

ALMA MATER STUDIORUM A.D. 1088
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOLOGICHE, GEOLOGICHE E
AMBIENTALI

Corso di Laurea in Scienze Geologiche

Relazione di Laurea

Rilevamento geologico della zona di Passo
Rolle (TN) con elementi di geomorfologia

Candidato:
Enea Fiori

Relatore:
Prof. Alessandro Simoni

Sessione 29/07/2024
Anno Accademico 2023/2024

Indice

1.	Riassunto.....	2
2.	Introduzione	3
3.	Inquadramento geografico e geomorfologico.....	4
4.	Inquadramento geologico	5
4.1	Strutturale.....	5
4.2	Stratigrafico	7
5.	Risultati del rilevamento geologico	9
5.1	Litostratigrafia	9
5.1.1	Piastrone Porfirico Atesino – POR (Permiano inferiore, Sakmariano).....	10
5.1.2	Arenarie di Val Gardena – AVG (Permiano superiore, Lopingiano)	10
5.1.3	Formazione a Bellerophon – BEL (Permiano superiore, Lopingiano)	11
5.1.4	Formazione di Werfen - WER.....	12
5.1.4.1	<i>Membro di Siusi – SIU (Triassico inferiore, Induano).....</i>	<i>12</i>
5.1.4.2	<i>Membro dell’Ololite a Gasteropodi – OG (Triassico inferiore, Induano)</i>	<i>13</i>
5.1.4.3	<i>Membro di Campil – CAM (Triassico inferiore, Olenekiano)</i>	<i>13</i>
5.1.5	Filoni Basici (Ladinico)	14
5.2	Assetto stratigrafico-strutturale	15
5.3	Analisi del dato mesostrutturale.....	17
6.	Approfondimento	20
6.1	Modello hillshade	20
6.2	Carta dell’esposizione dei versanti	21
6.3	Reticolo idrografico	22
6.4	Carta delle pendenze e istogrammi di frequenza	23
7.	Discussione e conclusioni	27
8.	Bibliografia	29

1. Riassunto

La seguente relazione, assieme ai prodotti cartografici redatti e allegati (carta geologica e sezione geologica), rappresenta la sintesi del lavoro eseguito durante le attività di rilevamento del giugno 2023 nella località di Passo Rolle. Il campo è stato svolto come attività conclusiva del corso triennale in Scienze geologiche con l'obiettivo di applicare le nozioni apprese durante il percorso di studi e di sviluppare un quadro geologico completo dell'areale assegnato.

I risultati ottenuti derivano dall'attività di rilevamento che ha permesso l'osservazione delle litologie e delle strutture presenti. Le successive interpretazioni hanno consentito un'analisi degli eventi geologici avvenuti nella zona. È stato quindi possibile studiare l'assetto stratigrafico – strutturale dell'areale assieme ad un approfondimento geomorfologico che ha permesso lo sviluppo di un'analisi implementare sulle caratteristiche meccaniche delle formazioni e sui processi glaciali e torrentizi che hanno plasmato la zona.

L'elemento tettonico principale presente in carta è una faglia normale associabile alla Linea del Rolle che divide la zona in due, ad occidente affiorano rocce del Piastrone Porfirico Atesino (POR), delle Arenarie di Val Gardena (AVG) e della Formazione a Bellerophon (BEL), al tetto (porzione orientale) invece, si trovano alcuni membri della Formazione di Werfen (WER). All'interno delle unità sono presenti strutture plicative correlabili ad un sistema compressivo avvenuto in fase successiva all'estensione associata alla faglia normale. Presente anche, un dicco basico formatosi durante eventi magmatici avvenuti nel Ladinico (circa 242 Ma). La porzione centro – orientale della carta, infine, è dominata da depositi glaciali che hanno plasmato le morfologie della zona.

2. Introduzione

Il seguente elaborato deriva dalla sintesi del rilevamento geologico eseguito nella zona di Malga Iuribello (Figura 1) presso Passo Rolle, nel comune di San Martino di Castrozza (TN). Il campo geologico si è tenuto dal 17 al 24 giugno 2023 ed è stato coordinato dal professore Giulio Viola insieme al professore Gianluca Vignaroli, al dott. Matteo Roverato, al dott. Francesco Giuntoli ed ai dottorandi Selina Bonini e Giacomo Carloni. L'attività di rilevamento dell'areale è stata eseguita dal Gruppo 1 composto da Enea Fiori, Samuele Lucarelli, Beatrice Molignini e Zoe Torroni.

Il progetto è stato realizzato a conclusione del percorso di laurea triennale in Scienze geologiche, con l'obiettivo di identificare l'assetto stratigrafico e strutturale dell'areale in relazione alla sua storia geologica, riconoscendo i litotipi affioranti ed analizzando gli eventi tettonici avvenuti. Il documento è così composto:

- relazione di sintesi dei dati del rilevamento;
- approfondimento geomorfologico svolto con il relatore;
- carta geologica con sezione interpretativa (in allegato).

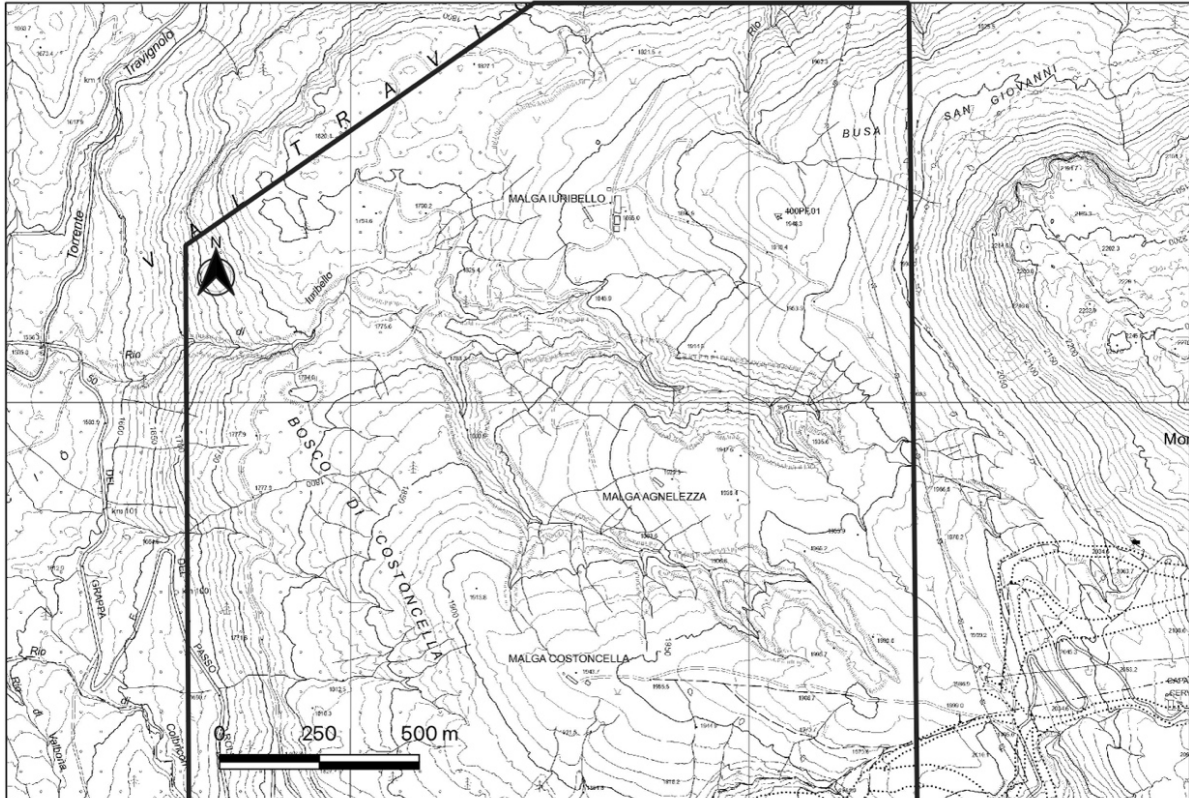


Figura 1 - Carta Tecnica Provinciale (CTP) 2020, in nero la zona rilevata.

3. Inquadramento geografico e geomorfologico

L'areale in studio si colloca all'interno del comune di San Martino di Castrozza nella regione Trentino – Alto Adige (Figura 2) più precisamente dentro al Parco Naturale di Paneveggio – Pale di San Martino di Castrozza ed a nord rispetto al paese di San Martino di Castrozza (TN), distante 5 km. Come si può osservare nell'ingrandimento di Figura 2, a circa 200 metri dai confini della zona rilevata, verso sud – est è ubicato Passo Rolle, a nord – est invece, la valle successiva è la Val Venegia.

Dal punto di vista geomorfologico l'areale ha caratteristiche tipiche di zone di montagna, con la presenza di un rilievo (Monte Castellazzo) ed un versante inciso da tre impluvi che hanno permesso l'osservazione dei principali affioramenti delle unità cartografate. Le quote massime si trovano nella porzione orientale, sul versante occidentale del Monte Castellazzo e nella zona limitrofa a Passo Rolle (entrambi poco meno di 2000 m s.l.m.). Nel settore occidentale si trova il Bosco di Costoncella dove si raggiungono le quote minime (intorno ai 1700 m s.l.m.).

