



CITTÀ METROPOLITANA DI GENOVA
Direzione Territorio e Mobilità
Servizio Progettazione e Manutenzione Viabilità
Largo Cattanei, 3- 16147 Genova

**Interventi di ripristino della sede stradale SP n. 227 di
Portofino nei comuni di S. Margherita Ligure e
Portofino con particolare riferimento al tratto tra le
progressive km 5+600 e km 5+790 danneggiata dagli
eventi meteorologici del 29 e 30 ottobre 2018**

PROGETTO ESECUTIVO

00	01/19	Prima emissione	FC	DC	SB
INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
RELAZIONE GEOLOGICA COMPRENSIVA DI RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA					
I PROGETTISTI: Dott. Ing. Stefano Belfiore (Città Metropolitana di Genova) Dott. Ing. Francesco Carleo (Regione Liguria)		REDATTO DA: Dott. Geol. Ruggero Dameri MAJONE&PARTNERS ENGINEERING		ELABORATO: PTCE 3.02	
<u>IL R.U.P.:</u> Dott. Ing. Pietro Bellina		<u>IL RESPONSABILE D'UFFICIO:</u> Dott. Ing. Stefano Belfiore		04/01/2019	

0. PREMESSA E SCOPI DELL'INDAGINE

Lo scrivente ha ricevuto incarico per la redazione della presente Relazione Geologica, relativamente al progetto per la ricostruzione di un tratto della SP 227 di Portofino, completamente distrutto nel corso dell'evento meteo-marino del 29-30 ottobre 2018.

In particolare il presente lavoro si riferisce al tratto di strada maggiormente colpito dall'azione delle onde, posto al piede dell'Abbazia della Cervara, per una lunghezza pari a 100-120 metri circa.

Scopo del lavoro è quello di:

- Inquadrare le condizioni geologiche generali del sito;
- definire i possibili meccanismi alla base dei dissesti accaduti
- fornire una prima caratterizzazione dell'area dissestata suddividendo lo studio in due componenti principali: a) verifica dello stato delle pareti e dei versanti a monte della strada, nell'ottica di verificare lo stato di rischio e conseguirne la riduzione, laddove necessario, in merito ai lavori al piede del pendio roccioso.
- b) definizione delle quote di reperimento dell'ammasso roccioso sano nella zona degli scogli, presso il limite a mare della struttura stradale originaria; valutazione delle zone di frattura beanti nell'ammasso roccioso e dei vuoti tra i massi sciolti presenti al di sopra del substrato sano.
- definire – sulla base delle indicazioni progettuali ricevute – una prima modellazione geologica con grado di affidabilità compatibile con le indagini effettivamente realizzate.

Il modello sarà affinato – per la parte stradale – al procedere dei lavori; la conseguente riduzione delle difficoltà logistiche permetterà i necessari supplementi di indagine.

0.1 Campagna delle indagini

In considerazione delle difficoltà di accesso al sito in esame, si anticipa che il presente lavoro tiene conto dei rilievi geometrici sul pendio e sulle pareti rocciose (appositamente eseguiti con speciali tecniche alpinistiche) e dei rilievi geologici e geomeccanici superficiali, realizzati alla base del versante. La pianificazione di una campagna di indagini dirette (eventuali sondaggi) e geofisiche lungo la zona di riva, viene rimandata alla fase di cantiere.

In tal senso, le indicazioni geotecniche e geomeccaniche di base, nonché il modello sismico, saranno progressivamente affinati e/o confermati al procedere dei lavori.

0.2 Normativa di riferimento

La presente relazione è stata redatta in modo da soddisfare le **Nuove Norme Tecniche sulle Costruzioni 2018** di cui al **D.M. del 17.01.2018**.

Per quanto riguarda l'ammissibilità dell'intervento in relazione alle normative di Piano si ricordano brevemente le indicazioni di **Piano di bacino** (Ambito 15) e del **Piano di tutela dell'Ambiente Marino Costiero**

