



VALORIZZAZIONE DEL SITO MINERARIO DI CHAMOUSIRA

REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

Progetto Esecutivo

COMUNE DI BRUSSON

Relazione Geologica

Scala

Data: 10 Ottobre 2018

Aggiornamento:

Approvato:

ATI:
Sertec Engineering Consulting - Ing. Gianluca Odetto
Strada Provinciale 222, N.31
10010 Loranze (TO)
TEL. 0125.561001 FAX 0125.564014
e-mail: info.sertec@ilquadrifoglio.to.it
www.sertec-engineering.com

Dott. Geol. Paolo Cambuli
Ing. Lorenzo Vignono



Progettista:
Dott. Ing. Gianluca Odetto
N° 7269J ALBO INGEGNERI
PROVINCIA DI TORINO

Progettista:
Dott. Geol. Paolo Cambuli
N° 626 ORDINE GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
SEZIONE A



Paolo Cambuli



INDICE

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. Inquadramento geologico | 2 |
| Australpino | 4 |
| Zona Piemontese | 4 |
| Principali lineamenti tettonici | 4 |
| Geologia dell'area in studio | 5 |
| Geomorfologia | 5 |
| Vincoli ambientali | 8 |
| 2. Rilievi geomeccanici | 11 |
| 2.1. Settore 1 | 12 |
| 2.2. Settore 2 | 13 |
| 2.3. Settore 3 | 14 |
| 2.4. Settore interno | 16 |
| 3. Conclusioni | 17 |

1. Inquadramento geologico

Le alpi sono una catena montuosa formatasi a seguito della collisione tra la placca tettonica Africana e del margine continentale europeo. In questo grande processo orogenetico è stato coinvolto anche l'oceano della *Tetide*, la cui formazione avvenne nel Giurassico, il quale fu consunto nell'Eocene dalla progressiva migrazione verso nord della placca africana. Durante tutta questa fase si origina un prisma orogenetico nella zona di subduzione della litosfera oceanica (Unità Ofiolitiche della Zona Piemontese) e di scaglie di crosta continentale (Unità Austroalpine la cui origine non è ancora chiara). Con la chiusura dell'oceano la fase collisionale si estende al margine continentale passivo europeo, coinvolgendolo progressivamente e originando dapprima il dominio Pennidico interno (Le falde del Monte Rosa, del Gran Paradiso e quella del Dora Maira), successivamente quella del Gran San Bernardo e infine il Dominio pennidico esterno.

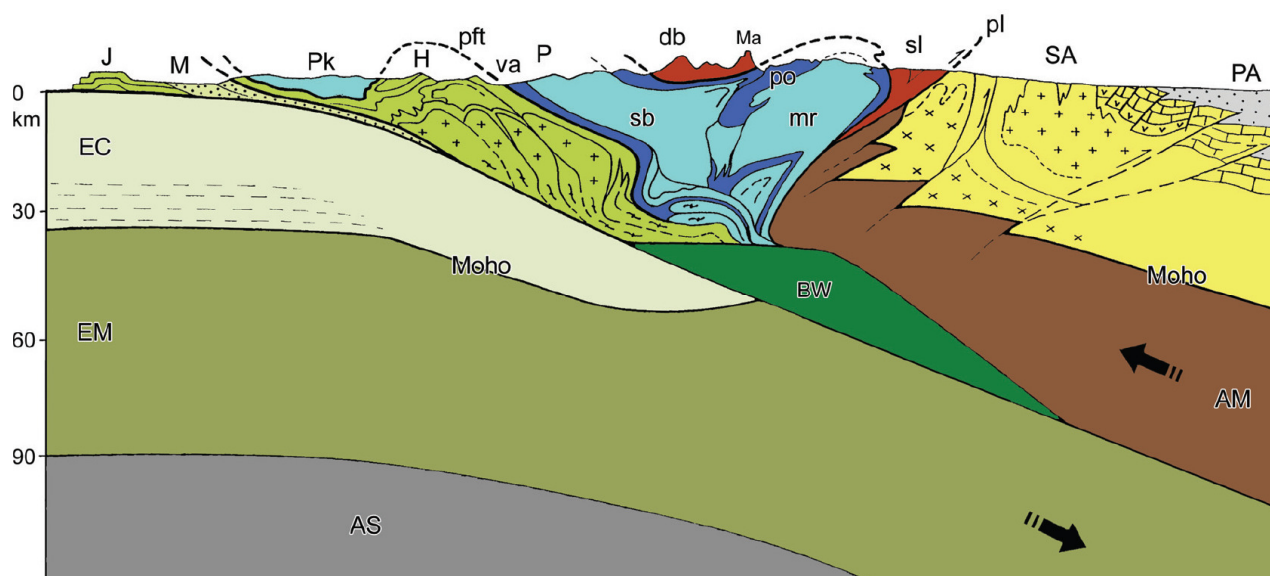


Figura 1: Ricostruzione litosferica delle Alpi nord-occidentali, basata sulla geologia di superficie e sull'interpretazione di profili sismici (Dal Piaz et al., 2003). La sezione si estende dall'alta pianura piemontese (PA) al Giura (J). Notare la struttura asimmetrica della catena collisionale e la struttura interna del prisma collisionale, una pila di falde continentali ed oceaniche svincolata dalla sottostante litosfera europea (EC: crosta continentale, EM: mantello), indentata e retroflessa, essenzialmente nel Neogene, ad opera della litosfera adriatica (placca superiore, AM). Unità tettoniche: 1) Alpi Meridionali (SA); Lineamento periadriatico (pl); 2) Austroalpino: Zona Sesia-Lanzo (sl) e Falda Dent Blanche (db); 3) Zona ofiolitica piemontese (po); 4) Unità pennidiche: Monte Rosa (mr), Gran San Bernardo (sb), Vallesane (va), Klippe delle Prealpi franco-svizzere (Pk); Fronte pennidico (pft); 5) Elvetico (E): unità di basamento e copertura; 6) Molassa (M): avanfossa oligo-neogenica; 7) cuneo sepolto di natura ignota (BW). Tratto da: *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia Foglio 091 Chatillon*.

Nell'Oligocene superiore una tettonica distensiva che ha caratterizzato l'area ha originato l'importante sistema di faglie dirette, che hanno originato la valle principale della Valle d'Aosta (Graben asimmetrico della Valle d'Aosta), innescando anche un magmatismo calcalkalino-ultrapotassico (proveniente da mantello) accompagnato da una importante attività idrotermale tuttora attiva. Tale attività tettonica, caratterizzata da rigetti verticali di anche 3000 m ha profondamente mutato l'originario assetto strutturale della regione. La prosecuzione della convergenza litosferica tra le due placche retroflette il prisma orogenetico estrudendolo verso l'alto, riattivando contemporaneamente grandi faglie estensionali.