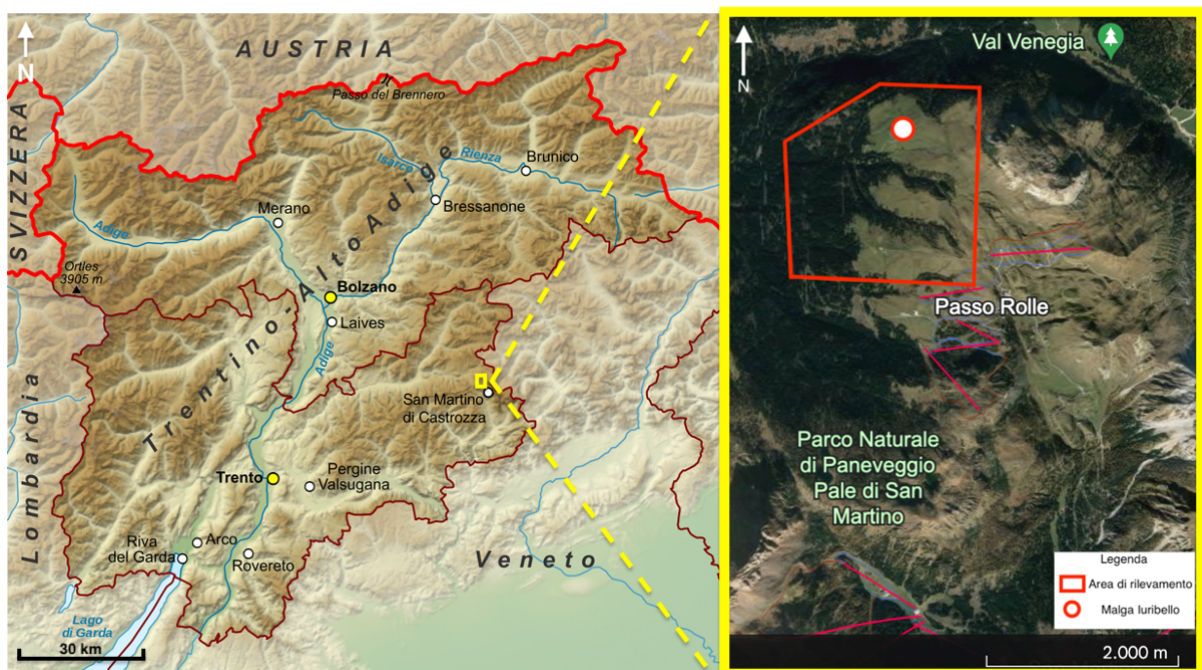


Figura 2 - Carta regionale Trentino-Alto Adige (Wikipedia) con ingrandimento sull'area di rilevamento (foto satellitare, Google Earth).

4. Inquadramento geologico

4.1 Strutturale

La catena alpina è parte della cintura orogenica alpina – himalayana che si estende dall'Europa occidentale fino in Asia. L'orogenesi avviene a partire dagli inizi del Paleogene (circa 65 Ma) con la subduzione della Tetide Alpina, paleo oceano situato fra la placca africana e quella europea prima della convergenza. La fase culmine del processo si verifica con la collisione delle due placche (europea ed africana) avvenuta durante l'Eocene (circa 50 Ma) che ha portato la subduzione del margine adriatico al di sotto di quello europeo.

Le Alpi sono delimitate a nord dall'avampaese europeo, a sud dalla Pianura Padana e vengono distinte in due parti dal Lineamento Insubrico (o Periadriatico).

Le Alpi in senso stretto costituiscono la parte settentrionale del sistema alpino e sono una catena orogenica con tettonica thick-skinned a vergenza settentrionale (Figura 3, a nord del Lineamento Periadriatico).

Le Alpi Meridionali invece, a sud del Lineamento Insubrico, derivano dalla deformazione del margine continentale africano in fase successiva all'orogenesi alpina. (Figura 3).

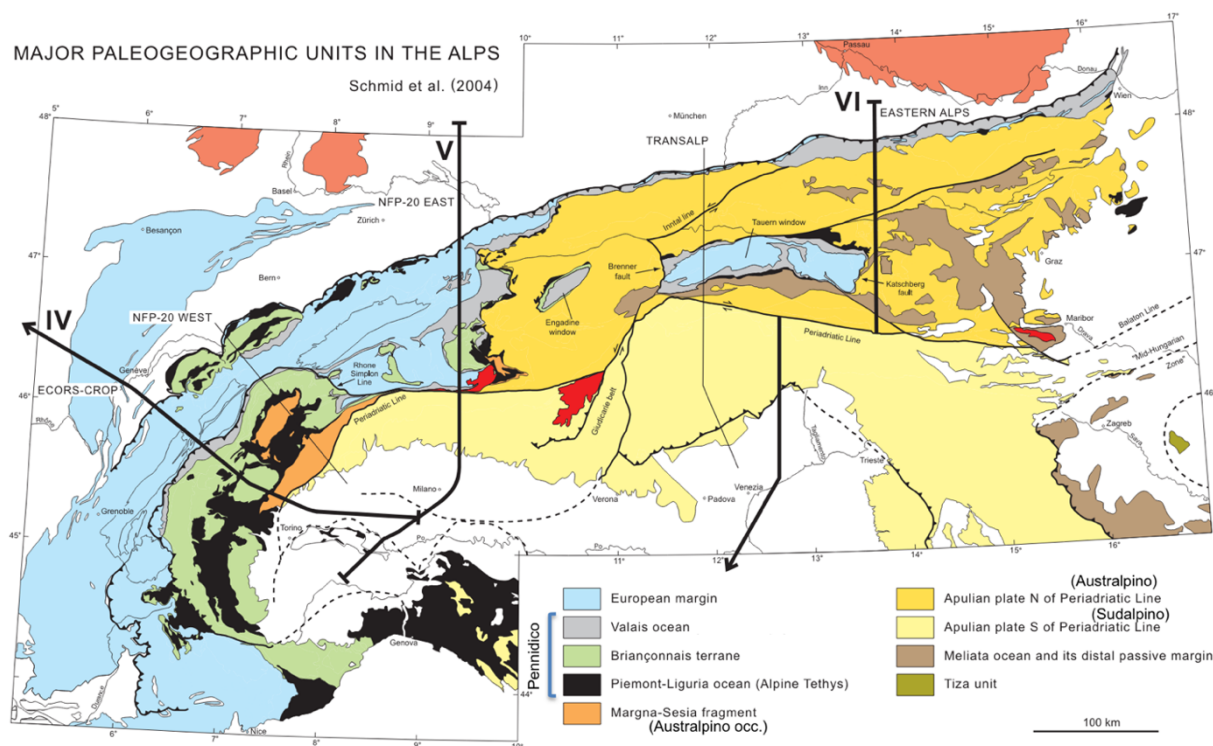


Figura 3 - Schema delle unità alpine, Schmid et al., 2004, con modifiche.

Il Sudalpino (Alpi Meridionali) è una catena a pieghe e sovrascorrimenti con vergenza meridionale formatasi lungo il margine settentrionale di Adria (placca africana). La catena si sviluppa a partire dal Neogene (circa 23 Ma) con una serie di sovrascorrimenti profondi che permettono l'affioramento del basamento cristallino (anche qui tettonica thick-skinned), il fronte deformativo è sepolto ora dalla Pianura Padana.

Il settore sud – orientale del Sudalpino si compone del Complesso Dolomitico e delle Prealpi Venete, separati dal thrust della Valsugana (Figura 4).

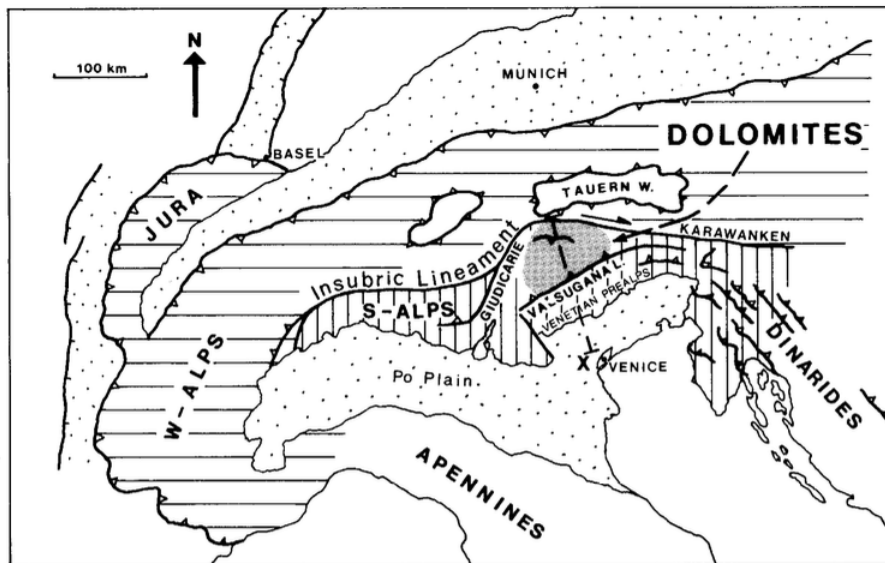


Figura 4 - Schema strutturale del settore alpino orientale, Doglioni 1987.

L'areale in studio si colloca all'interno delle Dolomiti, un grande pop-up di età neogenica con tettonica pellicolare (Figura 5) delimitato a nord dal back-thrust di Funes ed a sud dal thrust della Valsugana.