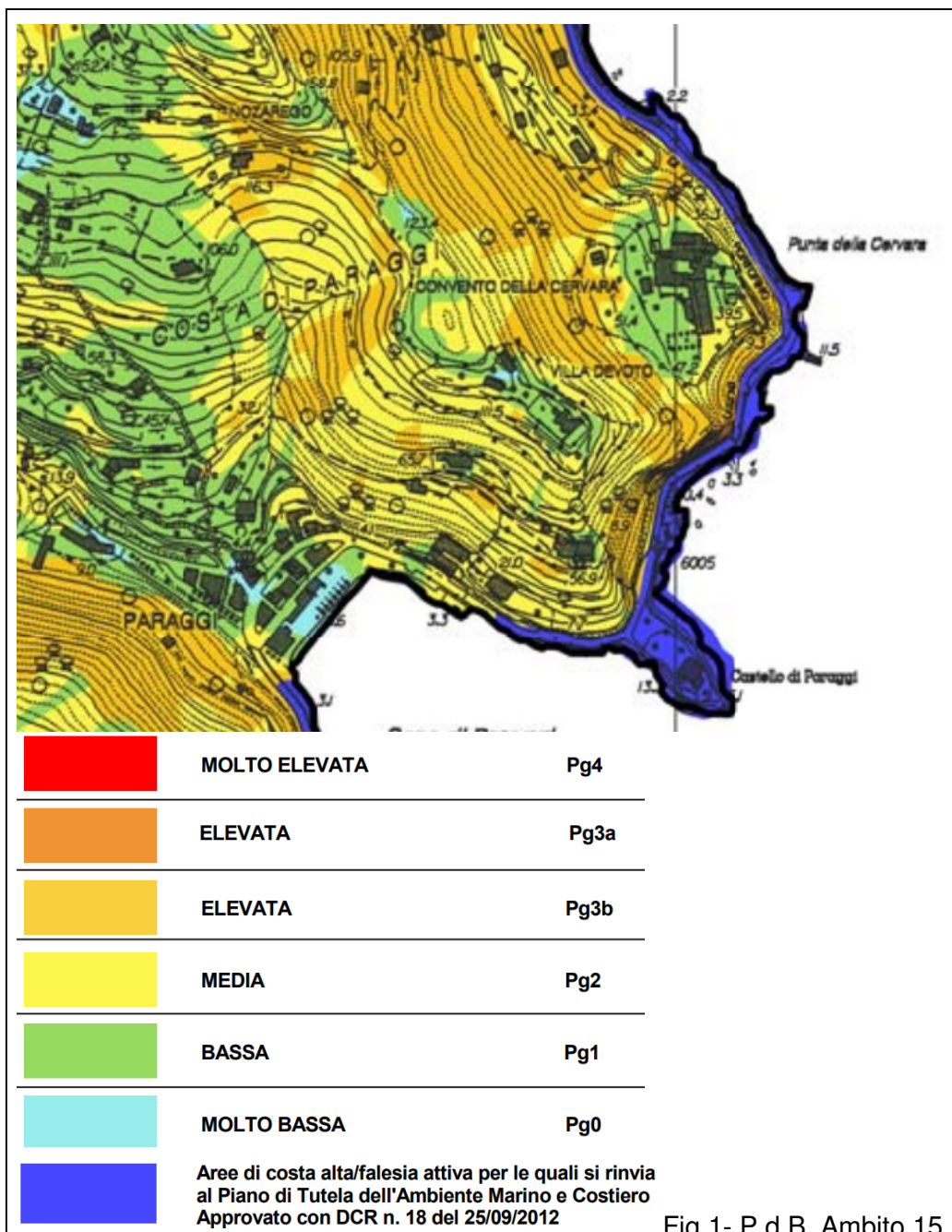


Fig.1- P.d.B. Ambito 15

Il settore a mare è caratterizzato da un tratto di “*costa alta / falesia attiva*” le cui norme di attuazione sono direttamente espresse nel Piano di tutela dell’Ambiente Marino Costiero; tale fascia ricade in una **zona FAB** - a suscettività al dissesto alta - alla quale si associa la normativa e le limitazioni delle aree PG3 di Piano di bacino. Vedi fig. 2 alla pag seguente.

I settori a monte ricadono in zone a suscettività al dissesto medio-elevata Pg2 e Pg3b.