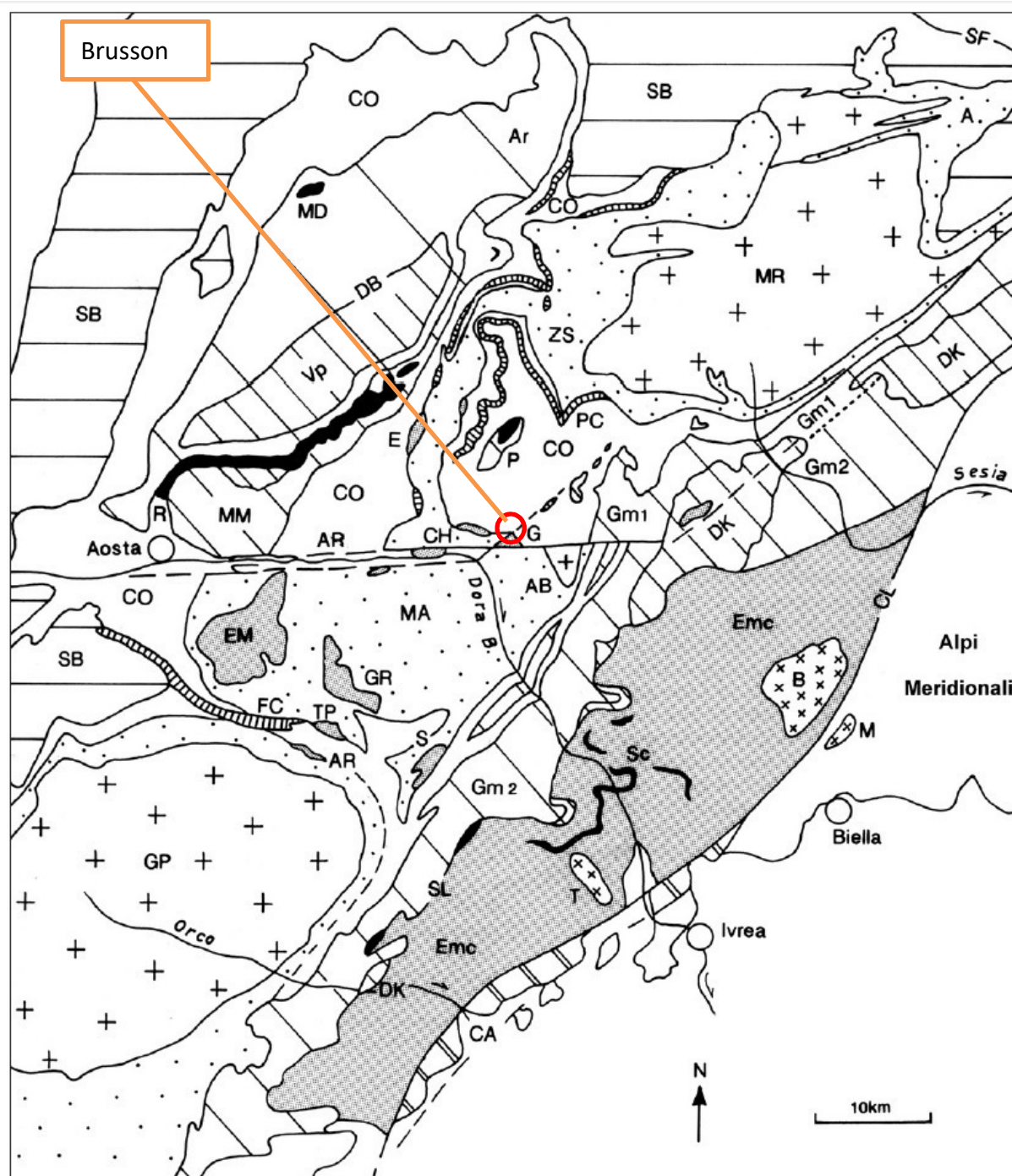


Figura 2: Carta tettonica della media e bassa Valle d'Aosta, comprendente l'area del Foglio Chatillon e in cui affiorano le unità continentali ed oceaniche del prisma collisionale austroalpino-pennidico, dalla Zona Sesia-Lanzo al sistema del Gran San Bernardo (DAL PIAZ, 1999; DE GIUSTI et al., 2004). 1) Austroalpino: Zona Sesia-Lanzo (SL), comprendente il complesso dei Micascisti eclogitici (Emc), con le principali intercalazioni di marmi (Sc), di età discussa, il complesso degli Gneis minuti, senza impronta eclogitica (Gn1) e con locali relitti eclogitici (Gm2), e 2a Zona diorito-kinzigitica (DK); Lembi superiori, non eclogitici: Etirol-Dent Blanche (DB), M. Mary (MM) e Pilonet (P); in nero, le coperture scollate del M. Dolin (MD), Roisan (R) e Pilonet (P); Lembi inferiori, eclogitici: M. Emilius (EM), Glacier-Rafray (GR), Tour Ponton (TP), Santanel (S), Acque Rosse (AR), Chatillon-St Vincent (CH), Grun (G). 3) Zona piemontese dei calcescisti con pietre verdi: unità ofiolitiche superiori, scisti blu (CO: Combin ed equivalenti meridionali), unità ofiolitiche inferiori (SZ: Zermatt- Saas, MA: M. Avic, G: Grivola, LM: massiccio ultramafico di Lanzo), indifferenziate; unità esotiche, non oceaniche (PC: Pancherot-Cime Bianche; FC: Fascio di Cogne). 4) Unità pennidiche continentali: Monte Rosa (MR), Arcesa-Brusson (AB), Gran Paradiso (GP) e Gran San Bernardo (SB). Ofioliti di Antrona (A), simili all'unità di Zermatt-Saas, ma ubicate alla base del Monte Rosa. Linea del Sempione (SF), Linea (LC) e Zona del Canavese (CA).

Magmatismo oligocenico (32-30 Ma): plutoni di Biella (B), Traversella (T) e Miagliano (M). Tratto da: *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia Foglio 091 Chatillon.*

Tenendo conto della notevole complessità tettonica e dell'impronta metamorfica che ha quasi completamente obliterato i caratteri litologico stratigrafici degli originari litotipi, uno schema di classificazione che può essere utilizzato è il seguente: Una prima macro-suddivisione fra le unità di origine Continentale (Austroalpina) e Oceanica (Zona Piemontese dei calcescisti con pietre verdi), ambedue le macro unità possono essere ulteriormente suddivise in falde differenti, all'interno delle quali è possibile operare una ulteriore suddivisione in unità distinte per una impronta metamorfica peculiare.

Australpino

Il sistema Austroalpino è costituito dal vasto elemento interno conosciuto comunemente come *Zona del Sesia Lanzo* e da una serie di elementi esterni che *Argand* originariamente riunì nella Falda del *Dent Blanche*.

La zona del *Sesia Lanzo* è costituita procedendo da sud verso nord da tre unità principali: Complesso dei micascisti eclogitici (costituito principalmente da micascisti eclogitici, eclogiti e glaucofaniti), Zona dioritico Kinzigitica e all'esterno il complesso degli Gneiss minuti (parascisti e ortogneis).

La Falda della *Dent Blanche* è costituita dai lembi superiori non eclogitici e quelli inferiori eclogitici.

Zona Piemontese

La Zona Piemontese può essere distinta in due principali gruppi di falde ofiolitiche, sulla base di evidenti differenze nell'impronta metamorfica, Unità Superiori, non eclogitiche e Unità Inferiori Eclogitiche.

Le unità non eclogitiche (Zona del Combin), sono formate da due unità principali: il Combin (calcescisti, scisti micacei, quarziti, prasiniti, serpentiniti, e oficalci) e l'Aouilletta (calcescisti, scisti filladici, quarziti, anfiboliti e serpentiniti)

Le unità eclogitiche sono costituite essenzialmente da unità ofiolitiche, principalmente metabasalti e metagabbri con subordinate intercalazioni di peridotiti serpentinite e limitata sequenze di metasedimenti. Unità Zermatt-Saas (Calcescisti, marmi, scisti, quarziti micacei, anfiboliti, prasiniti, cloritoscisti, gabbri e metagabbri, serpentiniti e oficalci). Unità della Grivola-Urtier (Calcescisti, anfiboliti, metagabbri).

Principali lineamenti tettonici

I principali lineamenti tettonici fragili sono da ricondurre all'apertura del rift della valle d'Aosta a partire dall'Oligocene, costituiti principalmente da faglie dirette ad elevato rigetto verticale con direzione principale E-W e subordinata NE-SW, i sistemi più importanti sono la faglia Aosta Ranzola e La faglia dell'Ospizio Sottile. La faglia Aosta Ranzola è un sistema tettonico ampio che si sviluppa lungo entrambi i versanti della Dora, definendo tra Aosta e Chatillon un graben asimmetrico. Le faglie più importanti aventi il rigetto maggiore sono localizzate sul versante destro della Dora, inclinate di circa 50°-70° e immergenti verso nord, nel versante settentrionale le faglie sono di entità minore coniugate al sistema precedente. Il rigetto stimato è superiore a 3000 m. La faglia a sud di Brusson isola la cupola di Arcesa Brusson e prosegue sino al Passo della Ranzola ove converge nel sistema orientato NE-SW denominato Ospizio Sottile. Il sistema dell'Ospizio Sottile è stato messo in evidenza un lineamento di circa 70 km che si sviluppa con direzione NE-SW che in

prossimità del Col di Ranzola, ingloba il precedente sistema. Questo orizzonte tettonico taglia la Zona Sesia-Lanzo, dalla Valsesia sino alla bassa Valle d'Ayas, e prosegue attraverso le ofioliti piemontesi della Valle di Champorcher, al margine orientale del massiccio del Gran Paradiso.