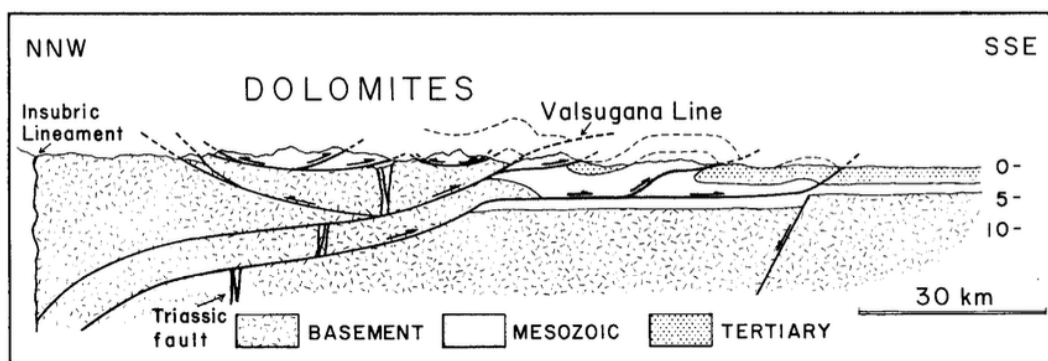


Figura 5 - Sezione orientata NNO-SSE del Sudalpino, Doglioni 1987.

Passo Rolle, area oggetto di rilevamento, si colloca al tetto del thrust della Valsugana ed è caratterizzata dalla presenza di numerose strutture che testimoniano l'attività tettonica della zona. La Linea del Rolle ad andamento NNO-SSE rappresenta l'elemento principale, essa

mostra una complessa attività polifasica (Doglioni et al., 1988) e suddivide l'area in due settori: quello occidentale con potenti successioni vulcaniche che ricoprono il basamento cristallino; quello orientale con le coperture sedimentarie permiane che poggiano direttamente al di sopra del basamento (Massironi et al., 2006).

4.2 Stratigrafico

La successione stratigrafica dell'areale in studio è composta da unità datate Permiano – Triassico Medio (300 – 237 Ma) poggianti sul basamento cristallino risalente all' Ordoviciano Superiore (circa 450 Ma) (Tabella 1).

Sistemi	Serie	Unità	
Triassico	Medio	Dolomia dello Sciliar	
		Formazione di Livinallongo	
		Complesso indifferenziato	
		Dolomia del Serla	
	Inferiore	Werfen (WER)	San Lucano (SL)
			Cenchenighe (CNC)
			Val Badia (VAL)
			Campil (CAM)
			Oolite a Gasteropodi (OG)
			Siusi (SIU)
			Andraz (AND)
			Mazzin (MAZ)
Permiano		Bellerophon (BEL)	Tesero (TES)
			Facies Badiota
			Facies Fiammazza
		Arenarie di Val Gardena (AVG)	
		Piastrone Porfirico Atesino (POR)	
Ordoviciano	Superiore	Basamento cristallino	

Tabella 1 - Unità geologiche affioranti nell'area di Passo Rolle.

Al di sopra del basamento si trovano le vulcaniti del Piastrone Porfirico Atesino (POR) formatesi durante un'importante attività magmatica derivata probabilmente da un

assottigliamento litosferico ed un'estensione post-orogenica datati Permiano (300 – 250 Ma) (Voshage et al., 1990; Finger e Steyrer, 1991; Boriani et al., 1992; Rottura et al., 1998; Bargossi et al., 1998; citati in Massironi et al., 2006).

La successione sedimentaria delle Dolomiti si mette in posto al di sopra delle vulcaniti del POR oppure direttamente sul basamento. La parte basale è composta dai depositi continentali delle Arenarie di Val Gardena (AVG) provenienti dall'erosione e dallo smantellamento delle unità sottostanti (basamento oppure POR).

La fase di trasgressione marina ha poi permesso la messa in posto della Formazione a Bellerophon (BEL) caratterizzata da depositi evaportici e sedimenti transizionali – marini.

Segue la Formazione di Werfen (WER) costituita da nove membri di composizione variabile da carbonatica a silicoclastica che testimoniano un progressivo approfondimento fino ad arrivare in un ambiente di piattaforma.

Il Complesso Indifferenziato è formato da una successione di dolomie di piattaforma carbonatica, conglomerati e calcari marini di ambiente marino subtidale.

L'unità al di sopra è la Formazione di Livinallongo, formata da calcari selciferi depositi in ambiente di bacino profondo.

Infine, nel Ladinico (circa 240 Ma) si depone l'unità delle Dolomie dello Sciliar, dolomie massive formatesi in ambiente di piattaforma carbonatica (Cavazza, 2022).

5. Risultati del rilevamento geologico

5.1 Litostratigrafia

I risultati del rilevamento sono stati riportati nella carta geologica (vedi allegato) e vengono descritti in relazione ai seguenti settori:

- Bosco di Costoncella e percorso lungo la strada forestale per Malga Iuribello;
- impluvi, tra Malga Costoncella – Malga Agnelezza, tra Malga Agnelezza – Malga Iuribello e impluvio del Rio Castellazzo;
- prati per il pascolo.

Nella zona del Bosco di Costoncella sono stati osservati affioramenti del Piastrone Porfirico Atesino (POR), unità stratigraficamente più bassa presente nell'areale, ed affioramenti delle Arenarie di Val Gardena (AVG).

Gli impluvi, invece, hanno permesso l'osservazione della maggior parte degli affioramenti del materiale appartenente al substrato. Partendo dal basso stratigrafico sono stati rilevati: Arenarie di Val Gardena (AVG), Formazione a Bellerophon (BEL) e Formazione di Werfen (WER). Più nello specifico la Formazione di Werfen affiora con alcuni dei suoi membri quali Siusi (SIU), Oolite a Gasteropodi (OG) e Campil (CAM).

All'interno dei prati adibiti al pascolo non è stato possibile cartografare alcun affioramento, analizzando però la morfologia si possono osservare inclinazioni morbide tipiche di depositi glaciali (DG). Essi, sono formati da sedimento terrigeno massivo con clasti di dimensioni variabili da ghiaie a blocchi a tessitura matrix – supported in matrice sabbiosa. Questi depositi sono datati Quaternario (2,58 Ma – presente), più precisamente sono stati sedimentati durante l'Ultimo Massimo Glaciale (UMG), periodo nel quale si ebbe la massima espansione dei ghiacciai, durante l'ultima glaciazione quaternaria alpina (glaciazione Würm) avvenuta circa 20.000 anni fa (Massironi et al., 2006).

Nella porzione centro – orientale del settore occupato dai prati, è presente una zona caratterizzata da maggior pendenza rispetto ai depositi glaciali circostanti. Questa zona è stata associata a depositi di talus (DT), depositi di sedimento terrigeno massivo con tessitura clast – supported derivati da processi di frammentazione meccanica e gravitazionale alla base di versanti ripidi (in questo caso il versante occidentale del Monte Castellazzo).

Il riconoscimento e la caratterizzazione delle varie unità rilevate e sotto descritte sono stati fatti sulla base delle descrizioni delle *“Note illustrative del Foglio 45 di San Martino di*

Castrozza” (Massironi et al., 2006). Dal basso all’alto stratigrafico sono stati indentificate le seguenti unità:

5.1.1 **Piastrone Porfirico Atesino – POR** (Permiano inferiore, Sakmariano)

Litologia formata da ignimbriti riolitiche e riodacitiche di colore grigio rossastro, struttura porfirica con fenocristalli di plagioclasio, quarzo e biotite immersi un una pasta di fondo omogenea. Presenti strutture a fiamma dovute alla deformazione di cristalli schiacciati ed allungati secondo la direzione di flusso.

Questa unità forma il Gruppo Superiore che, assieme al Gruppo Inferiore (lave andesitiche non affioranti nella zona), compongono una successione vulcanica chiamata Distretto Vulcanico Atesino (DVA), prodotto di un’intensa attività sub-aerea di tipo fissurale che si protrasse tra 276 e 268 Ma (D’Amico et al., 1980; D’Amico e Del Moro, 1988; Barth et al., 1994; citati in Massironi et al., 2006).

Spessore maggiore di 350 metri.



Figura 6 - Campione a mano di ignimbrite del Piastrone Porfirico Atesino (POR).

5.1.2 **Arenarie di Val Gardena – AVG** (Permiano superiore, Lopingiano)

Prima unità della copertura sedimentaria permo-triassica, formate da conglomerati, areniti clinostratificate, silititi e argilliti di colore rossastro. Nell’areale in studio poggiano al di sopra delle ignimbriti del Piastrone, alla base dell’unità sono comuni, infatti, livelli conglomeratici in matrice da argillosa a sabbiosa con ciottoli originati da ignimbriti riolitiche. La stratificazione è evidente, a scala centimetrica-decimetrica, più raramente metrica.

Massari et al., 1994, citati in Massironi et al., 2006, interpretano l’ambiente deposizionale delle AVG come una piana alluvionale arida – semiarida soggetta a deposizione episodica, in

transizione con ambienti di sabkha costiera rappresentati dalla sovrastante Formazione a Bellerophon (BEL).

Spessore di 80 – 100 metri.



Figura 7 - Affioramento delle Arenarie di Val Gardena (AVG).

5.1.3 **Formazione a Bellerophon – BEL** (Permiano superiore, Lopingiano)

La Formazione a Bellerophon è una unità evaporitico – carbonatica suddivisa in due membri: facies Fiammazza (basale) e facies Badiota. La prima è composta da dolomie scure, marnose e cariate (vacuolari) alternate a livelli gessosi biancastri e gialli nella porzione inferiore, mentre la seconda da calcari bioclastici di colore grigio scuro / nero con stratificazione ben visibile.

Le dolomie scure della facies inferiore rappresentano ambienti marini subtidali mentre i depositi della superiore testimoniano ambienti di sabkha e marini marginali.

Spessore di 220 m.



Figura 8 - Affioramento della Formazione a Bellerophon (BEL), facies Fiammazza.