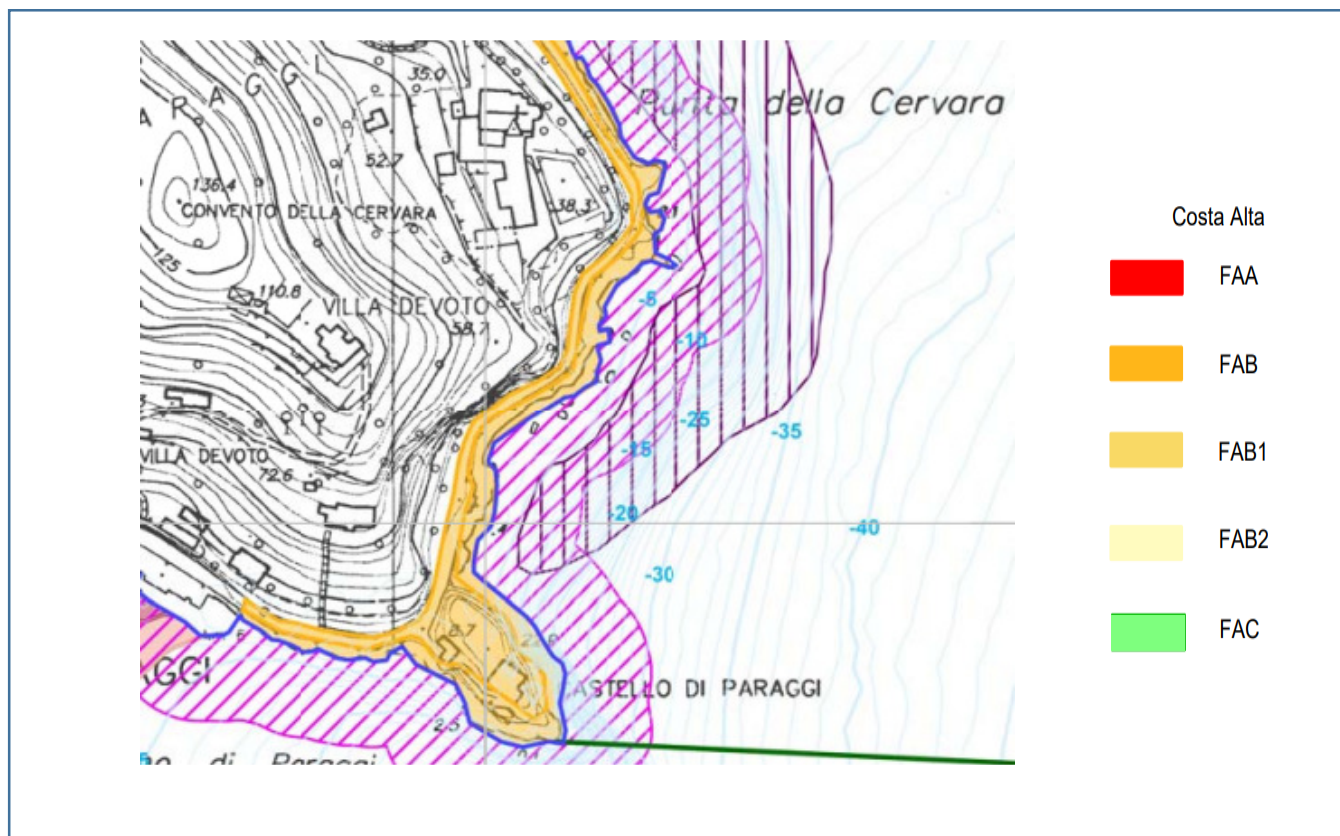


Fig. 2 - Piano di tutela dell'Ambiente Marino Costiero - Suscettività

1.0 Inquadramento generale

1.1 Geomorfologia e geologia

L'area in esame è caratterizzata da un promontorio roccioso secondario posto sul lato orientale della struttura principale, usualmente conosciuta come Promontorio di Portofino.

La forma del rilievo, in pianta, è strettamente controllata dalle linee delle fratture e delle faglie principali; le lineazioni ricorrenti hanno direzioni grossomodo ortogonali tra loro e sono orientate in direzione NW-SE e NE-SW.

Per quanto riguarda la parte emersa, la linea di costa è caratterizzata da una falesia, considerata attiva, le cui pareti presentano un'altezza variabile da 8-10 fino a 32 metri (raggiunti lungo il limite SW dell'area indagata). Nella parte centrale la fascia rocciosa risulta addolcita da una morfologia concava caratterizzata comunque da pendenza medio elevata ed ammasso roccioso sub affiorante.