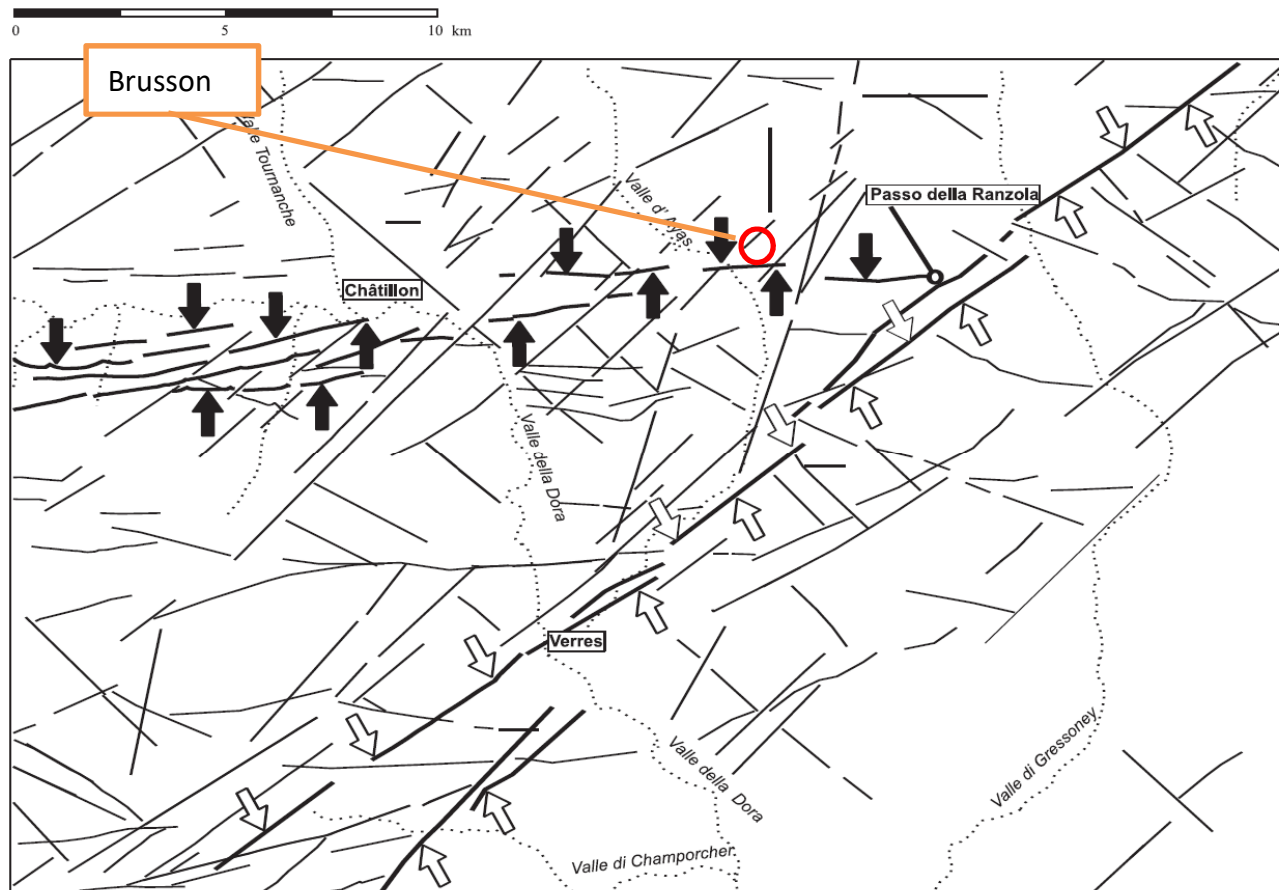


Figura 3: Rapporti tra i sistemi Aosta-Ranzola (frecche nere) ed Ospizio Sottile (frecche vuote) così come appaiono sull'immagine Landsat 5 TM (banda 4 con enfattizzazione spaziale dei bordi) (BISTACCHI & MASSIRONI, 2000)

Geologia dell'area in studio

Le miniere di Brusson sono collocate geologicamente in corrispondenza della "cupola" Arcesaz-Brusson. La finestra tettonica consente l'affioramento del nucleo di basamento pennidico appartenente alla Falda del Monte Rosa, all'interno delle rocce della zona Piemontese: a nord l'unità strutturale è interrotta in modo netto dalla faglia Aosta- Ranzola. I termini affioranti in zona sono principalmente gneiss occhiadini e paragneiss, osservabili in corrispondenza delle scarpate rocciose che costituiscono il versante e soprattutto all'interno della miniera. I filoni auriferi sono costituiti da quarzo incassato all'interno degli gneiss.

Geomorfologia

Il versante ove è ubicato l'accesso alla miniera è localizzato in sinistra idrografica del torrente Evenson. Il versante, caratterizzato da una morfologia aspra, tipicamente montana, è esposto a O-SO. L'entrata della miniera è localizzata a calle del crinale, su una cengia rocciosa sovrastata da pareti subverticali. Il settore sottostante è caratterizzato dalla presenza di una coltre detritica formata da grossi blocchi immersi in una matrice grossolana clastosostenuta con ghiaie e sabbie.

Il versante è caratterizzato da forti pendenze, localmente superiori a 70° in corrispondenza delle parti sommitali, ove affiora il basamento metamorfico.