5.1.4 Formazione di Werfen - WER

La Formazione di Werfen è una potente unità mista di età prevalentemente triassica inferiore (circa 250 Ma) che, in area dolomitica, rappresenta ambienti sedimentari soprattutto di mare sottile. Viene suddivisa in nove membri che vengono raggruppati in due sottogruppi.

Il sottogruppo Werfen 1 (WER₁) è formato dai membri inferiori della formazione, di composizione prevalentemente carbonatica. Dal basso stratigrafico: Tesero, Mazzin, Andraz, Siusi ed Oolite a Gasteropodi.

Il sottogruppo Werfen 2 (WER₂) invece, rappresenta i membri sommitali, per la maggior parte silicoclastici. Dal basso stratigrafico: Campil, Val Badia, Cencenighe e San Lucano.

Vengono descritti i membri della Formazione di Werfen cartografati all'interno dell'areale:

5.1.4.1 **Membro di Siusi – SIU** (Triassico inferiore, Induano)

Unità litologica costituita prevalentemente da calcari e calcari marnosi grigio-verdastri fossiliferi e siltiti rosse. Nella parte sommitale aumenta la componente sabbiosa rossa con livelli dolomitici. Comune la presenza di bivalvi del genere Claraia.

Il Membro di Siusi rappresenta ambienti deposizionali di rampa mediana con transizione a rampa mediana interna nella parte sommitale del membro.

Spessore di 70 metri.

5.1.4.2 **Membro dell'Oolite a Gasteropodi – OG** (Triassico inferiore, Induano)

Formato da calcari fossiliferi (gasteropodi e bivalvi) alternati a calcareniti oolitiche e siltite rosse. Fondamentale è la distinzione dei bivalvi del genere *Claraia*, essi si estinguono prima della terminazione del Membro di Siusi e perciò assenti all'interno di questa unità.

Come per il Membro di Siusi, anche qua, i depositi rappresentano un ambiente deposizionale di rampa mediana interna.

Spessore di 35 metri.

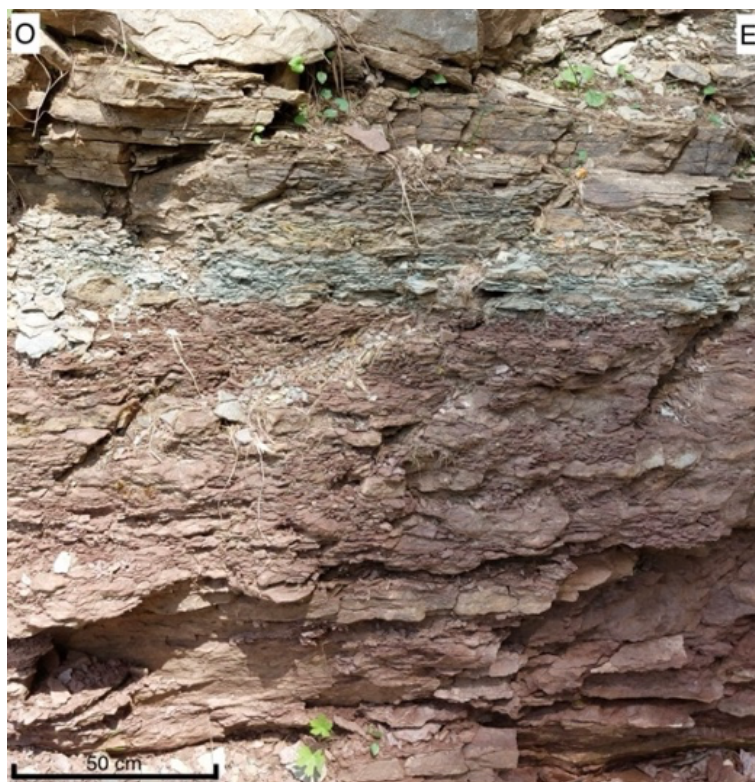


Figura 9 - Contatto stratigrafico fra la porzione sommitale del Membro di Siusi (SIU) e il Membro dell'Oolite a gasteropodi (OG).

5.1.4.3 **Membro di Campil – CAM** (Triassico inferiore, Olenekiano)

Unità formata da areniti e siltiti rosse con laminazione a tratti incrociata e strutture di fondo. Presenti intercalazioni di livelli sottili calcarei fossiliferi e bivalvi mal preservati.

L'ambiente deposizionale prevalente è di spiaggia sommersa (shoreface – offshore), sotto l'influenza del moto ondoso e delle tempeste (Broglia Loriga et al., 1990; citati in Massironi et al., 2006).

Spessore di 70 – 100 metri.



Figura 10 - Campioni a mano del Membro di Campil (CAM).

5.1.5 Filoni Basici (Ladinico)

Corpi discordanti che tagliano tutte le unità affioranti. Formatì da basalti o andesiti a composizione trachitica dal colore grigio scuro / verdastro con fenocristalli di pirosseni in una pasta di fondo microcristallina.

Vengono collegati al vulcanesimo medio – triassico.

Raggiungono spessori di 2 – 3 metri.



Figura 11 - Affioramento filone basico all'interno delle AVG.

5.2 Assetto stratigrafico-strutturale

L'unità del Piastrone Porfirico Atesino (POR) non presenta stratificazione per via dei processi di messa in posto. Evidente in molteplici affioramenti invece, la presenza di piani di fratturazione (Figura 12). Vengono distinte due famiglie, una immergente verso i quadranti meridionali ed un'altra immergente verso NNE, tutte e due con valori di inclinazione elevati.

Entrambe le famiglie possono essere associate a processi di fessurazione verticale dovuti al raffreddamento e alla compattazione in fase successiva alla deposizione del corpo magmatico.

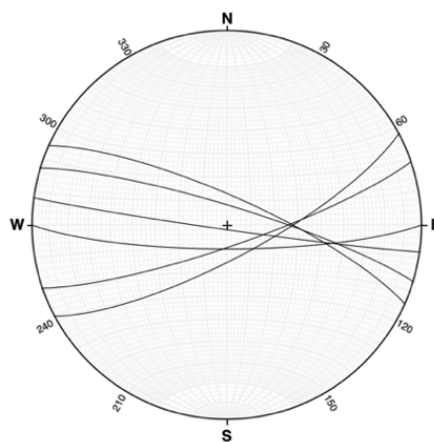


Figura 12 - Proiezione stereografica delle fratture presenti nelle ignimbriti del Piastrone (POR).

Le Arenarie di Val Gardena (AVG) sono state rilevate all'interno degli impluvi presenti nell'areale. Le misure effettuate nell'impluvio tra Malga Costoncella e Malga Agnelezza evidenziano un andamento della stratificazione verso ovest con inclinazione intorno ai 25-30° (Figura 13). Negli impluvi più a nord invece, sopra Malga Agnelezza e lungo Rio Castellazzo, le giaciture risultano concordi con immersione verso i quadranti orientali (NE-SE) ed angoli di inclinazione sui 20° circa (Figura 13).

La discordanza direzionale delle stratificazioni registrata all'interno di questa formazione deriva dall'assetto stratigrafico – strutturale estremamente complesso che ha portato alla formazione di strutture plicative.

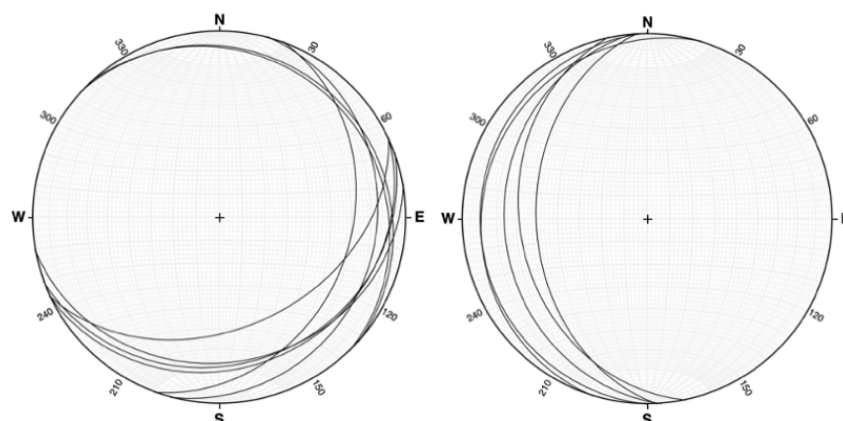


Figura 13 - Proiezioni stereografiche delle giaciture delle stratificazioni delle AVG, a sinistra quelle immergenti verso i quadranti SE e NE mentre a destra quelle verso ovest.

All'interno dell'affioramento di Arenarie di Val Gardena (AVG) lungo la strada forestale per Malga Agnelezza alla quota di 1840 m s.l.m. è stato rilevato un Filone Basico (Figura 11) immergente verso sud – est con giacitura 155°, 40°.

La Formazione a Bellerophon (BEL) affiora all'interno dei due impluvi più a sud e mostra un andamento concordante delle stratificazioni (Figura 14). Nel settore centrale dell'areale ha immersione verso nord con angoli di inclinazione bassi intorno ai 10°. Più a sud, nell'impluvio tra Malga Agnelezza e Malga Costoncella, le giaciture immergono verso i quadranti nord – occidentali con angoli leggermente più elevati sui 15° circa.

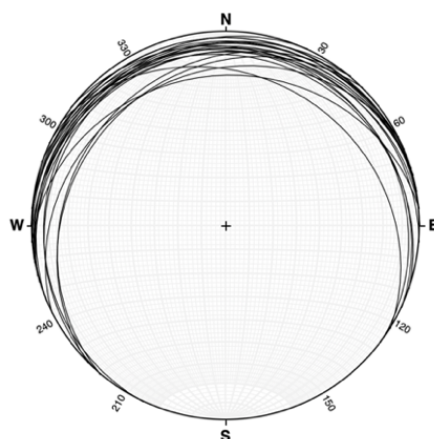


Figura 14 - Proiezioni stereografiche delle giaciture delle stratificazioni del BEL.