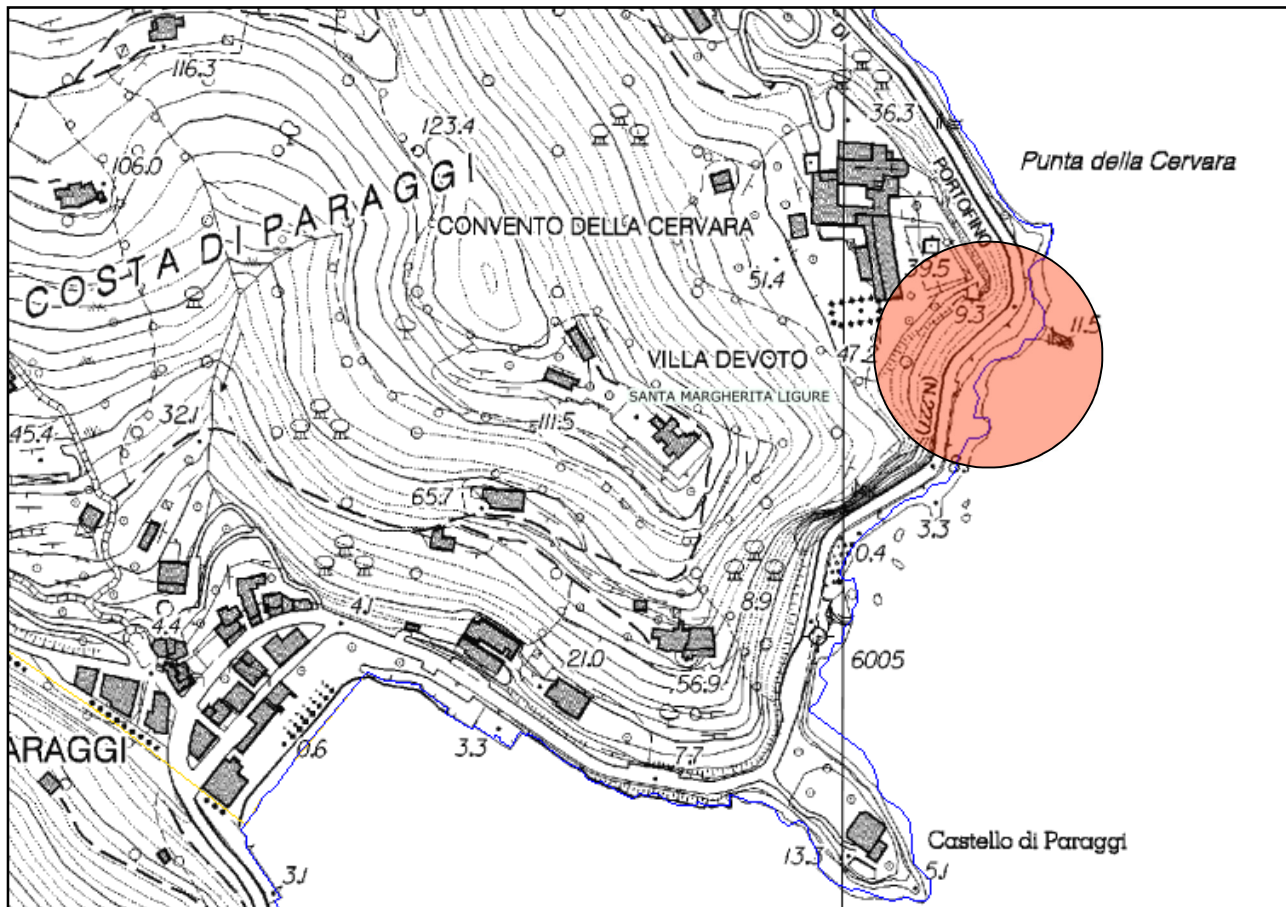


Fig. 3 – Carta Tecnica Regionale

A monte della falesia si trova una zona sub pianeggiante o poco acclive costituita da un leggero accumulo delle coperture sciolte. La morfologia è probabilmente legata alla presenza di una zona di ciglio di arretramento relitto situato a monte di una morfologia terrazzata di probabile origine marina. L'intero settore superiore appare inattivo.

Il settore alla base della falesia – occupato precedentemente dalla sede stradale – mostra una zona di scogliera a grandi massi e blocchi, alcuni dei quali sembrano in parziale continuità con il substrato roccioso sottostante. Nel settore centrale – in corrispondenza della valletta a monte - Il fondo marino appare caratterizzato da una stretta fascia a media acclività fino alla batimetrica dei 10 metri circa slm; tale fascia si riduce entro i primi 5 metri di profondità lungo i due dossi posti ai lati.