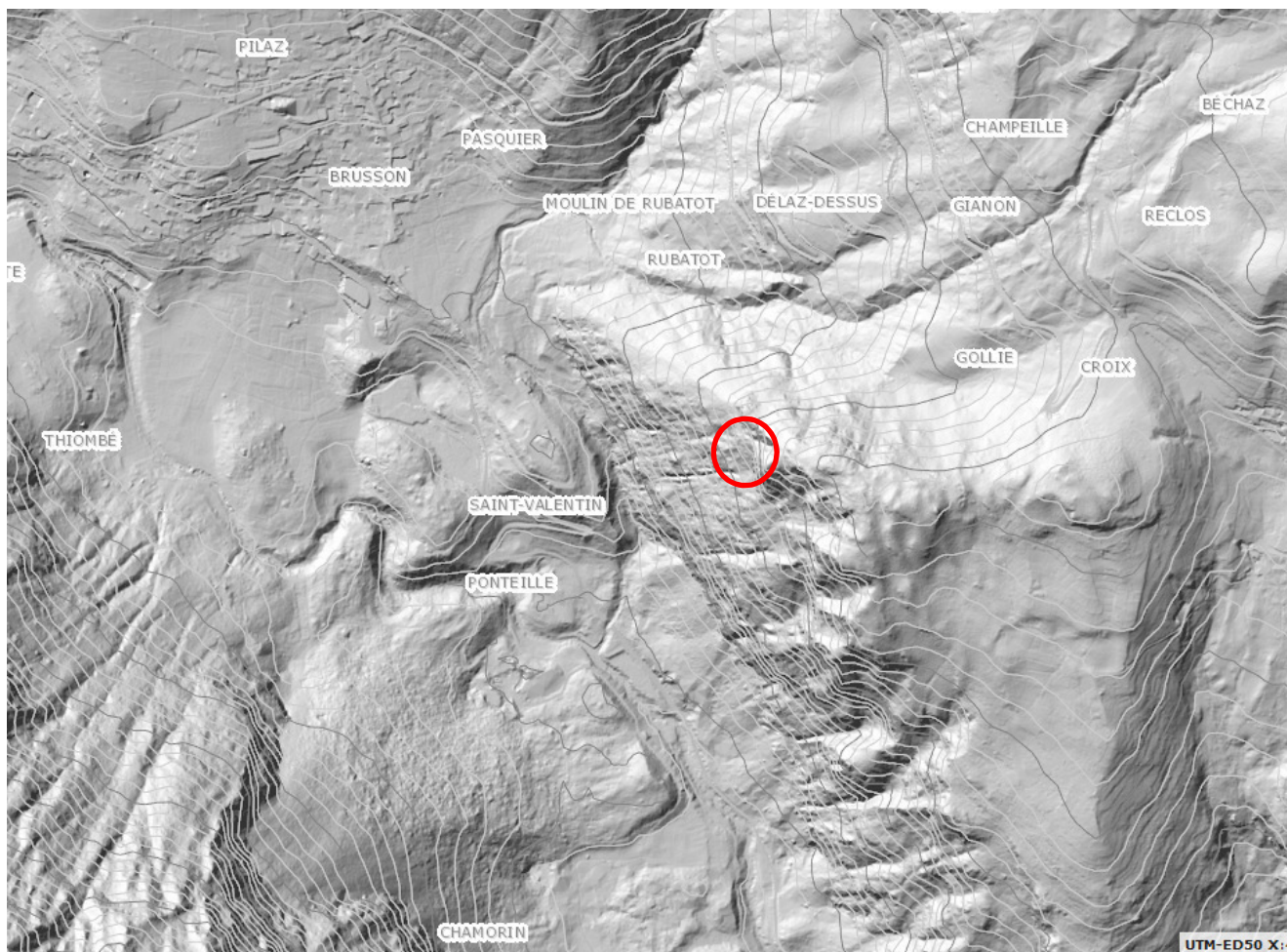


Figura 4: Hillshade dell'area

La miniera è localizzata sul versante ad una quota di circa 1560 m s.l.m. Nella seguente figura si presenta la carta dell'elevazione.

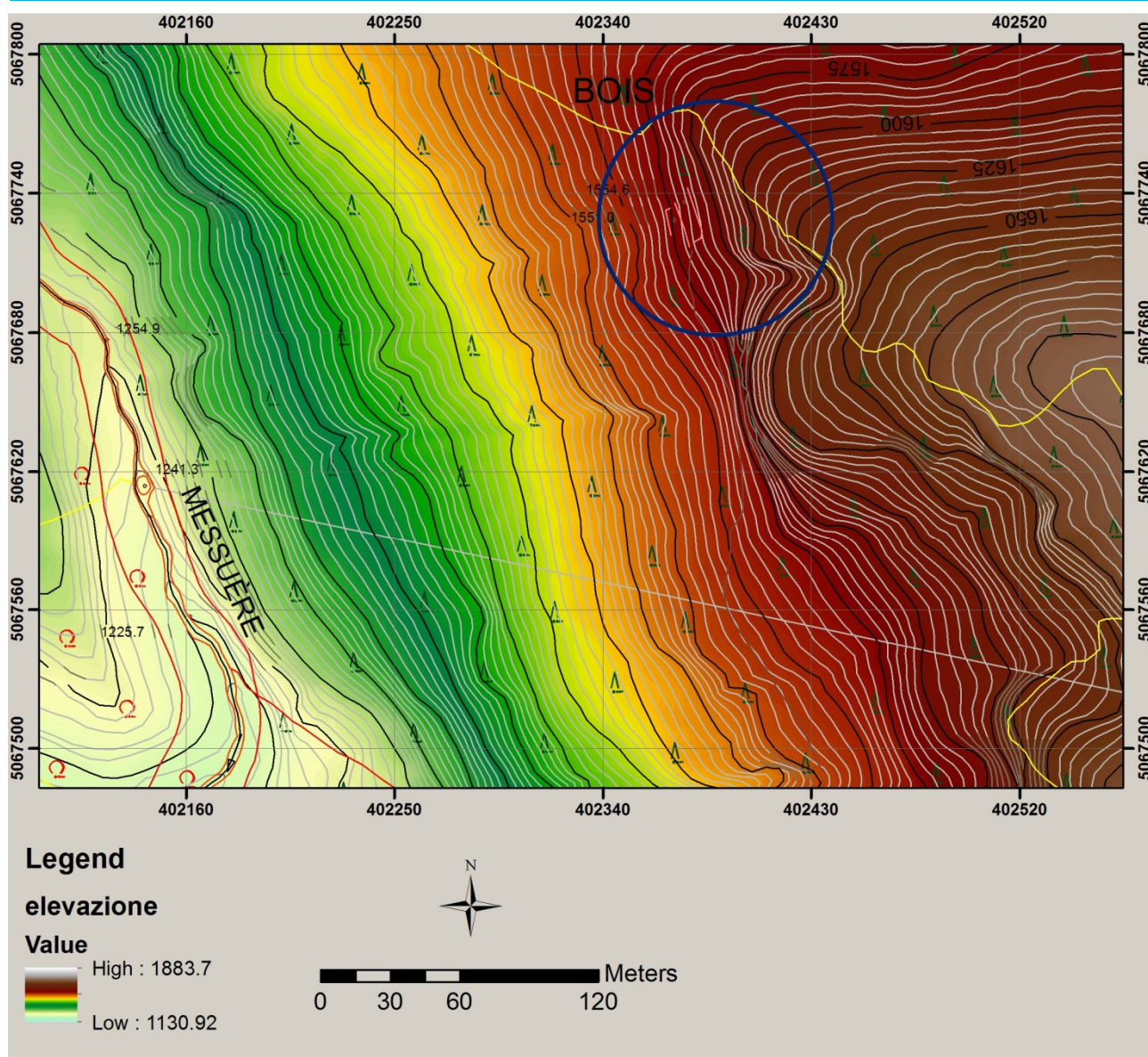


Figura 5: Carta dell'elevazione

Nella seguente figura si rappresenta la carta delle pendenze, il settore oggetto degli interventi è localizzato su un area subpianeggiante sovrastata dal versante roccioso che presenta mediamente pendenze superiori a 50°, caratterizzato dalla presenza di un piccolo impluvio, ove è ubicato l'imbocco secondario della miniera.

