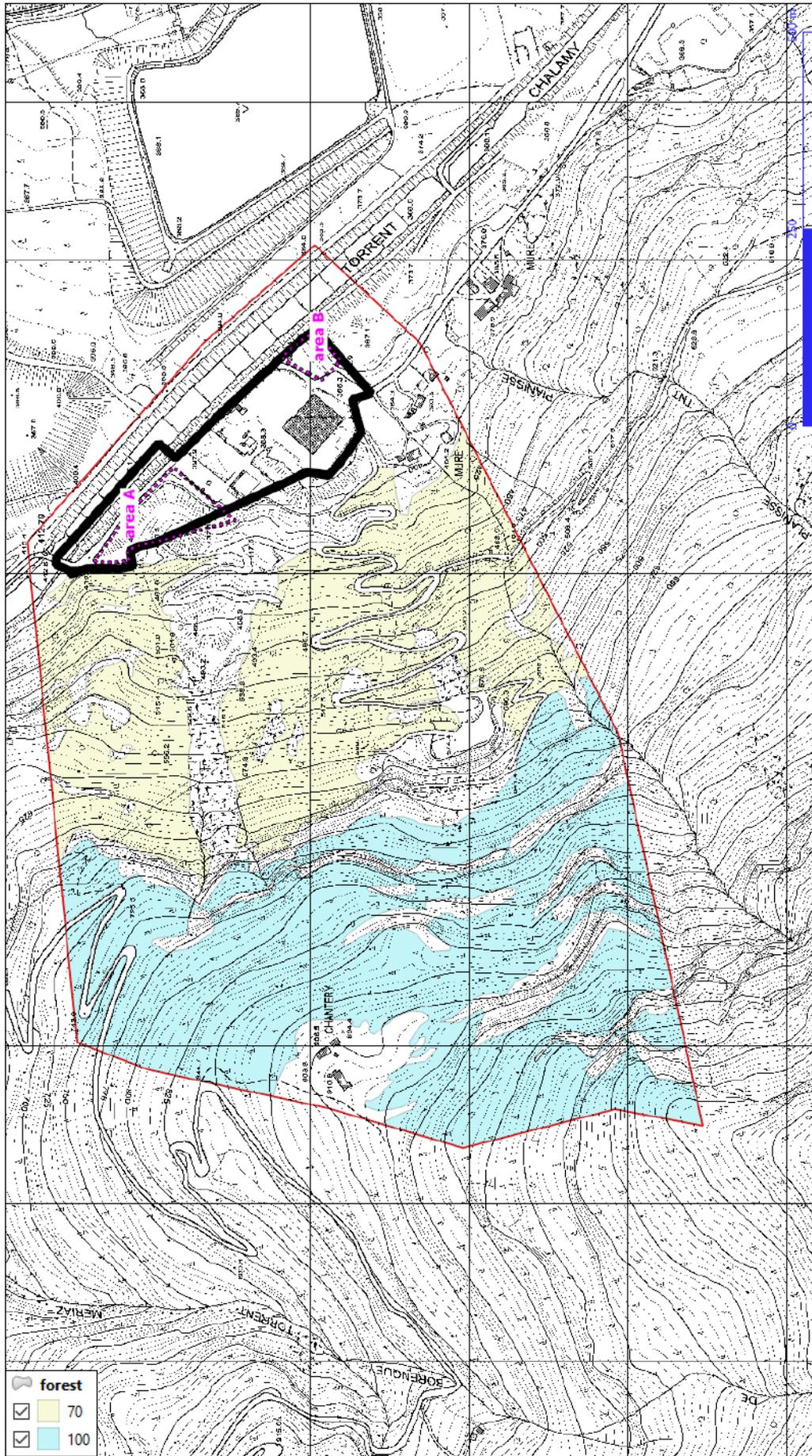


Terrain

	ROCDENSITY	BLSHAPE	D1	D2	D3	RG70	RG20	RG10	SOILTYPE
1	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
2	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
3	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
4	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
5	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
6	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
7	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
8	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
9	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
10	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
11	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
12	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
13	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
14	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
15	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
16	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
17	0	0	0	0	0	100.00000000	100.00000000	100.00000000	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19	0	0	0	0	0	0.15	0.2	0.25	1
20	0	0	0	0	0	0	0	0	1
21	0	0	0	0	0	0	0	0	1
22	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	2
23	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	2
24	0	0	0	0	0	0.15	0.2	0.25	2
25	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
26	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
27	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
28	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
29	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
30	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
31	0	0	0	0	0	0.03	0.05	0.08	3
32	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
33	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
34	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
35	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
36	0	0	0	0	0	0.03	0.05	0.08	3
37	0	0	0	0	0	0.03	0.05	0.05	3
38	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.05	3
39	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
40	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
41	0	0	0	0	0	0.03	0.03	0.03	3
42	0	0	0	0	0	0.25	0.5	0.9	4
43	0	0	0	0	0	0.25	0.5	0.9	4
44	0	0	0	0	0	0.05	0.05	0.1	4
45	0	0	0	0	0	0.25	0.5	0.9	4
46	0	0	0	0	0	0.05	0.05	0.1	4
47	0	0	0	0	0	0.05	0.05	0.1	4
48	0	0	0	0	0	0.25	0.5	0.9	4
49	0	0	0	0	0	0.05	0.05	0.1	4
50	0	0	0	0	0	0.05	0.05	0.1	4
51	0	0	0	0	0	0.05	0.05	0.1	4
52	0	0	0	0	0	0.05	0.05	0.1	4
53	0	0	0	0	0	0.05	0.05	0.1	4
54	0	0	0	0	0	0	0.05	0.1	5
55	0	0	0	0	0	0	0.05	0.1	5
56	0	0	0	0	0	0	0.05	0.1	5
57	0	0	0	0	0	0	0.05	0.1	5
58	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	5

59	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	5
60	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	5
61	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	5
62	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	5
63	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	5
64	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	5
65	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	5
66	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	5
67	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	5
68	0	0	0	0	0	0	0.05	0.1	5
69	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	5
70	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
71	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
72	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
73	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
74	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
75	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
76	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
77	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
78	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
79	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
80	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
81	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
82	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
83	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
84	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
85	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
86	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
87	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
88	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
89	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
90	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
91	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
92	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
93	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
94	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
95	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
96	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
97	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
98	0	0	0	0	0	0	0	0.05	6
99	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	6
100	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	6
101	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	6
102	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	6
103	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	6
104	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	6
105	2700	1	2.00000000	1.00000000	0.5	0	0.05	0.1	6
106	0	0	0	0	0	0	0	0	7
107	0	0	0	0	0	0	0	0	7
108	0	0	0	0	0	0	0	0	7
109	0	0	0	0	0	0	0	0	7
110	0	0	0	0	0	0	0	0	7
111	0	0	0	0	0	0	0	0	7

Tabella parametri terrain – 1 mc



Forest

	nrtrees	dbhmean	dbhstd	conif_perc
1	70	20.00	10.00	0
2	70	20.00	10.00	0
3	70	20.00	10.00	0
4	70	20.00	10.00	0
5	70	20.00	10.00	0
6	70	20.00	10.00	0
7	100	25.00	10.00	0
8	100	25.00	10.00	0

Tabella parametri forest – 1 mc

7.5 FILES DI OUTPUT

Attraverso i files di input e le indicazioni fornite dall'operatore, Rockyfor3D ricrea l'evento di rockfall e ne simula lo sviluppo lungo il rilievo, registrando tutti i massimi valori risultati per ogni singola cella. Ad ogni istante temporale il blocco simulato supera o rimbalza in una data cella raster e i massimi delle diverse variabili simulate in quella cella vengono memorizzati nella relativa cella in differenti raster. Tutti gli output di Rockyfor3D sono perciò in formato raster e aventi la stessa dimensione, risoluzione e formato dei raster di input.

Per comprendere al meglio il fenomeno vengono di seguito riportati i raster più rappresentativi tra quelli creati automaticamente dal programma. Nello specifico si riportano i seguenti raster:

- E_mean.asc: media dei massimi valori di energia cinetica (di rotazione e di traslazione) in di tutti i blocchi simulati in quella cella;
- E_95.asc: il 95 percentile di energia cinetica registrati in ogni cella;
- Ph_mean.asc: media della massima altezza di passaggio (misurata in metri nella direzione normale alla pendenza della superficie) di tutti i blocchi che passano attraverso la cella;
- Ph_95.asc: il 95 percentile di altezza di passaggio registrata in ogni cella;
- Nr_passages.asc: numero di blocchi passati in ogni cella;
- Nr_deposited.asc: numero di blocchi fermati in ogni cella. Questa mappa è una fonte eccellente per delineare le zone di arresto di una caduta massi su un'area di studio come base per una mappa di pericolosità;
- Reach_probability.asc: mappa che mostra se è probabile (valori più elevati nella mappa) o improbabile (valori più bassi nella mappa ma sempre maggiori di zero) che un masso arrivi in una data cella. In ogni cella è rappresentato in % il seguente valore: $(Nr_passages * 100) / (Nr_simulations_per_source_cell * Nr_sourcecells) [\%]$.

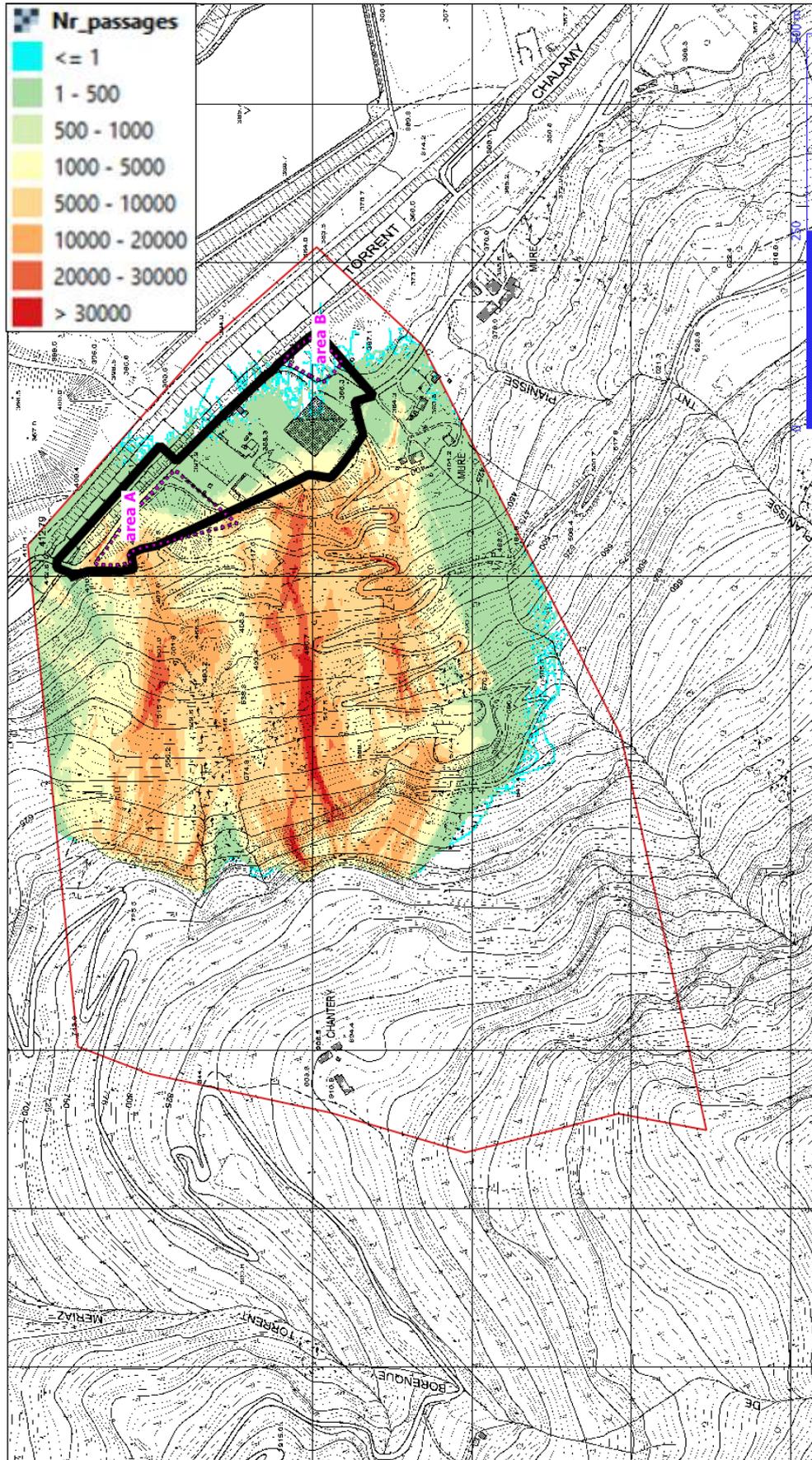
Il programma riporta anche un log file chiamato Rockyfor3D_v50_logfile_dd-mm-yyyy_HHMM.txt che contiene le principali informazioni sulla simulazione.

Di seguito si riportano i raster di output relativi alle simulazioni effettuate per il presente lavoro: si tratta di quelli minimi indispensabili per l'analisi condotta.

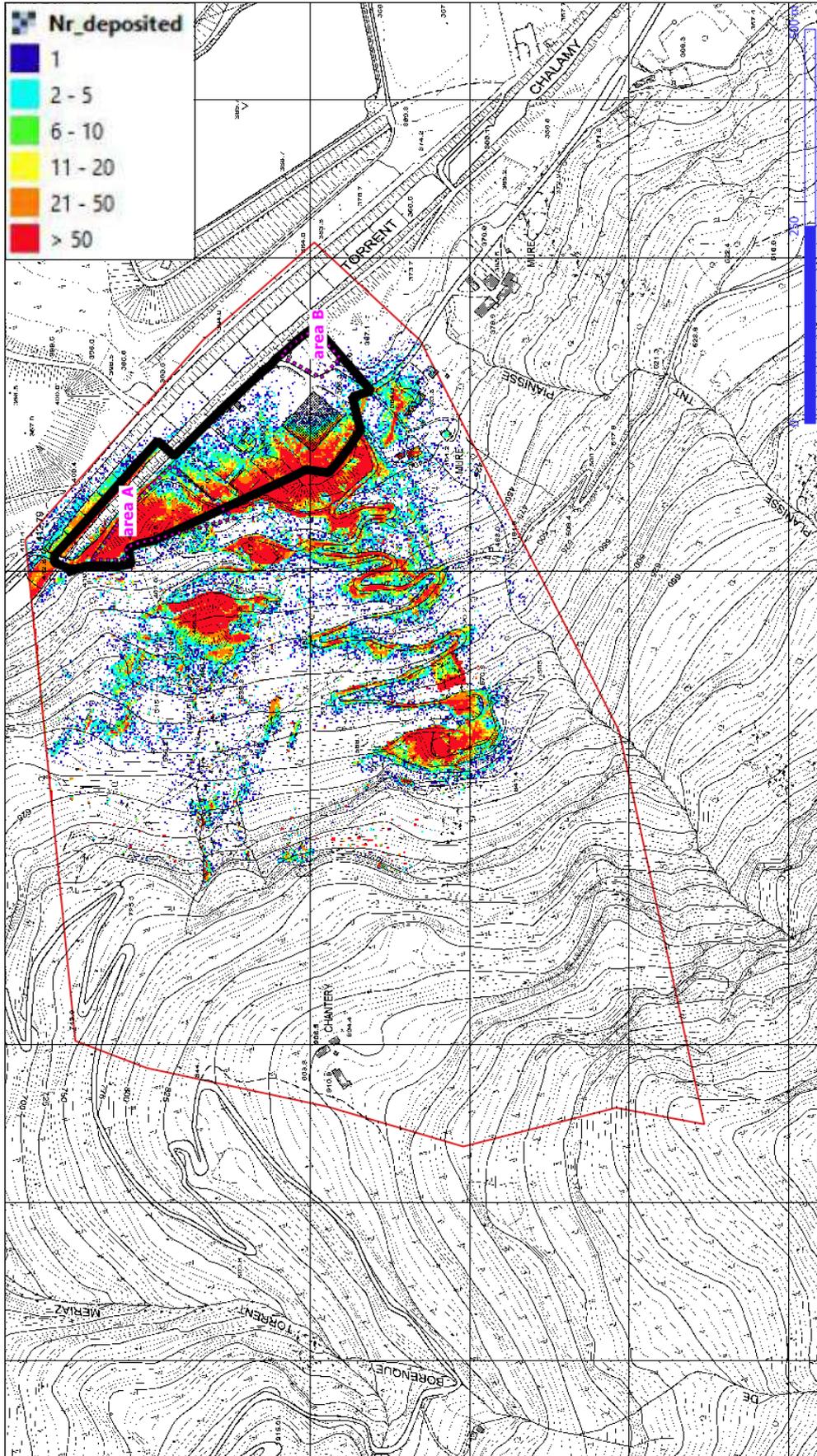
- Nr_passages;
- Nr_deposited;
- reach probability.

Il raster relativo alla reach probability è stato utilizzato per la valutazione quantitativa del rischio nel settore del centro di recupero, come meglio descritto nei capitoli successivi.

7.5.1 *Simulazione con blocco da 1 mc – stato attuale*

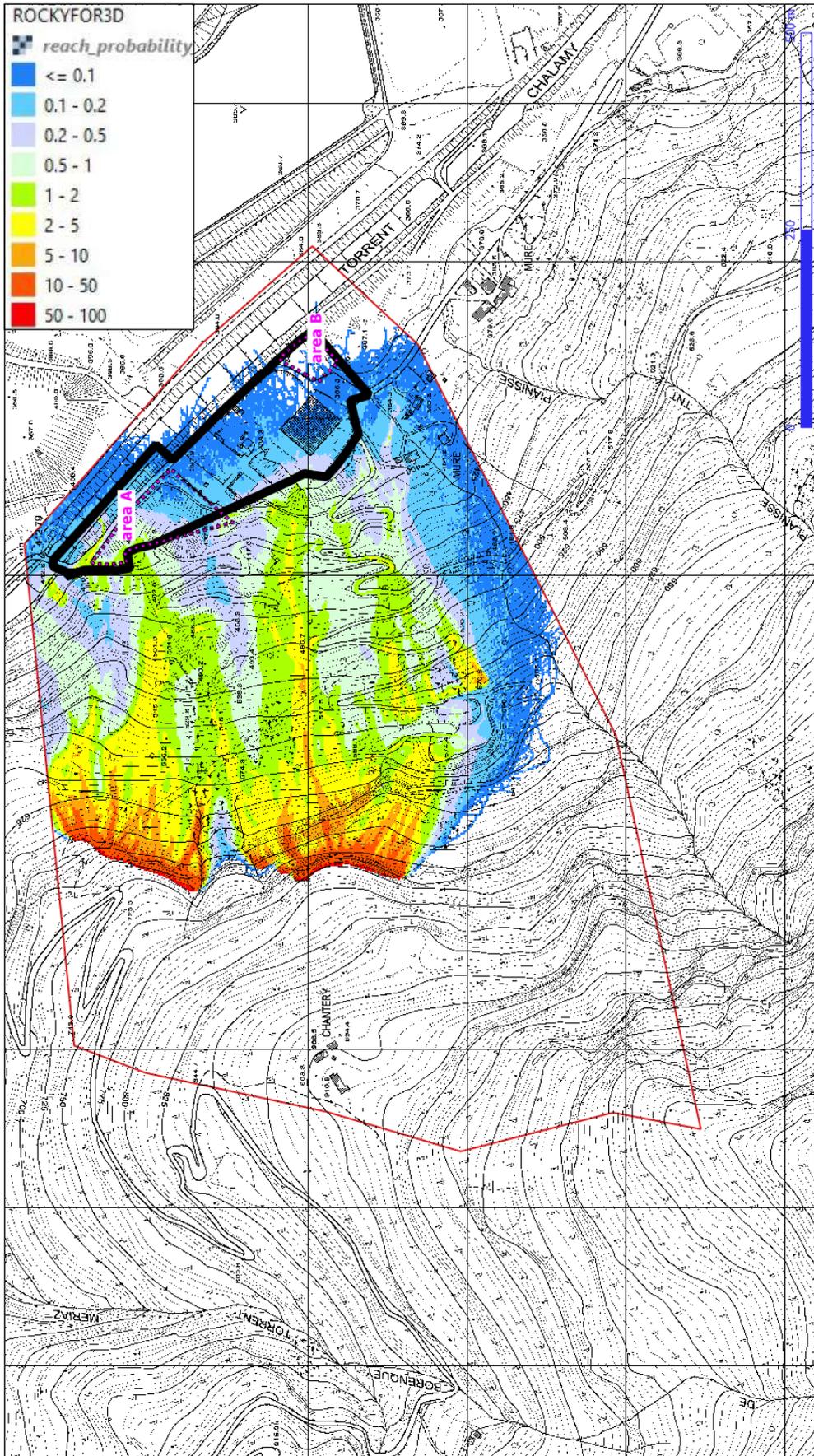


*Raster Nr_passages – 1 mc
Stato attuale*



Raster Nr_deposited – 1 mc
Stato attuale





Raster reach probability – 1 mc
Stato attuale

Di seguito si riportano i listati del log finale della simulazione effettuata:

Rockyfor3D v5.2.14 - Simulations completed on Wed Aug 11 10:42:55 2021

simulation started on Wed Aug 11 10:16:14 2021

simulation settings:

- rock volume variation = +/- 0
- nr. of simulations per source cell = 1000
- nr. of simulated falling rocks (total nr. simulations) = 2568000
- additional initial fallheight = 0.000000 m
- Simulation with forest and without nets

Overall simulated block volumes:

- min = 1.000000 m3
- mean = 1.000000 m3
- max = 1.000000 m3

Overall simulated energy values:

- maximum of the mean energy values = 2907.300000 kj
- maximum energy value = 4277.000000 kj

Statistics on Energy Line Angles recalculated from simulated trajectories:

EL_angle[°] frequency[-] frequency[%]

0.00	364.00	0.01
1.00	348.00	0.01
2.00	3055.00	0.12
3.00	2200.00	0.09
4.00	3393.00	0.13
5.00	3876.00	0.15
6.00	1270.00	0.05
7.00	566.00	0.02
8.00	7650.00	0.30
9.00	13620.00	0.53
10.00	14742.00	0.58
11.00	21390.00	0.84
12.00	9574.00	0.38
13.00	8695.00	0.34
14.00	9904.00	0.39
15.00	8546.00	0.34
16.00	19140.00	0.75
17.00	10563.00	0.41
18.00	10098.00	0.40
19.00	16586.00	0.65
20.00	26932.00	1.06
21.00	22995.00	0.90
22.00	25899.00	1.02
23.00	59717.00	2.34
24.00	64620.00	2.54
25.00	83090.00	3.26
26.00	109936.00	4.31
27.00	251846.00	9.88
28.00	417056.00	16.37
29.00	361192.00	14.17
30.00	330995.00	12.99

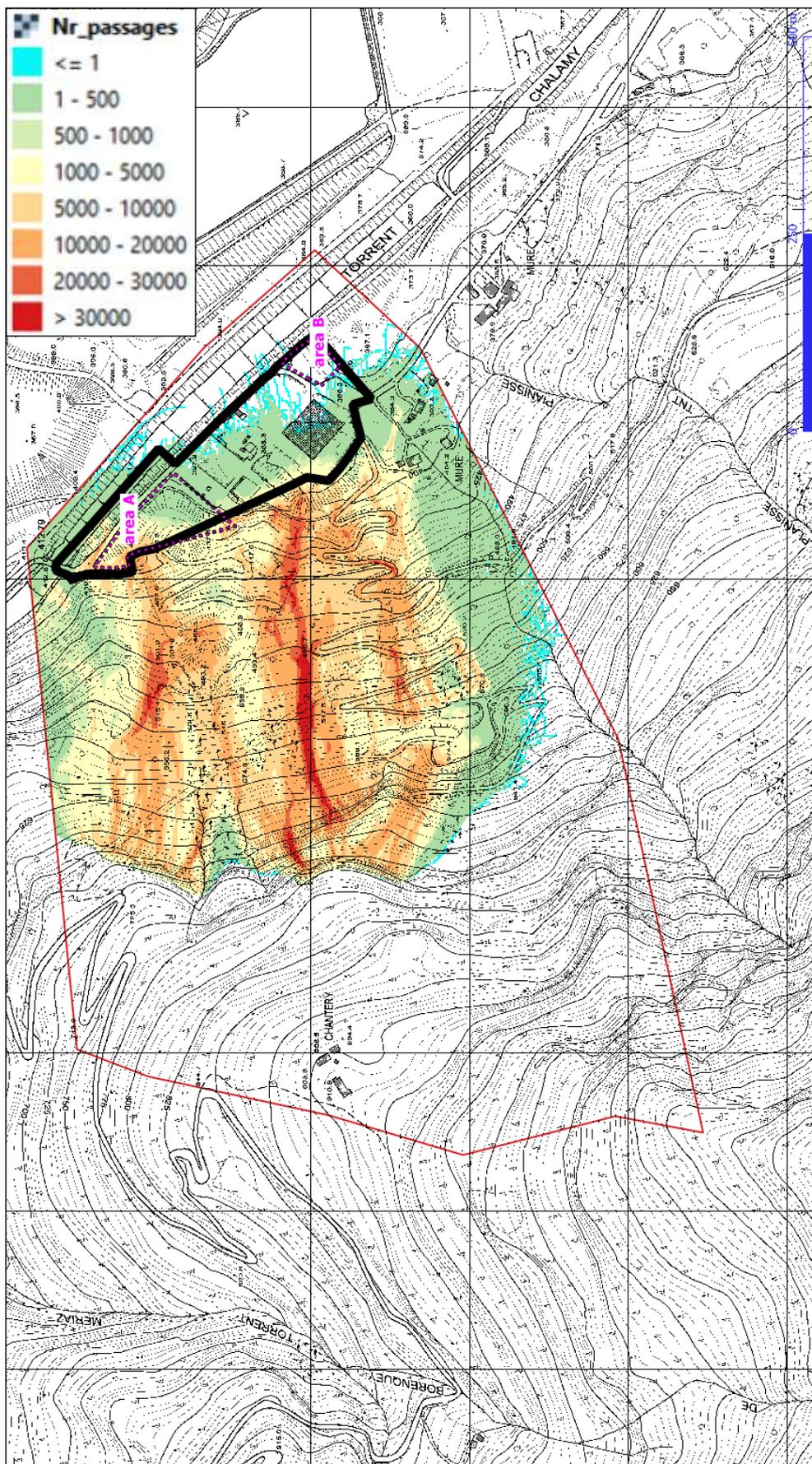
31.00	244622.00	9.60
32.00	107915.00	4.23
33.00	47732.00	1.87
34.00	39444.00	1.55
35.00	29069.00	1.14
36.00	34895.00	1.37
37.00	36955.00	1.45
38.00	39490.00	1.55
39.00	14495.00	0.57
40.00	10887.00	0.43
41.00	7383.00	0.29
42.00	3627.00	0.14
43.00	1241.00	0.05
44.00	1536.00	0.06
45.00	2506.00	0.10
46.00	1282.00	0.05
47.00	1441.00	0.06
48.00	3438.00	0.13
49.00	493.00	0.02

Output rasters (for explanation see also: www.ecorisq.org/docs/Rockyfor3D.pdf, chapter 4)

- *E_mean.asc*: mean kinetic energy ($E_{trans} + E_{rot}$) per raster cell [kJ]
- *E_95.asc*: 95% CL of the kinetic energy values per raster cell [kJ]
- *Ph_mean.asc*: mean normal passage height per raster cell [m]
- *Ph_95.asc*: 95% CL of the normal passage heights per raster cell [m]
- *Nr_passages.asc*: number of blocks passed through each raster cell [-]
- *Nr_sourcecells.asc*: number of source cells the simulated blocks originated from per raster cell [-]
- *Reach_probability.asc*: $(Nr_passages * 100) / (Nr_sourcecells * Nr_simulations_per_source_cell)$ [%]
- *Nr_deposited.asc*: number of blocks stopped in each raster cell [-]
- *Rvol_deposit.asc*: maximum block volume stopped in each raster cell [m³]
- *Traj_time.asc*: minimum time needed to reach a raster cell from the defined source areas [s]
- *Tree_impact_heights.asc*: maximum tree impact height per raster cell [m]
- *Nr_tree_impacts.asc*: number of tree impacts per raster cell [-]
- *V_max.asc*: absolute maximum simulated velocity per raster cell (m/s)
- *EL_angles.asc*: minimum recalculated Energy Line angle in each raster cell [°]