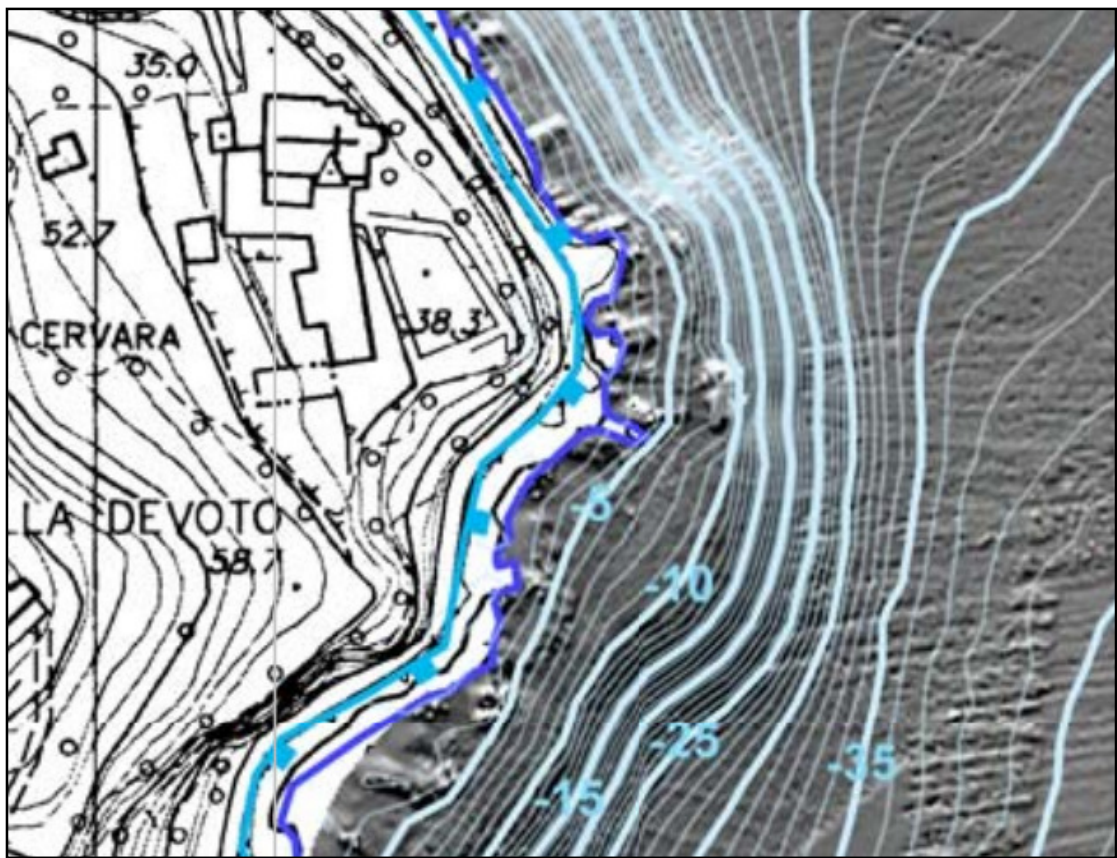


Fig.4 Carta morfologica – Piano tutela Ambiente Marino Costiero

Al di sotto dei 10 metri si assiste ad un repentino aumento delle acclività (localmente paragonabili alla soprastante falesia) fino ai 30-35 metri di profondità.

Per quanto riguarda i sedimenti sovrapposti al substrato si ritiene che l'intera area di ondazione sia caratterizzata da massi e blocchi di medio grandi dimensioni (fondi detritici costieri) poggianti sul substrato o su locali

livelli ghiaioso ciottolosi di spessore ridotto (le eventuali indagini successive consentiranno di definire spessori e tipologie dei materiali sciolti e stato di conservazione del substrato). La scarpata sommersa si ritiene sia costituita da ammasso roccioso in posto.

Dal punto di vista Geologico il substrato è costituito dal **Conglomerato di Portofino**; questo è costituito principalmente da clasti di calcare marnoso, arenarie e, meno frequentemente, da frammenti di ofioliti, gneiss e graniti. Il grado di arrotondamento varia da sub-angolare a moderatamente arrotondato. La matrice è sabbiosa con cemento di natura carbonatica. Il conglomerato sormonta, in discordanza stratigrafica, i sottostanti Calcarei di m.te Antola; il contatto si trova poco distante, a Nord dell'area di intervento.