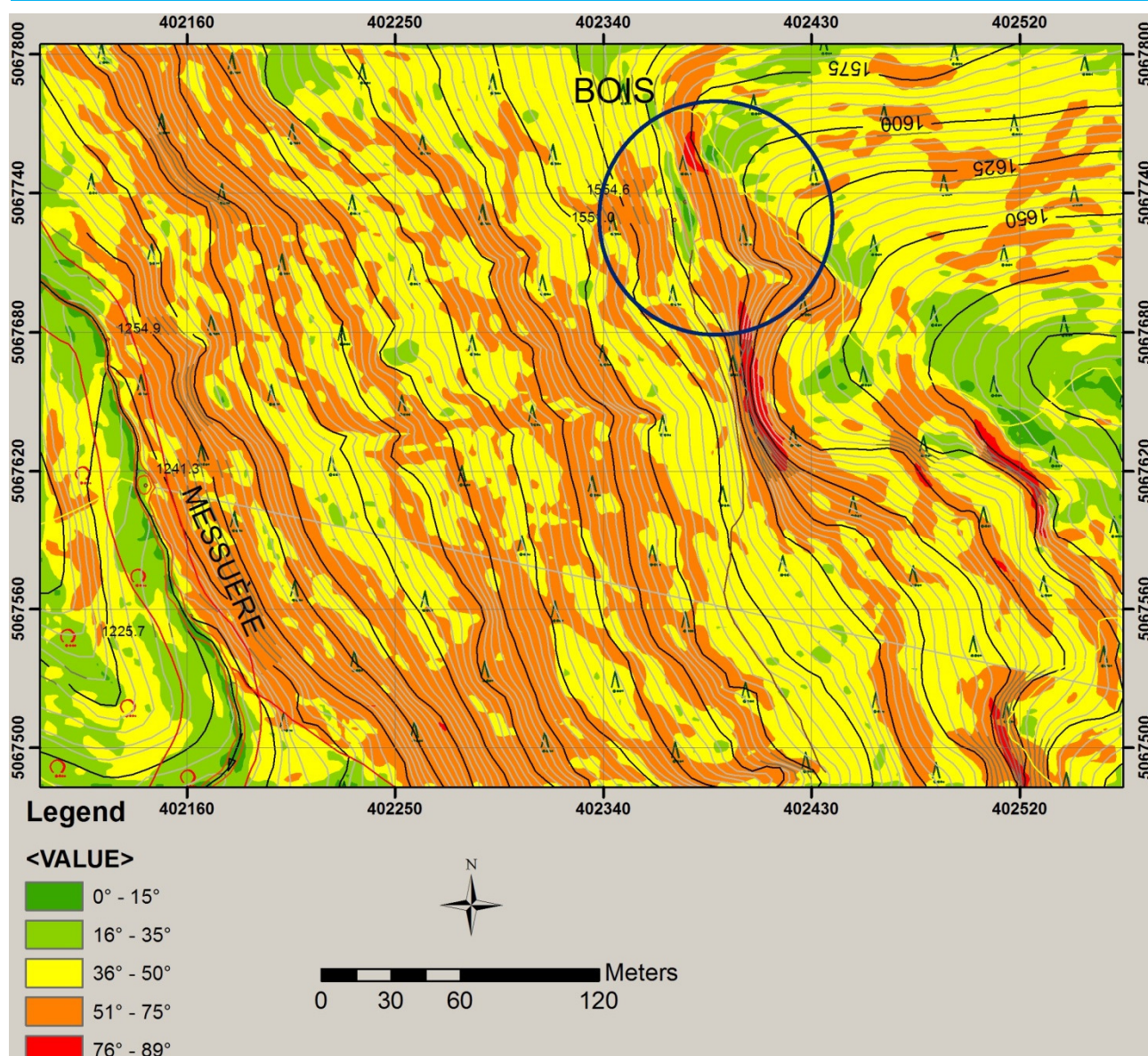


Figura 6: Carta delle pendenze

Vincoli ambientali

Per quanto riguarda gli ambiti di inedificabilità, individuati nello strumento pianificatorio comunale ai sensi della D.G.R. 2939 del 10/10/2008, che costituisce altresì il recepimento del PAI da parte della regione Valle d'Aosta, il PRGC li identifica distinguendo tra frane, esondazioni, valanghe e aree boscate. In primo luogo, in riferimento alla franosità del territorio, l'area d'intervento si colloca tra quelle indicate come F1 "Fasce di cautela a disciplina d'uso F1". La D.G.R. 2939 del 10/10/2008, nell'ambito del Capitolo II – "INDIVIDUAZIONE DEI TERRENI SEDI DI FRANE E RELATIVA DISCIPLINA D'USO (art. 35, comma 1, della L.R. 6 APRILE 1998, n. 11)", al Paragrafo C – "Disciplina d'uso", sottoparagrafi C.1) – "Aree ad alta pericolosità ai sensi del comma 1 dell'art. 35 – F1" e C.2) – "Aree a media pericolosità ai sensi del comma 1 dell'art. 35 – F1", ai rispettivi punti 1 vieta espressamente gli interventi di nuova costruzione di edifici ed infrastrutture. Tuttavia, al successivo punto 2, comma e) vengono consentiti "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"; al comma h) vengono altresì consentiti "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"; inoltre, al comma j) vengono consentiti "gli interventi finalizzati all'impianto e all'esercizio di cantieri temporanei mobili, ivi compresi gli accessi temporanei per la realizzazione dell'opera". Pertanto, le opere in progetto risultano compatibili con le prescrizioni del PRGC per le aree soggette a frana, seppure, al punto 3 venga prescritto che "Nelle aree ad alta pericolosità di cui all'art. 35, comma 1- F1, i progetti relativi agli interventi sotto indicati, 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)".

L'area non è perimetrata ai sensi dell'art 36 per pericolosità da alluvioni.

L'area non è perimetrata ai sensi dell'art 37 per pericolosità da valanghe.

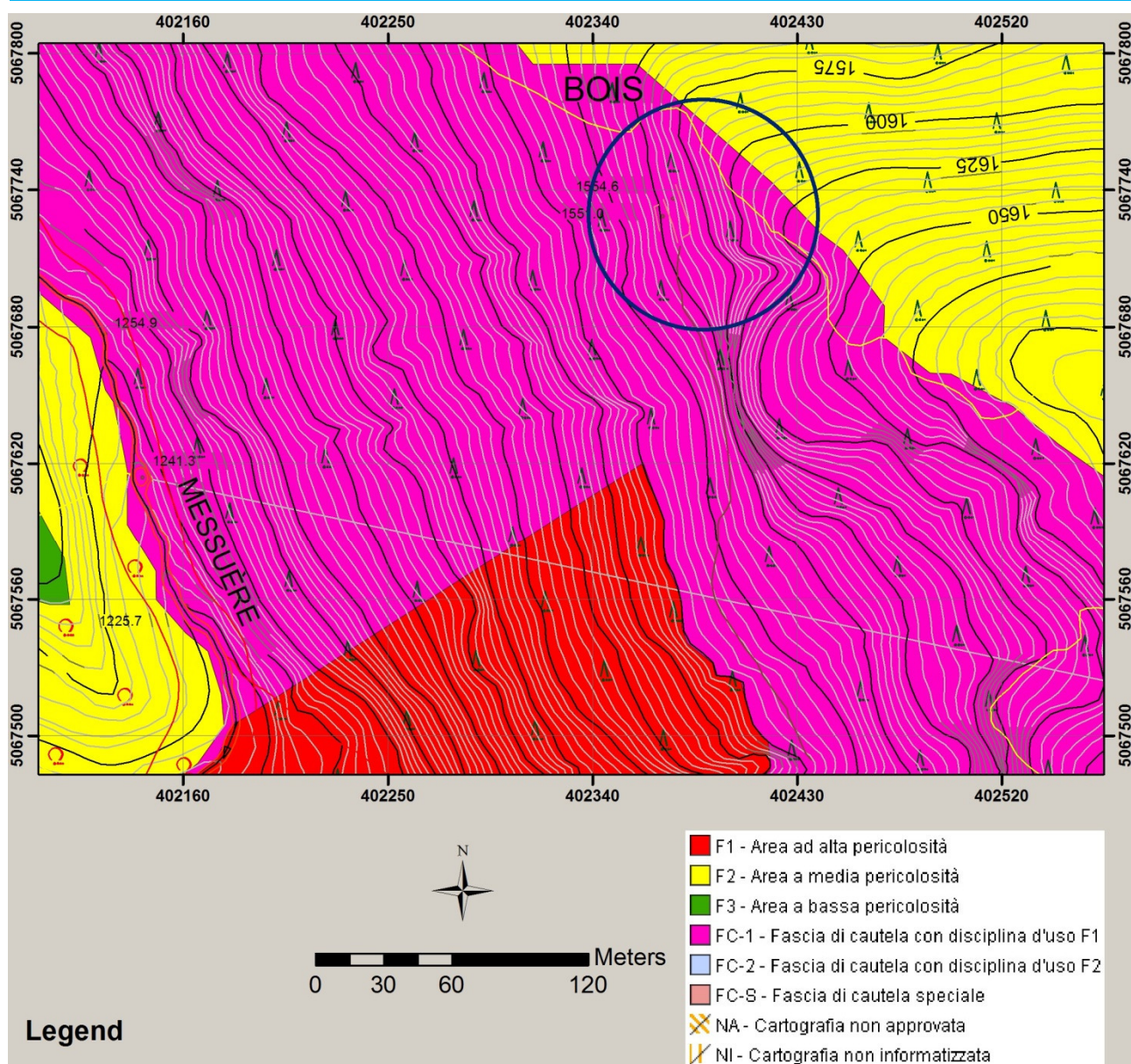


Figura 7: Estratto perimetrazioni Vincolo Aree a pericolosità da frana. Art. 35 comma 1, D.G.R. 2939 – 2008.