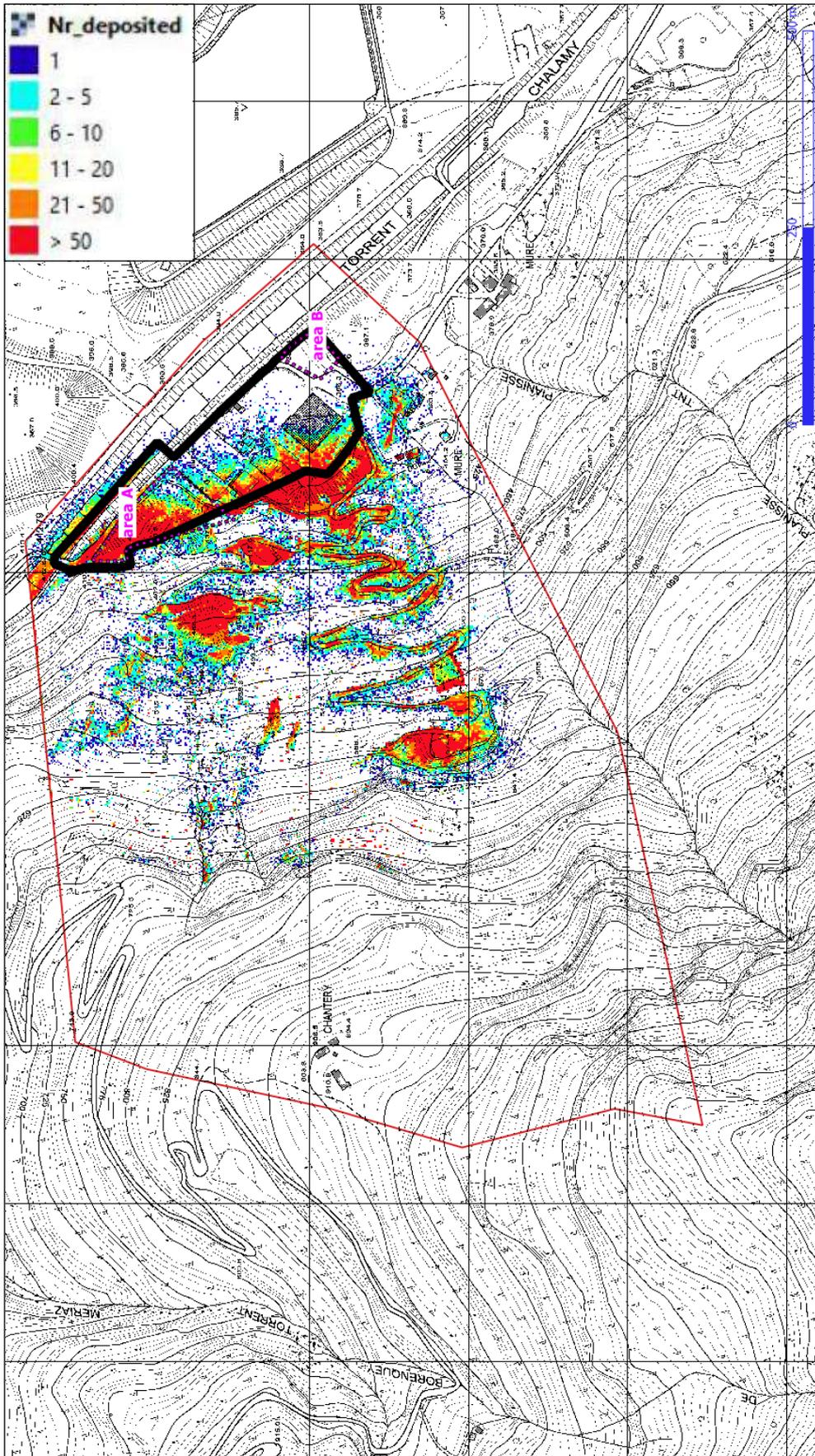
REMARKS

7.5.2 Simulazione con blocco da 0,5 mc – stato attuale

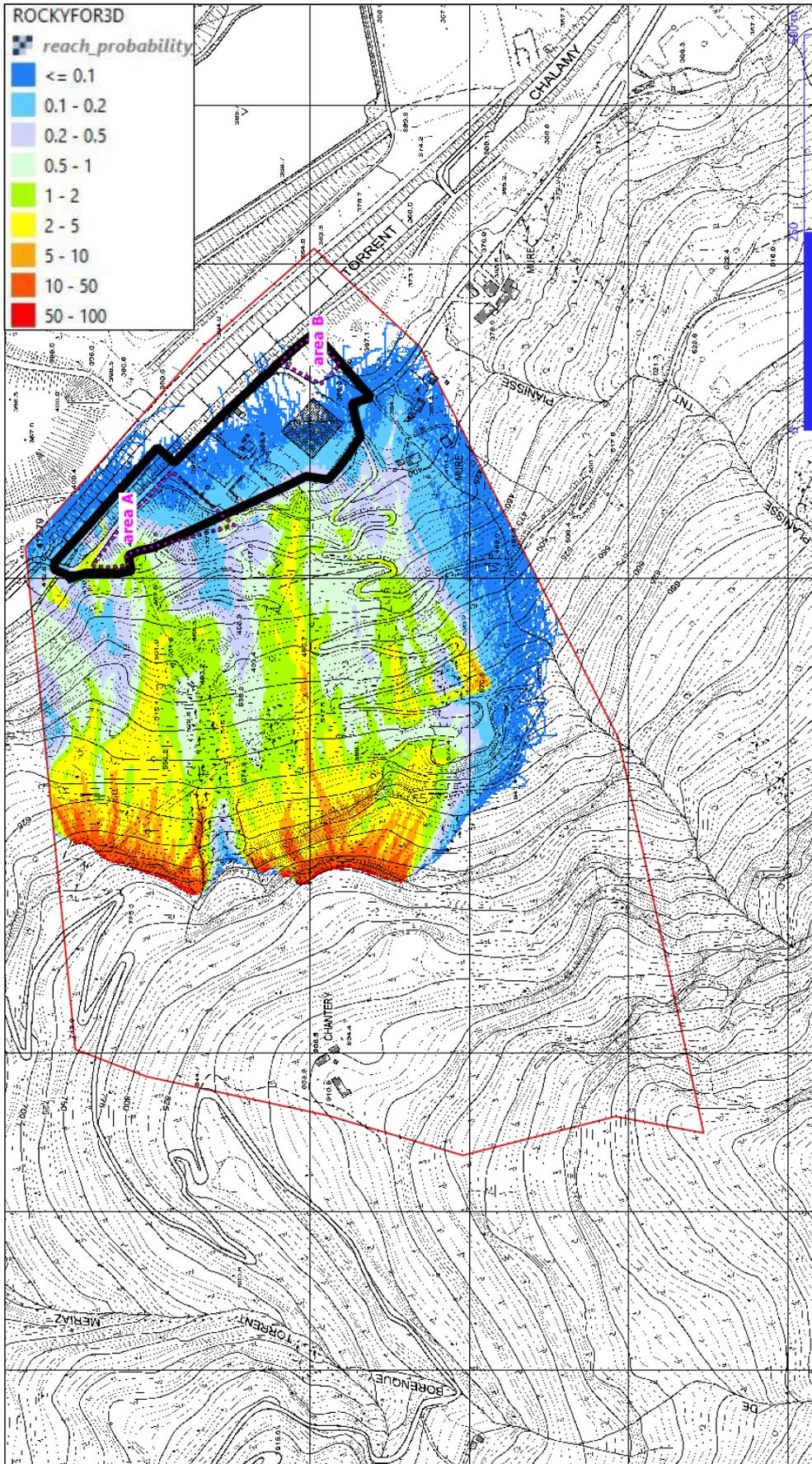


Raster Nr_passages – 0,5 mc
Stato attuale





*Raster Nr_deposited – 0,5 mc
Stato attuale*



Raster reach probability – 0,5 mc
Stato attuale

Di seguito si riportano i listati del log finale della simulazione effettuata:

Rockyfor3D v5.2.14 - Simulations completed on Wed Aug 18 09:25:50 2021

simulation started on Wed Aug 18 09:00:28 2021

simulation settings:

- rock volume variation = +/- 0
- nr. of simulations per source cell = 1000
- nr. of simulated falling rocks (total nr. simulations) = 2568000
- additional initial fallheight = 0.000000 m
- Simulation with forest and without nets

Overall simulated block volumes:

- min = 0.500000 m³
- mean = 0.500000 m³
- max = 0.500000 m³

Overall simulated energy values:

- maximum of the mean energy values = 1453.800000 kj
- maximum energy value = 2930.000000 kj

Statistics on Energy Line Angles recalculated from simulated trajectories:

EL_angle[°] frequency[-] frequency[%]

0.00	106.00	0.00
1.00	304.00	0.01
2.00	4014.00	0.16
3.00	2696.00	0.11
4.00	3654.00	0.14
5.00	4562.00	0.18
6.00	1260.00	0.05
7.00	586.00	0.02
8.00	7185.00	0.28
9.00	8867.00	0.35
10.00	12249.00	0.48
11.00	18679.00	0.73
12.00	11722.00	0.46
13.00	11443.00	0.45
14.00	12792.00	0.50
15.00	9265.00	0.36
16.00	15592.00	0.61
17.00	19349.00	0.76
18.00	6082.00	0.24
19.00	11357.00	0.45
20.00	18813.00	0.74
21.00	16193.00	0.64
22.00	12483.00	0.49
23.00	32314.00	1.27
24.00	62401.00	2.45
25.00	63474.00	2.49
26.00	77679.00	3.05
27.00	152341.00	5.98
28.00	331799.00	13.03
29.00	420781.00	16.52
30.00	389340.00	15.28

31.00	281039.00	11.03
32.00	151299.00	5.94
33.00	71211.00	2.80
34.00	52850.00	2.07
35.00	35640.00	1.40
36.00	46716.00	1.83
37.00	51797.00	2.03
38.00	39909.00	1.57
39.00	22859.00	0.90
40.00	14862.00	0.58
41.00	12235.00	0.48
42.00	5772.00	0.23
43.00	2319.00	0.09
44.00	3127.00	0.12
45.00	1278.00	0.05
46.00	2225.00	0.09
47.00	3117.00	0.12
48.00	4818.00	0.19
49.00	4857.00	0.19

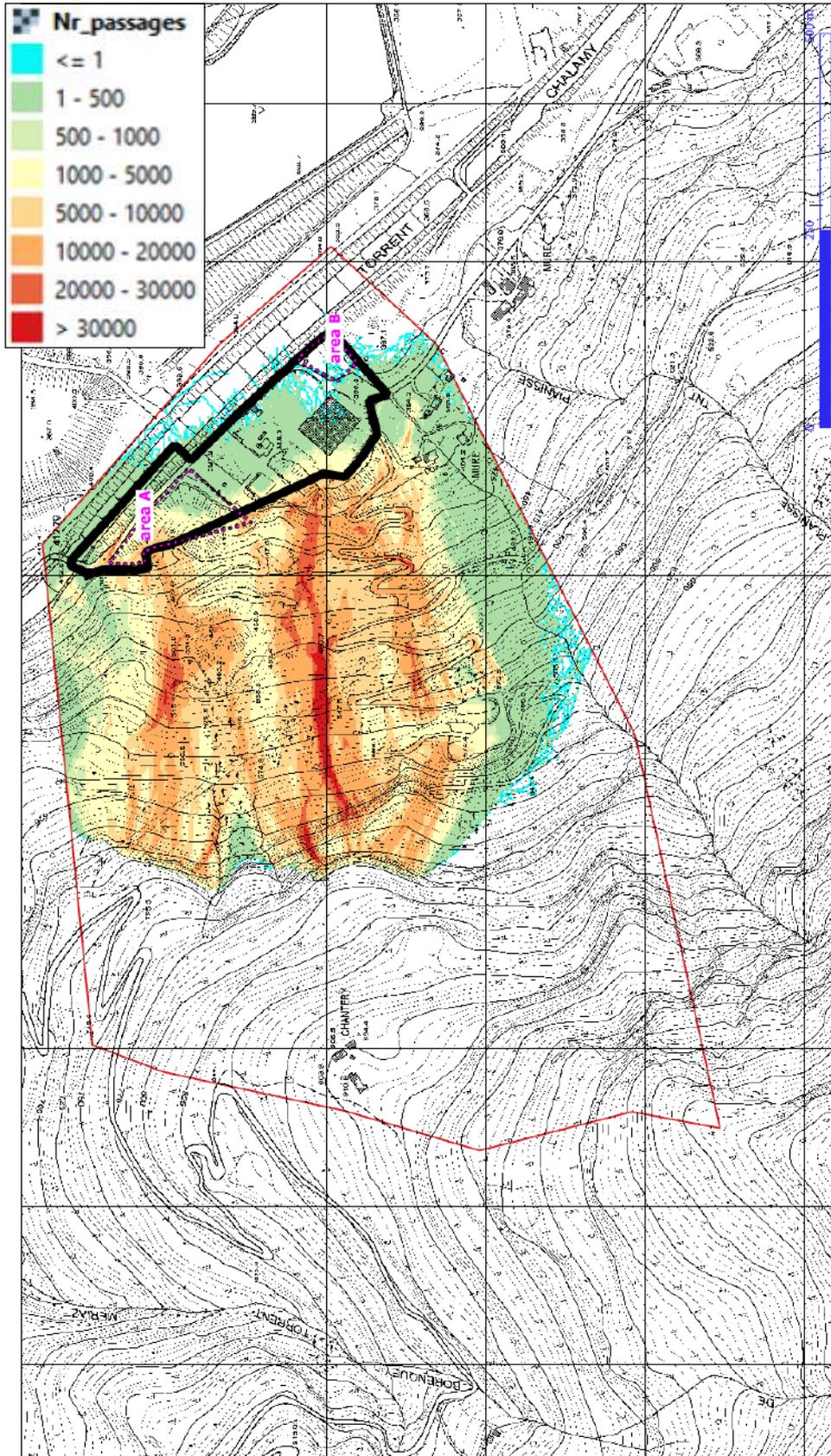
Output rasters (for explanation see also: www.ecorisq.org/docs/Rockyfor3D.pdf, chapter 4)

- *E_mean.asc*: mean kinetic energy ($E_{trans} + E_{rot}$) per raster cell [kJ]
- *E_95.asc*: 95% CL of the kinetic energy values per raster cell [kJ]
- *Ph_mean.asc*: mean normal passage height per raster cell [m]
- *Ph_95.asc*: 95% CL of the normal passage heights per raster cell [m]
- *Nr_passages.asc*: number of blocks passed through each raster cell [-]
- *Nr_sourcecells.asc*: number of source cells the simulated blocks originated from per raster cell [-]
- *Reach_probability.asc*: $(Nr_passages * 100) / (Nr_sourcecells * Nr_simulations_per_source_cell)$ [%]
- *Nr_deposited.asc*: number of blocks stopped in each raster cell [-]
- *Rvol_deposit.asc*: maximum block volume stopped in each raster cell [m³]
- *Traj_time.asc*: minimum time needed to reach a raster cell from the defined source areas [s]
- *Tree_impact_heights.asc*: maximum tree impact height per raster cell [m]
- *Nr_tree_impacts.asc*: number of tree impacts per raster cell [-]
- *V_max.asc*: absolute maximum simulated velocity per raster cell (m/s)
- *EL_angles.asc*: minimum recalculated Energy Line angle in each raster cell [°]

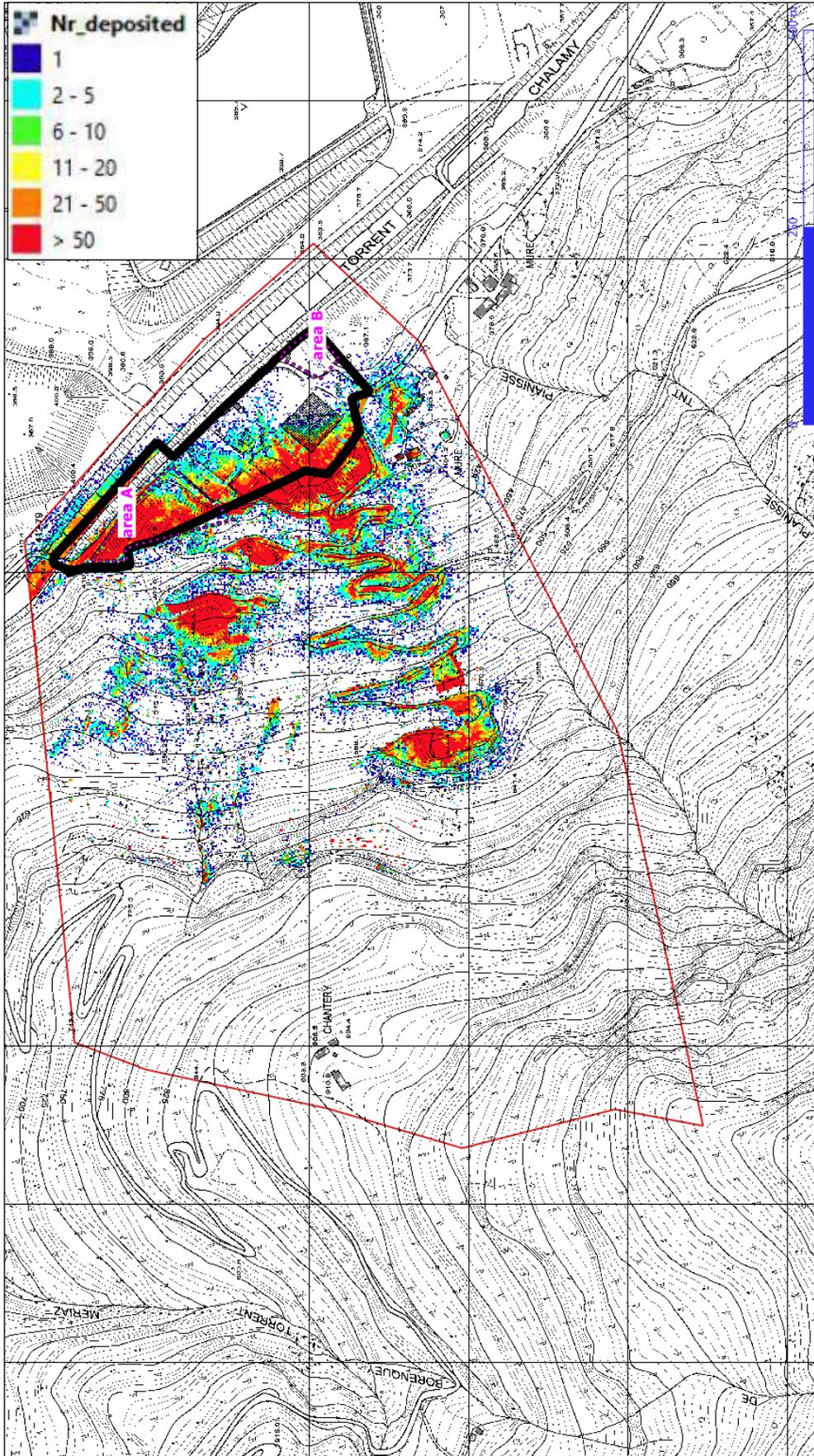
REMARKS

7.5.3 Simulazione con blocco da 1 mc – post-operam

Di seguito si riportano le planimetrie della simulazione ottenuta tenendo conto in particolare della realizzazione del placcaggio con rete armata.

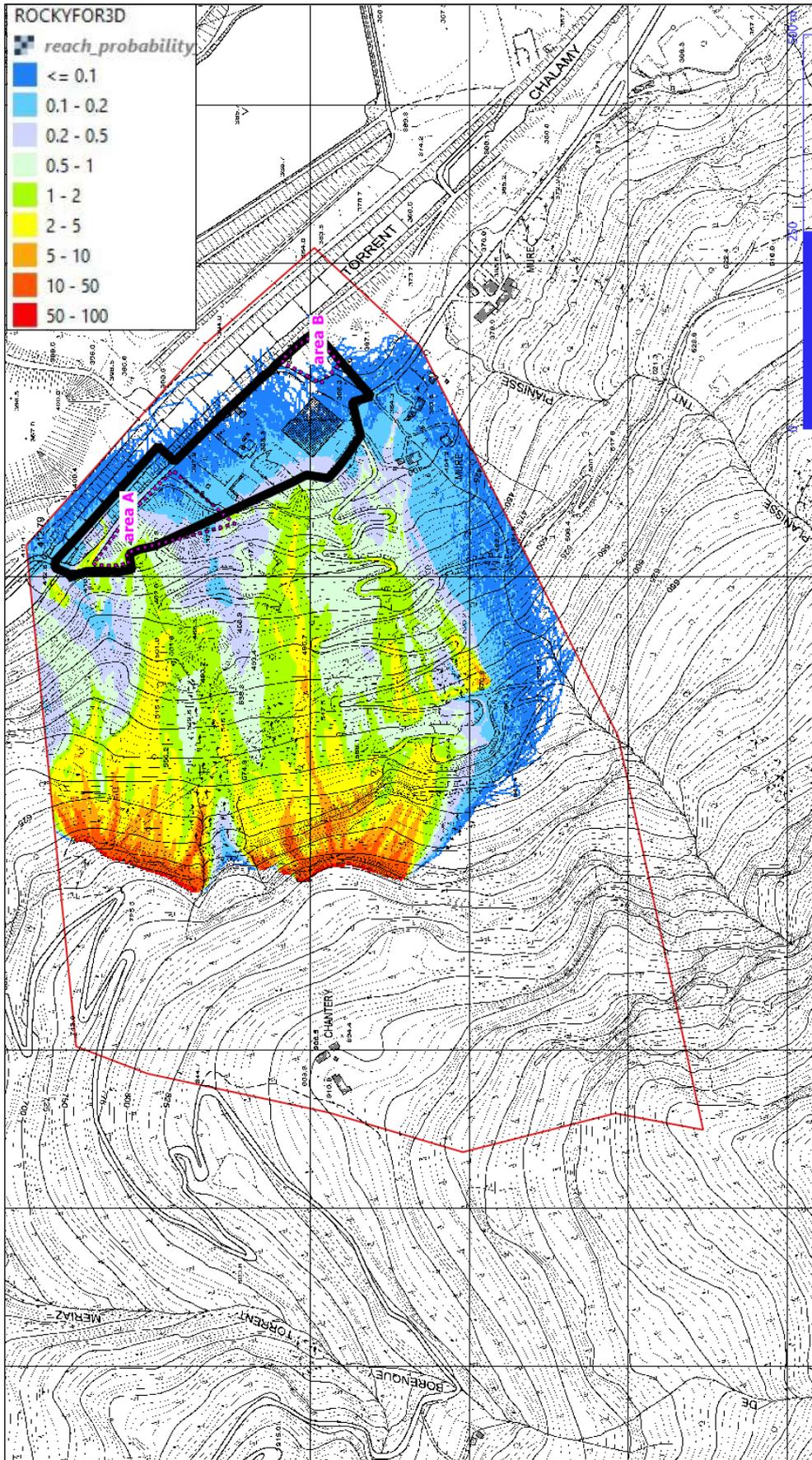


Raster Nr_passages – 1 mc
Stato di progetto



Raster Nr_deposited – 1 mc
Stato di progetto





*Raster reach probability – 1 mc
Stato di progetto*

Di seguito si riportano i listati del log finale della simulazione effettuata:

Rockyfor3D v5.2.14 - Simulations completed on Thu Aug 12 11:27:30 2021

simulation started on Thu Aug 12 11:00:44 2021

simulation settings:

- rock volume variation = +/- 0
- nr. of simulations per source cell = 1000
- nr. of simulated falling rocks (total nr. simulations) = 2559000
- additional initial fallheight = 0.000000 m
- Simulation with forest and without nets

Overall simulated block volumes:

- min = 1.000000 m³
- mean = 1.000000 m³
- max = 1.000000 m³

Overall simulated energy values:

- maximum of the mean energy values = 2350.600000 kj
- maximum energy value = 4735.200000 kj

Statistics on Energy Line Angles recalculated from simulated trajectories:

EL_angle[°] frequency[-] frequency[%]

0.00	82.00	0.00
1.00	375.00	0.01
2.00	2981.00	0.12
3.00	2190.00	0.09
4.00	1676.00	0.07
5.00	3957.00	0.16
6.00	1234.00	0.05
7.00	534.00	0.02
8.00	8129.00	0.32
9.00	15601.00	0.61
10.00	16617.00	0.65
11.00	22117.00	0.87
12.00	9320.00	0.37
13.00	7916.00	0.31
14.00	9374.00	0.37
15.00	9369.00	0.37
16.00	16470.00	0.65
17.00	11857.00	0.47
18.00	12166.00	0.48
19.00	13254.00	0.52
20.00	30629.00	1.21
21.00	14944.00	0.59
22.00	31692.00	1.25
23.00	53577.00	2.11
24.00	69061.00	2.72
25.00	73671.00	2.90
26.00	125584.00	4.94
27.00	237332.00	9.34
28.00	407126.00	16.03
29.00	364584.00	14.35
30.00	323910.00	12.75

31.00	254842.00	10.03
32.00	110246.00	4.34
33.00	43987.00	1.73
34.00	42593.00	1.68
35.00	30621.00	1.21
36.00	34095.00	1.34
37.00	37986.00	1.50
38.00	35410.00	1.39
39.00	19071.00	0.75
40.00	10649.00	0.42
41.00	8085.00	0.32
42.00	5416.00	0.21
43.00	1269.00	0.05
44.00	1677.00	0.07
45.00	838.00	0.03
46.00	1208.00	0.05
47.00	1431.00	0.06
48.00	2124.00	0.08
49.00	1386.00	0.05

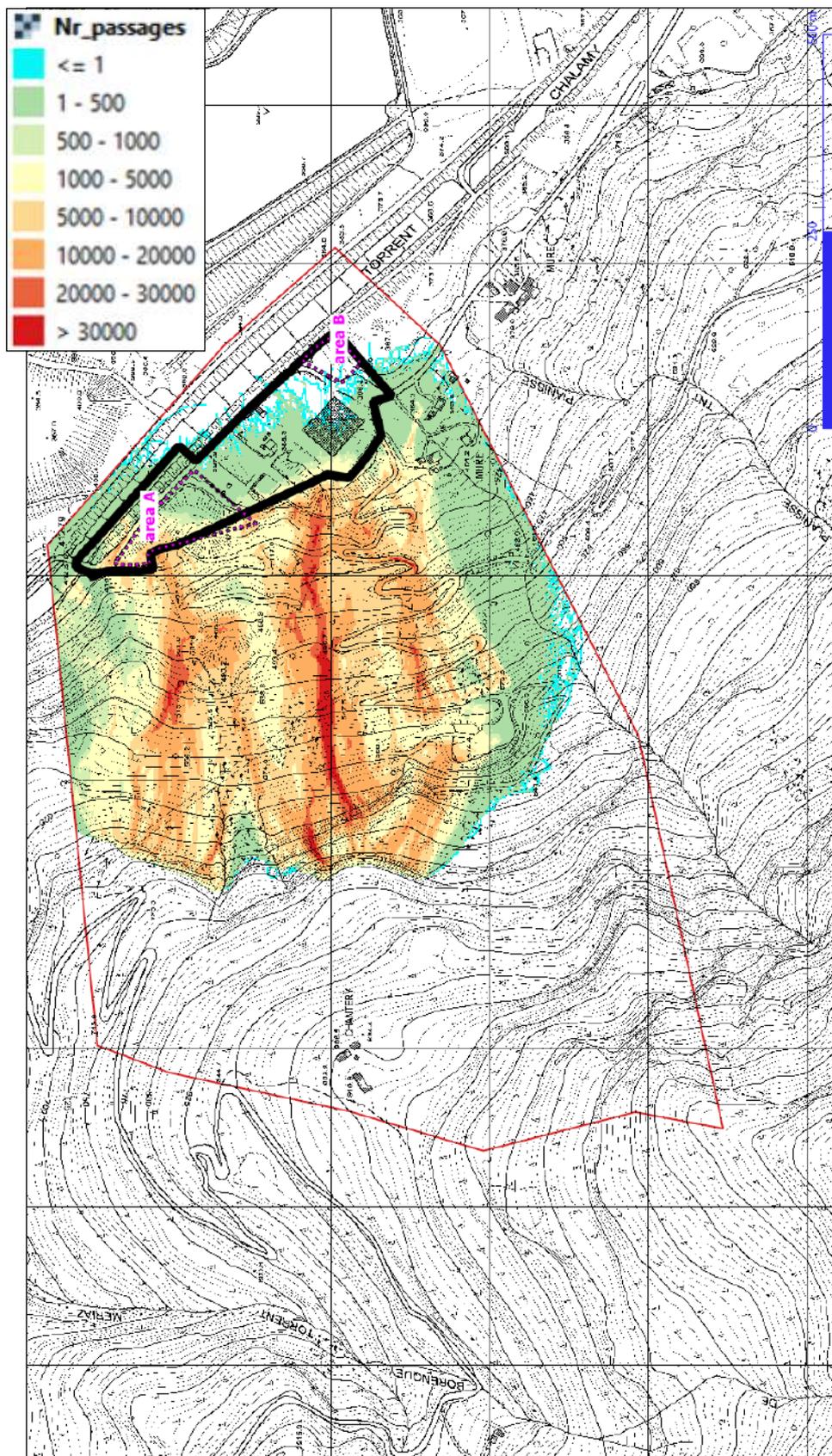
Output rasters (for explanation see also: www.ecorisq.org/docs/Rockyfor3D.pdf, chapter 4)

- *E_mean.asc*: mean kinetic energy ($E_{trans} + E_{rot}$) per raster cell [kJ]
- *E_95.asc*: 95% CL of the kinetic energy values per raster cell [kJ]
- *Ph_mean.asc*: mean normal passage height per raster cell [m]
- *Ph_95.asc*: 95% CL of the normal passage heights per raster cell [m]
- *Nr_passages.asc*: number of blocks passed through each raster cell [-]
- *Nr_sourcecells.asc*: number of source cells the simulated blocks originated from per raster cell [-]
- *Reach_probability.asc*: $(Nr_passages * 100) / (Nr_sourcecells * Nr_simulations_per_source_cell)$ [%]
- *Nr_deposited.asc*: number of blocks stopped in each raster cell [-]
- *Rvol_deposit.asc*: maximum block volume stopped in each raster cell [m³]
- *Traj_time.asc*: minimum time needed to reach a raster cell from the defined source areas [s]
- *Tree_impact_heights.asc*: maximum tree impact height per raster cell [m]
- *Nr_tree_impacts.asc*: number of tree impacts per raster cell [-]
- *V_max.asc*: absolute maximum simulated velocity per raster cell (m/s)
- *EL_angles.asc*: minimum recalculated Energy Line angle in each raster cell [°]