Il Membro di Siusi (SIU) presenta un andamento concordante delle giaciture con immersione verso est (Figura 15). Più nello specifico, nel settore sud – orientale dell'areale la stratificazione immerge verso E, negli affioramenti centro – orientali verso ENE ed infine, a nord, verso SSE. L' inclinazione degli strati è a basso angolo (circa 5°) nel settore sud – orientale mentre a nord le inclinazioni sono tutte intorno ai 25-30°.

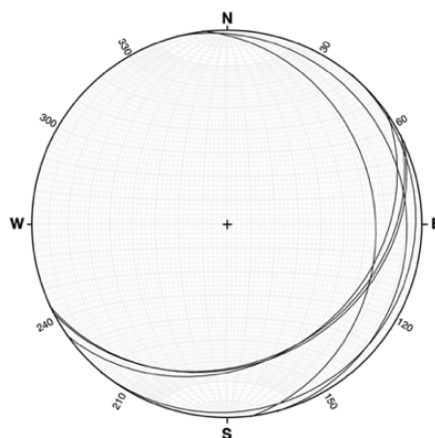


Figura 15 - Proiezioni stereografiche delle giaciture delle stratificazioni del Membro di Siusi (SIU).

Sia il Membro dell'Oolite a Gasteropodi (OG) che di Campil (CAM) hanno permesso l'acquisizione di pochi dati geometrici. Entrambi i membri però, hanno un andamento della stratificazione concordante verso i quadranti orientali / sud – orientali, con inclinazioni maggiori nel settore settentrionale dell'areale (fino a 40°).

5.3 Analisi del dato mesostrutturale

L'analisi dell'assetto tettonico dell'areale in studio si è concentrata sulla struttura fragile presente nella porzione orientale della carta che accosta unità più antiche con unità più recenti.

È presente un contatto laterale fra le Arenarie di Val Gardena (AVG) e la Formazione a Bellerophon (BEL), con il Membro di Siusi (SIU) e il Membro dell'Oolite a Gasteropodi (OG) (vedi carta geologica allegata). Queste ultime unità, più giovani, appartengono alla Formazione di Werfen (WER). La lacuna stratigrafica è rappresentata dalla mancanza dei tre membri basali del WER: Tesero, Mazzin ed Andraz che non risultano affioranti. Non è stato tuttavia cartografato nessun elemento diretto che evidenzia la presenza di una struttura.

L'interpretazione delle formazioni, dei membri e della lacuna stratigrafica, ha permesso di identificare un sistema distensivo che, tramite una faglia con cinematica normale, ha abbassato il blocco di tetto (formato dai membri di SIU, OG e CAM) alla stessa quota di unità più antiche (AVG e BEL).

Il sistema sopra descritto è associabile alla Linea del Rolle, la faglia più importante della zona. Essa si sviluppa in direzione NNO – SSE e taglia tutta la valle del Cismon fino a Passo Rolle dove si sdoppia in due splay. La sua cinematica porta ad un abbassamento dello

scomparto orientale rispetto all'occidentale portando la Formazione di Werfen (WER) alla stessa quota delle Arenarie di Val Gardena (AVG).

La faglia rilevata all'interno dell'areale costituirebbe la porzione settentrionale della Linea del Rolle prima della sua terminazione ad ovest del Monte Castellazzo dove incontra la faglia di Rio Vallazza (Massironi et al., 2006).

Alla scala dell'affioramento sono state riconosciute alcune strutture, sia appartenenti a regimi fragili che appartenenti a regimi duttili, riconducibili al complesso assetto tettonico della zona.

Durante il rilevamento della formazione delle Arenarie di Val Gardena, più nello specifico all'interno dell'impluvio fra Malga Agnelezza e Malga Costoncella alla quota di 1780 m s.l.m., sono state osservate una serie di strutture fragili.

La Figura 7 mostra l'affioramento in questione, si possono osservare in foto due set differenti di fratture. Il primo, con giacitura $265^{\circ}, 32^{\circ}$ che taglia obliquamente la foto. Il secondo, invece, è rappresentato dal piano con giacitura $034^{\circ}, 78^{\circ}$ parallelo alla lente della macchina fotografica. Quest'ultimo è stato associato ad un piano di frattura per la presenza di numerose strutture a piuma, classiche di fratture estensionali (diaciasi).

Le diaciasi si sviluppano parallelamente allo sforzo principale (σ_1) in condizioni di assenza di confinamento laterale (σ_3). In fase successiva alla nucleazione, la crescita avviene lateralmente, lungo un piano. Le estremità delle fratture, infatti, si biforcano generando delle microfratture che causano la formazione di lunghe e strette irregolarità chiamate appunto strutture a piuma (Fossen, 2016).

All'interno dell'impluvio al centro dell'areale, fra Malga Agnelezza (a sud) e Malga Iuribello (a nord), in un affioramento del Membro di Siusi (SIU), sono stati riconosciute alcune pieghe.

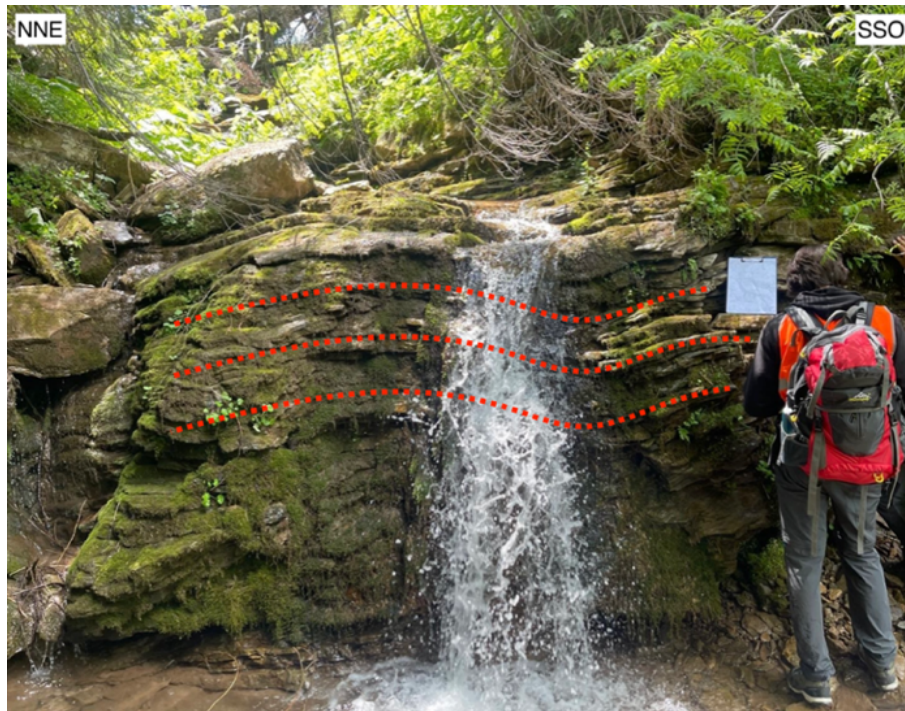


Figura 16 – Affioramento di pieghe all'interno della Formazione di Werfen (WER).

In Figura 16 si può osservare una piega di dimensioni metriche descritta come anticlinale dritta con apertura blanda. L'asse della piega immerge verso i quadranti sud – orientali con giacitura $145^{\circ}, 06^{\circ}$ mentre i fianchi hanno giacitura $220^{\circ}, 27^{\circ}$ per quello sinistro e $054^{\circ}, 32^{\circ}$ per quello destro.

6. Approfondimento

Il settore è stato analizzato anche tramite l'ausilio di un modello digitale di elevazione del terreno (DEM). Il file è una rappresentazione digitale della topografia della superficie terrestre ed è organizzato in una griglia dove ogni cella rappresenta un'area di terreno.

Il modello digitale di elevazione per la zona in esame è stato ottenuto dal portale WebGIS della Provincia Autonoma di Trento (<https://siat.provincia.tn.it/stem/>). Il file ha una risoluzione spaziale di 1 metro e risale al 2009, la sua realizzazione è avvenuta mediante tecnologia lidar.

Utilizzando il software cartografico QGIS, è stato possibile generare raster di variabili morfometriche e idrologiche a partire dal file DEM. L'analisi si è concentrata sull'areale in studio e, per un quadro più completo, si è scelto di adottare un buffer regolare di 500 metri ad ovest e 700 metri ad est.