2. Rilievi geomeccanici

AL fine di caratterizzare l'ammasso roccioso si è preceduto con l'esecuzione di alcuni rilievi geomeccanici del settore volti a evidenziare particolari situazioni di instabilità.

Considerando la difficoltà di accedere ai fronti superiori si è scelto di procedere attraverso un rilievo indiretto delle discontinuità presenti mediante interpretazione del modello digitale ottenuto attraverso tecniche fotogrammetriche.

La nuvola di punti così ottenuta è stata elaborata al fine di eliminare la copertura arborea ed arbustiva.

Si è proceduto attraverso l'utilizzo di software dedicati all'estrazione delle principali discontinuità visibili.

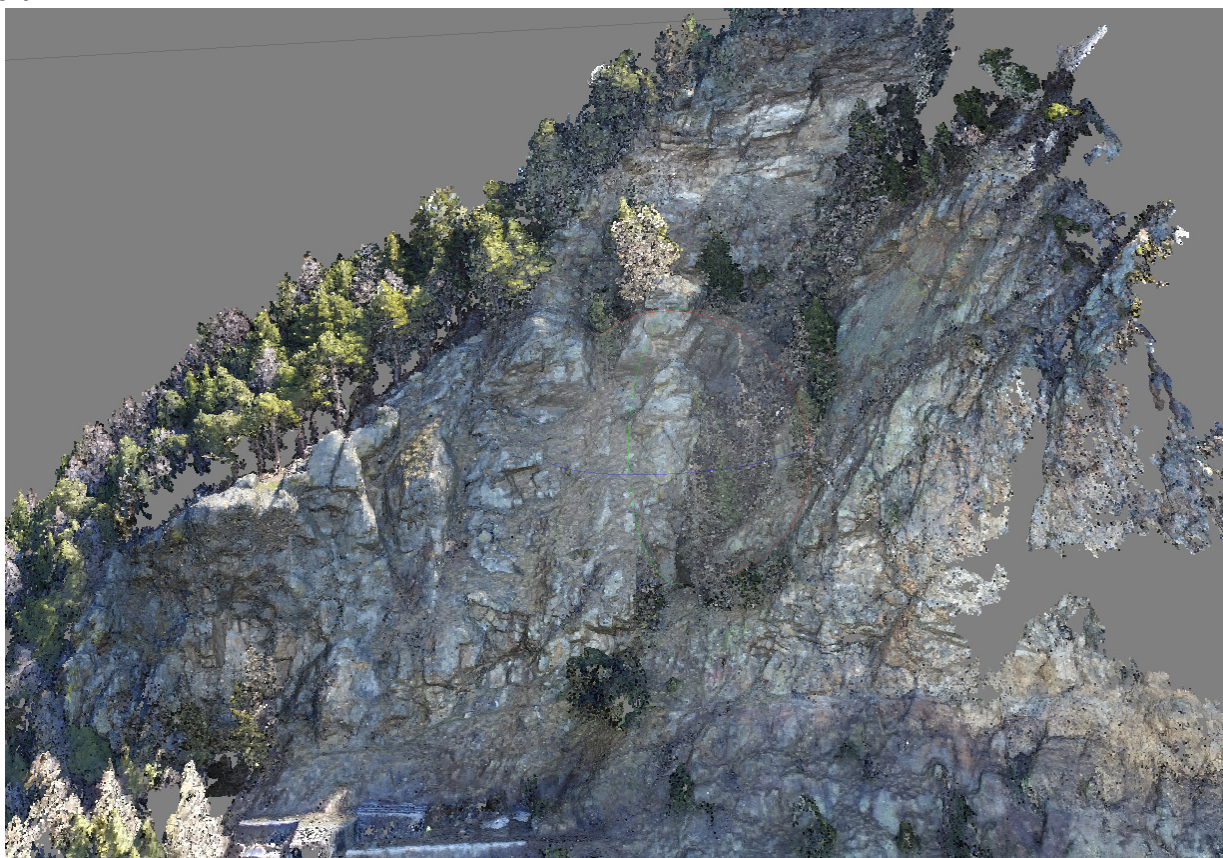


Figura 8: Nuvola di punti ottenuta dall'elaborazione fotogrammetrica.

Il settore localizzato immediatamente a monte dell'accesso esistente è già stato oggetto di interventi di stabilizzazione attraverso la messa in opera di reti e pannelli in fune di acciaio in aderenza.

Il settore è stato suddiviso in tre aree omogenee rappresentate nella seguente figura:



Figura 9: Suddivisione dell'area studiata in tre settori geomeccanici omogenei.

Il primo settore è quello in cui ad oggi sono stati realizzati e completati tutti gli interventi di messa in sicurezza.

Il secondo settore, localizzato a monte del piazzale retrostante la struttura esistente è solo parzialmente messo in sicurezza. Il terzo settore, localizzato a est dell'ingresso secondario della miniera non è stato messo in sicurezza.

2.1. Settore 1

Nella seguente figura è rappresentato lo stereogramma con evidenziata la giacitura media della parete, le discontinuità rilevate e le principali famiglie individuate.

L'analisi ha permesso di identificare due famiglie principali, la prima K1 84/178 e la seconda K2 86/216; le famiglie individuate, ad una prima analisi non isolano dei diedri cinematicamente instabili rispetto alla giacitura del versante, tuttavia la presenza di numerose discontinuità diversamente orientate evidenzia dei possibili diedri instabili la cui percentuale è pari a circa il 20% di tutte le intersezioni cinematicamente possibili.

Il settore 1 è già stato messo in sicurezza e le opere realizzate allo stato attuale si presentano in perfette condizioni, tali da garantire elevati standard di sicurezza per i visitatori e per le opere realizzate.