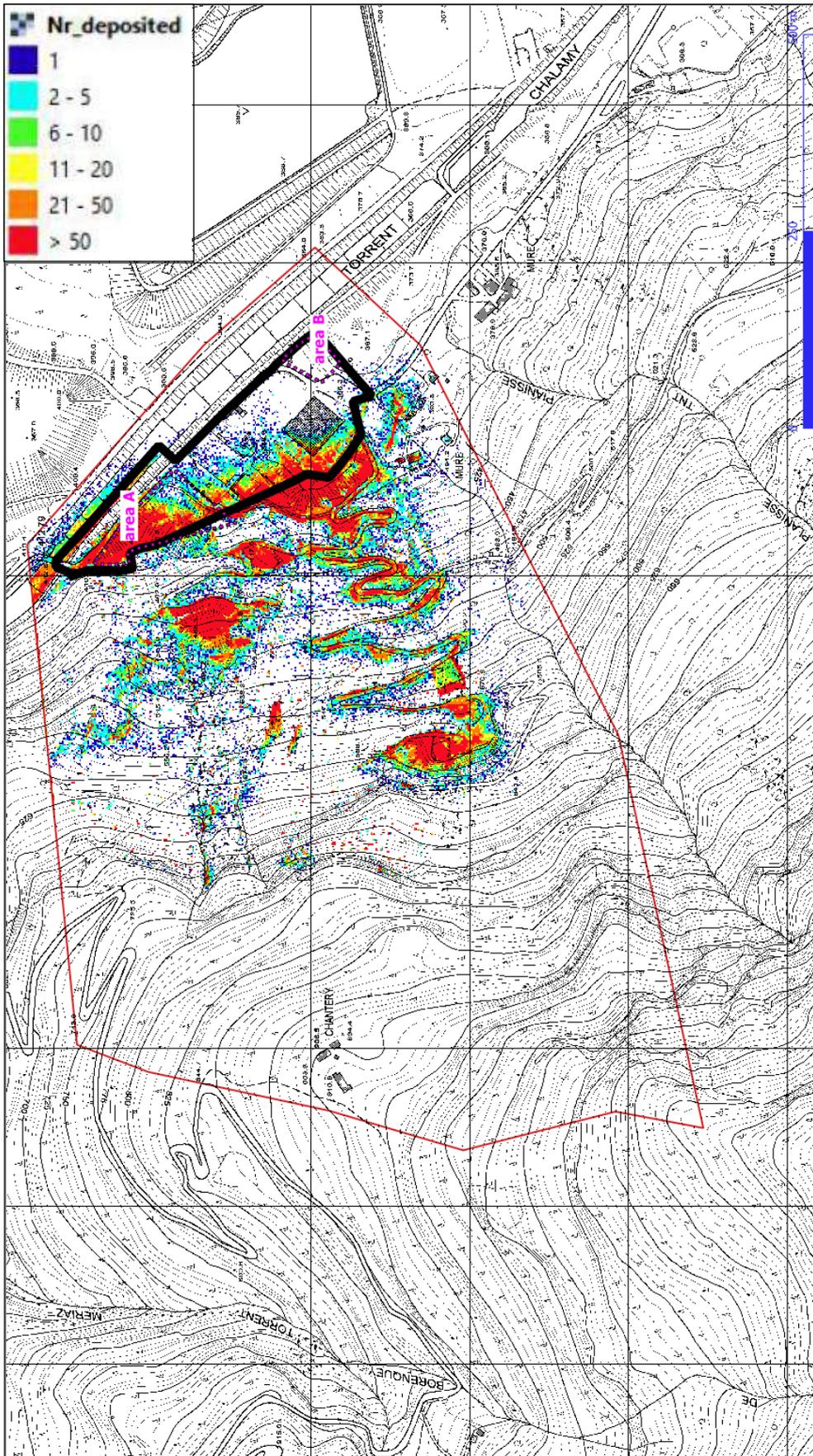
REMARKS

7.5.4 Simulazione con blocco da 0,5 mc – post-operam

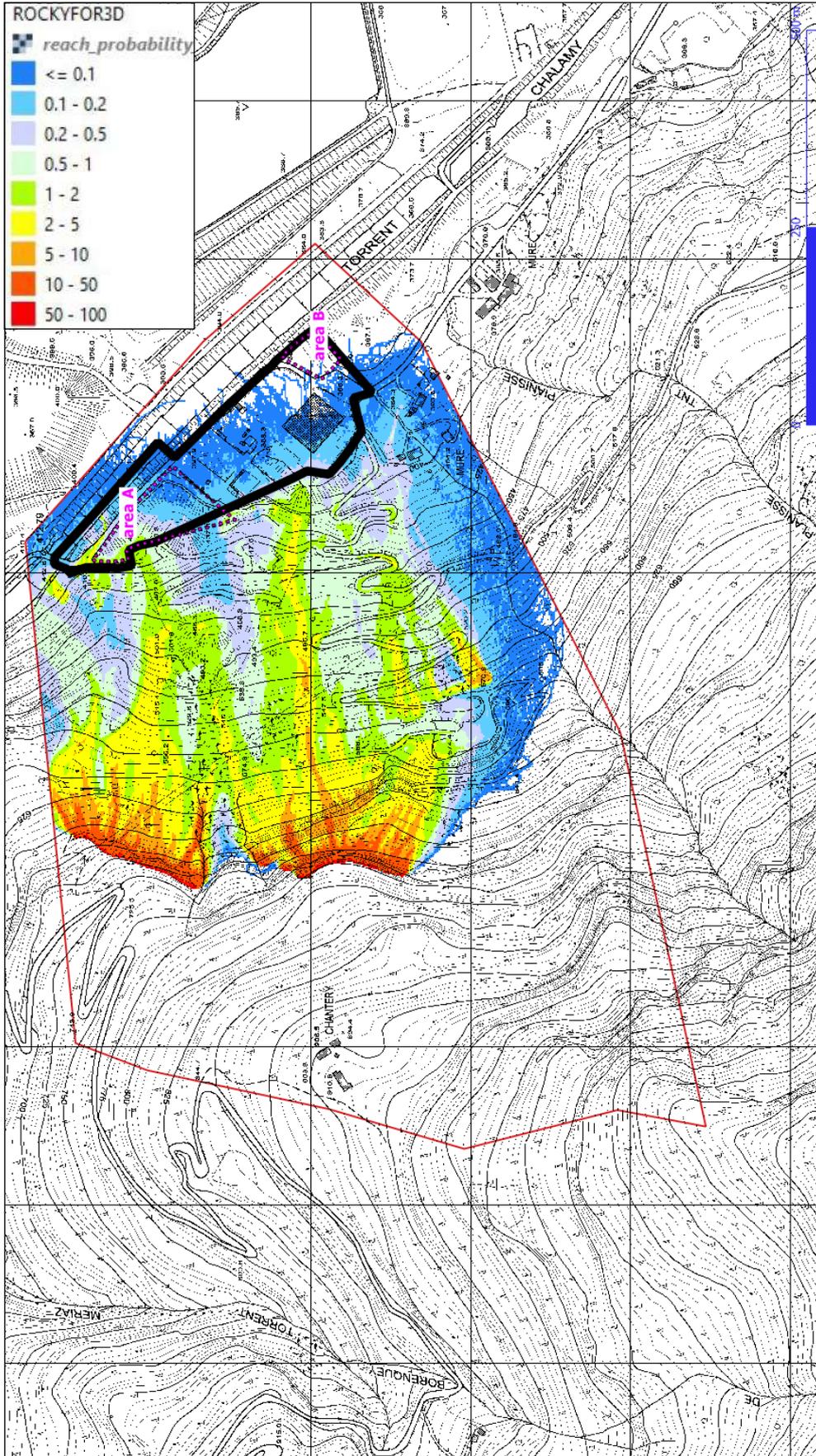
Di seguito si riportano le planimetrie della simulazione ottenuta tenendo conto in particolare della realizzazione del placcaggio con rete armata.



Raster Nr_passages – 0,5 mc
Stato di progetto



*Raster Nr_deposited – 0,5 mc
Stato di progetto*



Raster reach probability – 0,5 mc
Stato di progetto

Di seguito si riportano i listati del log finale della simulazione effettuata:

Rockyfor3D v5.2.14 - Simulations completed on Wed Aug 18 09:56:32 2021

simulation started on Wed Aug 18 09:33:23 2021

simulation settings:

- rock volume variation = +/- 0
- nr. of simulations per source cell = 1000
- nr. of simulated falling rocks (total nr. simulations) = 2559000
- additional initial fallheight = 0.000000 m
- Simulation with forest and without nets

Overall simulated block volumes:

- min = 0.500000 m³
- mean = 0.500000 m³
- max = 0.500000 m³

Overall simulated energy values:

- maximum of the mean energy values = 1538.500000 kj
- maximum energy value = 2763.100000 kj

Statistics on Energy Line Angles recalculated from simulated trajectories:

EL_angle[°] frequency[-] frequency[%]

0.00	117.00	0.00
1.00	346.00	0.01
2.00	3959.00	0.16
3.00	2580.00	0.10
4.00	3725.00	0.15
5.00	5058.00	0.20
6.00	0.00	0.00
7.00	561.00	0.02
8.00	5336.00	0.21
9.00	9407.00	0.37
10.00	15808.00	0.62
11.00	16912.00	0.67
12.00	11575.00	0.46
13.00	9223.00	0.36
14.00	13447.00	0.53
15.00	7697.00	0.30
16.00	13124.00	0.52
17.00	21519.00	0.85
18.00	8148.00	0.32
19.00	10436.00	0.41
20.00	17495.00	0.69
21.00	15003.00	0.59
22.00	18824.00	0.74
23.00	35733.00	1.41
24.00	60280.00	2.38
25.00	72339.00	2.85
26.00	86195.00	3.40
27.00	154334.00	6.08
28.00	316057.00	12.46
29.00	400742.00	15.80
30.00	375479.00	14.80

31.00	284024.00	11.20
32.00	159267.00	6.28
33.00	76779.00	3.03
34.00	56392.00	2.22
35.00	38467.00	1.52
36.00	49179.00	1.94
37.00	46718.00	1.84
38.00	40216.00	1.59
39.00	23383.00	0.92
40.00	14743.00	0.58
41.00	10397.00	0.41
42.00	6907.00	0.27
43.00	2091.00	0.08
44.00	3156.00	0.12
45.00	1743.00	0.07
46.00	2402.00	0.09
47.00	2251.00	0.09
48.00	4867.00	0.19
49.00	2465.00	0.10

Output rasters (for explanation see also: www.ecorisq.org/docs/Rockyfor3D.pdf, chapter 4)

- *E_mean.asc*: mean kinetic energy ($E_{trans} + E_{rot}$) per raster cell [kJ]
- *E_95.asc*: 95% CL of the kinetic energy values per raster cell [kJ]
- *Ph_mean.asc*: mean normal passage height per raster cell [m]
- *Ph_95.asc*: 95% CL of the normal passage heights per raster cell [m]
- *Nr_passages.asc*: number of blocks passed through each raster cell [-]
- *Nr_sourcecells.asc*: number of source cells the simulated blocks originated from per raster cell [-]
- *Reach_probability.asc*: $(Nr_passages * 100) / (Nr_sourcecells * Nr_simulations_per_source_cell)$ [%]
- *Nr_deposited.asc*: number of blocks stopped in each raster cell [-]
- *Rvol_deposit.asc*: maximum block volume stopped in each raster cell [m³]
- *Traj_time.asc*: minimum time needed to reach a raster cell from the defined source areas [s]
- *Tree_impact_heights.asc*: maximum tree impact height per raster cell [m]
- *Nr_tree_impacts.asc*: number of tree impacts per raster cell [-]
- *V_max.asc*: absolute maximum simulated velocity per raster cell (m/s)
- *EL_angles.asc*: minimum recalculated Energy Line angle in each raster cell [°]

REMARKS

7.6 CONCLUSIONI VERIFICHE 3D

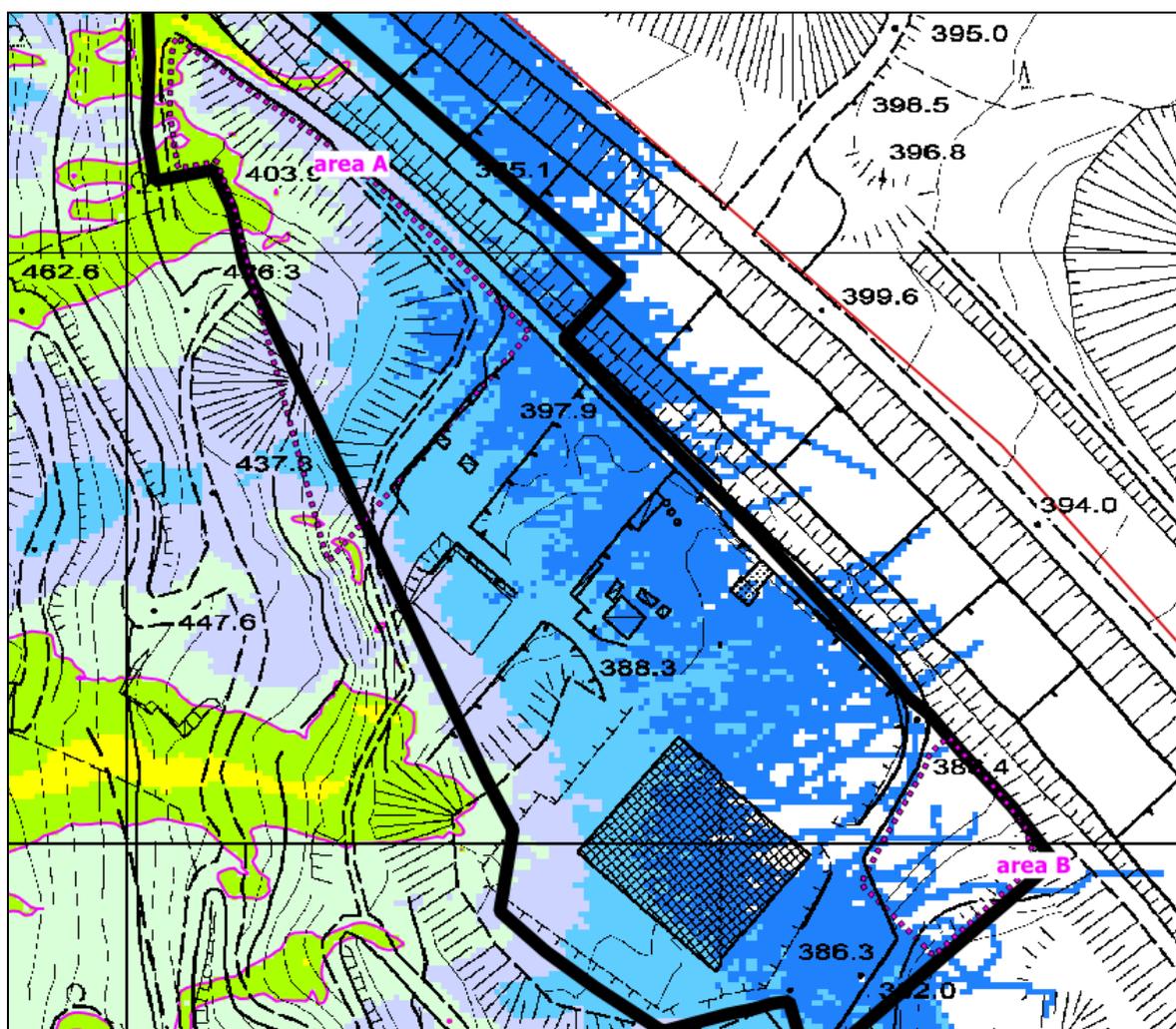
Le analisi traiettografiche 3D mostrano le principali traiettorie dei blocchi di crollo e gli areali di maggiore deposizione. Confrontando quanto simulato con i rilievi di campagna si può affermare che il modello rappresenta in maniera sufficientemente attendibile lo stato dei luoghi. Come evidenziato nei capitoli precedenti, le verifiche traiettografiche sono state eseguite oltre che su tutta la parte di versante che partecipa agli eventuali crolli che possono raggiungere il centro di recupero (stralci e considerazioni presenti nella relazione precedente), anche su tutto il versante così come richiesto dagli uffici regionali. In tal modo si è potuto avere un'analisi generale della pericolosità: in tale fase si è utilizzato il DTM regionale (2m X 2m) e nel programma si sono "lanciati" 1000 massi da ogni cella (numero di massi necessario per poter avere una analisi robusta ed in grado di dare una carta della "reach probability" attendibile). Non dovendo valutare l'energia di impatto, si è utilizzato come volume di riferimento 1 mc, in quanto risulta quello che mediamente permette di valutare la massima estensione dei crolli. Per maggiore dettaglio sono state

comunque effettuate anche le analisi con il blocco da 0,5 mc, ritenuto quello più probabile per le falesie più prossime all'area.

Il software Rockyfor3D è stato quindi utilizzato per avere la probabilità di invasione di ciascuna cella, da utilizzare nella definizione del rischio presente nel centro di recupero.

Nell'analisi di propagazione viene considerata la probabilità che un evento di caduta massi di qualsiasi intensità si verifichi in una data area. In altre parole, l'informazione ottenuta è di natura spaziale, totalmente svincolata da una probabilità annua di accadimento.

Di seguito si riportano le planimetrie della reach probability ottenuta, con evidenziato, per comodità di lettura ed analisi, il limite del valore del 1%.



*Raster reach probability: centro di recupero con evidenziato il limite del valore pari a 1% (linea fucsia)
1 mc stato attuale*

Le analisi traiettografiche comprendenti tutto il versante sono specifiche per l'impianto in oggetto e non possono essere prese come riferimento per altre opere e infrastrutture presente nell'areale, tantomeno per delle revisioni degli ambiti inedificabili.

8. QUANTIFICAZIONE DEGLI ATTUALI LIVELLI DI RISCHIO PER L'AREA POSTA A VALLE DELLE FALESIE ROCCIOSE

8.1 PREMESSE

Dal momento che l'areale del centro di recupero è posto a ridosso di un versante caratterizzato da falesie e boschi ed è posto in zona F1 e F2 di frana, come richiesto dalla RAVA è stata eseguita una analisi di rischio per le maestranze. Dal momento che su tali areali vengono svolte attività simili a quelle di una cava di pietrame (spostamento materiale, carico/scarico di inerte e blocchi) si è utilizzato lo schema tipico per la quantificazione dei livelli di rischio per le cave.

I centri di recupero possono infatti essere assimilati alle cave di pietrame in quanto si hanno le medesime modalità operative:

- l'areale di intervento è limitato alla superficie autorizzata;
- le macchine d'opera comprendono solamente l'autocarro, la pala e, limitatamente ad alcune lavorazioni, l'escavatore;
- l'areale di intervento è solitamente ben conosciuto dalle maestranze in quanto di superficie ridotta;
- gli addetti conoscono molto bene l'areale di intervento ed i mezzi d'opera che utilizzano.

In base ai dati INAIL² del 2020 relativi al comparto cave e miniere, dal punto di vista infortunistico si può notare che nel quinquennio 2015-2019 le denunce nella divisione B 08³ - Altre attività di estrazione di minerali da cave e miniere- (2.309) risultano essere concentrate per circa l'87% (2.008) nella classe B 081, mentre il 13% (286) ha riguardato i lavoratori nell'estrazione di minerali da cave e miniere (B 089). Entrando nel dettaglio del gruppo B 081, gli infortuni si distribuiscono equamente poi nei due filoni: estrazione di pietre (971 casi) e nell'estrazione di ghiaia e sabbia, argille e caolino (976). In merito ai casi mortali, nel quinquennio considerato, 26 sono stati i decessi avvenuti nella B 08, di cui 22 casi hanno coinvolto lavoratori della B 081: 15 nella B 0811 e 5 casi nella B 0812. Oltre l'88% (1.777 casi) delle denunce complessive del gruppo B 081 risultano accertati positivamente (una percentuale molto più alta rispetto all'intera gestione Industria e servizi, 66,3%), e di questi la quasi totalità (1.674) si è verificata durante lo svolgimento dell'attività lavorativa.

INFORTUNI IN OCCASIONE DI LAVORO ACCERTATI POSITIVAMENTE - CODICE ATECO ISTAT 2007 "B 081 ESTRAZIONE DI PIETRA, SABBIA E ARGILLA" PER NATURA E SEDE DELLA LESIONE - QUINQUENNIO CUMULATO 2015-2019										
Sede della lesione	Natura della lesione									Totale
	Contusione	Corpi estranei	Ferita	Frattura	Lesioni da altri agenti	Lesioni da sforzo	Lussazione, distorsione, distrazione	Perdita anatomica	Lesioni da agenti infettivi e parassitari	
Arti superiori	137	4	173	170	5	2	48	24	-	563
di cui mano	100	4	145	102	1	-	15	23	-	390
Arti inferiori	105	1	60	102	1	1	189	2	1	462
di cui caviglia	17	-	43	41	1	-	113	-	-	215
Testa	93	55	81	27	11	-	6	-	1	274
di cui cranio	55	-	39	8	-	-	1	-	-	103
Torace e organi interni	82	-	7	50	4	3	42	-	-	188
di cui parete toracica	58	-	6	45	2	2	3	-	-	116
Colonna vertebrale	35	-	-	30	-	19	60	-	-	144
TOTALE(*)	452	60	321	379	21	25	345	26	2	1.674

Fonte: archivi Banca Dati Statistica Inail - dati aggiornati al 30.04.2020
(*) Il Totale comprende i casi non codificati

² Andamento degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali – dati INAIL – 2020.

³ Secondo la codifica Istat Ateco 2007 delle attività economiche, quelle di estrazione di pietra, sabbia e argilla, vengono identificate nel gruppo B 081; l'estrazione di pietre ornamentali e da costruzione nella classe B 0811 mentre l'estrazione di ghiaia, sabbia, argilla e caolino nella classe B 0812.

Considerando i soli casi riconosciuti in occasione di lavoro, uno su quattro ha riguardato gli operai addetti alla cava: il cavatore, l'escavatorista e il manovale di cava. Il 10% circa ha interessato gli autotrasportatori, sia delle autobetoniere che degli autocarri. Quasi il 90% sono riconducibili ad infortuni che hanno determinato contusione (27,0%), frattura (22,6%), lussazione (oltre il 20%) e ferita (19,2%). Circa un terzo delle contusioni hanno riguardato gli arti superiori in particolare la mano, a seguire gli arti inferiori (23,2%) e la testa (oltre il 20%).

Per gli eventi con esito mortale, la frattura è la principale causa del decesso, in particolare del cranio e della parete toracica. A Massa Carrara spetta il triste primato degli infortuni mortali riconosciuti in occasione di lavoro nel gruppo B 081 estrazione di pietra, sabbia e argilla (7 nel quinquennio), con età media 50 anni, esattamente la metà rispetto ai quattordici verificatisi nell'intera gestione Industria e servizi per la stessa provincia, a testimonianza di un comparto in cui la gravità delle conseguenze risulta essere molto alta. In generale, l'esito mortale di un incidente in cava è pari a una percentuale di circa il 1.8 % del totale degli incidenti: tale dato è riferito alla toscana che, come evidenziato nel rapporto Inail, ha il triste primato degli infortuni mortali riconosciuti in occasione di lavoro nel gruppo B 081 estrazione di pietra, sabbia e argilla (7 nel quinquennio su 395 incidenti). Le maggiori cause di morte sono dovute al fatto che gli addetti rimangono schiacciati dai blocchi o dagli escavatori in manovra, sommersi dalla frana di un versante, colpiti dalle perline del filo diamantato dei macchinari che tagliano il materiale. Nelle cave di pietrame non si ha l'utilizzo del filo.

Nel quaderno *“illustrazioni delle dinamiche infortunistiche in cava dall'analisi alla prevenzione”* redatto da Inail - Direzione regionale Toscana, si riporta una interessante riflessione: *“insieme alle procedure si deve sempre tener conto del “fattore umano”. Mentre è possibile schematizzare o modellare un componente meccanico, elettrico etc., è difficile schematizzare il “comportamento” degli operatori in un'analisi del rischio o nelle procedure stabilite dal direttore responsabile di cava insieme al datore di lavoro e le altre figure di riferimento in materia di sicurezza. Il “fattore umano” rappresenta sicuramente un punto di fondamentale valore al fine di evitare gli infortuni. Perciò, è fondamentale continuare a lavorare incessantemente sui meccanismi spontanei degli addetti ai lavori affinché si continui quel processo di informazione, apprendimento e continuo desiderio di adeguarsi alle novità e all'auto miglioramento individuale e collettivo”*.

In base a quanto riferito dall'Ufficio attività estrattive della Regione Autonoma Valle d'Aosta, negli ultimi 25 anni non si sono verificati incidenti di rilievo e non si è avuto alcun morto in tutte le cave valdostane; relativamente ai centri di recupero non si hanno dati specifici.

Il centro di recupero in oggetto è presente dal 1991 e non si segnalano incidenti a partire da quella data.

8.2 DEFINIZIONE DEL LIVELLO DI RISCHIO

La definizione di “Rischio Individuale” (RI) che si trova in letteratura è la seguente: *“frequenza a cui ci si aspetta che un individuo sia sottoposto a un certo livello di danno a causa di un incidente”*. Il RI è il rischio a cui è sottoposto un singolo individuo in un dato periodo di tempo e riflette la severità del pericolo e il tempo in cui l'individuo è all'interno dell'area a rischio. Tra i rischi individuali RI, il rischio di morte è normalmente espresso come morti all'anno per persona: la valutazione eseguita nel presente documento riguarda essenzialmente tale rischio. La valutazione e limitazione del rischio individuale è molto simile in molti paesi europei e non europei e in particolare il valore di RI è accettabile quando varia tra valori di 10^{-5} morti/anno e di 10^{-6} morti anno.

	RI (morti/anno/per sona) Soglia di Accettabilità	RI (morti/anno/persona) Soglia di Non Accettabilità
Olanda	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵
UK	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴ (pubblico)-10 ⁻³ (lavoratori)
Canada	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴
Australia	10 ⁻⁶	Non Utilizzato
Russia	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴
Hong Kong	10 ⁻⁵	Non Utilizzato

Per la situazione italiana la soglia di accettabilità per il rischio individuale pari a 10⁻⁶ morti anno, già utilizzata negli altri paesi, si può considerare abbastanza ragionevole: basti pensare che in Italia ogni anno solo per l'incidentalità stradale si ha in media un rischio individuale di morte pari a circa 10⁻⁴ morti anno.

Il livello di riferimento per valutare l'alterazione delle condizioni di sicurezza è il rischio "naturale", cioè quello a cui ogni individuo è esposto per il solo fatto di vivere a contatto con il mondo naturale. Nell'appendice E della *Norma UNI 11211:2012, Opere di difesa dalla caduta massi, Parte 2: programma preliminare di intervento*, sono espresse delle considerazioni in merito al rischio individuale accettabile. In tale appendice viene detto che: "per i rischi involontari, il livello di rischio specifico considerato accettabile è dell'ordine di 10⁻⁶ morti/anno (e in ogni caso non maggiore di 10⁻⁵ morti/anno), mentre per quelli volontari (anche se legati al posto di lavoro) è più elevato ed è in genere compreso tra 10⁻⁴ e 10⁻³ morti/anno; per i rischi volontari connessi ad alcune attività sportive può salire fino a 10⁻² morti/anno".

Tabella 2. Valori di rischio individuale in ambito lavorativo (*Health and Safety Executive, UK, 1989*).

Rischio individuale	[morti /anno]
Rischio tollerabile da un lavoratore durante l'orario lavorativo, sul posto di lavoro	10 ⁻³
Massimo rischio per un cittadino (non operaio) dovuto alla presenza di un impianto industriale non nucleare	10 ⁻⁴
Massimo rischio per un cittadino (non operaio) dovuto alla presenza di un impianto industriale nucleare	10 ⁻⁵
Livello di rischio accettabile - rischio naturale, non occorrono ulteriori miglioramenti.	10 ⁻⁶

Tabella tratta dagli articoli sul metodo RO.MA

APPENDICE (informativa)	E CONSIDERAZIONI SULLA DEFINIZIONE DEL RISCHIO ACCETTABILE
	<p>A livello mondiale, la letteratura specializzata fornisce numerose indicazioni e criteri generali per il confronto fra rischi di differente natura, ma con approcci e risultati diversi. Alcune considerazioni di carattere generale:</p> <ul style="list-style-type: none"> - da parte della popolazione vi è una maggior propensione ad accettare livelli di rischio volontario più elevati rispetto a quelli di rischio involontario (o imposto); - a livello di popolazione, l'accettabilità di un solo evento con molte vittime è minore di quella di un numero maggiore di eventi con una o poche vittime; - il rischio accettabile per un individuo è maggiore di quello accettabile per un'intera comunità umana; - per i rischi involontari, il livello di rischio specifico considerato accettabile è dell'ordine di 10⁻⁶ morti/anno (e in ogni caso non maggiore di 10⁻⁵ morti/anno), mentre per quelli volontari (anche se legati al posto di lavoro) è più elevato ed in genere compreso tra 10⁻⁴ e 10⁻³ morti/anno; per i rischi volontari connessi ad alcune attività sportive tale limite può salire fino a 10⁻² morti/anno.