6.1 Modello hillshade

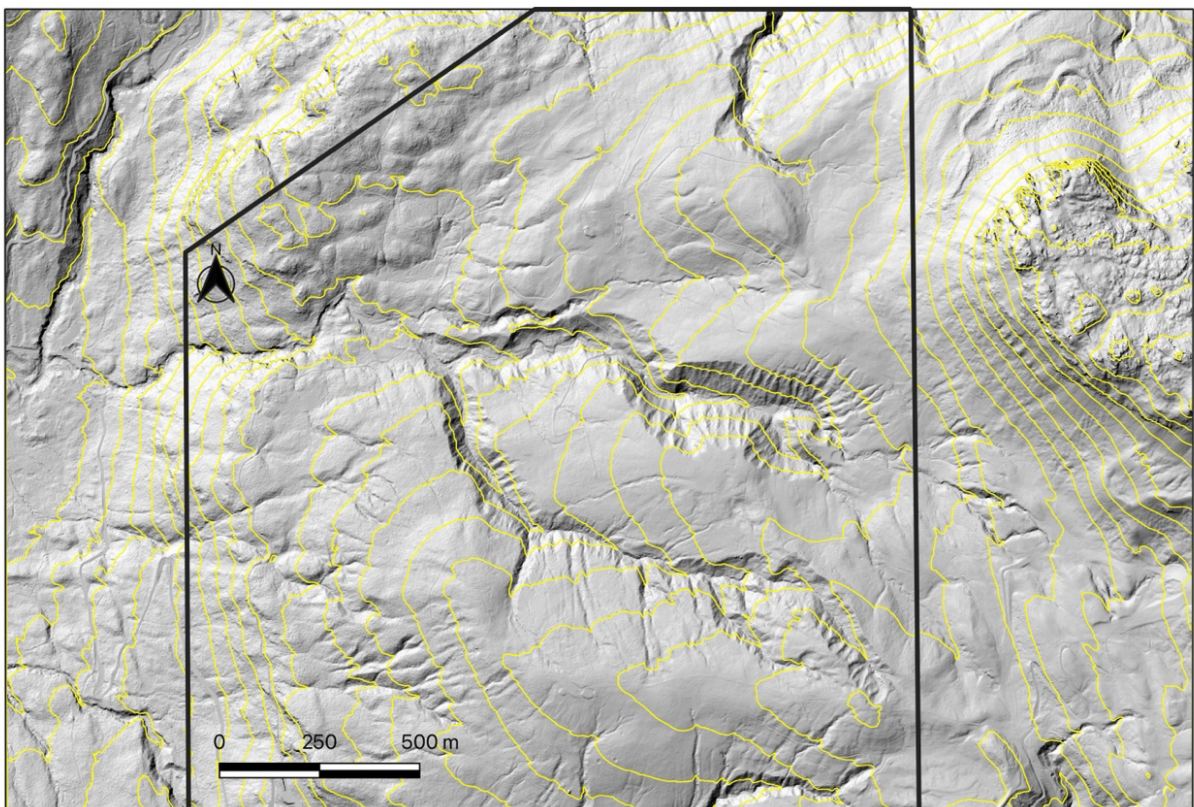


Figura 17 - Hillshade della zona rilevata (in nero).

Il modello visibile in Figura 17 è chiamato hillshade (ombreggiatura) e permette la visualizzazione dell'aspetto tridimensionale del terreno.

Si osserva la presenza del Monte Castellazzo nella porzione orientale della carta, rilievo principale. La parte restante dell'areale è caratterizzata da una diminuzione graduale dell'altitudine verso la porzione occidentale della carta dove è ubicato il Bosco di Costoncella.

È di notevole importanza la presenza di morfologie dolci nella porzione centrale della carta, zone plasmate da processi glaciali.

Si può inoltre osservare, lungo il versante occidentale del Monte Castellazzo, la presenza di morfologie più ripide rispetto a quelle dei depositi glaciali. Esse, sono state associate a depositi di talus (vedi Litostratigrafia), comuni alla base delle scarpate al di sotto di rilievi.

Gli impluvi presenti all'interno dell'area, nonostante il notevole sviluppo verticale (fino a 50 m), sono stati evidentemente scavati dopo la deglaciazione.

6.2 Carta dell'esposizione dei versanti

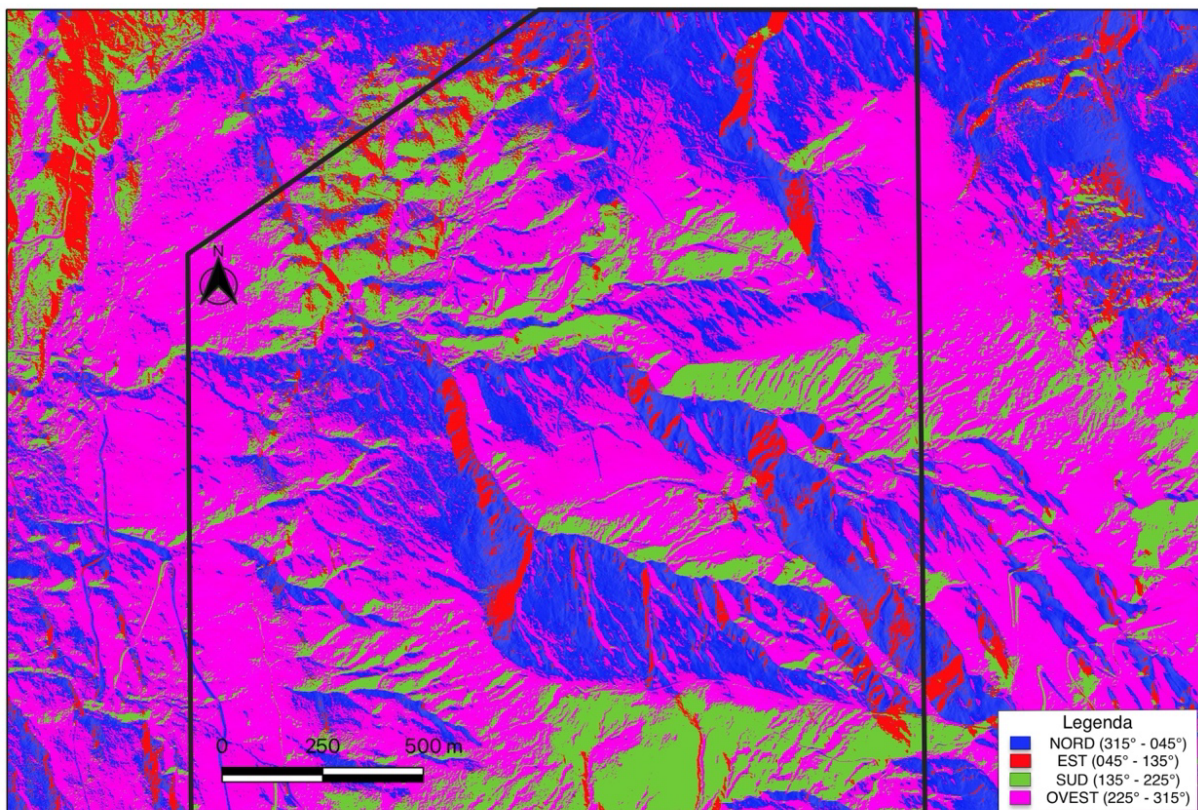


Figura 18 - Carta dell'esposizione dei versanti, in nero la zona rilevata.

La carta dell'aspetto permette di analizzare l'esposizione dei pendii rispetto al nord geografico. Più precisamente, tramite una codifica a colori viene indicato un range di gradi verso cui immerge la topografia della zona.

L'analisi della Figura 18 consente di identificare l'intero areale in studio come versante occidentale del Monte Castellazzo.

L'orientazione degli impluvi centrali è NO – SE con i versanti di essi esposti rispettivamente a SO (quelli settentrionali) ed a NE (quelli meridionali). L'impluvio settentrionale invece, è orientato diversamente, con asse in direzione nord – sud.

La porzione settentrionale della carta è esposta a nord, zona in cui, scendendo, si arriva a quote inferiori attorno ai 1670 m s.l.m. (Piano dei Casoni, fuori carta). Nella porzione meridionale sono presenti versanti esposti a sud affacciati su Passo Rolle (fuori carta). Infine, il Bosco di Costoncella, ubicato nella porzione occidentale della zona rilevata, è totalmente esposto verso i quadranti occidentali.

6.3 Reticolo idrografico

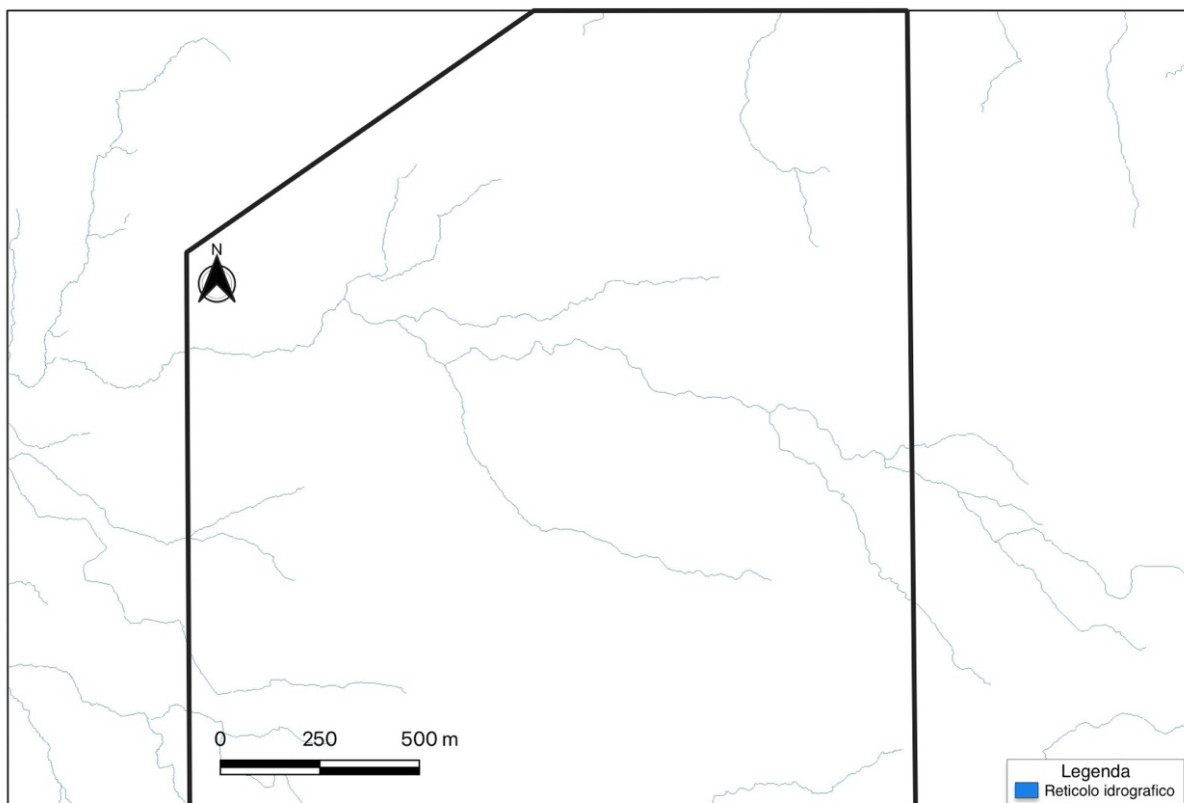


Figura 19 - Flow Accumulation, in nero la zona rilevata.