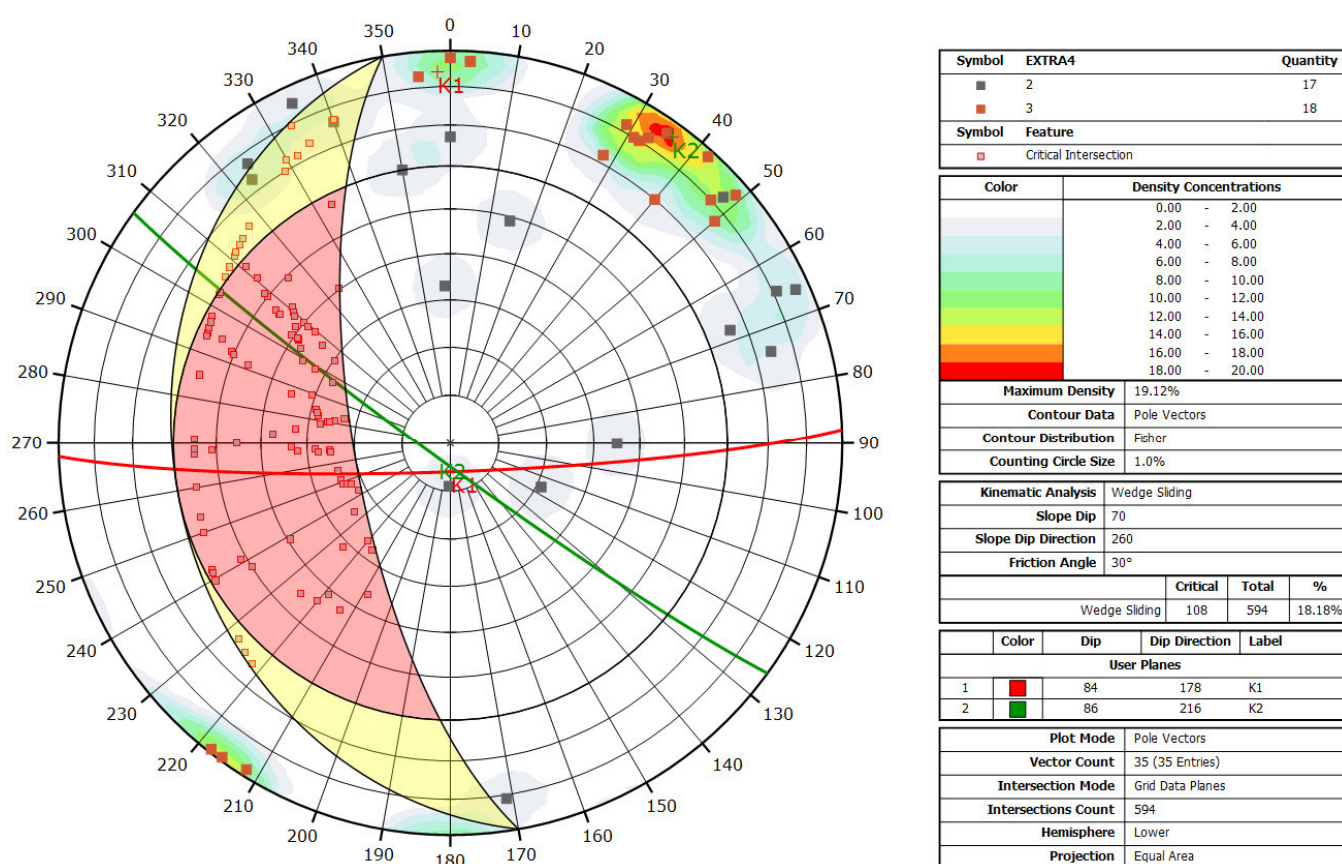


Figura 10: Stereogramma rappresentante le principali famiglie di discontinuità individuate nel primo settore

2.2. Settore 2

Il secondo settore è caratterizzato dalla presenza della famiglia K2 con giacitura praticamente identica al settore 1 (K2 85/216), dall'assenza della famiglia K1 individuata nel settore adiacente e dalla presenza di altri tre sistemi di discontinuità, K3 75/067, K4 63/354 e K5 53/308. Tutti e tre i sistemi presentano inclinazioni lievemente inferiori ai sistemi precedenti ed in particolare i sistemi K2 K4 e K5 isolano dei diedri che rispetto alla giacitura della parete sono geometricamente instabili.

La presenza di tre famiglie di discontinuità principali rende probabile il distacco di diedri di modeste dimensioni con scivolamento degli stessi sulla famiglia K5, Il settore manifesta evidenti segni di instabilità, tuttavia le opere già realizzate ne hanno parzialmente limitato la pericolosità.

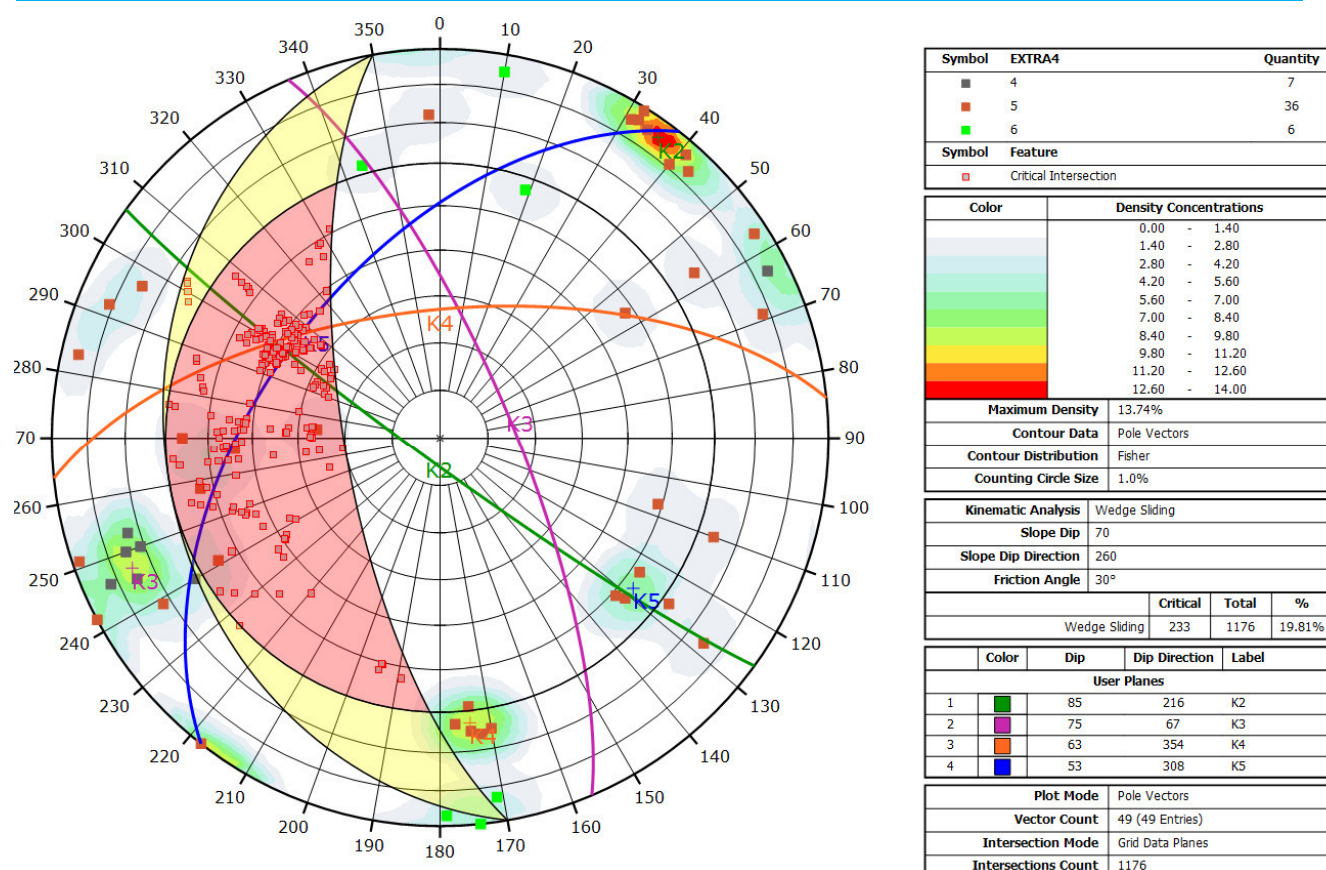
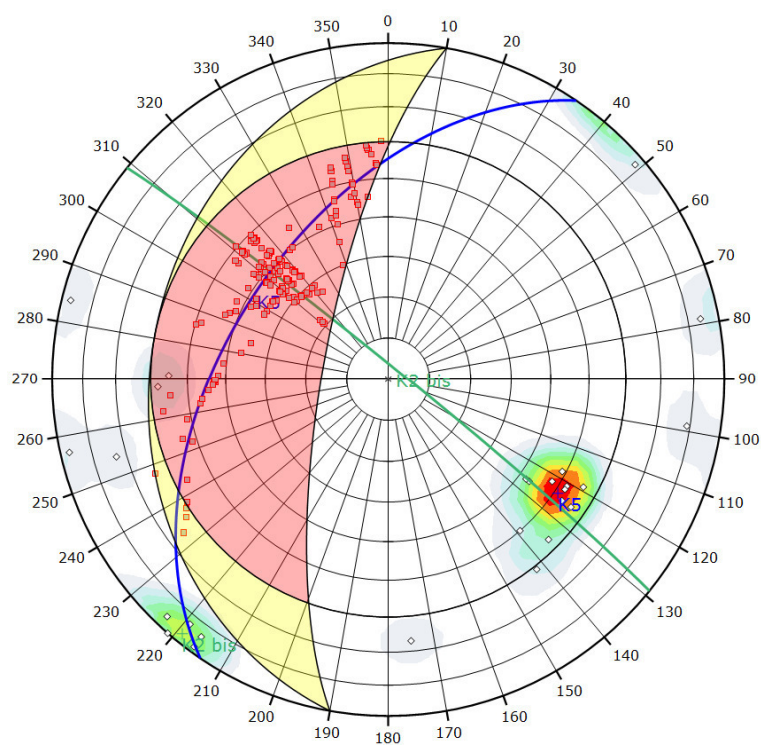