UNI 11211-2012

APPENDICE D INFORMAZIONI AGGIUNTIVE SULLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO
(informativa)

La pericolosità tende spesso ad avere un andamento decrescente con l'intensità (sismi, alluvioni, ecc.). Questo andamento è regolato da complesse leggi fisiche che difficilmente sono stimabili in modo deterministico (per esempio accumulo di energia nei terremoti), ma che si basano in generale sul principio che un evento di grande intensità è più raro di uno con minore intensità. L'esposizione invece ha solitamente un andamento crescente con l'intensità, dal momento che un fenomeno più intenso tende ad occupare un'area maggiore e dà inoltre minori possibilità di fuga all'elemento a rischio (un crollo di 100 m³ è generalmente più difficile da evitare di un crollo di 1 m³).

La valutazione della probabilità di impatto è complessa, in quanto dipende da più fattori, non tutti considerati nelle comuni analisi. Istintivamente si è portati a pensare alla probabilità di impatto come la probabilità che un certo fenomeno avvenuto colpisca un elemento. Questa probabilità in realtà è espressa dall'esposizione. Nella probabilità di impatto rientra anche la probabilità di accadimento del fenomeno, nonché la probabilità che il fenomeno raggiunga effettivamente l'elemento a rischio. Per un crollo di 100 m³ si devono quindi considerare:

- la probabilità che il crollo avvenga;
- la probabilità che la massa raggiunga l'elemento;
- la probabilità che l'elemento sia in quel momento esposto.

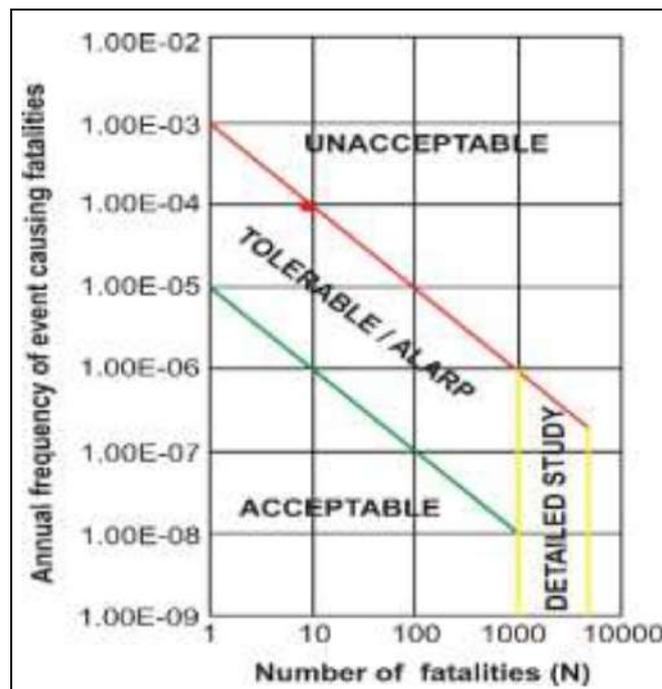
Come già sottolineato, la prima è inversamente proporzionale all'intensità, la seconda è direttamente proporzionale. Il bilancio di queste tre probabilità dà una distribuzione di probabilità di impatto al variare dell'intensità che può essere diversa da caso a caso.

La vulnerabilità invece tende ad avere sempre un andamento crescente con l'intensità, come detto in precedenza.

La curva del rischio specifico ha pertanto un andamento che non è possibile prevedere a priori.

UNI 11211-2012

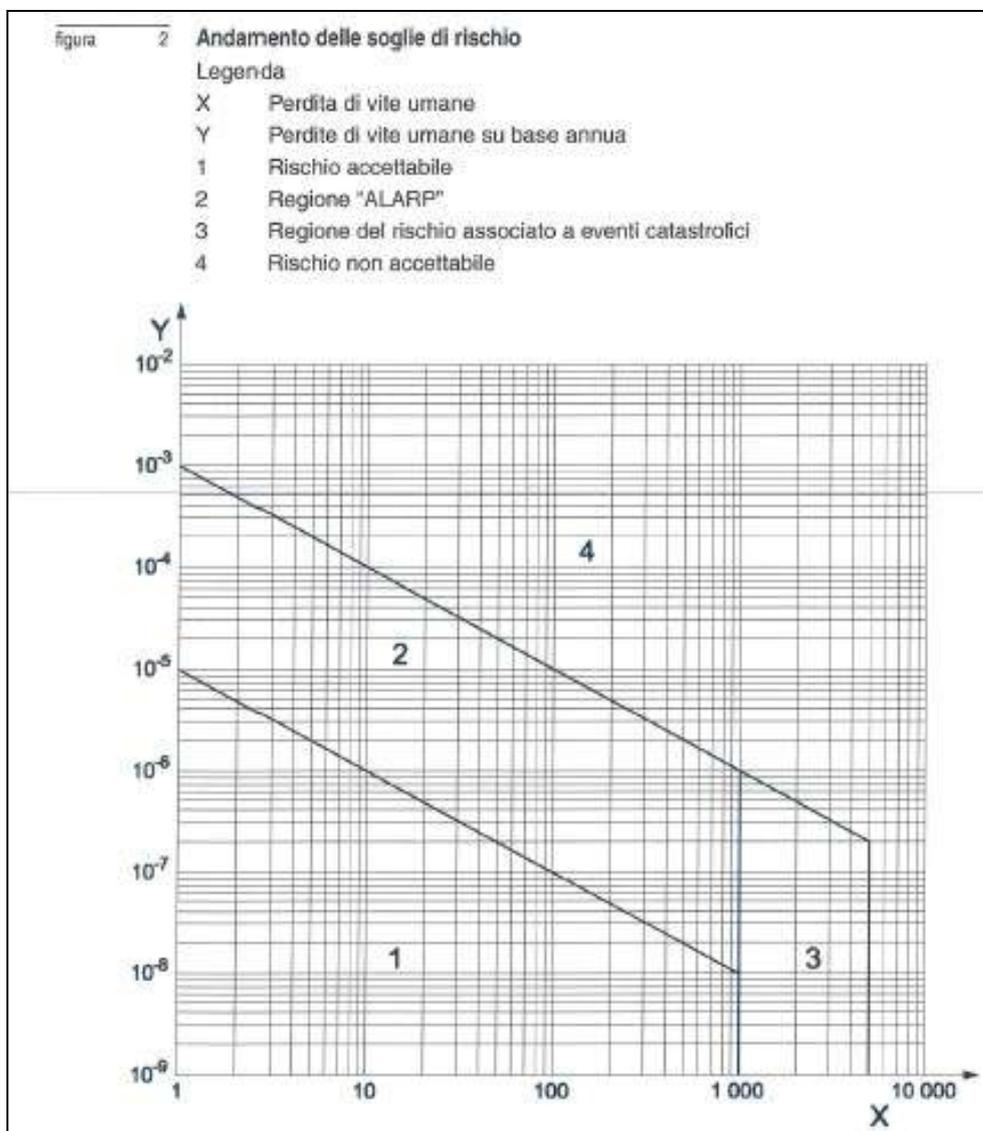
Il livello di rischio presenta valori diversi. Il grafico che riporta i livelli di rischio "accettabile", "tollerabile - ALARP" e "non accettabile", per eventi idrogeologici nel territorio di Hong Kong secondo il Geotechnical Engineering Office (GEO) di Hong Kong, individua come accettabile quel livello di rischio individuale che non aumenta l'esposizione dell'individuo oltre l'ordine di grandezza 10⁻⁵. È ritenuto tollerabile un livello di rischio RI compreso tra 10⁻⁵ e 10⁻³ morti (o "fatalità")/anno. È ritenuto infine non accettabile un livello di rischio RI superiore ai valori compresi tra 10⁻² e 10⁻³ morti/anno.



Geotechnical Engineering Office (GEO) di Hong Kong

Nel grafico, sono rappresentate quindi le linee che marcano il confine tra accettabile, tollerabile e non accettabile: tra queste si ha una fascia denominata ALARP (As Low As Reasonably Possible). Si tratta della porzione del diagramma *frequenza di accadimento - numero di fatalità* entro la quale si applica l'analisi costi-benefici come criterio guida nell'assumere decisioni di gestione del rischio in presenza di incertezza. Si ammette quindi il principio che il trattamento del rischio non necessariamente lo elimina e che in alcuni casi un ulteriore abbassamento della probabilità non porta a nessun ulteriore beneficio, ma che ulteriori sforzi comporterebbero semplicemente uno spreco di risorse a causa dei vincoli di natura tecnologica o economica. La riduzione dei livelli di rischio, quando non conseguibile esclusivamente con interventi strutturali, può essere raggiunta anche solamente con il concorso di misure tecniche, organizzative e procedurali. Nel grafico viene evidenziato anche il livello di rischio individuale rispetto a più addetti: se per una persona il livello individuale di rischio di $1,00E-05$, per 10 persone lo stesso livello deve essere invece di $1,00E-06$.

Anche nella ultima *Norma UNI 11211:2021, Opere di difesa dalla caduta massi, Parte 2: programma preliminare di intervento*, sono espresse le soglie di rischio attraverso il diagramma sotto riportato:



Si segnala infine che i valori minimi richiesti dalla normativa di settore in tema di sicurezza sui luoghi di lavoro indica come rischio accettabile quello pari a $1,00E-04$, ovvero di un ordine di grandezza superiore a quello generale dell'individuo.

- Alcuni studi [9] hanno dimostrato che l'opinione pubblica tollera livelli di rischio compresi tra 10^{-2} perdite di vite umane/anno e 10^{-4} perdite di vite umane/anno, quando è esposta volontariamente (per esempio nel caso di incidenti stradali, incidenti sul lavoro, ecc.). Quando, invece, è esposta a rischi involontari (per esempio incendi, calamità naturali, crolli di opere d'ingegneria, ecc.) tollera livelli di rischio molto più bassi, tra 10^{-5} perdite di vite umane/anno e 10^{-6} perdite di vite umane/anno.

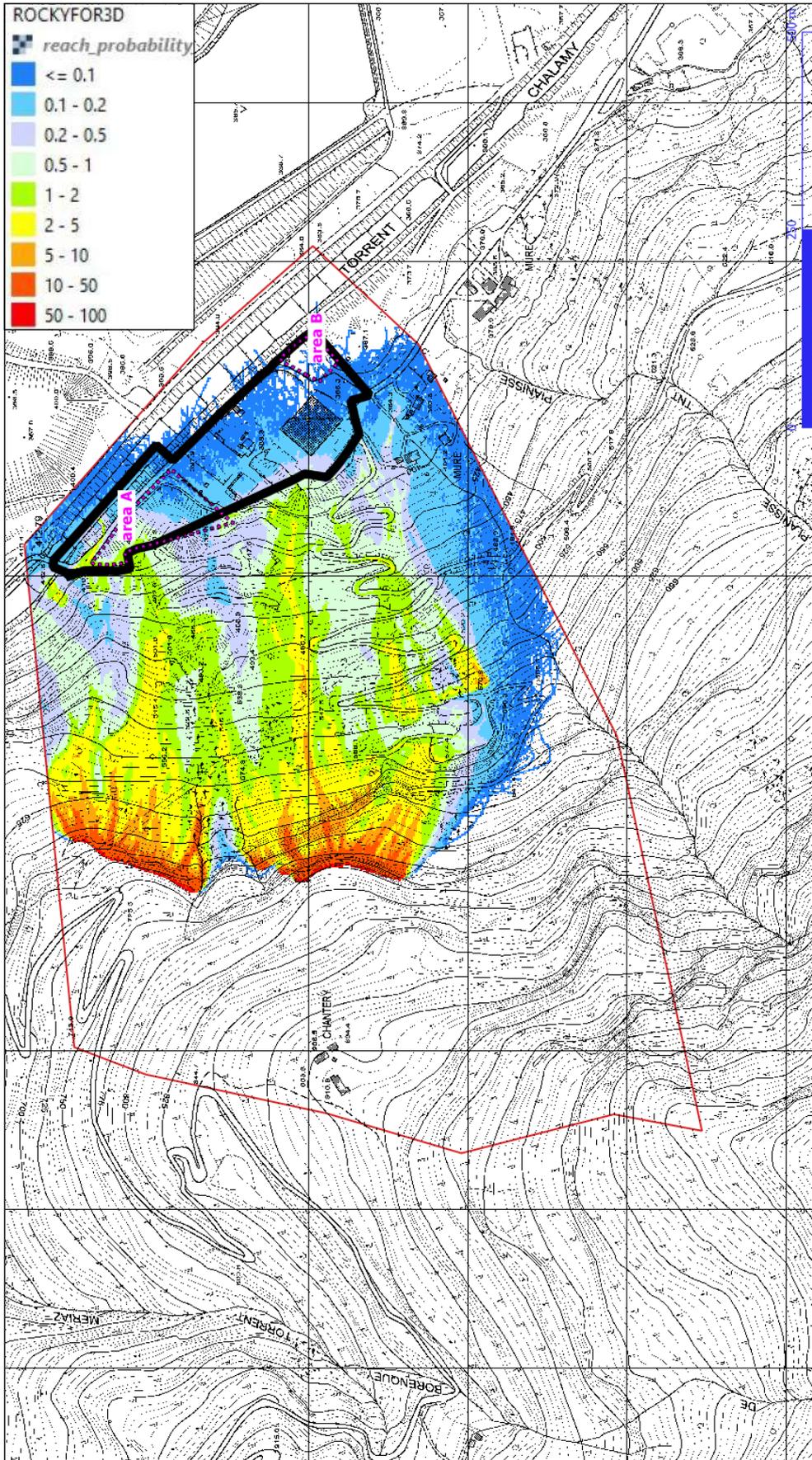
Norma UNI 11211:2021

8.3 QUANTIFICAZIONE DEGLI ATTUALI LIVELLI DI RISCHIO PER L'AREA POSTA A VALLE DELLE FALESIE ROCCIOSE

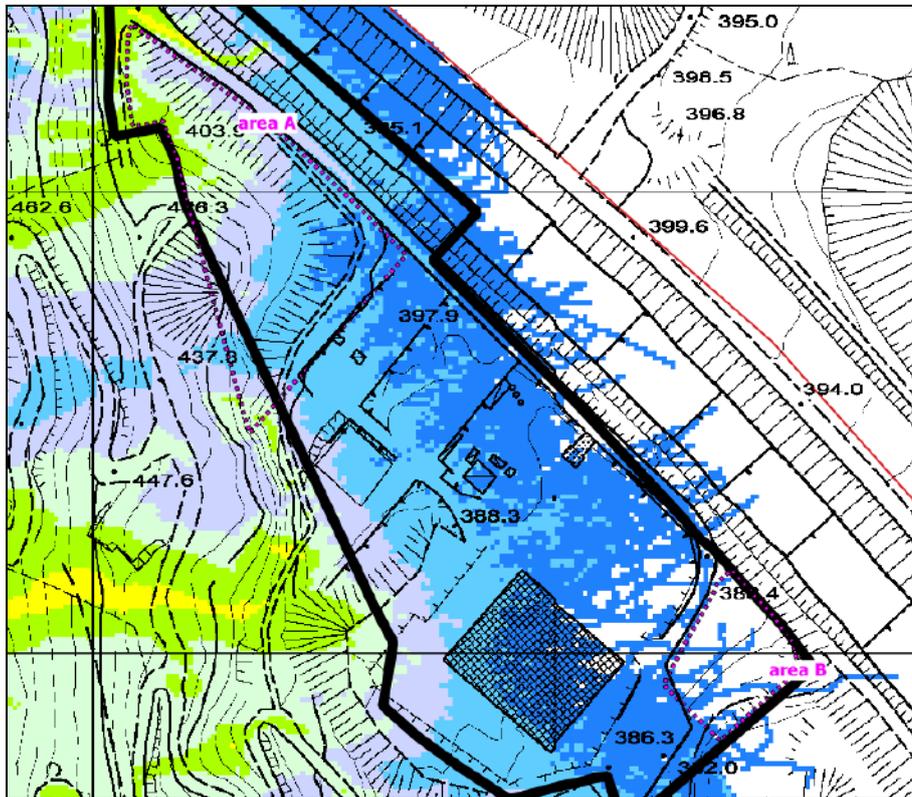
Come richiesto dagli uffici regionale è stata intrapresa una analisi di rischio relativa alla possibilità che gli eventuali blocchi che si distaccano dalla falesia raggiungano il settore dove è posto il centro di recupero. Per tale analisi sono stati considerati tutti gli affioramenti rocciosi che possono interagire con l'areale tenendo conto dei dissesti progressivi, delle opere sul versante eseguite e di quanto riferito dal gestore che è presente nell'area da più di 30 anni (1991).

Il primo passo nella valutazione del rischio riguarda la valutazione della pericolosità da caduta massi intrinseca del sito. La valutazione della pericolosità intrinseca del sito è stata ricavata utilizzando il software di simulazione Rockyfor 3D e analizzando il raster di output "Reach probability". Nella "Reach probability" viene considerata la probabilità che un evento di caduta massi di qualsiasi intensità si verifichi in una data area. In altre parole, l'informazione ottenuta è di natura spaziale, totalmente svincolata da una probabilità annua di accadimento. Questa analisi è stata eseguita per poter successivamente realizzare un'adeguata analisi di rischio, essendo praticamente nulli i dati circa l'attività della zona sorgente (in termini di numero di crolli all'anno).

Di seguito si riporta la planimetria del centro di recupero con i valori di "Reach probability" calcolati.



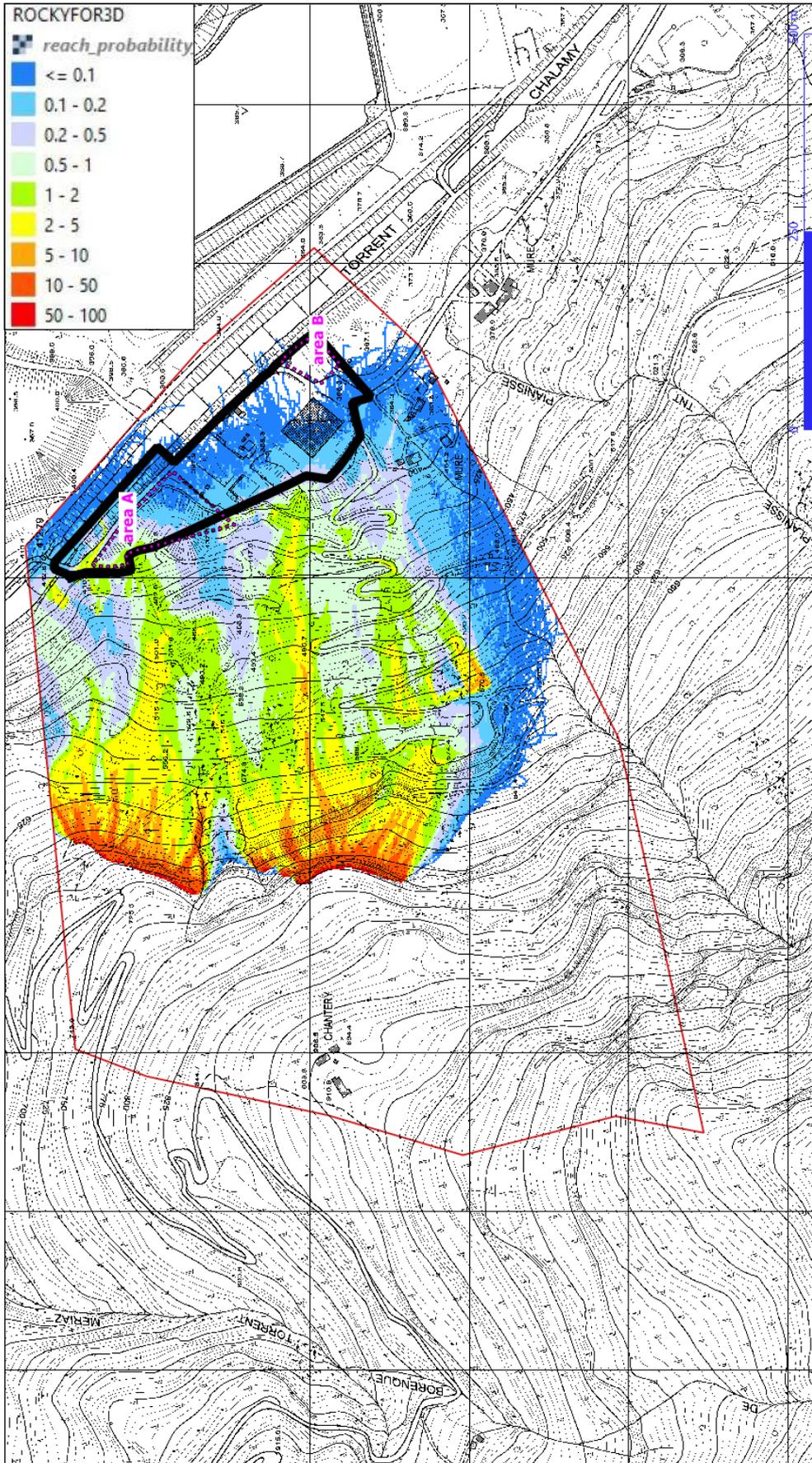
*Raster reach probability – 1 mc
 Stato attuale*



*Raster reach probability – 1 mc
Stato attuale - dettaglio*

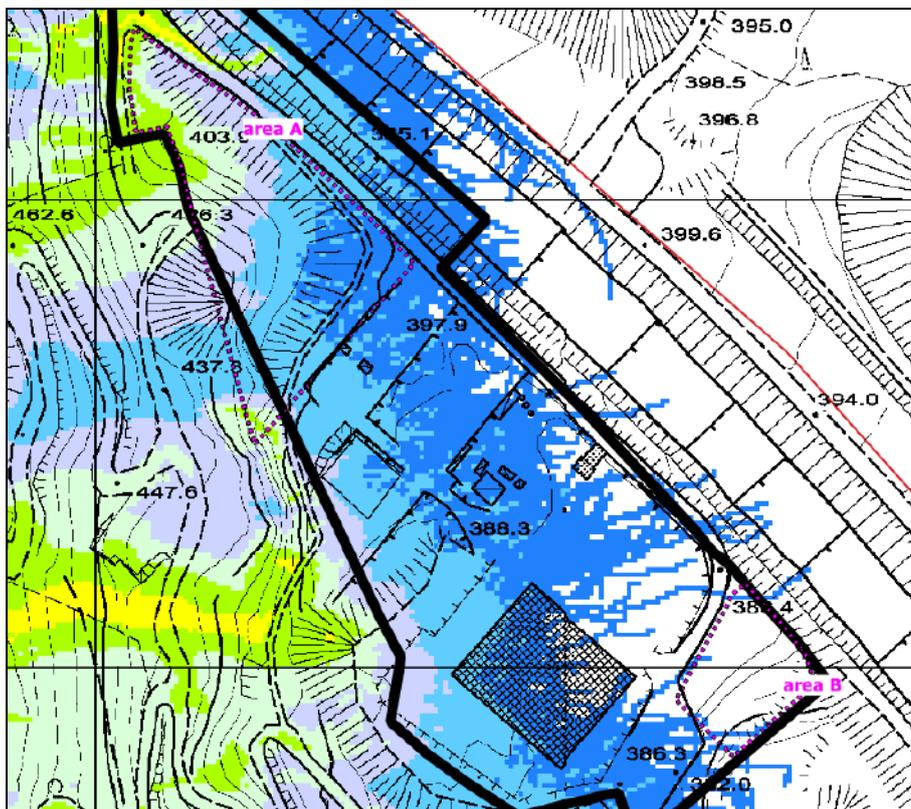
Come indicato, il valore di reach probability indica solamente la probabilità che un masso delle dimensioni del blocco di 1 mc raggiunga un determinato punto dell'area di interesse, ma non dice nulla in merito alla frequenza con il quale si verifica l'evento di crollo. In base alla bibliografia ed agli studi eseguiti, l'utilizzo del metro cubo come blocco per la reach probability è quello che permette di avere la migliore distribuzione dei blocchi sul versante: anche in questa analisi di rischio viene confermata tale presupposto.

Di seguito si riporta per confronto la modellazione con il blocco di progetto da 0,5 mc: come si evince dalla simulazione, la modifica del volume incide molto poco sulla determinazione areale della reach probability, soprattutto per le percentuali superiori al 1%. Come si evince dalle due immagini e meglio esplicitato nei capitoli successivi, il limite corrispondente al 1% risulta praticamente inalterato. Come indicato precedentemente cautelativamente si è svolta l'analisi con il volume di 1 mc.



Raster reach probability – 0,5 mc
Stato attuale





*Raster reach probability – 0,5 mc
Stato attuale - dettaglio*

L'analisi è stata fatta su tutta la superficie del centro di recupero, comprendente anche tutte le infrastrutture che caratterizzano l'impianto di produzione del conglomerato bituminoso nel suo insieme.

Come si evince dalla planimetria della reach probability, l'impianto rientra per larga misura in aree con valori molto bassi compresi tra 0 e 0,2 %: solamente alcuni cumuli e alcune aree di passaggio presentano valori con reach probability più alta ma sempre inferiore al 2%. Come si evince dalle analisi eseguite nei capitoli successivi il centro di recupero è posto per buona parte in aree con un valore del rischio pienamente compatibile con l'attività prevista.

8.4 ANALISI DEGLI EVENTI PREGRESSI

Come indicato nel capitolo dedicato agli eventi pregressi, il catasto dissesti non riporta eventi degni di nota. Sentendo quindi i proprietari e le maestranze che lavorano nel settore, per impostare l'analisi di rischio si è comunque cautelativamente considerato che si sono avuti 2 crolli con volumetria simile a quella di progetto negli 20 anni considerati.

Applicando la formulazione di De Biagi et al. (2017) e De Biagi (2017), che considera che precedentemente al primo crollo non è occorso alcun fenomeno degno di rilievo, è possibile stimare una durata corretta del periodo di osservazione.

$$t^* = \tau(C^*) = t + \frac{t}{2n^*}$$

Nello specifico, considerando che si sono considerati 2 blocchi di crollo negli ultimi 20 anni, si ottiene, applicando la formula, una frequenza di accadimento di 0.08 eventi/anno.

FREQUENZA EVENTO			
formulazione di De Biagi et al. (2017) e De Biagi (2017)			
periodo di osservazione	t	20	anni
numero significativo di eventi nel periodo di osservazione	n*	2	eventi
durata corretta del periodo di osservazione	t*	25	anni
frequenza media di accadimento		12,5	anni
frequenza annua di accadimento	N_r	8,00E-02	eventi/anno

Non avendo uno storico degli eventi occorsi, la metodologia utilizzata è quella che permette di poter effettuare una analisi di rischio improntata comunque alla cautela. Attualmente non si hanno altre metodologie per valutare, senza dati, la frequenza annua di accadimento: si sottolinea comunque che in base ai dati degli incidenti in cave di pietrame valdostane, caratterizzate quasi tutte da un assetto morfologico simile a quello del centro di recupero (attività con falesia alle spalle) negli ultimi 25 anni si è registrato solamente un ferito ad una mano. Per i centri di recupero classici non si hanno dati: si segnala che la maggior parte di tali centri è posta sul fondovalle e lontana da falesie rocciose.

8.5 DESCRIZIONE ED ESERCIZIO DELL'IMPIANTO DI RECUPERO

Come indicato dal gestore, l'impianto di frantumazione primaria trasportabile è un NORDBERG VB 12 montato su telaio, composto da tramoggia di alimentazione da 30 mc, alimentatore vibrante con rete forata 80 mm, frantoio primario 1200, nastro di scarico principale frantumato 70-180 mm e nastro scarico laterale 0-80 mm. L'impianto verrà collocato nell'area A, a ridosso di un terrapieno per consentire l'ideale alimentazione della tramoggia di carico, con pala meccanica o direttamente da autocarro. L'impianto verrà alimentato da una linea elettrica collegata alla cabina esistente, al fine di evitare l'utilizzo di gruppo elettrogeno. L'impianto ha una produzione variabile da 100-300 tonnellate/ora.

L'impianto è dotato di una cabina contenente quadri elettrici e comandi, per la messa in esercizio: durante la fase di lavoro non necessita di personale a bordo. L'alimentazione del frantoio è controllata da sensori di livello, che garantiscono l'ideale alimentazione.

L'alimentazione della tramoggia di carico, può essere eseguita da pala gommata e/o autocarro, senza necessità di scendere dai mezzi, durante la frantumazione l'operatore della pala gommata, gestisce e movimentata i cumuli prodotti, controlla a distanza il funzionamento dell'impianto di frantumazione.

Produzioni annue:

- frantumazione materiali inerti provenienti da cava, 40.000 tonnellate annue, produzione oraria dell'impianto 200 t/ora, pari a 200 ore annue suddivise sui 12 mesi;
- frantumazione materiali da recuperare (demolizioni, terre e rocce, fanghi di dragaggio etc) 40.000 tonnellate annue, produzione oraria dell'impianto 200 t/ora, pari a 200 ore annue suddivise sui 12 mesi.