La carta del Flow Accumulation è una rappresentazione cartografica che indica la quantità d'acqua accumulata in ogni cella della griglia raster proveniente dalle celle a monte. Il valore può essere anche interpretato come l'area di drenaggio che contribuisce al flusso per ogni cella del bacino idrografico.

La selezione di un valore soglia di “flow accumulation” consente di tracciare il reticolo idrografico. Il reticolo osservabile in Figura 19 è stato tracciato impostando una soglia di 200

ettari ($2 \times 10^6 \text{ m}^2$), che è stata scelta in seguito alla calibrazione basata sul confronto tra il reticolo sintetico e quello osservabile in fotografia aerea e sul terreno.

L'areale in studio, nella porzione centrale, è solcato da due torrenti che confluiscono in un unico corso d'acqua che scorre verso ovest. Essi sono situati all'interno degli impluvi centrali, rispettivamente fra Malga Iuribello e Malga Agnellezza e fra Malga Agnellezza e Malga Costoncella. È presente, infine, il Rio Castellazzo che defluisce verso nord nella porzione settentrionale della carta.

6.4 Carta delle pendenze e istogrammi di frequenza

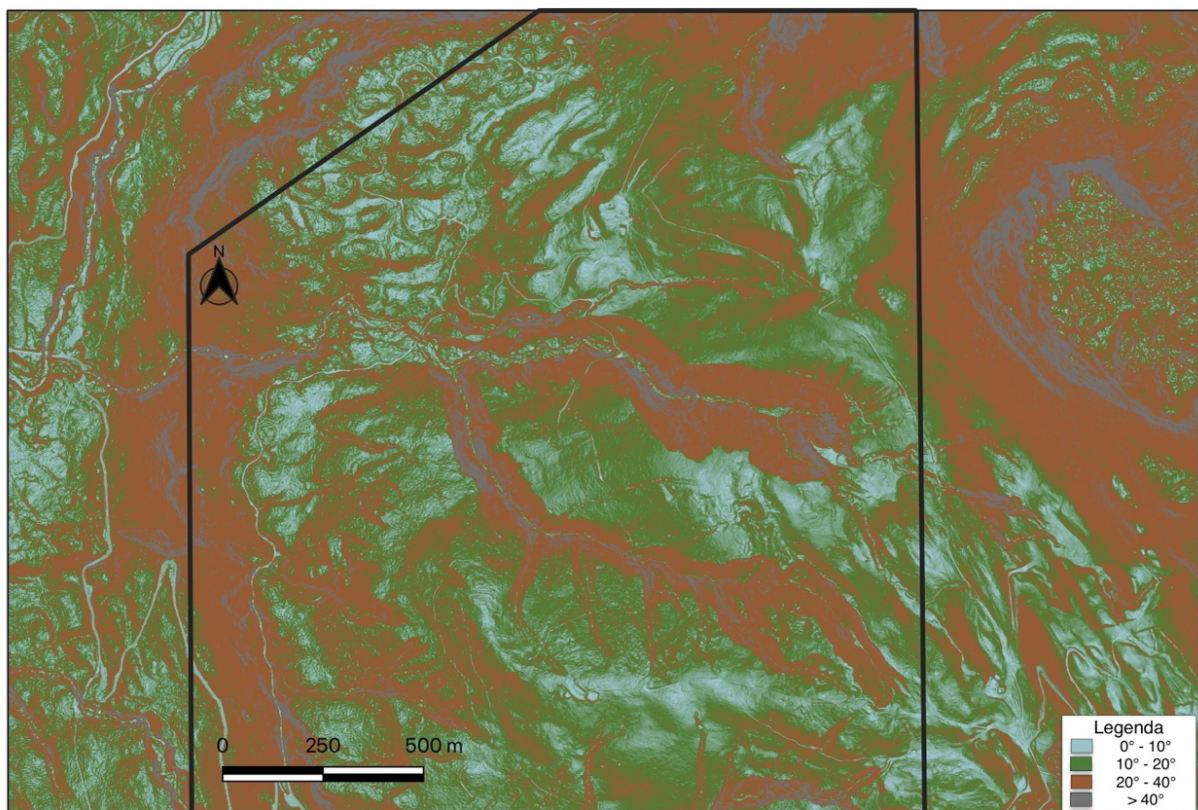


Figura 20 - Carta delle pendenze, in nero la zona rilevata.

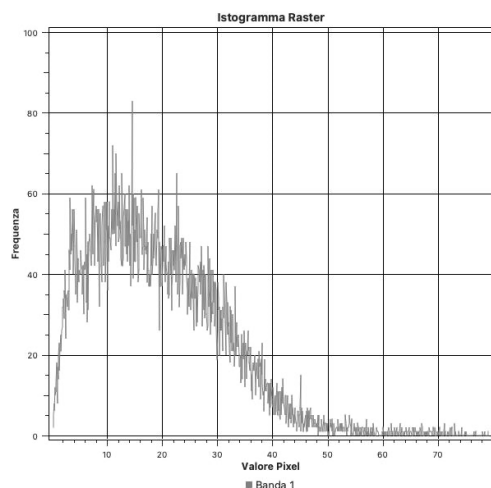


Figura 21 - Istogramma di frequenza delle pendenze del Piastrone Porfirico Atesino (POR).

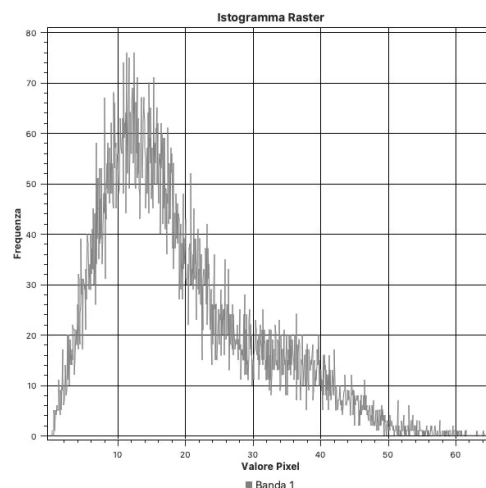


Figura 22 - Istogramma di frequenza delle pendenze delle Arenarie di Val Gardena (AVG).

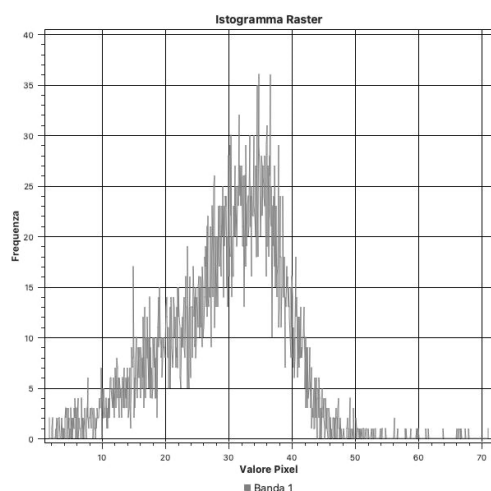


Figura 23 - Istogramma di frequenza delle pendenze della Formazione a Bellerophon (BEL).

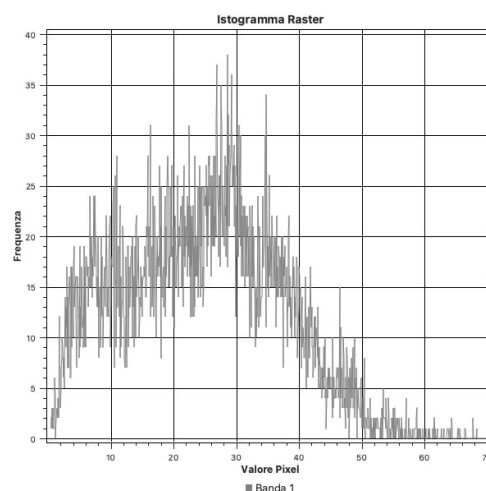


Figura 24 - Istogramma di frequenza delle pendenze della Formazione di Werfen (WER).

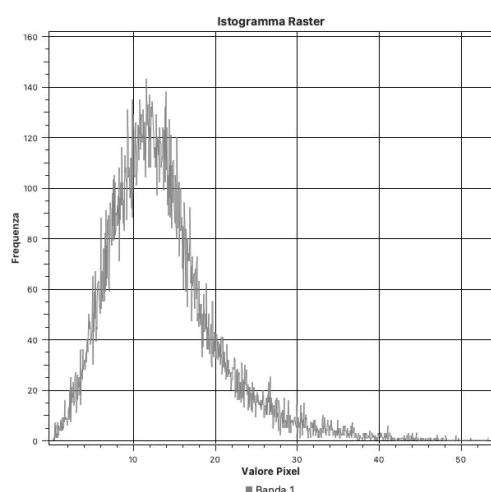


Figura 25 - Istogramma di frequenza delle pendenze dei depositi glaciali.