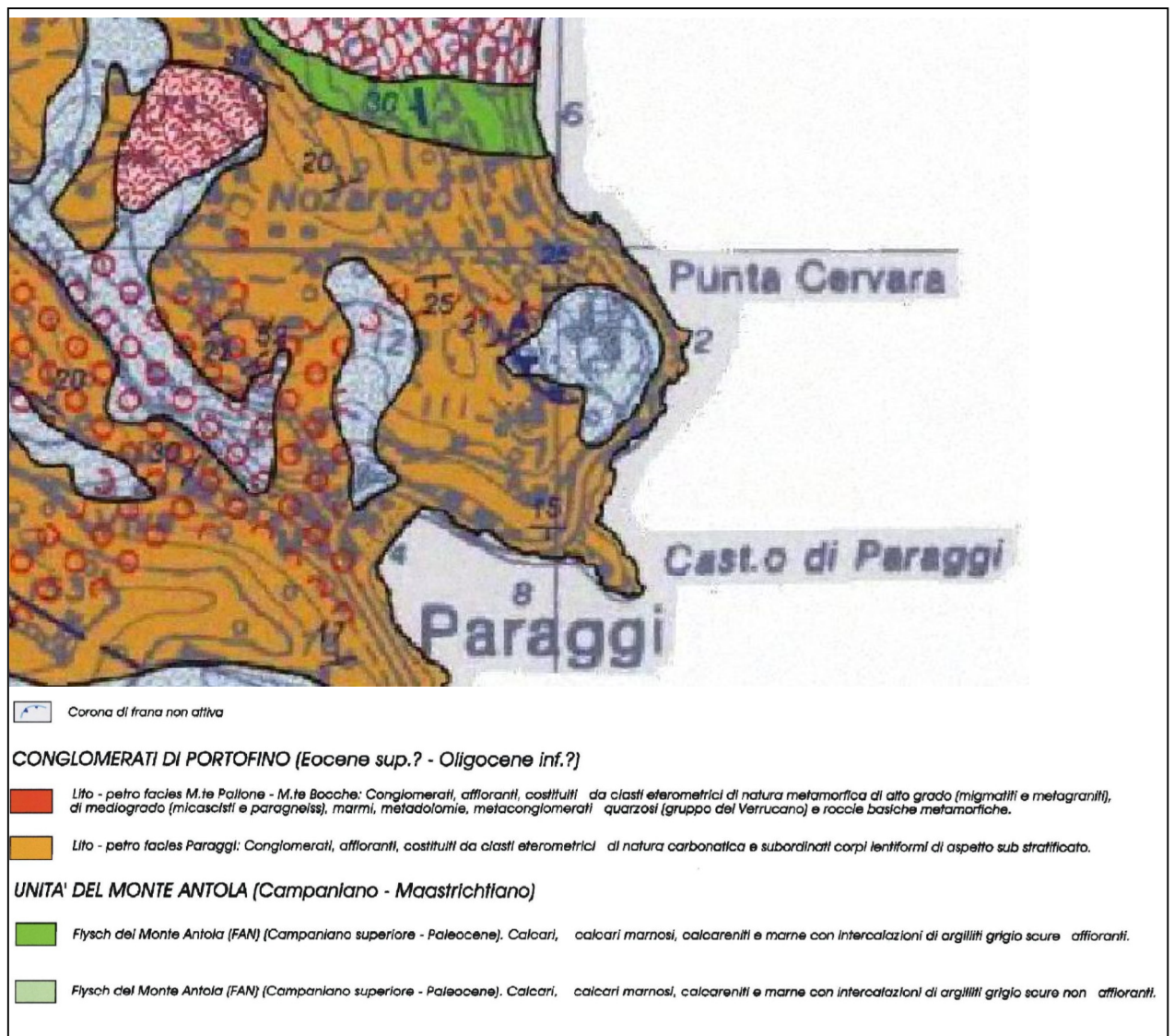


Fig 5 . Carta Geologica Generale

L'ammasso è piuttosto omogeneo e le superfici stratigrafiche risultano poco visibili; la giacitura presenta immersioni verso Nord - Est secondo inclinazioni comprese tra 10 e 20° circa.

La fratturazione è caratterizzata da un set principale di discontinuità aventi direzione 120-140°N ed immersione variabile secondo inclinazioni comprese tra 70° e la verticale. In affioramento si tratta di fratture a parete in calcite, spesso beanti, con aperture pluridecimetriche, riempimento di materiale terroso a scheletro grossolano, spesso interessate da apparati radicali importanti. Localmente è presente un'interferenza con superfici a minore inclinazione con l'individuazione di stretti elementi romboidali.

Un secondo set è caratterizzato da giunti di frattura orientati grossomodo E-W (la direzione è compresa tra 70 e 85° N), con inclinazioni tra 75 e 90° ed immersione verso Sud. Le condizioni di apertura e lo stato di riempimento sono simili alle fratture del set precedente.

E' presente infine un'ulteriore famiglia di giunti sempre immergente verso i quadranti meridionali con inclinazioni medie (40-50°).

A partire dal versante le fratture beanti sembrano progressivamente ridursi verso la zona della scogliera, all'altezza del livello medio marino.

1.2 Idrogeologia ed Idrologia

Il reticolo idrografico superficiale è pressoché assente; la ridotta copertura sciolta è soggetta a prevalente infiltrazione con locali zone di concentrazione ruscellamento.

L'ammasso roccioso presenta una permeabilità primaria molto bassa, in relazione alla natura calcarenitica della matrice fine; Il livello di medio-

elevata fratturazione e lo stato di apertura dei giunti e di alterazione del riempimento, individuano una permeabilità secondaria di grado elevato. Sono possibili circolazioni libere lungo le fratture principali. I sedimenti sciolti (da ghiaia a massi ciclopici) presentano una permeabilità primaria molto elevata.