L'utilizzo dell'impianto di frantumazione è saltuario, in funzione della necessità di produrre e/o recuperare i materiali. Le due attività di frantumazione dei materiali inerti provenienti da cava e di quelli da recuperare non verranno sovrapposte per non mescolare i prodotti ottenuti.

Per la manutenzione ordinaria (ingrassaggio, controllo livelli) è sufficiente n° 1 operaio ½ ora ogni 20 ore di lavoro.

In base a quanto indicato dal Committente, nel settore critico del centro di recupero si avrà principalmente un addetto sulla pala gommata oppure sull'autocarro per caricare l'impianto di frantumazione primaria. Saltuariamente potrà essere presente anche un addetto alla manutenzione. In generale gli addetti saranno quasi sempre all'interno di

mezzi. In base a quanto riferito dalla committenza, si ipotizza cautelativamente che l'addetto al caricamento del materiale ed alla movimentazione dei cumuli sarà presso l'impianto per circa 400 ore/anno, alle quali aggiungiamo altre 200 ore anno per movimentare i cumuli.

L'addetto alla manutenzione (addetto a piedi) dell'impianto di frantumazione primaria sarà presente in loco 20 ore anno.

8.6 VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ

Per la valutazione della pericolosità si è considerata una frequenza di accadimento di 0.08 eventi/anno, con un blocco di progetto di 0,5 m³ (volume di progetto).

Rispetto alla modellazione, non è detto però che tutti i blocchi prodotti dal crollo di progetto raggiungano l'area del centro. Infatti alcuni potrebbero arrestarsi a monte dell'area di interesse o percorrere una traiettoria che non interessa il sito. Pertanto la probabilità che un blocco lapideo raggiunga un qualsiasi punto dell'area del centro di recupero è inferiore alla probabilità di crollo Pc.

La probabilità P, è dunque una probabilità condizionata, che si esprime tramite la formula:

$$P=(Pr \times Pc)$$

Dove:

- P = probabilità che un dato punto sia raggiunto da un blocco di progetto a seguito del crollo di progetto, espressa in crollo/anno;
- Pr = probabilità di raggiungimento di un determinato punto da parte del blocco di progetto (indipendentemente dal crollo di progetto). Valore derivato dalla Reach probability determinata con il software Rockyfor 3D;
- Pc = probabilità che si verifichi il crollo di progetto, espressa in eventi/anno.

I dati di input sono quindi i seguenti:

Dati di INPUT			
Probabilità di accadimento del crollo di progetto	(Pc)	<i>eventi crollo/anno</i>	3,33E-02
Blocco di progetto		<i>mc</i>	5,00E-01

Tale approccio è stato effettuato per le diverse probabilità di raggiungimento imposte nella Reach probability (0.1%, 0.5%, 1.0%, 2.0% e 5%) in modo tale da avere una valutazione spaziale della pericolosità.

Di seguito si riportano i dati utilizzati per realizzare la valutazione della pericolosità con i valori Reach probability considerati: per maggiore dettaglio è stata differenziata l'analisi per l'addetto sul mezzo meccanico e quello a piedi.

Addetto sul mezzo meccanico			
Valutazione della pericolosità - riferita al valore derivato dalla Reach probability pari a			0,10%
Probabilità che un dato punto sia raggiunto da un blocco di progetto a seguito del crollo di progetto	P	eventi crollo/anno	
Probabilità di raggiungimento di un determinato punto da parte del blocco di progetto (indipendentemente dal crollo di progetto). Valore derivato dalla Reach probability determinata con il software Rockyfor 3D	Pr	%	1,00E-01
Probabilità che si verifichi il crollo di progetto	Pc	eventi/anno	8,00E-02
P (probabilità) = Pr Pc			8,00E-05

0,50%	1,00%	2,00%	5,00%
5,00E-01	1,00E+00	2,00E+00	5,00E+00
8,00E-02	8,00E-02	8,00E-02	8,00E-02
4,00E-04	8,00E-04	1,60E-03	4,00E-03

Addetto a piedi			
Valutazione della pericolosità - riferita al valore derivato dalla Reach probability pari a			0,10%
Probabilità che un dato punto sia raggiunto da un blocco di progetto a seguito del crollo di progetto	P	eventi crollo/anno	
Probabilità di raggiungimento di un determinato punto da parte del blocco di progetto (indipendentemente dal crollo di progetto). Valore derivato dalla Reach probability determinata con il software Rockyfor 3D	Pr	%	1,00E-01
Probabilità che si verifichi il crollo di progetto	Pc	eventi/anno	8,00E-02
P (probabilità) = Pr Pc			8,00E-05

0,50%	1,00%	2,00%	5,00%
5,00E-01	1,00E+00	2,00E+00	5,00E+00
8,00E-02	8,00E-02	8,00E-02	8,00E-02
4,00E-04	8,00E-04	1,60E-03	4,00E-03

8.6.1 Valutazione del rischio

Il rischio che corrono uno o più individui se esposti ad un determinato pericolo è calcolabile con la formula seguente:

$$R=P*V*E$$

Come indicato precedentemente, non si hanno dati di incidenti relativi ai centri di recupero: questi sono infatti posti essenzialmente sul fondovalle e lontano da pareti rocciose. Dal momento che l'areale del centro di recupero è posto a ridosso delle falesie e rientra in zona F1 e F2 di frana, come richiesto dalla RAVA è stata eseguita una analisi di rischio per le maestranze. Dal momento che su tali areali vengono svolte attività simili a quelle di una cava di pietrame (spostamento materiale, carico/scarico di inerte e blocchi) si è utilizzato lo schema tipico per la quantificazione dei livelli di rischio per le cave.

In base ai dati INAIL e a quelli forniti dall'Ufficio attività estrattive della Regione Autonoma Valle d'Aosta le attività di cava hanno, rispetto ad altri comparti simili (edilizia, industria pesante, etc) una percentuale del totale degli incidenti con esito mortale abbastanza alta (1.8 % del totale degli incidenti. Il dato viene riferito ad una analisi effettuata tenendo in considerazione gli incidenti in cava nel settore di Massa Carrara dove si hanno numerosi fattori che amplificano il rischio quali la contemporaneità sul medesimo versante di molte cave, le pendenze anche sui piani di cava estremamente elevate, una viabilità critica sia in termini di traffico che di percorribilità, un utilizzo esasperato della risorsa). In Valle d'Aosta, invece, la mortalità nel comparto cave negli ultimi 25 anni è nulla. Come indicato precedentemente i dati relativi alle cave possono essere cautelativamente ritenuti validi anche per la tipologia di attività in oggetto. In base a tali presupposti, si è assunto cautelativamente che la vulnerabilità dell'addetto sul mezzo sia pari a 0.6, mentre per quello a piedi di 1,0.

L'esposizione è stata invece considerata cautelativamente pari a 0.7 in quanto gli addetti sono all'interno dei mezzi d'opera per la maggior parte del tempo. Trattandosi di mezzi di grosse dimensioni, l'esposizione è comunque mitigata. Tale considerazione, sebbene molto cautelativa, trova riscontro anche nei dati INAIL dove la maggior parte degli incidenti mortali si ha per gli addetti fuori da un mezzo (frattura del cranio e della parete toracica). Per gli addetti a piedi si è invece considerato un valore di 1.

Di seguito si riportano i dati utilizzati per realizzare la valutazione del rischio con i valori di Reach probability considerati.

Addetto sul mezzo meccanico			
Valutazione rischio - riferito al valore derivato dalla Reach probability pari a			0,10%
Rischio	R		
Probabilità di accadimento dell'evento che genera il pericolo	P	<i>eventi crollo/anno</i>	8,00E-05
Vulnerabilità dell'individuo o del bene esposto	V		6,00E-01
Esposizione al pericolo	E		7,00E-01
R (rischio) = P*V*E			3,36E-05

0,50%	1,00%	2,00%	5,00%
4,00E-04	8,00E-04	1,60E-03	4,00E-03
6,00E-01	6,00E-01	6,00E-01	6,00E-01
7,00E-01	7,00E-01	7,00E-01	7,00E-01
1,68E-04	3,36E-04	6,72E-04	1,68E-03

Addetto a piedi			
Valutazione rischio - riferito al valore derivato dalla Reach probability pari a			0,10%
Rischio	R		
Probabilità di accadimento dell'evento che genera il pericolo	P	<i>eventi crollo/anno</i>	8,00E-05
Vulnerabilità dell'individuo o del bene esposto	V		1,00E+00
Esposizione al pericolo	E		1,00E+00
R (rischio) = P*V*E			8,00E-05

0,50%	1,00%	2,00%	5,00%
4,00E-04	8,00E-04	1,60E-03	4,00E-03
1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
4,00E-04	8,00E-04	1,60E-03	4,00E-03

8.6.2 *Valutazione del rischio individuale effettivo*

Essendo il centro di recupero un'attività discontinua in quanto legata alle esigenze dell'impresa, si è infine eseguita la valutazione del rischio individuale effettivo, considerando il reale tempo di esposizione al rischio, derivante dall'attività lavorativa. Si è pertanto tenuto conto del numero di ore lavorative/anno: in base a quanto riferito dal gestore dell'impianto, si ipotizza cautelativamente che l'addetto al caricamento del materiale ed alla movimentazione dei cumuli sarà presso l'impianto per circa 400 ore/anno, alle quali si devono aggiungere altre 200 ore anno per movimentare i cumuli.

L'addetto alla manutenzione (addetto a piedi) dell'impianto di frantumazione primaria sarà presente in loco 20 ore anno.

Di seguito si riportano i dati utilizzati per realizzare la valutazione del rischio effettivo con i valori di Reach probability.

Addetto sul mezzo meccanico			
Valutazione rischio effettivo - riferito al valore derivato dalla Reach probability pari a			0,10%
Rischio effettivo	R _{eff}		
Probabilità di accadimento dell'evento che genera il pericolo	P	<i>eventi crollo/anno</i>	8,00E-05
Vulnerabilità dell'individuo o del bene esposto	V		6,00E-01
Esposizione al pericolo	E		7,00E-01
<i>Effettivo tempo di esposizione al pericolo</i>			
<i>ore lavorative effettive all'anno</i>	600		
<i>ore lavorative effettive all'anno (h/8760)</i>	6,85E-02		
Effettiva esposizione al pericolo	E _{eff}		4,79E-02
R_{eff} (rischio effettivo) = P*V*E_{eff}			2,30E-06

0,50%	1,00%	2,00%	5,00%
4,00E-04	8,00E-04	1,60E-03	4,00E-03
6,00E-01	6,00E-01	6,00E-01	6,00E-01
7,00E-01	7,00E-01	7,00E-01	7,00E-01
4,79E-02	4,79E-02	4,79E-02	4,79E-02
1,15E-05	2,30E-05	4,60E-05	1,15E-04

Addetto a piedi			
Valutazione rischio effettivo - riferito al valore derivato dalla Reach probability pari a			0,10%
Rischio effettivo	R_{eff}		
Probabilità di accadimento dell'evento che genera il pericolo	P	<i>eventi crollo/anno</i>	8,00E-05
Vulnerabilità dell'individuo o del bene esposto	V		1,00E+00
Esposizione al pericolo	E		1,00E+00
<i>Effettivo tempo di esposizione al pericolo</i>			
<i>ore lavorative effettive all'anno</i>	20		
<i>ore lavorative effettive all'anno (h/8760)</i>	2,28E-03		
Effettiva esposizione al pericolo	E_{eff}		2,28E-03
R_{eff} (rischio effettivo) = P*V*E_{eff}			1,83E-07

0,50%	1,00%	2,00%	5,00%
4,00E-04	8,00E-04	1,60E-03	4,00E-03
1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
2,28E-03	2,28E-03	2,28E-03	2,28E-03
9,13E-07	1,83E-06	3,65E-06	9,13E-06

Nel grafico del Geotechnical Engineering Office (GEO) di Hong Kong, i valori di rischio rientrano quasi tutti nel settore ALARP ad eccezione del valore relativo al 0.1% che ricade nell'area del rischio accettabile. L'addetto a piedi presenta un rischio accettabile in quanto interviene sul campo solamente 20 ore/anno.

Nel grafico sono state riportate le condizioni relative all'addetto sul mezzo meccanico e quelle relative ad un addetto a piedi. Per l'addetto sul mezzo meccanico si è considerata la situazione più critica, ovvero quando i due addetti (pala + camion) sono presenti contemporaneamente (N quindi pari a due).

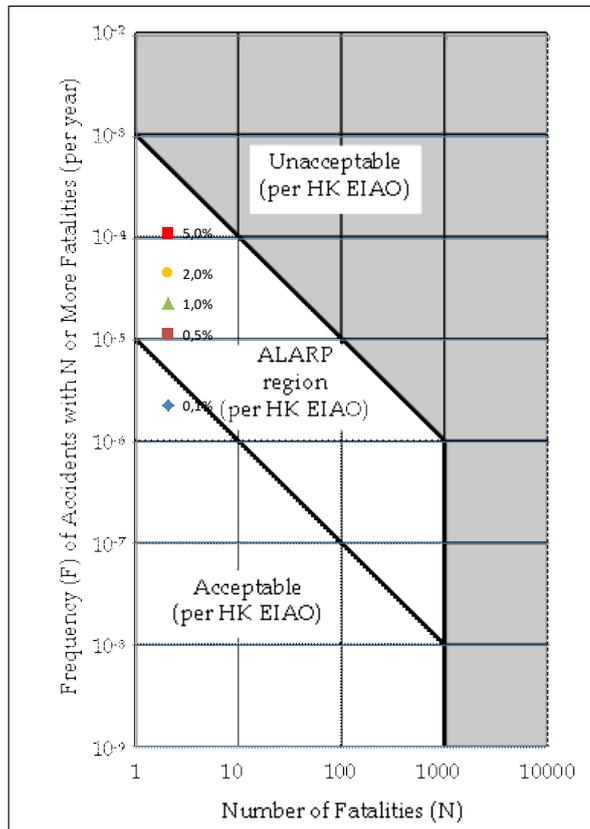


Grafico del Geotechnical Engineering Office (GEO) di Hong Kong adottato dalla Norma UNI 11211:2021, Opere di difesa dalla caduta massi, Parte 2: valore del rischio effettivo individuale attuale per l'addetto sul mezzo meccanico (condizione due addetti)

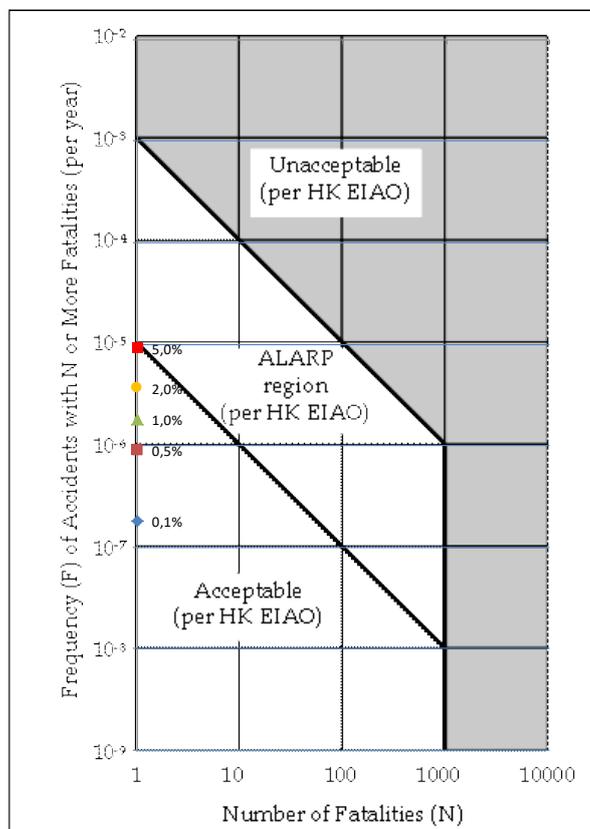
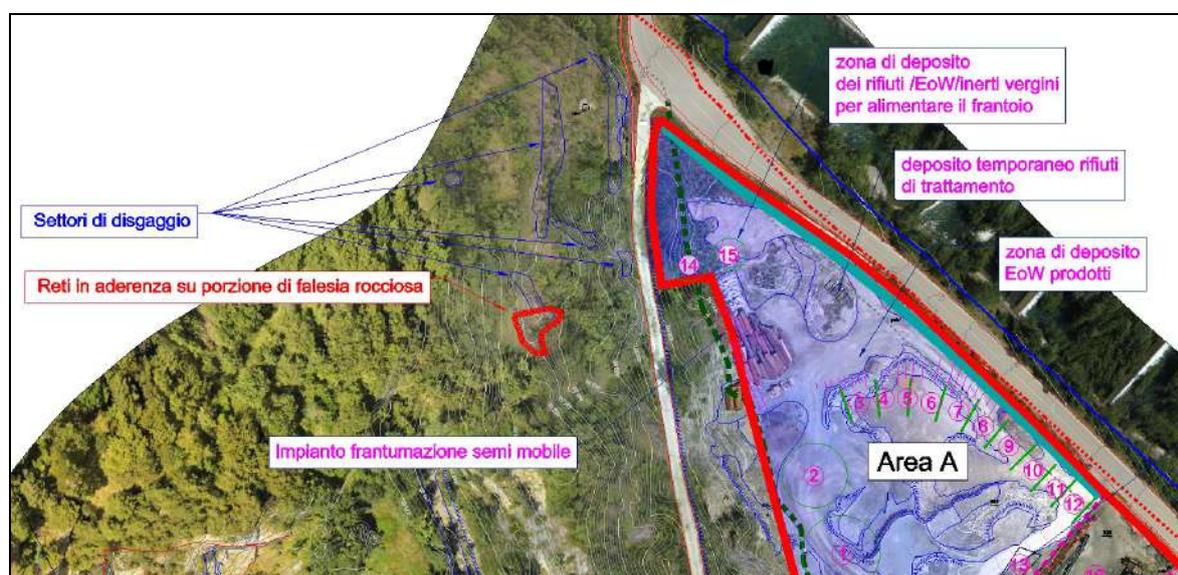


Grafico del Geotechnical Engineering Office (GEO) di Hong Kong adottato dalla Norma UNI 11211:2021, Opere di difesa dalla caduta massi, Parte 2: valore del rischio effettivo individuale attuale per l'addetto a piedi

8.6.3 Opere di mitigazione da prevedere

Come indicato precedentemente, quando i valori di rischio effettivo rientrano nella fascia denominata ALARP (As Low As Reasonably Possibile) si devono prevedere delle opere di mitigazione sostenibili sia dal punto di vista gestionale che economico. La riduzione dei livelli di rischio, quando non conseguibile esclusivamente con interventi strutturali perché economicamente insostenibili, può essere raggiunta anche solamente con il concorso di misure tecniche, organizzative e procedurali.

Nel caso in esame, si ritiene di poter ridurre il rischio attraverso il placcaggio con rete armata della porzione di falesia che maggiormente incide sul settore più critico, rappresentato dall'areale dove verrà posizionato il vaglio. Si ritiene inoltre indispensabile eseguire delle attività di disgiungimento sulle altre falesie non oggetto di placcaggio e poste a ridosso del settore: come evidenziato nella relazione precedente, tali falesie sono quelle che maggiormente incidono sulla pericolosità dell'areale. Per le falesie poste nella parte alta del versante non si ritiene possibile effettuare opere in quanto difficilmente raggiungibili e distali dal centro di recupero.



Planimetria delle opere di protezione

In considerazione di quanto descritto precedentemente, dovranno essere eseguite delle puntuali e periodiche attività di disgiungimento: di seguito si riporta lo schema relativo a tali attività.

FASE LAVORATIVA	MISURE PREVENTIVE	INTERVENTI
<i>Fase preventiva</i>	Prima dell'inizio dell'attività verifica delle falesie a ridosso del centro e analisi dettagliata delle stesse	Disgiungimento dei massi instabili od altri interventi atti ad eliminare i fattori di rischio (eventuali chiodature, etc). Durante queste operazioni dovranno essere sospese le attività alla base della parete e non vi devono essere maestranze e mezzi lungo il pendio.
<i>Fase operativa</i>	Sospensione dei lavori in occasioni di forti e prolungate precipitazioni.	Sistemazione o disgiungimento dei massi instabili. Durante queste operazioni dovranno essere sospese le attività alla base della parete e non vi devono essere maestranze e mezzi lungo il pendio.
<i>Ripresa attività primaverile</i>	Prima della ripresa delle lavorazioni dopo la pausa invernale, verifica delle falesie a ridosso del centro.	In caso di rischio disgiungere i massi instabili od effettuare altri interventi atti ad eliminare i fattori di rischio. Durante queste operazioni

FASE LAVORATIVA	MISURE PREVENTIVE	INTERVENTI
		dovranno essere sospese le attività alla base della parete e non vi devono essere maestranze e mezzi lungo il pendio.
<i>Manutenzione ordinaria</i>	Controllo dei pendii a monte delle lavorazioni a seguito di temporali e/o abbondanti precipitazioni piovose.	In caso di rischio disgiungere i massi instabili od effettuare altri interventi atti ad eliminare i fattori di rischio. Durante queste operazioni dovranno essere sospese le attività alla base della parete e non vi devono essere maestranze e mezzi lungo il pendio.

Le attività di disgiungimento previste sono sicuramente in grado di diminuire la frequenza dell'evento. Si è pertanto ricalcolato il rischio effettivo riducendo a 1 gli eventi nel periodo di osservazione considerato (20 anni): si tratta comunque di un valore sicuramente cautelativo perché teoricamente il disgiungimento, così come previsto, è in grado di scongiurare i crolli, soprattutto dei volumi più importanti. Di seguito si riportano le analisi di rischio che tengono conto di tale attività.

FREQUENZA EVENTO			
formulazione di De Biagi et al. (2017) e De Biagi (2017)			
periodo di osservazione	t	20	anni
numero significativo di eventi nel periodo di osservazione	n*	1	eventi
durata corretta del periodo di osservazione	t*	30	anni
frequenza media di accadimento		30	anni
frequenza annua di accadimento	N_r	3,33E-02	eventi/anno

Addetto sul mezzo meccanico			
Valutazione rischio effettivo - riferito al valore derivato dalla Reach probability pari a			0,10%
Rischio effettivo	R_{eff}		
Probabilità di accadimento dell'evento che genera il pericolo	P	eventi crollo/anno	3,33E-05
Vulnerabilità dell'individuo o del bene esposto	V		6,00E-01
Esposizione al pericolo	E		7,00E-01
<i>Effettivo tempo di esposizione al pericolo</i>			
<i>ore lavorative effettive all'anno</i>	600		
<i>ore lavorative effettive all'anno (h/8760)</i>	6,85E-02		
Effettiva esposizione al pericolo	E_{eff}		4,79E-02
R_{eff} (rischio effettivo) = $P * V * E_{eff}$			9,59E-07

	0,10%	0,50%	1,00%	2,00%	5,00%
	3,33E-05	1,67E-04	3,33E-04	6,67E-04	1,67E-03
	6,00E-01	6,00E-01	6,00E-01	6,00E-01	6,00E-01
	7,00E-01	7,00E-01	7,00E-01	7,00E-01	7,00E-01
	4,79E-02	4,79E-02	4,79E-02	4,79E-02	4,79E-02
	9,59E-07	4,79E-06	9,59E-06	1,92E-05	4,79E-05

Addetto a piedi			
Valutazione rischio effettivo - riferito al valore derivato dalla Reach probability pari a			0,10%
Rischio effettivo	R_{eff}		
Probabilità di accadimento dell'evento che genera il pericolo	P	<i>eventi crollo/anno</i>	3,33E-05
Vulnerabilità dell'individuo o del bene esposto	V		1,00E+00
Esposizione al pericolo	E		1,00E+00
<i>Effettivo tempo di esposizione al pericolo</i>			
<i>ore lavorative effettive all'anno</i>		20	
	<i>ore lavorative effettive all'anno (h/8760)</i>	<i>2,28E-03</i>	
Effettiva esposizione al pericolo	E_{eff}		2,28E-03
R_{eff} (rischio effettivo) = P*V*E_{eff}			7,61E-08

	0,10%	0,50%	1,00%	2,00%	5,00%
	3,33E-05	1,67E-04	3,33E-04	6,67E-04	1,67E-03
	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00	1,00E+00
	2,28E-03	2,28E-03	2,28E-03	2,28E-03	2,28E-03
	7,61E-08	3,81E-07	7,61E-07	1,52E-06	3,81E-06

Di seguito vengono riportati i grafici del Geotechnical Engineering Office (GEO) di Hong Kong successivi al disaggio.

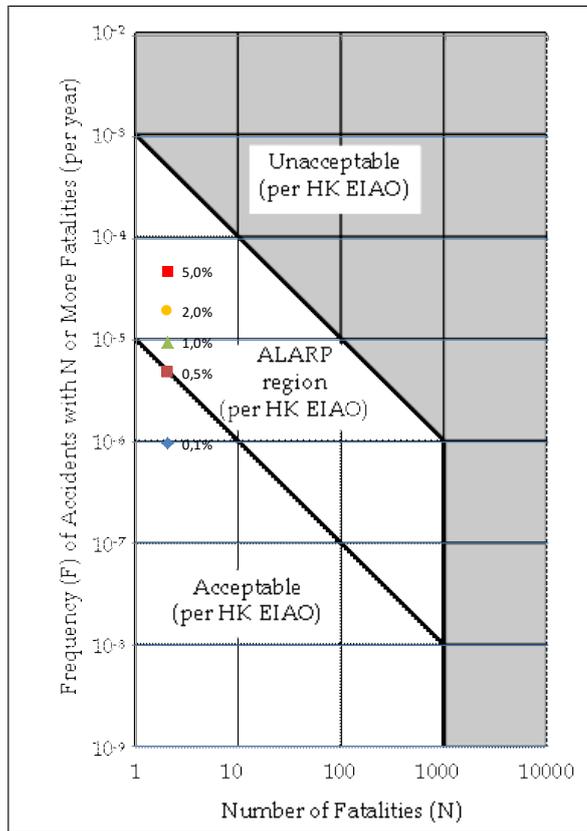


Grafico del Geotechnical Engineering Office (GEO) di Hong Kong adottato dalla Norma UNI 11211:2021, Opere di difesa dalla caduta massi, Parte 2: valore del rischio effettivo individuale mitigato rispetto alle opere di disaggio per l'addetto sul mezzo meccanico (condizione due addetti)

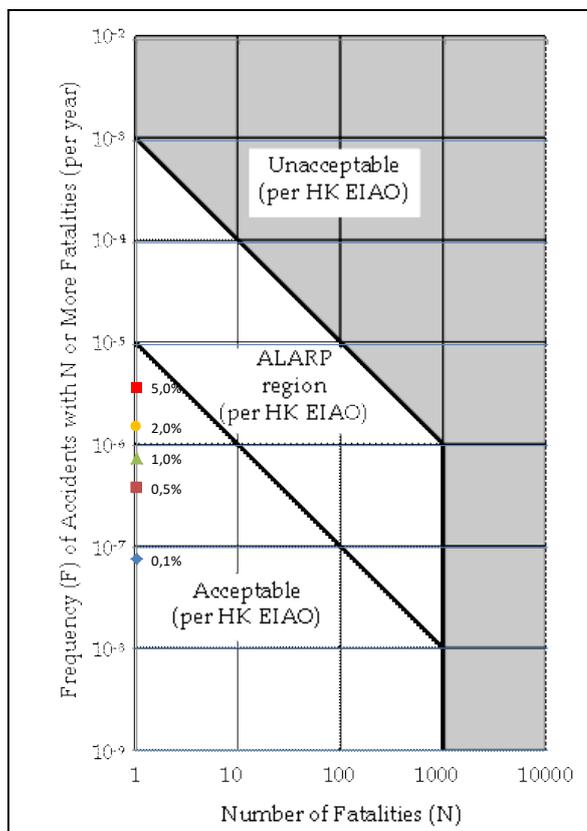


Grafico del Geotechnical Engineering Office (GEO) di Hong Kong adottato dalla Norma UNI 11211:2021, Opere di difesa dalla caduta massi, Parte 2: valore del rischio effettivo individuale mitigato rispetto alle opere di disaggio per l'addetto a piedi

Per diminuire ancora il rischio effettivo, si è ritenuto di ridurre il periodo di compresenza degli addetti sui mezzi: se nei settori raggiunti dai blocchi è presente un solo addetto si ha una ulteriore diminuzione del rischio: in tal caso si ottiene un livello accettabile anche nel settore del 1.0%.