Figura 11: Stereogramma rappresentante le principali famiglie di discontinuità individuate nel primo settore

2.3. Settore 3

Il terzo settore è caratterizzato dalla presenza di due famiglie di discontinuità, ove si conferma la presenza della famiglia K5 è la precedente famiglia K2 immerge in verso opposto (K2 87/039), presentandosi praticamente sub verticale. La famiglia K5 in questo settore isola dei blocchi tabulari di elevata estensione e spessore pari a circa 2 m. Le evidenze rispetto a tale settore, portano a escludere la probabilità di scivolamento di tale blocco in quanto la discontinuità presenta inconfutabili segni della presenza di ponti di roccia estesi tali da escludere una probabilità di collasso nel medio periodo.



| Symbol | Feature |
|--------|-----------------------|
| ◇ | Pole Vectors |
| ■ | Critical Intersection |

| Color | Density Concentrations |
|-------|------------------------|
| | 0.00 - 2.80 |
| | 2.80 - 5.60 |
| | 5.60 - 8.40 |
| | 8.40 - 11.20 |
| | 11.20 - 14.00 |
| | 14.00 - 16.80 |
| | 16.80 - 19.60 |
| | 19.60 - 22.40 |
| | 22.40 - 25.20 |
| | 25.20 - 28.00 |

| | |
|----------------------|--------------|
| Maximum Density | 27.56% |
| Contour Data | Pole Vectors |
| Contour Distribution | Fisher |
| Counting Circle Size | 1.0% |

| | |
|---------------------|---------------|
| Kinematic Analysis | Wedge Sliding |
| Slope Dip | 74 |
| Slope Dip Direction | 280 |
| Friction Angle | 30° |

| | | | |
|---------------|----------|-------|--------|
| | Critical | Total | % |
| Wedge Sliding | 164 | 325 | 50.46% |

| Color | Dip | Dip Direction | Label |
|-------|-----|---------------|--------|
| 1 | 87 | 39 | K2 bis |
| 2 | 51 | 304 | K5 |

| | |
|---------------------|------------------|
| Plot Mode | Pole Vectors |
| Vector Count | 26 (26 Entries) |
| Intersection Mode | Grid Data Planes |
| Intersections Count | 325 |
| Hemisphere | Lower |
| Projection | Equal Area |

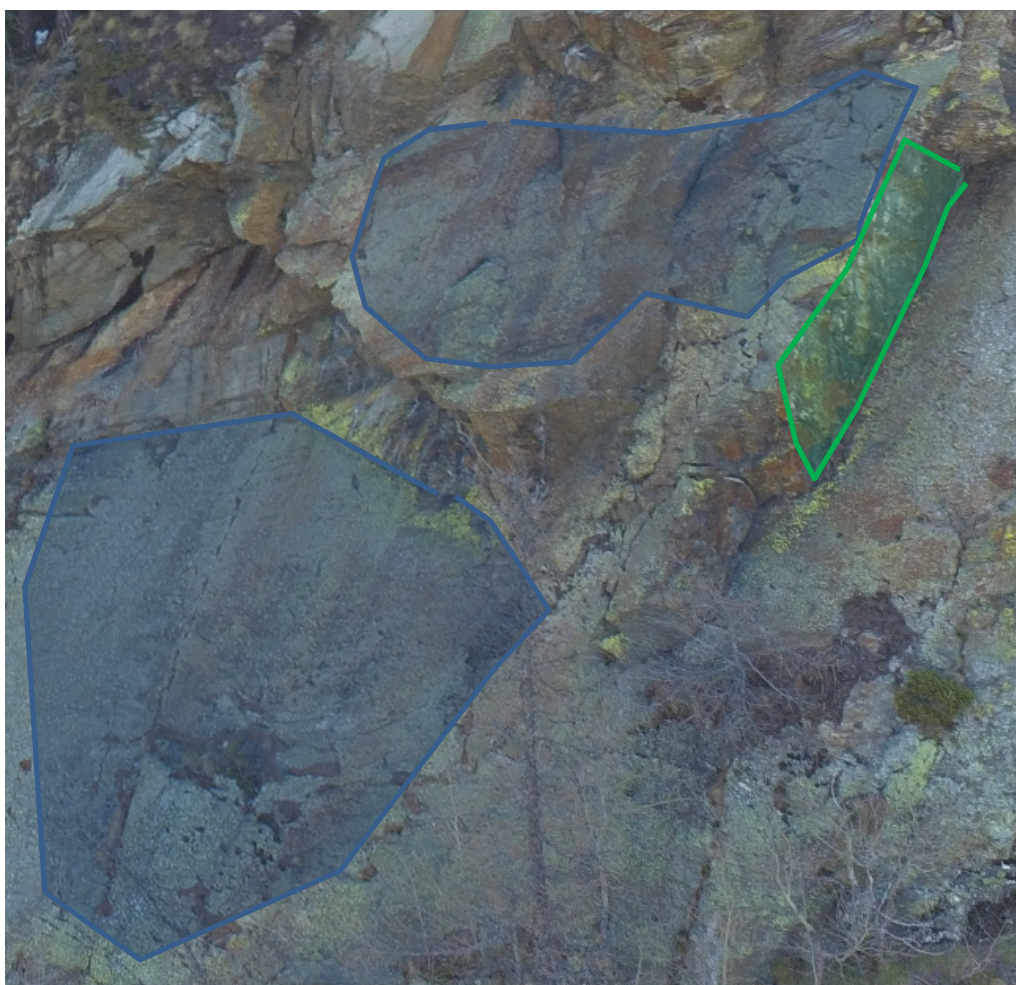


Figura 12: In azzurro discontinuità K5 in verde discontinuità K3

2.4. Settore interno

I sopralluoghi ed i rilievi effettuati all'interno delle gallerie evidenziano una ottima stabilità delle volte, spesso caratterizzate dalla presenza al tetto di discontinuità tabulari poco inclinate tali da garantirne la stabilità.

Per i settori oggetto degli interventi in progetto, si prescrive comunque una operazione di disgaggio e pulizia da quei frammenti rocciosi di dimensioni centimetriche, i quali pur non essendo pericolosi possono distaccarsi.

L'imbocco della galleria di emergenza non presenta criticità particolari, la roccia è massiva con discontinuità chiuse, solo localmente superficialmente ossidate. Per l'imbocco si ritiene non necessaria l'esecuzione di opere di sostegno.



Figura 13: Imbocco galleria secondaria.



3. Conclusioni

Sulla base dei rilievi effettuati e delle opere in progetto se ne accerta la compatibilità con l'attuale assetto geologico e geomorfologico del versante. Le opere da effettuarsi nelle gallerie sono di entità e tipologia tale da non alterarne la stabilità, le gallerie esistenti presentano sistemi di discontinuità diversamente orientati tuttavia, non si evidenziano settori in condizioni di stabilità critiche.

I settori esterni attualmente privi di protezione presentano condizioni favorevoli al verificarsi di fenomeni di crollo, per distacco di massi dalle pareti rocciose, per movimentazione di massi già distaccati a causa di fenomeni erosivi da parte delle acque di ruscellamento superficiale.

Le dimensioni dei blocchi potenzialmente instabili variano da pochi decimetri cubici sino al metro cubo. **L'assenza di opere di stabilizzazione per il settore sovrastante il piazzale esterno e la nuova uscita di emergenza non consente un loro utilizzo permanente in sicurezza;** Nello specifico le opere in progetto non alterano l'attuale stabilità dell'area, tuttavia si ritiene che, nell'eventualità fosse necessario utilizzare la nuova via di fuga per l'evacuazione delle gallerie visitabili, la nuova uscita sia utilizzabile in assenza di alternative praticabili.