2.0 CAUSE E MECCANISMO DEL DISSESTO

Cause

- L'evento meteomarinico del 29 Ottobre che ha interessato la costa ligure è stato alimentato da un fortissimo vento di Scirocco; questo ha determinato la formazione di onde alte fino a 8-9 metri circa. A tale elemento va aggiunto il rialzamento del livello medio marino legato alle particolari condizioni di marea (vento, vortice depressionario ecc). Sulla base di alcune ricostruzioni si ritiene che l'energia delle onde possa aver raggiunto energie pari a 15-20 t/m.
- La morfologia del versante, caratterizzato da elevate pendenze, e l'orientamento generale della fascia costiera in questo tratto, in zona esposta e soggetta all'ondazione da SE, rappresentano le condizioni più favorevoli per l'erosione al piede della falesia.

Meccanismo di dissesto

- Dall'esame dei filmati e dello stato dei luoghi post evento, si ritiene che la sede stradale (di per sé fattore stabilizzante della costa e della falesia retrostante) è stata interessata dalla continua azione meccanica delle onde; tale azione ha eroso e asportato i massi ed i blocchi minori; i fortissimi e continui aumenti delle pressioni neutre nei vuoti residui e lungo le fratture principali del fondo, hanno velocemente causato il sifonamento del materiale sciolto a tergo del muro di valle della strada, causandone la completa l'erosione e la conseguente rottura delle strutture murarie.

- L'esame delle fratture della parete rocciosa, aperte e dilavate fino a 4-5 metri di altezza rispetto all'originario piano strada, danno un'idea della violenza del mare e fanno ritenere che lo stesso ammasso roccioso al piede della falesia abbia subito un'azione meccanica ed erosiva non trascurabile.

3.0 INDAGINI REALIZZATE E RISULTATI OTTENUTI

3.1 Ispezione parete rocciosa soprastante la Strada Provinciale

In considerazione degli eventi che hanno interessato la falesia e delle previste lavorazioni al piede, si è proceduto ad un'ispezione della parete rocciosa con tecniche speleo-alpinistiche.

. Lo studio effettuato ha riguardato le seguenti tematiche:

- l'analisi delle condizioni dell'ammasso roccioso,
- l'identificazione delle problematiche geologiche sui versanti,
- il censimento delle opere di consolidamento esistenti e la valutazione del loro stato conservativo.

L'esame ha riguardato un tratto di parete lungo circa 100 m, con un'altezza variabile da 10 m a 32 m. Nel complesso il versante esaminato si presenta ad anfiteatro e può essere suddiviso in tre **settori** sulla base delle caratteristiche geologico-morfologiche:

- il **settore A**, più a Ovest, si identifica con una parete rocciosa verticale di forma grossomodo triangolare;
- il **settore B**, in posizione centrale, è caratterizzato da pendenze nettamente inferiori e risulta costituito da un ammasso roccioso sub-affiorante ricoperto da coltre detritica e da una fitta vegetazione; date le condizioni morfologiche tale area non viene ritenuta di competenza dalla Città Metropolitana rispetto agli interventi stradali a progetto

- il **settore C**, orientale, presenta una parete rocciosa subverticale con morfologia molto articolata, sovrastata da un versante boscato. Anche in questo settore si ritiene la parte superiore boscata non di competenza.