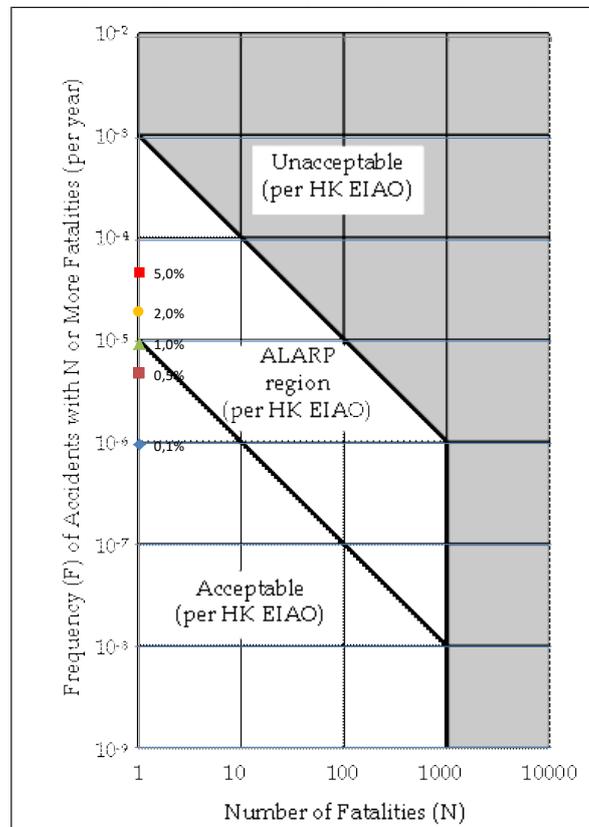
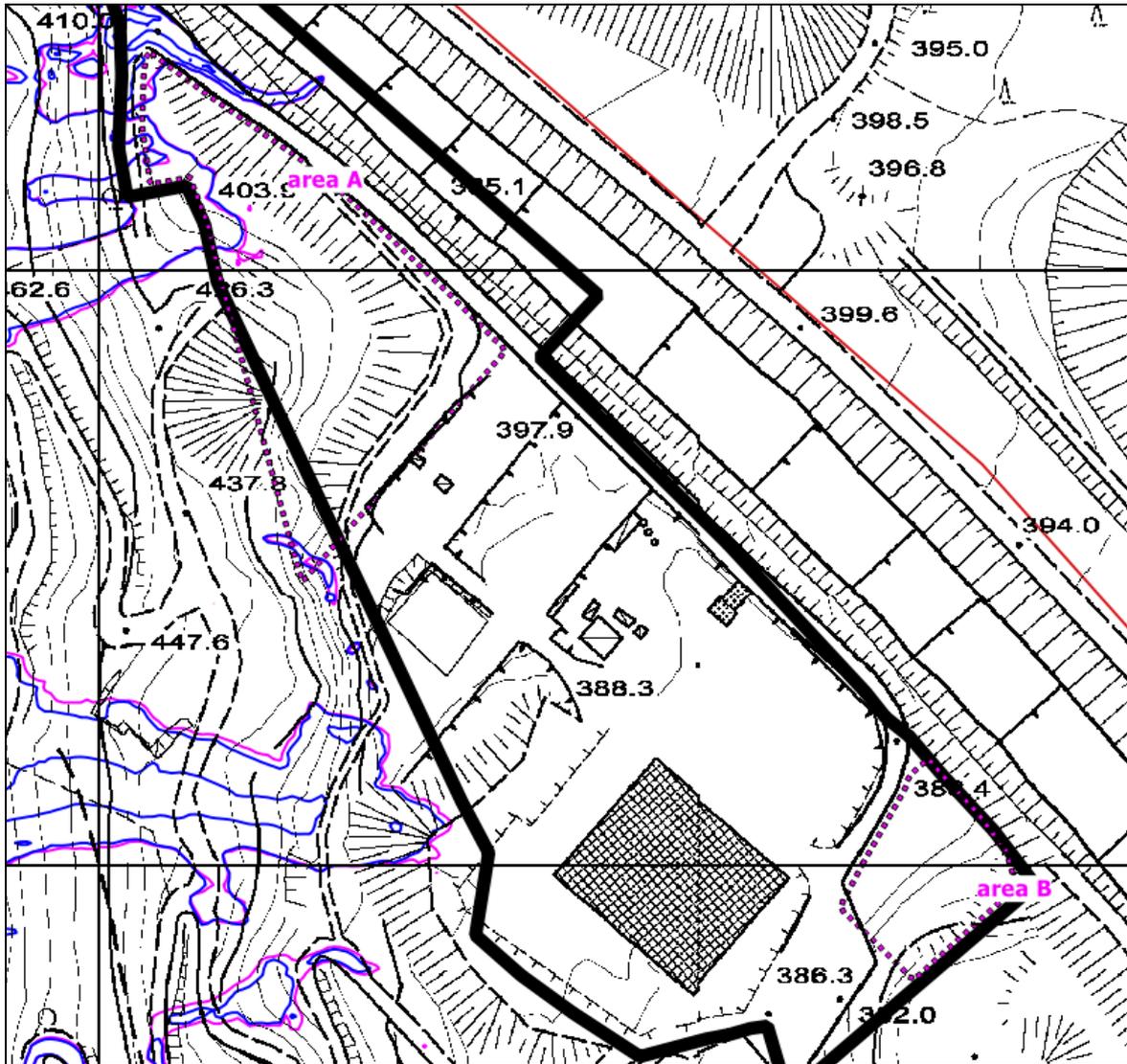


Grafico del Geotechnical Engineering Office (GEO) di Hong Kong adottato dalla Norma UNI 11211:2021, Opere di difesa dalla caduta massi, Parte 2: valore del rischio effettivo individuale mitigato rispetto alle opere di disaggio per l'addetto sul mezzo meccanico (condizione di un unico addetto)

In base alle analisi eseguite e sulla scorta delle misure previste (placcaggio e disaggio delle falesie poste a ridosso del centro) si può affermare che il rischio è ritenuto sempre accettabile: i valori riferiti a tutte le attività sono sempre inferiori al livello del 10^{-4} valore massimo di riferimento per i lavoratori.

Tenuto conto dell'esito delle simulazioni ed alla luce del rischio individuato, si deve prevedere di intervenire con la realizzazione del placcaggio con reti armate sulla porzione rocciosa molto fratturata individuata nella planimetria sopra riportata: si tratta della falesia posta in direzione dello stallo previsto per l'impianto costituito dal vaglio/frantoio della ditta. Oltre a ciò, lungo il ciglio del primo tratto della strada di accesso alla parte alta dell'impianto dovranno essere posizionati dei new jersey. Su tutto l'areale posto a ridosso dovranno essere infine effettuati gli interventi di disaggio così come previsto dallo schema sopra riportato.

Di seguito si riportano le planimetrie della reach probability, ottenuta tenendo conto in particolare della realizzazione del placcaggio con rete armata, con evidenziato il limite del valore del 1% per le volumetrie di 0,5 e 1 mc.



Raster reach probability post-operam: dettaglio dell'area A, con evidenziato, per facilità di lettura, il limite del valore pari a 1%: sono indicati i limiti relativi alla simulazione con blocco da 0,5 mc e 1 mc, rispettivamente in blu ed in magenta

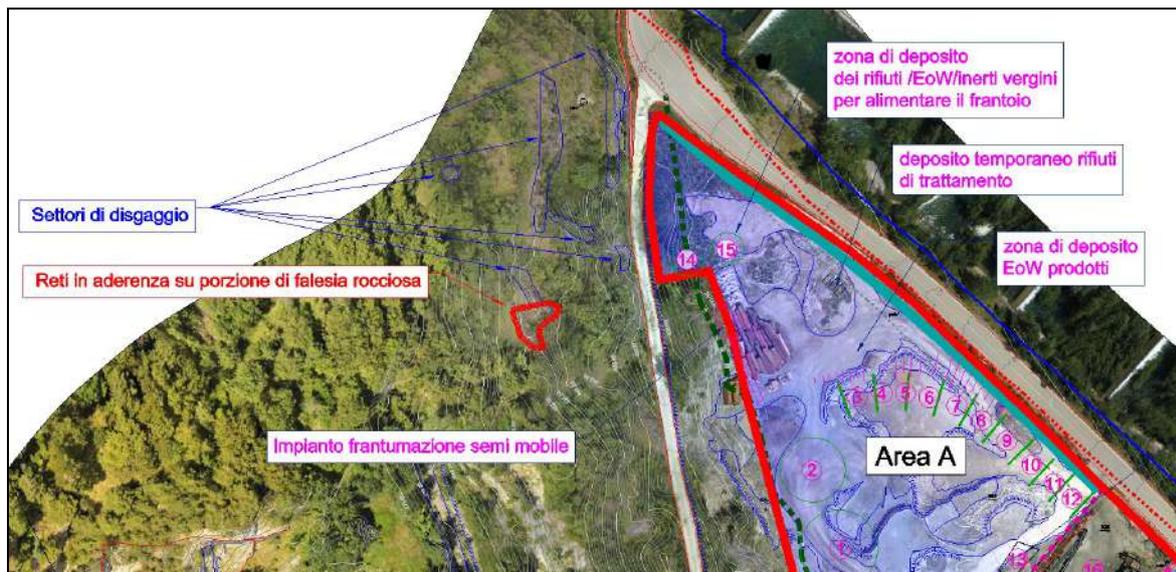
Si raccomanda che le analisi di rischio vengano incluse nel piano di sicurezza dell'impianto e che siano integrate con le misure previste dal piano di protezione civile comunale.

9. OPERE DI PROTEZIONE DA REALIZZARE

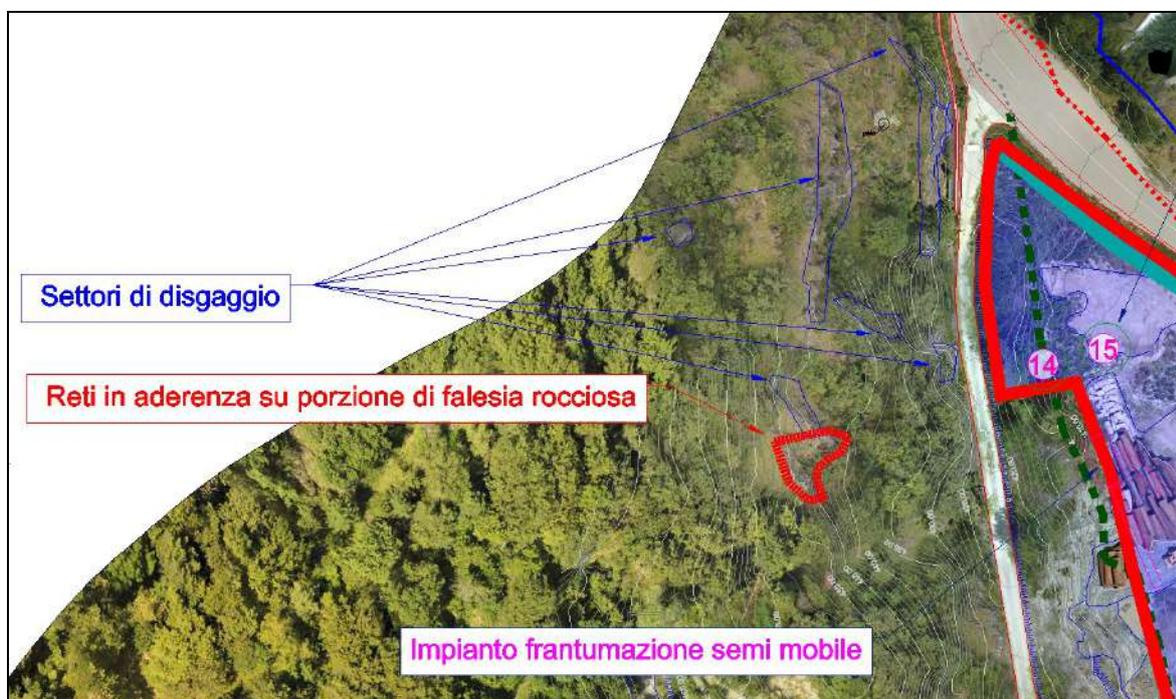
Per quanto riguarda le opere di protezione rispetto alla caduta massi previste in progetto si è ritenuto di realizzare il placcaggio di una porzione di falesia in quanto posta a monte dell'impianto di frantumazione semimobile.

Alla luce delle analisi eseguite si sono progettate le seguenti modalità di messa in sicurezza:

- disgaggio preventivo e placcaggio della porzione di falesia rocciosa presente a monte dell'impianto di frantumazione semimobile;
- disgaggio su settori rocciosi presenti a monte dell'impianto di frantumazione semimobile.



Planimetria delle opere di protezione



Planimetria delle opere di protezione - dettaglio

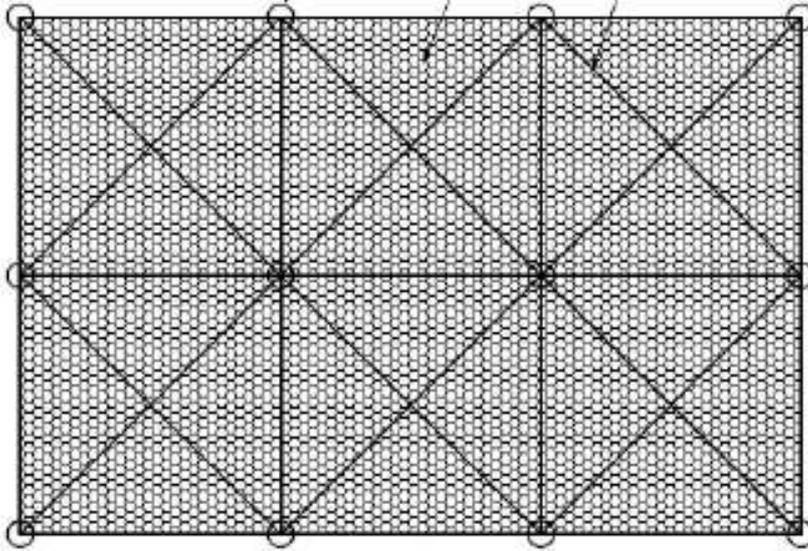
Il placcaggio della porzione di parete verrà eseguito attraverso la posa di reti armate. Le tavole seguenti mostrano le modalità di realizzazione del placcaggio.

PARTICOLARE RETI ARMATE

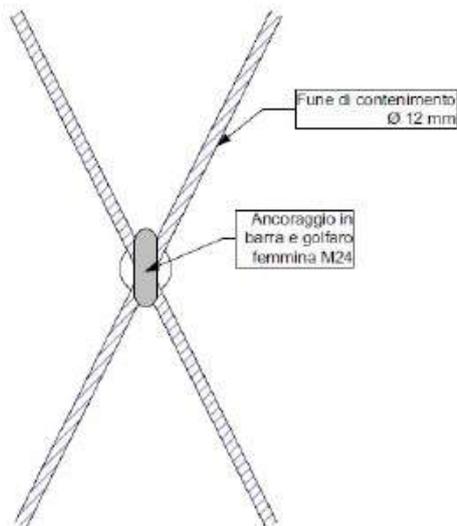
Ancoraggi con barre B450 C
L= 2.00 m
Maglia 4x4 m

Rete in acciaio zincato a
doppia torsione, maglia
8x10, fili Ø2.7 mm

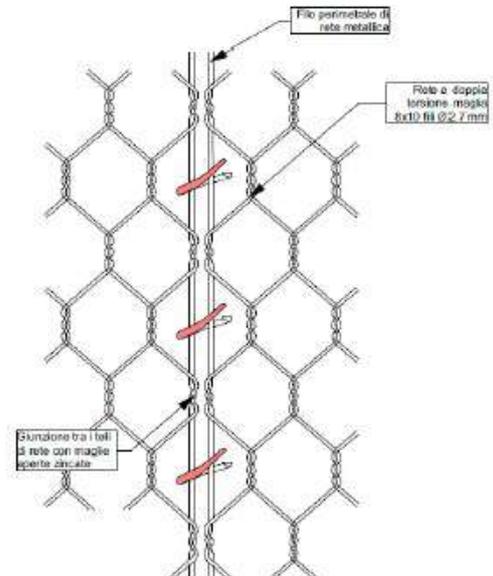
Funi AMZ Ø12 mm con
anima tessile, resistenza fili
1770 N/mm²

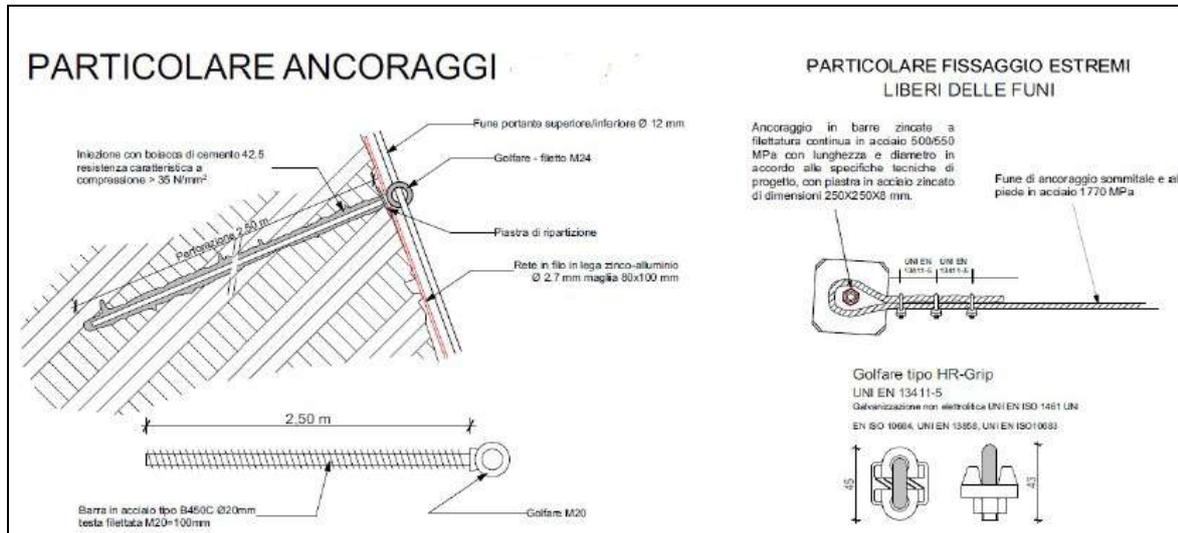


PARTICOLARE CONNESSIONI FUNI



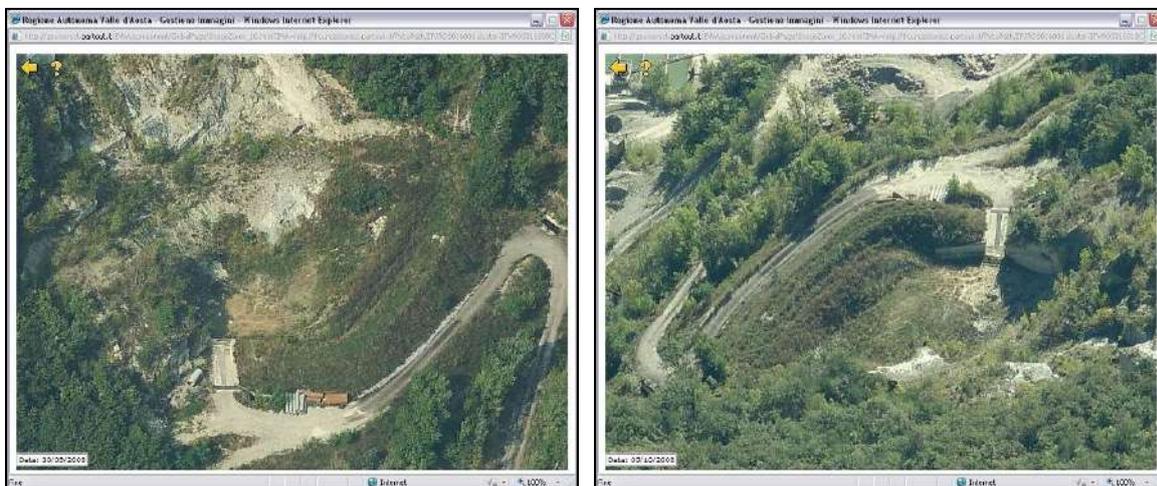
PARTICOLARE GIUNZIONI





Nello specifico si andranno a posare delle reti armate. La rete armata in aderenza con maglia 4x4 m è un classico intervento di stabilizzazione corticale. Un'armatura in fune viene fissata alla parete con maglia 4x4 m. il fissaggio avviene con barre di ancoraggio infisse nella parete, mentre la distribuzione dei carichi avviene a mezzo di piastre. Al di sotto dell'armatura in fune viene posta una rete a doppia torsione a maglia esagonale. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo eseguita dai progettisti.

Relativamente alla rete di scolo delle acque, a seguito dell'evento del 2000, l'amministrazione comunale ha realizzato un vallo in terra a valle della colata di Chantery. Contestualmente è stata eseguita la regimazione delle acque superficiali del settore con la creazione di una rete di collettori di intercettazione posti sulla pista di accesso e sul settore terminale del versante, raccordati ad uno scarico posto a Nord dell'area.



Vallo in terra a valle della colata del 2000



Scarico acque superficiali

Attualmente le opere si presentano in buono stato e su di esse viene effettuata regolarmente la manutenzione. Limitatamente alla rete di scolo delle acque si ritiene che non siano quindi necessarie altre nuove opere: si raccomanda di effettuare la regolare manutenzione di quelle esistenti.

10. 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

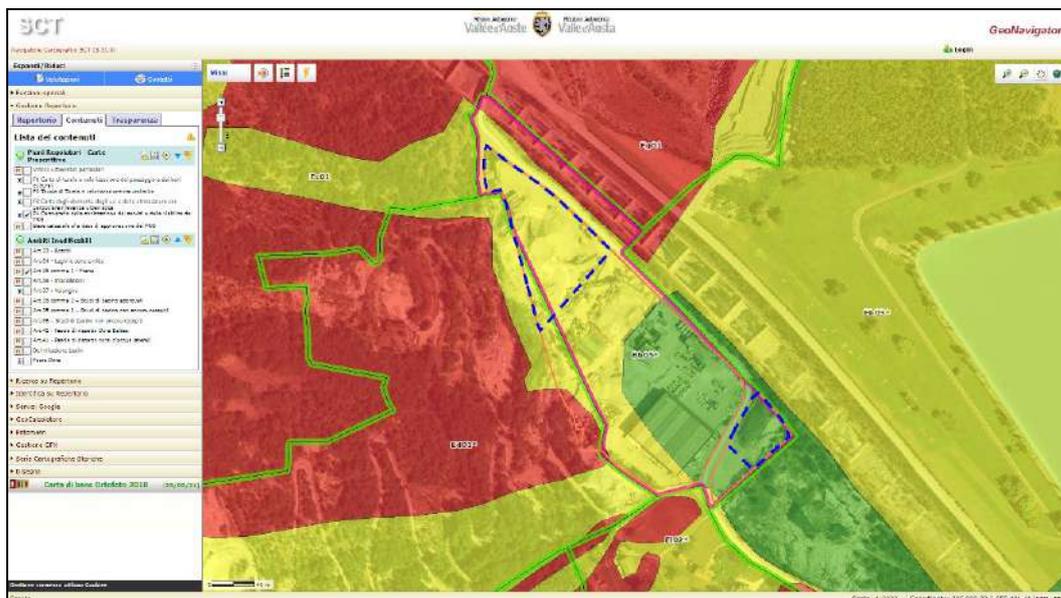
Come definito dalla Delibera della Giunta regionale 2939 del 10 ottobre 2008, si tratta di studi di carattere geologico, idrogeologico e idraulico volti ad individuare le eventuali conseguenze della realizzazione dell'intervento sullo stato di dissesto, a valutare dal punto di vista tecnico le conseguenze 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"

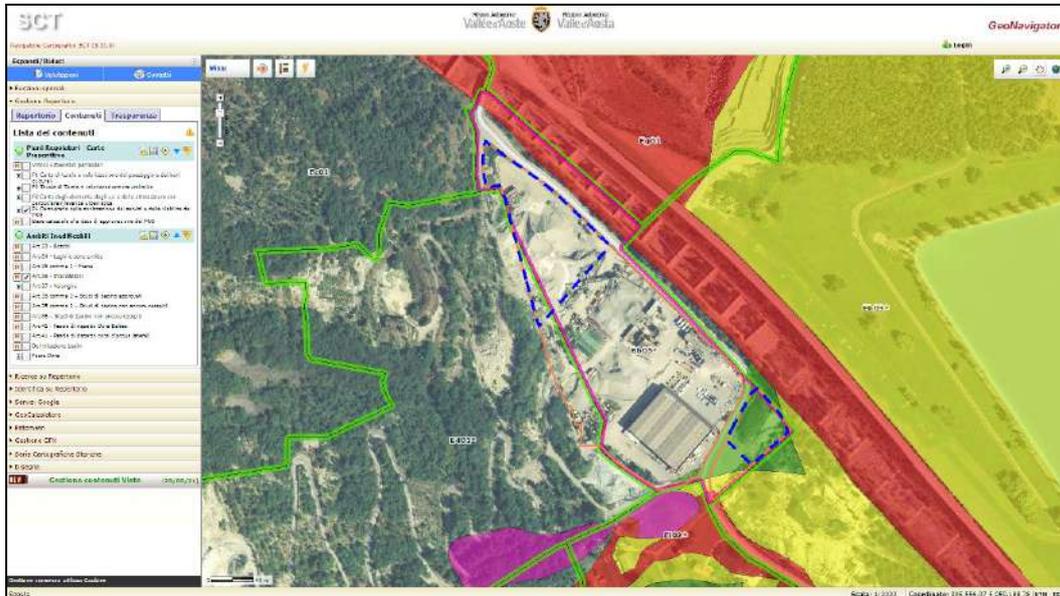
L'intervento in oggetto si configura come rinnovo e modifica sostanziale di impianto per la gestione dei rifiuti.

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

Gli areali ove saranno effettuate le attività dell'impianto rientrano nelle zone F1, F2 e F3 per frana ed in fascia C per inondazione.



Art. 35 – GeoNavigator – sito web RAVA: le linee in arancione indicano le aree di SERVIVAL, le linee tratteggiate in blu indicano le aree A e B relative al centro di recupero in oggetto



Art. 36 – GeoNavigator – sito web RAVA



Art. 41 – GeoNavigator – sito web RAVA

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

Di seguito si riportano gli schemi che hanno portato alla zonizzazione del settore occupato dal centro di recupero.