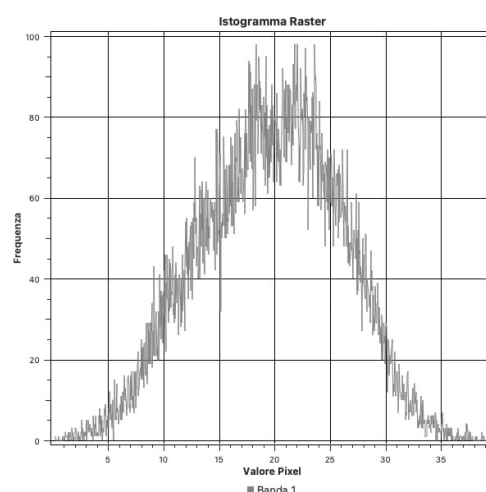


Figura 26 - Istogramma di frequenza delle pendenze dei depositi di talus.

La carta delle pendenze, in Figura 20, è derivata dal file DEM (modello digitale di elevazione) e permette la visualizzazione di specifici intervalli di pendenza sul terreno tramite codifica a colori (in legenda).

Gli istogrammi di frequenza, invece, mostrano nelle ordinate la frequenza (numero delle celle) e nelle ascisse il valore di pendenza associato. Sono costruiti sulla base dei dati di ogni singola unità litologica rilevata ed illustrano l'andamento della pendenza all'interno di questi settori dell'areale.

Il materiale prodotto dal file DEM mette in luce le caratteristiche geomorfologiche dell'areale in studio.

Di notevole importanza è la presenza di impluvi profondamente incisi a partire da un piano campagna abbastanza regolare (Figura 17). Essi testimoniano come la morfologia di questa zona a pendenza media plasmata da processi glaciali, in fase post – glaciale, sia stata erosa dai corsi d'acqua che si sono formati dallo scioglimento dei ghiacciai. La fase odierna è ancora caratterizzata da una topografia dominata da processi glaciali e processi torrentizi, quest'ultimi sviluppatasi negli ultimi migliaia di anni.

È possibile, inoltre, osservare una variazione dimensionale fra le testate e le porzioni più a valle degli impluvi centrali (Figura 17). I membri della Formazione di Werfen (WER), affioranti nelle testate degli impluvi, risultano unità meno competenti rispetto alle Arenarie di Val Gardena (AVG) che affiorano più a valle. L'erosione fluviale, perciò, causa la formazione di testate più ampie rispetto alle zone in cui i corsi d'acqua scorrono al di sopra delle arenarie, qui, gli impluvi risultano stretti con fianchi a pendenze anche superiori ai 40° (Figura 20).

Lungo il Rio Castellazzo, a nord, la faglia (coincidente con l'asse dell'impluvio, osservabile nella carta geologica allegata) divide le arenarie, affioranti sul versante occidentale, dalla Formazione di Werfen (WER), affiorante sul versante orientale dell'impluvio. Anche qui, l'azione erosiva è più marcata sulla formazione triassica, modellando versanti più estesi e meno ripidi sul lato orientale dell'impluvio.

La porzione occidentale della carta, a valle rispetto alla strada forestale per Malga Iuribello, è dominata da scarpate con angoli di inclinazione elevati, talvolta anche superiori ai 40° (Figura 20). Nella zona affiorano le ignimbriti del Piastrone Porfirico Atesino (POR) ed è comune osservare valori di pendenza elevati, a confronto con le pendenze più dolci dei depositi glaciali.

L'areale cartografato, nella sua porzione centro – orientale, è costituito per la maggior parte da depositi glaciali e depositi di talus. Si osserva una differenza evidente delle morfologie plasmate dai processi che hanno prodotto questa tipologia di depositi (Figura 17).

I depositi glaciali sono caratterizzati da morfologie dolci e pendenze inferiori ai 20° mentre quelli di talus presentano pendenze fino ai 40° e morfologie più irregolari (Figura 20). La differenza di conformazione di queste zone è dovuta ai processi di messa in posto ed alla struttura dei depositi.

I processi glaciali formano depositi con un alto grado di coesione, risultato della compattazione che avviene durante il trasporto nella fase di ritiro dei ghiacciai.

I depositi di talus invece, hanno un angolo di riposo maggiore dovuto ai processi gravitativi di messa in posto e presentano coesione minore perché non subiscono compattazione in fase di trasporto (subiscono solamente caduta oppure scivolamento lungo il pendio).

7. Discussione e conclusioni

La carta geologica rappresenta la sintesi del rilevamento eseguito all'interno dell'areale. Essa riassume i punti chiave sviluppati durante l'attività di rilevamento e la successiva fase di elaborazione dei dati.

È stata dedotta la presenza di una faglia che rappresenta l'elemento tettonico principale dell'areale. Nel sottocapitolo 4.1 viene attribuita alla Linea del Rolle una complessa attività polifasica. L'interpretazione del sottocapitolo 5.3 classifica la struttura rilevata come normale e perciò riconducibile alla fase tettonica distensiva mesozoica della Linea del Rolle (Massironi et al., 2006).

L'andamento stratigrafico delle unità affioranti non è omogeneo ed è influenzato dalla presenza dell'elemento strutturale sopra descritto.

Le unità ad ovest della faglia hanno valori di immersione ed inclinazione non uniformi. La formazione delle AVG ha stratificazione immergente verso ovest nelle porzioni meridionali della carta, mentre al centro e a nord immerge verso i quadranti orientali (NE e SE). Quella a Bellerophon invece, ha stratificazione uniforme immergente verso i quadranti nord – occidentali.

Ad est della faglia le stratificazioni hanno andamento uniforme verso i quadranti orientali / sud – orientali.

La variazione direzionale delle stratificazioni in entrambi i blocchi evidenzia la presenza di un sistema plicativo complesso derivato da una tettonica compressiva avvenuta in fase successiva all'estensione associata alla faglia normale (Massironi et al., 2006).

All'interno dell'unità delle Arenarie di Val Gardena (AVG) affiora un dicco associabile ad un evento magmatico avvenuto durante il Ladinico (circa 242 Ma) (vedi sottocapitolo 5.1.5).

Tramite i modelli cartografici derivati dall'elaborazione del file DEM della zona si è definito un quadro più completo dei processi che hanno modificato e continuano a modificare i paesaggi dell'areale.

Di notevole importanza sono i processi glaciali. Essi, infatti, permettono la deposizione dei sedimenti (DG) che coprono la maggior parte della porzione orientale dell'areale, nella fase di Ultimo Massimo Glaciale (UMG). Nel periodo post-glaciale poi, lo scioglimento delle masse glaciali ha permesso l'erosione dei depositi tramite la formazione di torrenti provenienti dalla cima del Monte Castellazzo.

Questo approfondimento ha consentito anche un'analisi dettagliata della morfologia della zona, evidenziando l'importanza degli effetti delle caratteristiche meccaniche delle formazioni e dei processi su di essa.

Le testate degli impluvi risultano maggiormente scavate rispetto alle porzioni più ad ovest, per via della scarsa competenza della Formazione di Werfen (WER) rispetto alle Arenarie di Val Gardena (AVG), anch'esse incise ma formando impluvi più stretti con versanti più inclinati.

L'unità con maggior competenza risulta il Piastrone Porfirico Atesino (POR) con l'affioramento di scarpate ripide nella porzione sud – occidentale della zona.

I depositi di talus, infine, sono collocati ai piedi del Monte Castellazzo e perciò nella porzione orientale della carta. Essi formano morfologie più marcate rispetto ai depositi glaciali per via del processo gravitativo di messa in posto.

Il rilevamento aveva l'obiettivo di identificare l'assetto stratigrafico e strutturale dell'areale in relazione alla sua storia geologica, cercando di ricostruire ed analizzare gli eventi geologici avvenuti. Sono state riscontrate alcune criticità relative alla morfologia del territorio. In particolare, non è stato possibile osservare alcune porzioni dell'area poiché risultavano inaccessibili.

I risultati ottenuti durante le attività e le interpretazioni fatte in fase successiva spiegano il contesto stratigrafico – strutturale dell'areale rilevato, risultando inoltre conformi con gli studi esistenti e la letteratura riguardante la zona.

In conclusione, si può affermare che, con l'attività di rilevamento, l'elaborazione dei dati, la redazione della carta, della sezione e della presente relazione, è stato possibile ricostruire la geologia dell'areale da un punto di vista stratigrafico, tettonico e geomorfologico.

8. Bibliografia

Cavazza W., 2022 – Le Alpi, slide del corso di Geologia dell'Italia, 4, 2 – 32.

Doglioni C., Neri C., 1988 – Anisian tectonics in the Passo Rolle area. *Rend. Soc. Geol. It.*, 11, 197 – 204.

Doglioni C., 1987 – Tectonics of the Dolomites (Southern Alps, Northern Italy). *Journal of Structural Geology*, 9 – 2, 181 – 193.

Fossen H., 2016 – Geologia Strutturale. Zanichelli, 159 – 160.

Massironi M., Preto N., Zampieri D., 2006 – Note illustrative della Carta geologica della Provincia di Trento alla scala 1: 25.000, tavola 45 III, San Martino di Castrozza.

Portale WebGIS della Provincia Autonoma di Trento – <https://siat.provincia.tn.it/stem/>

Schmid S. M., Fügenschuh B., Kissling E., Schuster R., 2004 – Tectonic map and overall architecture of the Alpine orogen. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 97, 93 – 117.