F1 PRESENTE		
Problematica	Presenza nell'area	Motivazione
1) frane di crollo coinvolgenti elevati volumi, estese superfici, e con marcato stato di attività	SI	<i>falesie a monte dell'impianto di recupero</i>
2) coni e falde detritiche decisamente attive e sovrastanti zone di alimentazione, ove non venisse effettuata una perimetrazione specifica ai sensi dell'art. 35, comma 2	NO	
3) aree di versante acclive fortemente imbibite interessanti elevati spessori di terreni di copertura con caratteristiche geotecniche scadenti	NO	
4) frane di scivolamento e colamento coinvolgenti spessori di terreno superiori a qualche metro o ad alta pericolosità	SI	<i>settori a monte della vecchia cava di marmo verde interessata dall'evento del 2000</i>
5) ghiacciai	NO	

F2 PRESENTE		
Problematica	Presenza nell'area	Motivazione
1) estesi settori con acclività > 50°;	SI	<i>porzioni di falesie rocciose</i>
2) modesti fenomeni di crollo sporadico ed isolato da pareti rocciose;	SI	<i>porzioni di falesie rocciose</i>
3) coni detritici, falde detritiche e coni misti sporadicamente attivi, ove non venisse effettuata una perimetrazione specifica ai sensi dell'art. 35, comma 2;	NO	
4) fenomeni crionivali (rock glaciers, ecc.);	NO	
5) porzioni di accumuli di frana e di paleofrana riconosciuti, corrispondenti ai settori più acclivi ed imbibiti o pericolosi;	NO	
6) frane di scivolamento e colamento di piccole dimensioni;	NO	
7) terreni di copertura privi di vegetazione, non ancora stabilizzati e quindi facilmente soggetti ad erosione (es. morene recenti);	NO	
8) settori di versante acclive fortemente imbibite, caratterizzati da spessori limitati di terreno con caratteristiche geotecniche scadenti.	NO	

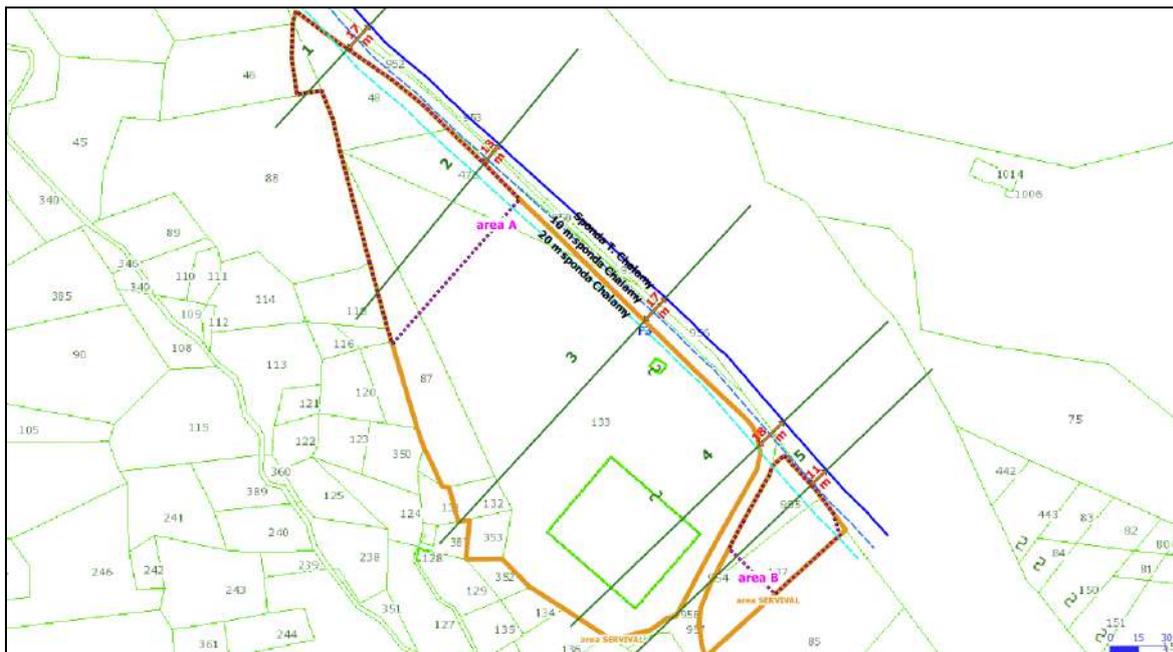
F3 PRESENTE		
Problematica	Presenza nell'area	Motivazione
1) terreni con acclività compresa tra 35° e 50° (29° e 50° nei settori con maggiori indizi di pericolosità);	SI	<i>porzioni di falesie rocciose</i>
2) porzioni di accumuli di frana o di paleofrana riconosciuti come privi di indizi di pericolosità;	NO	
3) aree di imbibizione pianeggianti o di piccola estensione e ridotto spessore, interessanti terreni con caratteristiche geotecniche scadenti.	NO	

FASCIA C PRESENTE		
Problematica	Presenza nell'area	Motivazione
<p> Criterio idraulico: non inferiore a 200 anni Criterio geomorfologico </p>	SI	<i>La fascia C è determinata dalla possibile fuoriuscita delle acque dal rivo del bacino compreso tra Succarbé (quota 1420 m s.l.m. circa) e Mure, che si sviluppa parallelamente a quello del torrente Planisse: l'area destinata al recupero di conglomerati bituminosi potrebbe essere interessata dalle dinamiche torrentizie legate ad apporti provenienti dal citato rivo in occasione di eventi eccezionali (Tr 200 anni)</i>

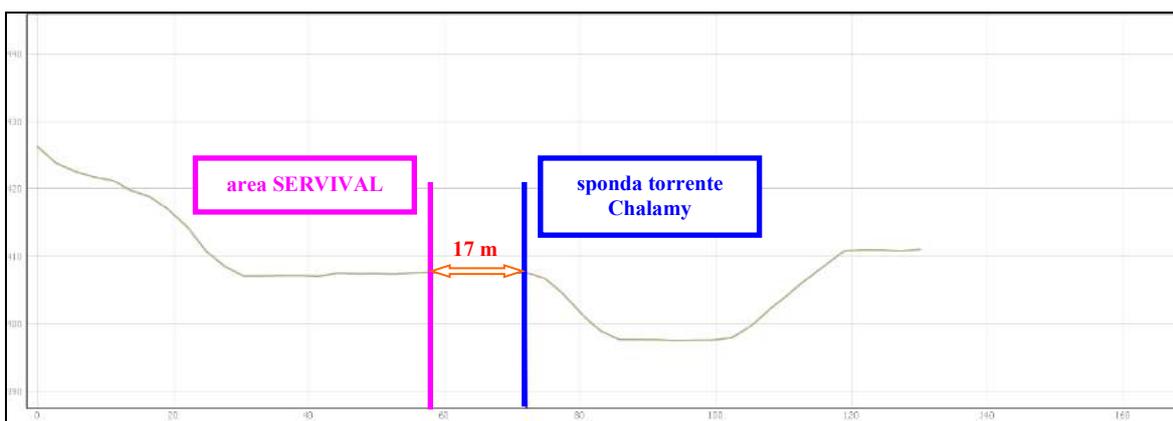
Nei capitoli precedenti sono stati riportati tutti gli studi sino ad ora disponibili. Tali studi convergono che la pericolosità per inondazione del torrente Chalamy nel settore dove è posto il centro di recupero sia praticamente nulla.

Relativamente alla colata detritica, gli studi tendono ad escludere che tale fenomeno possa interessare l'area in oggetto. Infatti vengono ipotizzate come principali direttrici la sinistra orografica (studi Occhipinti e Gregori) e la parte terminale del conoide in sinistra orografica (studio Mori).

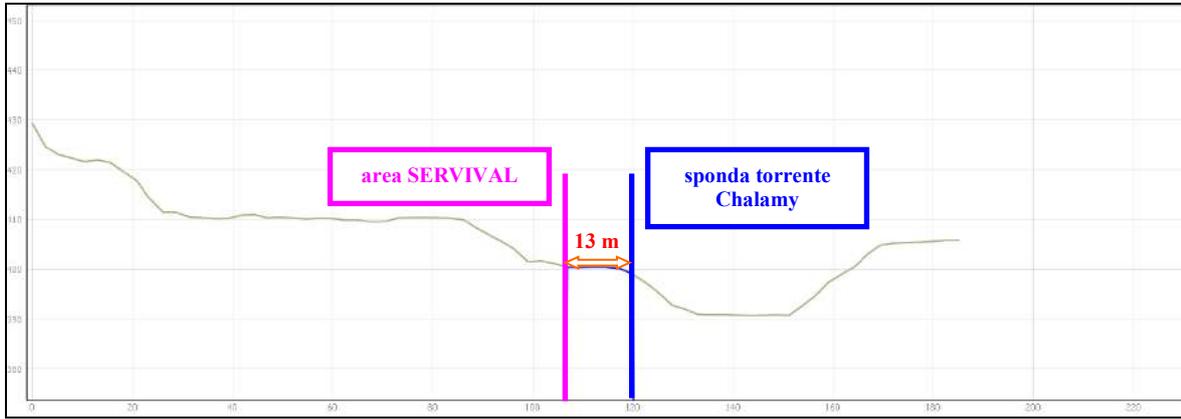
Nella planimetria sottostante sono indicate le distanze tra l'argine in destra orografica del torrente Chalamy ed il centro in corrispondenza di 5 sezioni eseguite sulle aree di interesse: il confine delle aree delle attività risulta essere sempre superiore ai 10 metri.



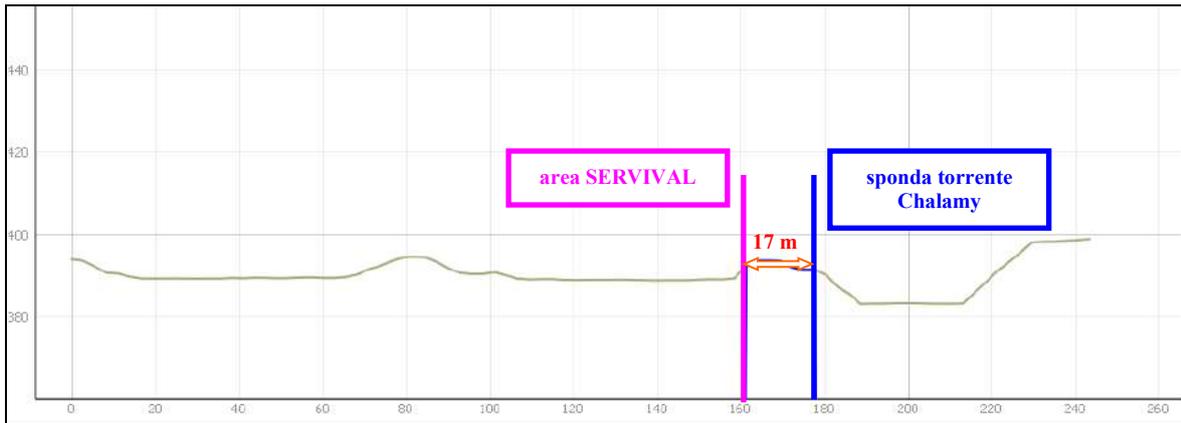
Planimetria delle distanze dalla sponda del torrente Chalamy



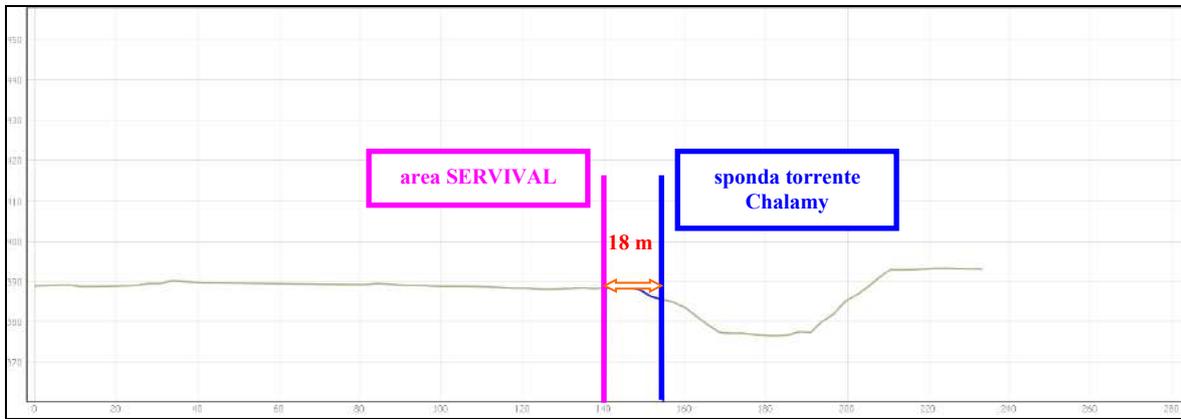
Sezione 1



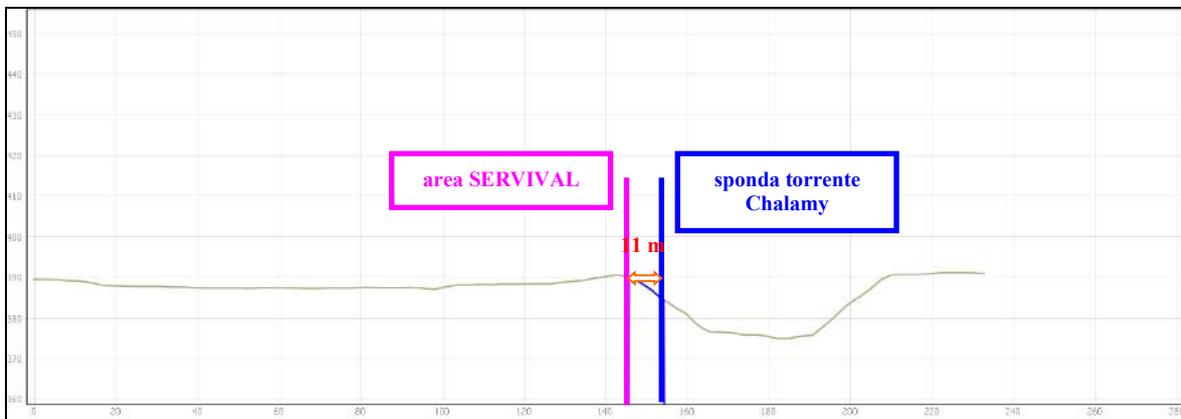
Sezione 2



Sezione 3



Sezione 4



Sezione 5

Relativamente al Piano di Tutela delle Acque, le attività per le quali si presenta richiesta di autorizzazione insistono su aree dove sono state autorizzate e sono in atto da più di 20 anni le lavorazioni in essere.

L'art. 42 del PTA indica:

Articolo 42. Misure di tutela delle sponde dei corpi idrici superficiali

1. *A tutela delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e dell'ecosistema fluviale, nell'ambito degli interventi ammissibili ai sensi delle normative vigenti in materia di fasce fluviali, laghi e zone umide, è da evitare la realizzazione di interventi opere e infrastrutture in una fascia di 20 metri dalle sponde dei corpi idrici superficiali classificati e non, fatta salva l'impossibilità della loro realizzazione in altro sito per ragioni tecniche e funzionali.*

2. *Nelle le aree di cui al comma 1 e compatibilmente con la disciplina d'uso delle fasce fluviali, dei laghi e delle zone umide, è ammessa in particolare la realizzazione degli interventi di protezione dalle piene, per il prelievo delle acque, di sentieri e di limitate strutture accessorie destinati all'escursione, di strutture destinate all'utilizzo ricreativo e sportivo dei corpi idrici stessi, previa verifica della compatibilità degli interventi con la salvaguardia delle caratteristiche morfologiche e naturalistiche dei corpi idrici,*

3. *A tutela delle caratteristiche qualitative delle acque superficiali e dell'ecosistema fluviale, non sono ammesse le trasformazioni o la destinazione dei luoghi a scopo agricolo (comprese le attività accessorie quali concimaie, depositi di attrezzi, impianti di irrigazione, spandimento di letame) fino ad una distanza di metri 15 dalla sponda naturale dei corpi idrici superficiali classificati come significativi o di particolare pregio, e di metri 10 dalla sponda naturale o artificiale per tutti gli altri corpi idrici.*

4. *Per le aree di cui al comma 3, già oggetto di trasformazione, saranno attivate specifiche misure per il loro recupero naturalistico.*

Come evidenziato dalle sezioni sopra riportate, il centro è posto sempre ad una distanza maggiore di 10 m dalla sponda del torrente Chalamy.

Relativamente ai 20 metri, il centro rientra in tale fascia per alcune aree: si segnala tuttavia che tale fascia è occupata dalla strada comunale. Per tali aree non possono quindi essere previste specifiche misure per il recupero naturalistico in quanto si dovrebbe delocalizzare la strada stessa. Si segnala infine l'attuale impossibilità dello spostamento del centro in altro sito per ragioni tecniche e funzionali.

Per quanto riguarda il Piano Comunale di Protezione Civile redatto in base alle "Linee guida per la pianificazione comunale di protezione civile", approvate dal C.R.P.C. in data 30/05/2006, si è fatto riferimento a quanto riportato sul sito istituzionale del Comune di Issogne.

Il piano prende in considerazione 5 possibili scenari ed in particolare il rischio idrogeologico:

➤ **Rischio Idrogeologico:**

- **Rischio da inondazioni naturali e artificiali (esondazione Dora Baltea, Piano Dighe, colate da torrenti)**
- **Rischio da frane**
- **Rischio da valanghe**
- **Rischio da effetti della dinamica glaciale**

Per quanto riguarda il rischio idrogeologico, dal momento che le situazioni ipotetiche sono molto varie tra loro e le aree individuate possono dare adito a incongruenze o a incomprensioni nell'applicazione del piano a secondo del tipo di evento, saranno indicati i punti di raccolta e di ricovero specifici di ogni frazione. Inoltre, verrà trascurato il rischio causato da valanghe e per la dinamica glaciale, in quanto sul territorio non esiste un rischio specifico per questo evento, non essendoci abitazioni o strutture di una qualche importanza nelle aree eventualmente soggette a tali fenomeni.

RISCHIO IDROGEOLOGICO

Gli scenari che nascono dal rischio di tipo idrogeologico sono di solito prevedibili, in quanto vi sono alcuni elementi precursori.

Per quanto riguarda la definizione della cartografia del rischio si utilizzeranno le carte degli ambiti inedificabili; nel calcolo delle aree soggette ad inondazione saranno considerate anche le carte di rischio per frana, in quanto spesso smottamenti di terra sono compresenti durante eventi di inondazione, a causa proprio di intense precipitazioni. Si tratta in ogni modo di una posizione cautelativa ma che rende più sicuro il compito del Sindaco nella gestione dell'emergenza.

Le aree soggette ad inondazione sono riportate nella cartografia allegata nella terza parte.

Le zone umide fanno riferimento a un lago quasi completamente prosciugato (Lac Couvert) e al pianoro di Aveuil, soggetto negli ultimi anni di lavori di bonifica per evacuare le acque dell'area paludosa.

Analogamente le aree eventualmente soggette a valanghe sorgono in zone di alta montagna dove non è prevista la presenza umana. Anche i rischi causati dalla dinamica glaciale non vengono considerati, per la mancanza di ghiacciai sul territorio comunale.

Nelle carte degli ambiti inedificabili sono stati considerati sicuri i luoghi definiti con colorazione verde o bianca (corrispondenti a bassa o nulla pericolosità).

Il presente studio dovrà essere aggiornato negli elenchi laddove dovessero mutare le condizioni della cartografia (possono cambiare colorazione alcune zone in seguito a lavori di protezione).

Nella Parte prima il Piano individua per ogni zona in punti sensibili per rischio inondazione e per rischio frane, nonché per rischio collasso diga.

Relativamente all'area in oggetto, essendo posta nelle vicinanze di quella definita "Abitato di Mure (1)", che presenta un rischio di "cautela Alto" per inondazione e frana, è di conseguenza soggetta allo stesso rischio. Il centro, rispetto a Mure, è tuttavia posto più a monte: mentre il settore del centro lambisce le aree relative all'art. 36, l'abitato di Mure è ricompreso nelle fasce A e B legate al torrente Planisse.

Nella parte seconda il Piano Comunale di Protezione Civile indica le azioni che devono essere intraprese durante le varie fasi dell'emergenza. Relativamente al rischio idrogeologico prevede che:

RISCHIO IDROGEOLOGICO

Membro Esperto COC: Geologo ROBERTO CERANA, Dott. Ing. PATRICK THUEGAZ

LIVELLO “0” – ORDINARIA ATTENZIONE

L'Ufficio Meteorologico Regionale emana giornalmente un bollettino, usualmente entro le ore 11.30, nel quale vengono riportati i principali dati registrati dalle stazioni meteorologiche. La lettura e l'archiviazione di tale documento rappresenta il minimo livello di attenzione per quanto riguarda il Rischio Idrogeologico.

✓ Il Sindaco controlla la reperibilità degli amministratori.
✓ Il Sindaco controlla la reperibilità dei membri dell'Unità di Crisi (Comitato Comunale di Protezione Civile).
✓ Normale attività di vigilanza sul territorio da parte dei dipendenti comunali.
✓ Normale monitoraggio di frane o smottamenti conosciuti inseriti nel piano di messa in sicurezza da parte dell'Ufficio Tecnico.
✓ Il Sindaco provvede a controlli ed aggiornamenti periodici del presente piano.

La reperibilità può essere valutata saltuariamente, indicativamente almeno una volta ogni 3 mesi.

LIVELLO “1” – VIGILANZA

L'Ufficio Meteorologico emana un bollettino in cui si prevedono possibili condizioni meteorologiche avverse. La stessa dicitura e una scritta lampeggiante con triangolo giallo di pericolo si trovano nella pagina principale del sito istituzionale della Regione Autonoma Valle d'Aosta.

Le azioni riferite a questo livello possono essere esercitate dalla struttura comunale di protezione civile e dagli uffici preposti.

✓ Il Sindaco controlla la reperibilità effettiva degli amministratori.
✓ Il Sindaco controlla la reperibilità dei membri dell'Unità di Crisi (Comitato Comunale di Protezione Civile).
✓ Il Sindaco controlla la reperibilità dei Responsabili delle Funzioni di Supporto e della Sala Operativa.
✓ Il Sindaco avvisa dello stato di vigilanza mediante contatto telefonico o diretto con il Capodistaccamento dei Vigili del Fuoco Volontari, con il Coordinatore del Gruppo ANA di Protezione Civile e con gli eventuali Responsabili di Zona.
✓ Il Sindaco verifica la concomitanza di altri eventi di rischio.

LIVELLO “2” – ALLERTAMENTO

Il perdurare di condizioni meteorologiche avverse oppure la previsione da parte dell'Ufficio Regionale di evoluzione delle precipitazioni fa scattare il secondo livello.

✓ Il Sindaco tiene in allerta il COC, oppure lo convoca (a discrezione) qualora necessiti di supporto decisionale e tecnico.
✓ Il Sindaco comunica con i Responsabili di Zona per avere indicazioni sul territorio.
✓ Il Sindaco consulta la cartografia dei dissesti e delle inondazioni.
✓ Monitoraggio delle zone sensibili da parte di squadre dei Vigili del Fuoco Volontari ed eventualmente da componenti del Gruppo ANA di Protezione Civile.
✓ Comunicazione al Comando dei Vigili del Fuoco di Aosta della fase di monitoraggio in atto.
✓ Comunicazioni con la Direzione Protezione Civile per dare ed avere informazioni sull'evoluzione del fenomeno.
✓ Il Sindaco (o il COC) verifica la reperibilità di mezzi per eventuale presidio di punti sensibili.
✓ Il Sindaco (o il COC) predisponde di eventuali turni per monitoraggio continuo, anche di notte.
✓ Eventuali microemergenze possono essere risolte esclusivamente con le forze locali, ma occorre dare immediata comunicazione alla Direzione Regionale Protezione Civile oppure alla Presidenza della Regione.
✓ Il Sindaco (o il COC) verifica la concomitanza di altri eventi di rischio.

Punti da monitorare per RISCHIO IDROGEOLOGICO:

- ✓ Abitato di Mure (1);
- ✓ Rio Sort de Favà (2);
- ✓ Frana cava Fleuran e rio Zerbio (3);
- ✓ Intero corso della Dora Baltea (in particolare ponte Fleuran, Favà, ponte Issogne, ponte Chalamy) (4);
- ✓ Frazione Le Barmet, briglie selettive (5);
- ✓ Loc. Bosset, Torrente Thieves (6);
- ✓ Frazione Pied-de-ville, ponti su torrente Revou (7);
- ✓ Loc. Castagneti, confluenza torrenti Revou e Thieves (8);
- ✓ Ponti lungo il corso del torrente Beauqueil (9).

LIVELLO “3” – PRE-ALLARME

L'evento previsto è in atto.

✓ Il Sindaco convoca il COC.
✓ I Responsabili delle Funzioni di Supporto prendono possesso dei loro incarichi operativi.
✓ Il COC comunica alla Direzione Protezione Civile il proprio insediamento e si rende disponibile.
✓ Vengono tenuti in preallarme i Vigili del Fuoco Volontari, i membri del Gruppo ANA di PC, i Volontari del Registro Comunale, non già impegnati nel monitoraggio.
✓ Il COC comunica con il Comando dei Vigili del Fuoco di Aosta tramite un caposquadra operativo per descrivere la situazione.
✓ Il COC comunica con la Direzione Protezione Civile per dare ed avere informazioni sull'evoluzione del fenomeno.
✓ Se le condizioni sono destinate a peggiorare il COC convoca tutti i volontari disponibili per pianificare i turni di presenza.
✓ I Responsabili di Zona convocano le squadre di soccorso.
✓ Il COC consulta la cartografia dei dissesti e delle inondazioni.
✓ Il COC aggiorna sulla cartografia l'evoluzione dell'evento (nuove frane, zone con rischio esondazione, ...).
✓ Continua il monitoraggio, con turni, se necessario, anche notturni.
✓ A seconda delle condizioni del territorio e delle previsioni future, l'Unità di Crisi può ordinare alla Sala Operativa di predisporre mezzi meccanici pronti a intervenire.
✓ Il COC può prendere contatti con i paesi limitrofi per conoscere la situazione e per prevedere eventualmente che gruppi extracomunali possano essere disponibili.
✓ Emanazione delle Ordinanze del Sindaco secondo i fac-simile allegati.
✓ Il COC verifica la concomitanza di altri eventi di rischio.
✓ Il Sindaco può prevedere l'evacuazione preventiva di frazioni particolarmente a rischio, in particolare quelle per le quali non esiste una via di fuga. L'elenco delle priorità è riportato al punto successivo (“Livello 4”).

LIVELLO “4” – ALLARME

Si tratta di un evento straordinario che nella maggior parte dei casi non può essere risolto con le sole forze comunali. L'organizzazione dei soccorsi è a carico della Presidenza della Regione nelle sue qualità Prefettizie; il COC farà riferimento al CCS, se l'evento ha interessato l'intero territorio regionale.

La gestione degli uffici comunali segue le normali procedure per quanto riguarda l'archiviazione e il protocollo in entrata e uscita, la contabilità delle spese in emergenza e la gestione degli atti.

✓ Il COC è convocato stabilmente e crea dei turni se si prevede il perdurare delle condizioni di emergenza.
✓ Il COC si mette a disposizione del CCS per il coordinamento dei soccorsi.
✓ Monitoraggio continuo delle zone sensibili da parte di squadre dei Vigili del Fuoco Volontari e da componenti del Gruppo ANA di Protezione Civile.
✓ I Vigili del Fuoco Volontari o Professionisti sono destinati ai soccorsi tecnici urgenti.
✓ Il COC, tramite un caposquadra, comunica con il Comando dei Vigili del Fuoco di Aosta gli aggiornamenti della situazione.
✓ Il COC comunica con la Direzione Protezione Civile per dare ed avere informazioni sull'evoluzione del fenomeno.
✓ Nel caso in cui si sia riunito il COM il Sindaco invia un proprio rappresentante, tra coloro che non fanno parte del COC, e mantiene i contatti per chiedere eventualmente disponibilità di uomini e mezzi.
✓ Il COC valuta la creazione del C.SMI. in una delle due zone individuate (sede Vigili del Fuoco Volontari e Piazzale Scuole elementari).
✓ Gli automezzi sono stabilmente posizionati nei punti sensibili che necessitano di eventuali rinforzi.
✓ Ogni Responsabile di Funzione deve verificare che tutto funzioni al meglio.
✓ Il COC predispone turni di monitoraggio continuo, anche di notte.
✓ Il COC predispone turni per soccorsi tecnici, se possibile.
✓ Possibile chiusura al transito di strade particolarmente a rischio (Ordinanza del Sindaco). Il controllo del rispetto dell'ordinanza è demandato a personale dipendente comunale, o, in alternativa, a volontari del Registro Comunale.

✓ Possibile evacuazione di animali dalle stalle, con predisposizione a cura dei proprietari di turni di vigilanza (Ordinanza del Sindaco).
✓ Se necessario, Ordinanza di evacuazione di parte della popolazione, secondo le dislocazioni della tabella successiva.
✓ Il COC verifica l'effettivo allontanamento di tutti gli abitanti dalle aree evacuate. Il controllo è effettuato tramite personale del Registro Comunale dei Volontari.
✓ Eventuali carcasse di animali (bovini-ovini-caprini) dovranno seguire il normale iter sanitario per lo smaltimento. Se ciò non fosse possibile il COC provvederà all'interramento.
✓ Personale volontario e dipendente comunale si mette a disposizione delle persone sfollate.
✓ Il COC verifica la concomitanza di altri fattori di rischio e attiva le relative procedure di emergenza secondo le sezioni del presente piano.

EVACUAZIONE

Secondo le carte degli ambiti inedificabili per frane ed inondazioni, le frazioni che hanno priorità di intervento da valutare per una evacuazione sono le seguenti:

- ✓ Mure (rischio frane ed esondazioni rio Planisse);
- ✓ Favà (rischio frane e colate rio Sort);
- ✓ Fleuran (rischio frana e colata zona cava e rio Zerbio);
- ✓ Le Barmet (rischio frana ed esondazione)
- ✓ Fleuran (rischio esondazione zona prati strada intercomunale per Champdepraz);
- ✓ Sommet-de-Ville (cautela per rischio frana ed esondazione);
- ✓ Les Genot, parte alta (cautela per rischio frana ed esondazione);
- ✓ Loc. Nante (rischio frana ed esondazione rio Thieves);
- ✓ Loc. Castagneti (rischio frana ed esondazione)*;
- ✓ Fraz. La Ronchaille Dessus e Loc. Barma (rischio frana ed esondazione).

* attenzione nei momenti in cui l'area è utilizzata per manifestazioni (con livello 4 di allerta).

Le modalità di evacuazione sono le seguenti:

- ✓ Suono intermittente e ripetuto delle sirene presenti in alcune frazioni;
- ✓ Suono intermittente e ripetuto delle sirene sugli automezzi dei Vigili del Fuoco Volontari che percorrono le frazioni da evacuare;
- ✓ Casa per casa da appositi incaricati.

Frazioni	Area di Raccolta	Area di Ricovero
Mure, Favà	Ex Scuole Favà*, Piazzale Les Clapeyas.	Ex scuole Favà*, Scuole elementari
Fleuran	Piazzale Fleuran	Ex scuole Favà*, Scuole elementari
Les Clapeyas	Piazzale Les Clapeyas	Ex scuole Favà*, Scuole elementari
Follias	Piazzale scuole elementari, Piazzale castello, Piazzale municipio	Scuole elementari, Centro anziani
La Colombière	Piazzale scuole elementari, Piazzale castello, Piazzale polifunzionale	Scuole elementari, Centro polifunzionale
La Place	Piazzale scuole elementari, Piazzale castello, Piazzale municipio	Centro anziani, Scuole elementari
La Ronchaille Dessous	Piazzale scuole elementari	Scuole elementari
La Ronchaille Dessus	Piazzale scuole elementari	Scuole elementari
Le Barmet	Piazzale municipio	Centro anziani
Les Garines	Piazzale castello, Piazzale scuole elementari, Piazzale polifunzionale	Scuole elementari, Centro polifunzionale
Les Genot	Piazzale castello, Piazzale scuole elementari	Scuole elementari
Les Magaret	Piazzale castello, Piazzale scuole elementari	Scuole elementari
Les Mariette	Piazzale castello, Piazzale scuole elementari	Scuole elementari
Les Migot	Piazzale castello, Piazzale scuole elementari, Piazzale municipio	Scuole elementari, Centro anziani
Les Perruchon	Piazzale castello, Piazzale scuole elementari	Scuole elementari
Pied-de-Ville	Piazzale polifunzionale, Piazzale castello	Scuole elementari, Centro polifunzionale
Sommet-de-Ville	Piazzale scuole elementari	Scuole elementari

* valutare l'utilizzabilità per aree esondabili Dora Baltea e frana (colata) rio Sort.

Nel caso di precipitazioni le aree di raccolta coincidono con le aree di ricovero.

In deroga alla presente tabella, il COC può optare per un'unica area di raccolta e ricovero.

FINE EMERGENZA

Una volta terminata la fase di emergenza, il COC provvederà ancora a ricevere le richieste di ripristino della situazione. In concorso con i Vigili del Fuoco Volontari, il COC metterà a disposizione mediante noleggio o prestito a titolo gratuito i mezzi comunali o privati necessari.

Il Responsabile delle Funzioni di Supporto "Censimento dei danni" si occuperà di raccogliere le informative relative ai danneggiamenti subiti, e, nel caso sia previsto da parte del Presidente della Regione lo stato di "Calamità naturale" per il comune, consegnerà alla segreteria del Comune di Issogne l'elenco dei danni per l'eventuale trasmissione alla Direzione Protezione Civile per le erogazioni di contributi.

Le persone evacuate potranno fare ritorno alle proprie abitazioni previa autorizzazione del Sindaco, il quale avrà sentito il parere dell'Unità di Crisi e dell'autorità regionale eventualmente interpellata.

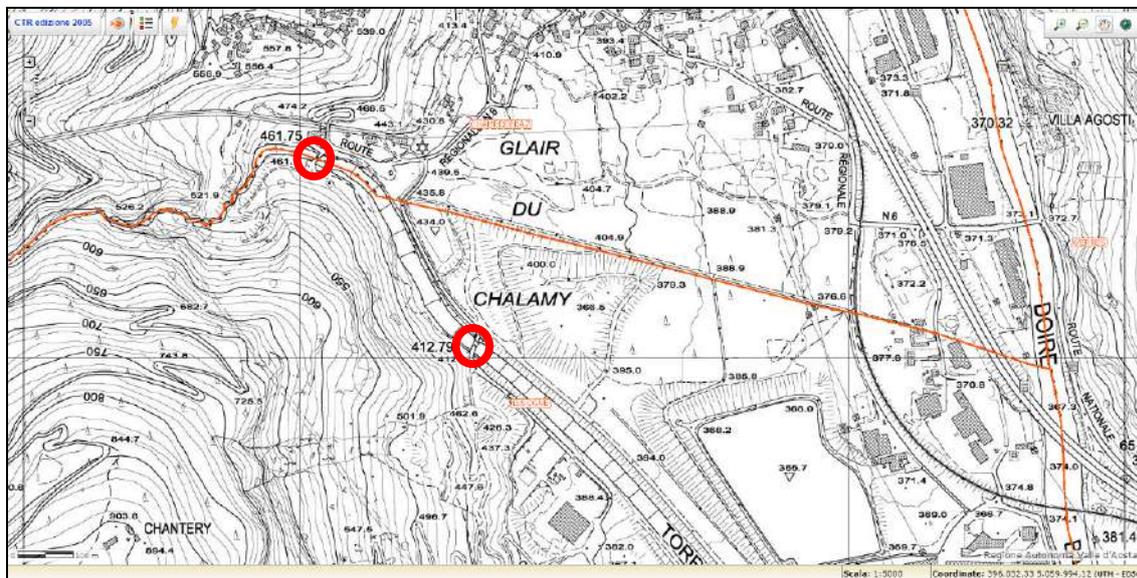
Se viene ritenuto necessario, è possibile continuare il monitoraggio anche per alcuni giorni successivi al termine della fase acuta di emergenza.

Come si evince dagli estratti, l'abitato di Mure viene preso in considerazione ed è ritenuto tra i primi a dover essere evacuato. Il settore dove sorge l'impianto non presenta la pericolosità dell'abitato di Mure in quanto posto a monte del torrente Planisse: si ritiene tuttavia che in virtù degli accessi e della viabilità condivisi il centro debba essere sgomberato immediatamente dopo il villaggio.

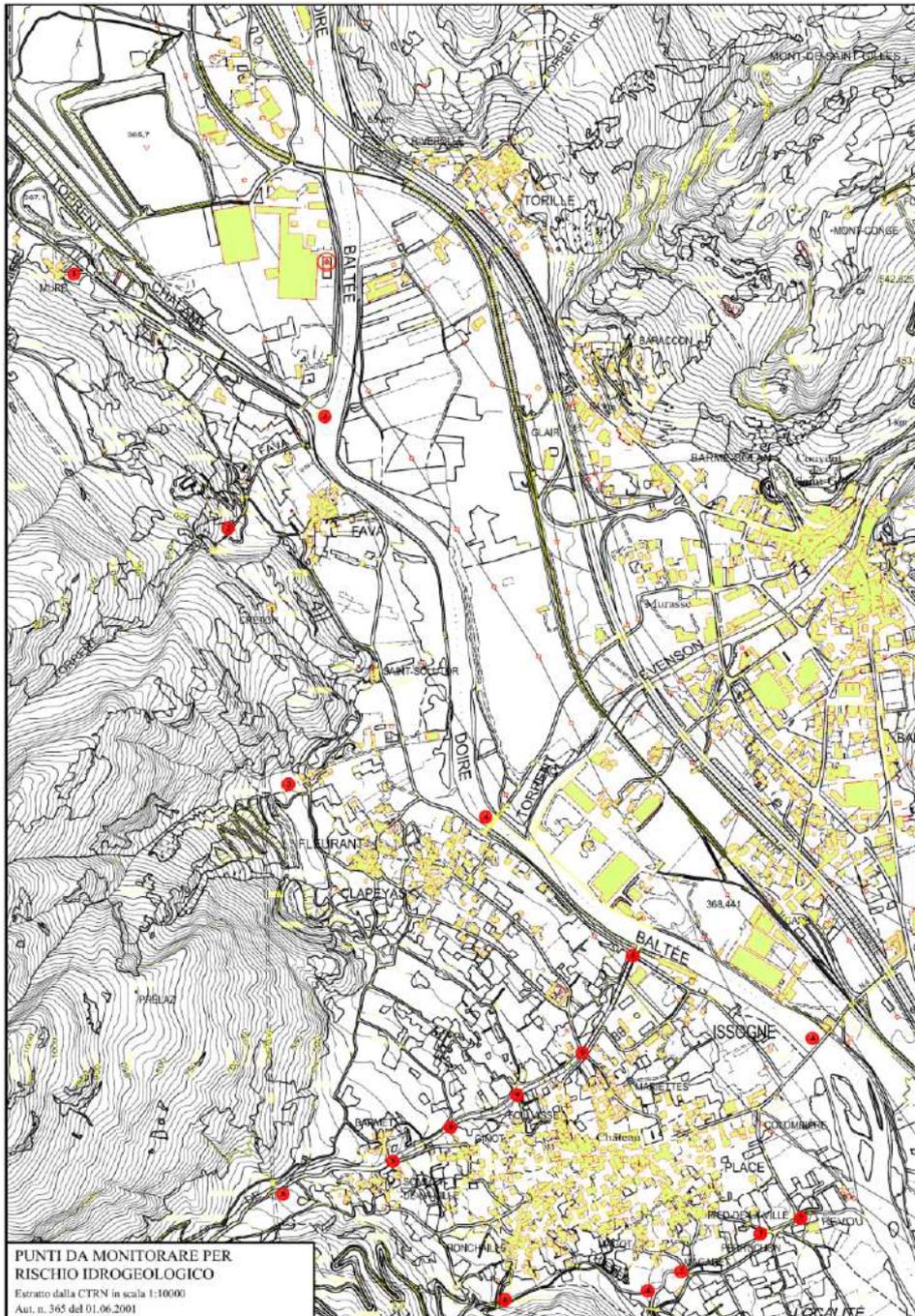
Di seguito si riportano i settori che devono essere monitorati in occasione dell'attivazione del rischio idrogeologico: come sopra riportato, anche tali punti possono essere considerati come strategici anche per l'area Bb05* in quanto tengono conto delle dinamiche del torrente Chalamy.

Oltre a questi punti, dovranno essere considerati anche i seguenti punti (livello 2 – allertamento):

- Ponte in apice di conoide
- Ponte di quota 410 m s.l.m.



Nuovi punti da monitorare per rischio idrogeologico



Relativamente al Piano Comunale di Protezione Civile del Comune di Champdepraz si segnala che questo non prende in considerazione l'area in esame essendo giustamente sul territorio del comune limitrofo.

Il settore non rientra nelle aree interessate dal Rischio di Incidenti Rilevanti - R.I.R., ai sensi della Direttiva "SEVESO 2" (art. 12) e il D. Lgs n° 334/99 (art. 14).



Premessa

Le disposizioni della Direttiva "SEVESO 2" (art. 12) e il D. Lgs n° 334/99 (art. 14) richiedono la predisposizione, da parte delle Amministrazioni Comunali, di apposita documentazione cartografica e normativa per le aree urbane interessate dal rischio di incidente rilevante (R.I.R.).

Nel territorio del Comune di Issogne è presente un'area a rischio di incidente rilevante, dovuto alla presenza della Soc. MONGAS s.r.l., azienda che si occupa di stoccaggio, imbottigliamento e movimentazione di GPL (gas di petroli liquefatti).

In data 26 Maggio 2008, il Comitato Regionale per la Protezione Civile ha approvato il "Piano provvisorio di emergenza esterna (PEE) MONGAS s.r.l.", predisposto d'intesa con il Comune di Issogne, sentiti tutti gli Enti e i Servizi interessati.

5. La pianificazione urbanistica messa in atto dalla Variante sostanziale

La pianificazione urbanistica della sottozona *Da01** - *Chalamy-Dora* ha dovuto tenere in considerazione la presenza dell'attività sopraccitata, potenzialmente in grado di provocare incidenti rilevanti e obbligando, in termini di legge, a redigere lo specifico Elaborato Tecnico denominato "R.I.R. - Rischio Incidenti Rilevanti", da allegare agli elaborati della Variante Sostanziale del PRGC.

Le scelte urbanistiche previste in Variante, in continuità con quelle precedenti, hanno confermato la destinazione della sottozona *Da01** - *Chalamy-Dora* ad area industriale, consentendo attività produttive di tipo industriale ed artigianale, ed escludendo residenze, scuole, luoghi di culto e centri commerciali che, favorendo maggiori assembramenti di persone, potrebbero aggravare il rischio attuale.

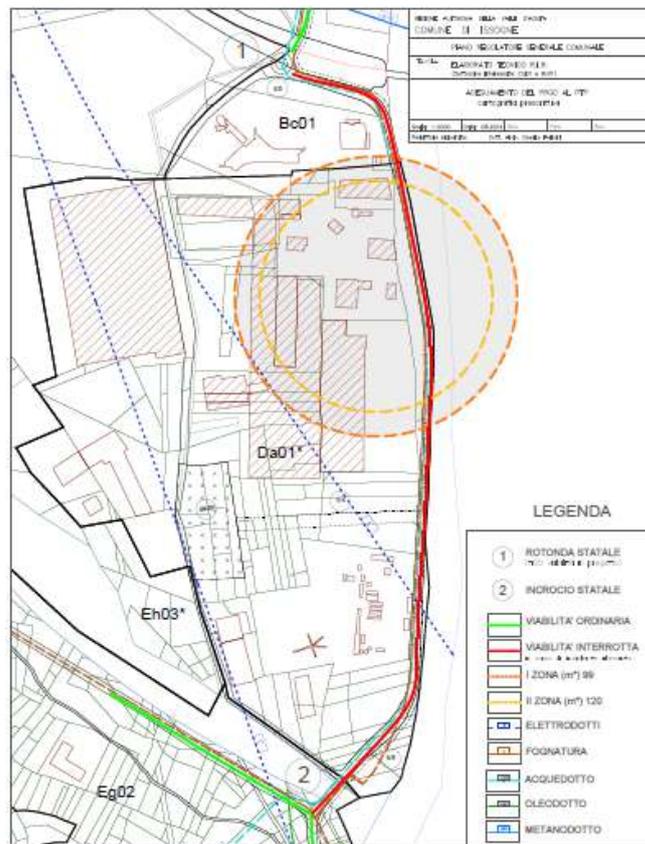
In considerazione della peculiarità della sottozona, il cui riordino urbanistico e infrastrutturale è in parte condizionato dalla presenza di un'attività a rischio rilevante, l'Amministrazione Comunale ha deciso di sottoporre tutta la sottozona in questione a PUD di iniziativa pubblica, ritenuto lo strumento più idoneo a favorire, e controllare, la ripresa delle attività produttive in quei luoghi.

L'incidente preso a riferimento dal gestore per la Pianificazione dell'Emergenza Esterna (PEE) è il n. 3 della tabella sprattante, che individua due fasce: la prima, compresa in un cerchio con centro posto nel "punto di travaso del GPL", situato all'interno dell'area MONGAS s.r.l., con raggio di 99 m (I zona - Zona di sicuro impatto); la seconda di 120 m (II zona - Zona di danno), come riportato nella seguente tabella:

IMPIANTO	SCENARIO INCIDENTALE	AREE DI PIANIFICAZIONE		
		I ZONA (m*)	II ZONA (m*)	III ZONA (m*)
Punto di travaso GPL	Rilascio di liquidi evento originato dalla fuoriuscita accidentale di GPL in fase liquida per stacco/voltura braccio di carico GPL e che può dare luogo alla formazione di una pozza evaporante con successiva nube infiammabile (FLASH-FIRE)	99	120	

* dal centro della pozza (area di travaso)

La prima fascia resta quasi tutta interamente all'area MONGAS s.r.l., mentre la seconda, più esterna, si estende ad Est fino a lambire la sponda sinistra orografica della Dora Baltea, interessando così, anche se molto marginalmente, il territorio del Comune di Verres, e comprendendo un tratto della strada intercomunale. Verso Nord detta fascia interessa una parte marginale della confinante sottozona *Bc1 - La Pyramide*, mentre ad Ovest e a Sud coinvolge una parte degli edifici interni all'area industriale stessa.



L'areale oggetto della presente relazione risulta esterno ai perimetri delle I ZONA (m*) 99 e della II ZONA (m*) 120.

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

Le attività dell'impianto previste in progetto risultano compatibili con il dissesto presente nell'areale, a condizione che si abbia la massima cura nella realizzazione degli interventi per portare il rischio stesso a livelli accettabili, riportati nei paragrafi successivi e di quanto previsto nel Piano Comunale di Protezione Civile del Comune, facendo riferimento all'area di Mure. Si deve pertanto prevedere il placcaggio della porzione della falesia rocciosa presente a monte dell'impianto di frantumazione semimobile ed effettuare i disgaggi previsti. La compatibilità dell'intervento viene inoltre garantita dalle misure previste nell'analisi di rischio specifica: questa dovrà essere parte integrante del Piano di sicurezza dell'impianto.

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

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

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

Alla luce delle risultanze della comparazione degli studi idraulici riportata nei capitoli precedenti, delle simulazioni di crollo effettuate con il software Rockyfor3D e per ridurre la pericolosità del fenomeno e la vulnerabilità del centro, si dovranno realizzare gli

interventi per portare il rischio stesso a livelli accettabili e seguire le seguenti misure di protezione e di riduzione della vulnerabilità:

- realizzare il placcaggio della falesia riportata in relazione;
- posizionare i new jersey lungo il tratto di strada di accesso alla parte alta del centro e a protezione dei singoli cumuli;
- eseguire i disgaggi indicati nello schema sotto riportato:

FASE LAVORATIVA	MISURE PREVENTIVE	INTERVENTI
<i>Fase preventiva</i>	Prima dell'inizio dell'attività verifica della falesia e analisi dettagliata della stessa	Disgaggio dei massi instabili od altri interventi atti ad eliminare i fattori di rischio (eventuali chiodature, etc). Durante queste operazioni dovranno essere sospese le attività alla base della parete e non vi devono essere maestranze e mezzi lungo il pendio.
<i>Fase operativa</i>	Sospensione dei lavori in occasioni di forti e prolungate precipitazioni.	Sistemazione o disgaggio dei massi instabili. Durante queste operazioni dovranno essere sospese le attività alla base della parete e non vi devono essere maestranze e mezzi lungo il pendio.
<i>Ripresa attività primaverile</i>	Prima della ripresa delle lavorazioni dopo la pausa invernale, verifica della parete di monte, soprattutto nei settori immediatamente a ridosso della falesia.	In caso di rischio disgaggiare i massi instabili od effettuare altri interventi atti ad eliminare i fattori di rischio. Durante queste operazioni dovranno essere sospese le attività alla base della parete e non vi devono essere maestranze e mezzi lungo il pendio.
<i>Manutenzione ordinaria</i>	Controllo dei pendii a monte delle lavorazioni a seguito di temporali e/o abbondanti precipitazioni piovose.	In caso di rischio disgaggiare i massi instabili od effettuare altri interventi atti ad eliminare i fattori di rischio. Durante queste operazioni dovranno essere sospese le attività alla base della parete e non vi devono essere maestranze e mezzi lungo il pendio.

- nell'area destinata al recupero dei conglomerati bituminosi mantenere i delimitatori fissi tipo "new jersey" per evitare che il materiale eventualmente presente sul piazzale possa essere dilavato dalle acque di esondazione;
- mantenere impermeabilizzato il settore dove verranno stoccati i conglomerati bituminosi;
- per il settore di versante effettuare la manutenzione delle opere di regimazione esistenti;
- per il settore pianeggiante curare attentamente lo smaltimento delle acque superficiali mediante il collegamento alla rete di scolo presente nel settore del capannone e degli uffici;
- anche se fortemente cautelativo, mettere in atto quanto previsto nello scenario relativo al rischio idrogeologico prendendo come esempio di procedura quella riferita all'abitato di Mure, ricompreso nel piano di protezione civile del Comune di Issogne;
- come esplicitato precedentemente, le azioni da attuare in caso di allertamento per rischio idraulico e le modalità di attuazione delle misure previste nel piano di protezione civile del comune di Issogne dovranno essere parte integrante del piano di sicurezza dell'azienda che gestirà il sito;
- il gestore del centro di recupero (ditta SERVIVAL Srl) dovrà verificare eventuali allerte di protezione civile (disponibili in modo automatico anche nella home page del sito istituzionale del Comune di Issogne – www.comune.ao.it);
- includere le analisi di rischio nel piano di sicurezza dell'impianto e integrarle con le misure previste dal piano di protezione civile comunale;

- aggiornare il DVR aziendale tenendo conto di quanto riportato nella presente relazione.

L'efficacia degli interventi di protezione e di mitigazione risulta notevole, mentre l'efficienza dipende dalla gestione 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.

11. CONFORMITÀ CON IL VINCOLO IDROGEOLOGICO

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

L'intervento si configura come rinnovo e modifica dell'autorizzazione per l'esercizio e la gestione di un impianto di smaltimento e/o recupero di rifiuti, ai sensi della Parte Quarta, art. 208, e alle emissioni diffuse in atmosfera art. 269, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. sito in località Mure.

La realizzazione dell'intervento in progetto risulta compatibile con il vincolo presente nell'areale, a condizione che si eseguano gli interventi di protezione previsti nel capitolo precedente.

Ai sensi della DGR 1197 del 2020:

- *sono soggetti ad autorizzazione di vincolo idrogeologico gli interventi e le attività ricadenti nelle zone soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del regio decreto legge 30 dicembre 1923, n. 3267 (Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani), consistenti in:*
 - *movimentazioni di terra che comportano il cambiamento dell'assetto idrogeologico o la modificazione, anche solo temporanea, dell'originaria destinazione del territorio, salvo che si tratti di interventi e attività non assoggettati a regime autorizzatorio, come individuati dalla Giunta regionale con propria deliberazione (comma 1, lettera a);*
 - *trasformazioni delle aree boscate di cui all'articolo 33, commi 2 e 4, della legge regionale 6 aprile 1998, n. 11 (Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta), che comportano l'eliminazione della vegetazione esistente e l'asportazione o modificazione del profilo del suolo forestale, finalizzate a un'utilizzazione del predetto suolo diversa da quella forestale (comma 1, lettera b);*
- *non sono soggetti ad autorizzazione gli interventi e le attività di movimentazione di terra ricadenti in aree comprese nelle zone di cui all'articolo 22, comma 1, lettere a), b), c), d) e f), della l.r. 11/1998, dei piani regolatori generali comunali urbanistici e paesaggistici (PRGC), vale a dire in zone territoriali già edificate o destinate all'edificazione (comma 2).*

Nel nostro caso, essendo le opere poste in zona B (Bb05*) del PRGC e con interventi rientranti tra quelli previsti dall'art 3. della DGR (Interventi esclusi dal regime autorizzatorio in zone vincolate⁴), si ritiene che non debba essere richiesto il parere.

⁴ a) Demolizione e ricostruzione a pari volumetria di manufatti preesistenti. Con tale definizione si intende la demolizione totale o parziale con ricostruzione successiva della identica quantità di volumetria, con una tolleranza del 20% nelle dimensioni di pianta e altezza;

b) Scavi di modeste entità fino a 50.00 mc (in base al bilancio di produzione dei materiali inerti da scavo e dei materiali inerti da demolizione e costruzione redatto ai sensi dell'articolo 16 della legge regionale 3 dicembre 2007, n. 31 (Nuove disposizioni in materia di gestione dei rifiuti)) per le opere di tipo puntuale e infrastrutture lineari e a rete, nonché gli altri interventi per adeguamento funzionale, tecnico, tipologico e normativo individuati ai sensi della DGR n. 966 del 12/07/2019 e s.m.i. (Approvazione delle tipologie e delle caratteristiche degli interventi edilizi e delle trasformazioni urbanistico-territoriali nelle zone dei piani regolatori generali, ai sensi dell'articolo 59, comma 4, della legge regionale 6 aprile 1998, n. 11);

c) Lavori di manutenzione ordinaria e straordinaria della sovrastruttura stradale delle relative opere ad essa connesse che non comportano un allargamento della sede stradale. Con tale termine si intendono a titolo esemplificativo e non esaustivo, la realizzazione di cunette, attraversamenti, pozzetti e il rifacimento dei muri (quando non si realizzi un aumento dell'ingombro degli stessi e una maggiore incisione del versante);

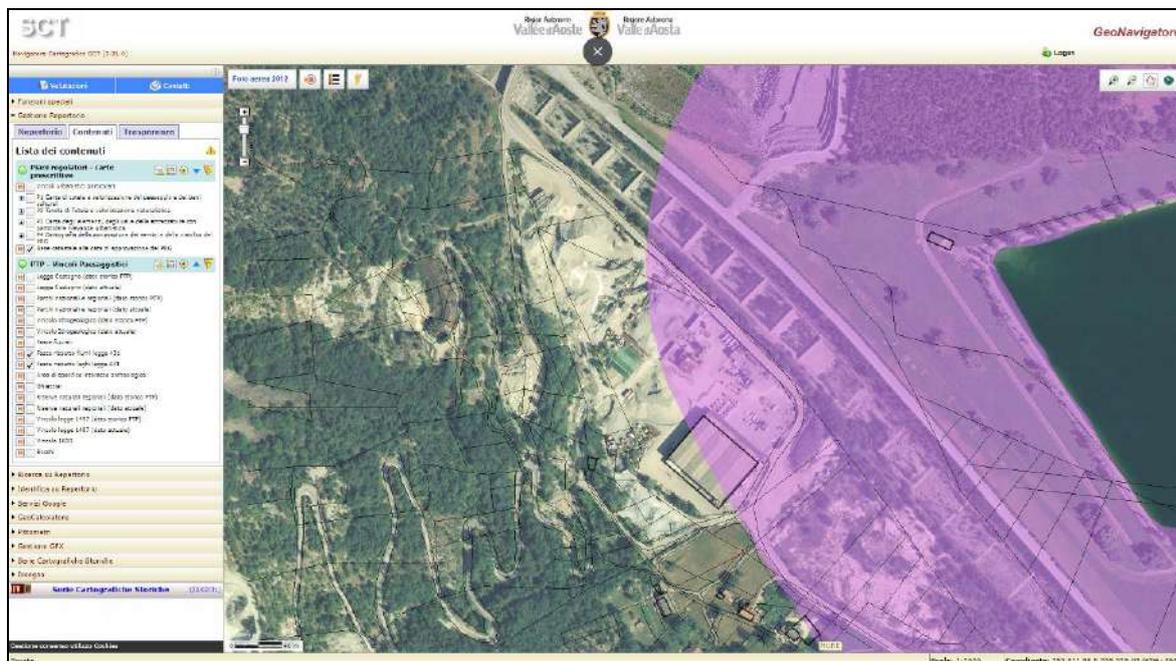
d) Realizzazione e manutenzione di reti tecnologiche, idriche e fognarie lungo la rete viaria esistente (se all'interno del manufatto stradale);

e) Opere di sistemazione idrogeologico-forestale, realizzate dalle strutture regionali competenti in materia di sistemazioni idrauliche e di versante, demanio idrico e attività geologiche (es. opere paramassi, paravalanghe, arginature, briglie, valli, ecc.);

f) Interventi di ordinaria manutenzione e adeguamento funzionale di opere pubbliche già esistenti (es. ponti, strade, linee elettriche di bassa tensione, muri, drenaggi, fossi, ecc.);

12. ILLUSTRAZIONE DEL VINCOLO PTP-FASCE DI RISPETTO LAGHI LEGGE 431 PRESENTE NELL'AREA DEPOSITO GRANULATO

Il centro lambisce la fascia di rispetto dai laghi rispetto alla legge 431.



PTP - Fascia di rispetto dai laghi rispetto alla legge 431– GeoNavigator – sito web RAVA

Il lago da cui deriva il vincolo è di origine antropica e non riveste particolare interesse naturalistico: il PRGC non menziona tale bacino e non prevede particolari limitazioni all'interno alle fasce di rispetto. Come riportato anche nelle relazioni allegate alla progettazione della discarica di Mure, il lago artificiale non presenta particolari specificità paesaggistiche:

Più a valle, entro l'area di proprietà CAPE s.r.l., la superficie del conoide è caratterizzata da una fascia boscata e da un'area prativa che contorna la parte meno acclive entro la quale si sviluppa il **bacino lacustre artificiale** alimentato dalle acque turbinate dalla centrale idroelettrica interrata sita al margine di questo (in tempi recenti in detto "laghetto" si riversavano le acque di lavaggio del vicino impianto di lavorazione degli inerti); il troppo pieno di detto bacino viene riversato, con tubazione interrata, nell'adiacente torrente Chanavey (v. planimetria di Tav. 3).

Nella documentazione allegata alla progettazione per la discarica di Mure, posta a nord del settore in oggetto, sono presenti diverse analisi idrogeologiche corredate da dati piezometrici di dettaglio: si tratta di dati relativi al settore della piana e che quindi non hanno alcun valore nel nostro settore.

Lo studio ha inoltre analizzato l'interferenza con le vasche di laminazione presenti nell'alveo del torrente Chalamy: si tratta di interferenze con la cava che si posiziona parecchi metri a valle dell'areale oggetto di studio.

Nel piezometro Piez.1 la falda è presente a circa -23 metri dal piano di campagna.

g) Interventi disposti in via d'urgenza, ai sensi dell'articolo 5, commi 2 e 5, della legge 24 febbraio 1992, n. 225 e s.m.i. (Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile), al solo scopo di salvaguardare l'incolumità delle persone e di mettere in sicurezza gli immobili da un pericolo imminente o a seguito di calamità;

h) Interventi riconducibili alle normali pratiche agronomiche di messa a coltura, compresa la realizzazione di impianti di colture specializzate, eseguiti su terreni agrari inferiori al 25% di pendenza.





Vista la posizione distale dal torrente e avendo subito a monte il pendio roccioso, il centro di recupero è presumibilmente posto ad almeno 30/35 m dalla falda. Infatti il pozzetto PZ4, posto ad una quota di 367.9 m slm e arealmente quello più vicino al sito, presenta la falda a pochi metri dalla quota di imbasamento. Considerando che mediamente il centro è posto ad una quota di circa 403 m slm, si hanno ben 35 metri di differenza.

Alla luce delle risultanze della comparazione degli studi idraulici riportata nei capitoli precedenti e per ridurre la pericolosità del fenomeno rispetto al bacino presente a est, si dovranno seguire le seguenti misure di protezione e di riduzione della vulnerabilità:

- evitare sversamenti sul terreno;

- controllare che i mezzi d'opera siano in buone condizioni e che non perdano olii e carburanti
- nell'area destinata al recupero dei conglomerati bituminosi mantenere i delimitatori fissi tipo “new jersey” per evitare che il materiale eventualmente presente sul piazzale possa essere dilavato dalle acque di esondazione;
- mantenere impermeabilizzato il settore dove verranno stoccati i conglomerati bituminosi.

13. CONCLUSIONI

In relazione a quanto esposto, tenendo conto delle modalità esecutive e delle precauzioni consigliate, non si rilevano elementi geologici tali da impedire il rinnovo e la modifica dell'impianto di recupero.

Aosta, settembre 2022



14. ALLEGATI

- 08_Tav. 8 OM-1 Opere Mitigazione - corografia 1_1000
- 09_Tav. 9 OM-2 Opere Mitigazione - Reti armate
- 10_Tav. 10 Scheda PRGR – Verifica di idoneità del sito secondo le indicazioni di cui al Volume IV del suddetto Piano, recante: “criteri per l’individuazione della aree non idonee, e delle aree idonee alla localizzazione degli impianti di trattamento dei rifiuti”.