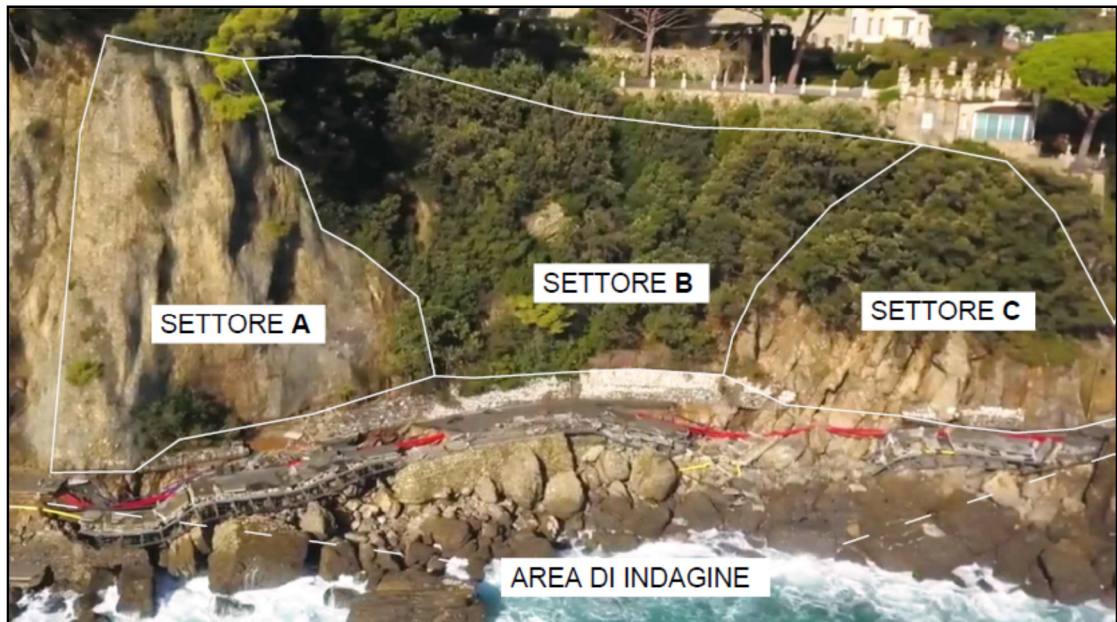
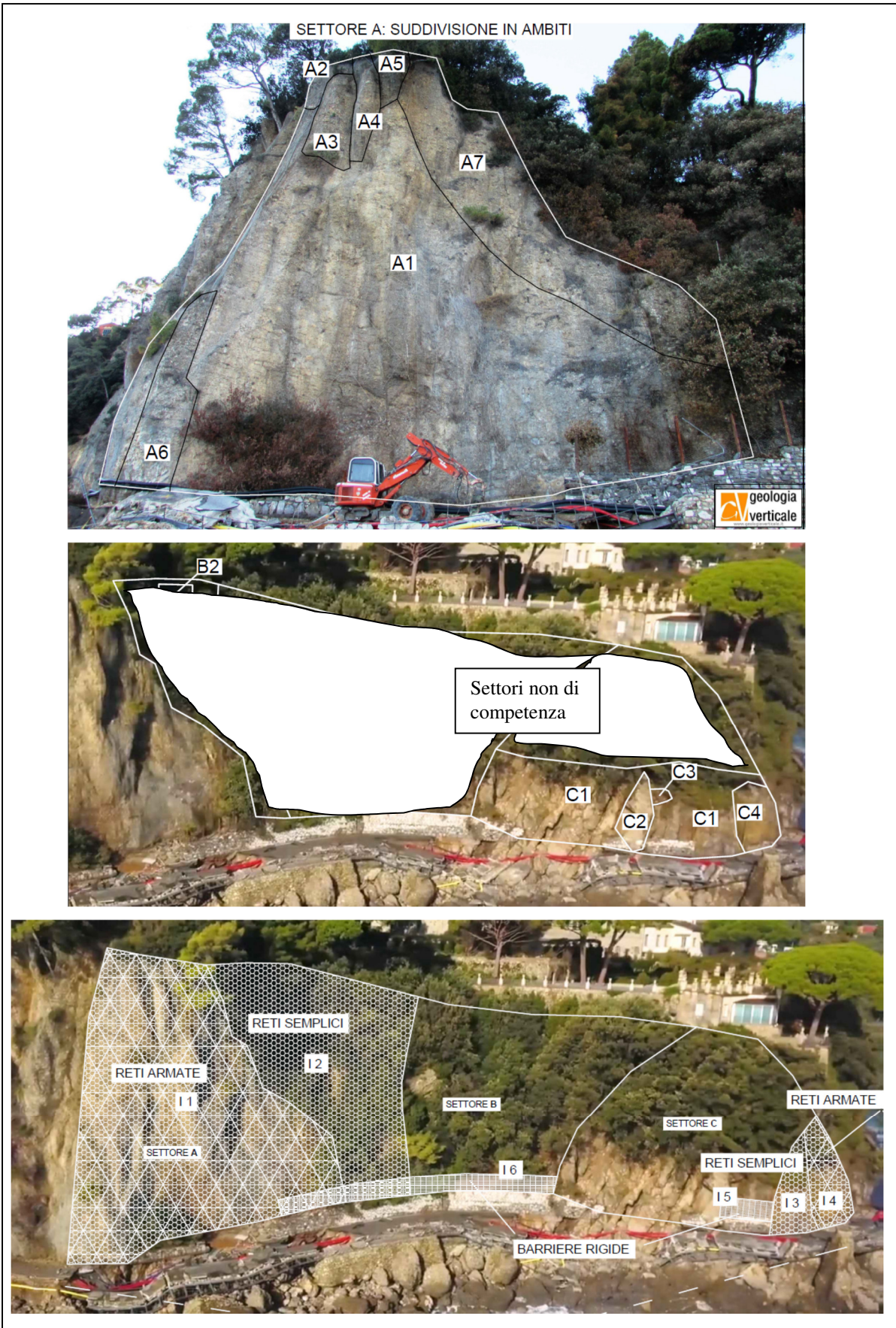


Fig. 6 Vista dei settori rocciosi indagati

La fase iniziale dello studio è rappresentata dall'individuazione sui versanti di aree con caratteristiche geologiche e problematiche omogenee al loro interno, che ha portato alla suddivisione delle pareti in **ambiti**. Ogni ambito è identificato da una sigla composta da una lettera, che indica il settore di appartenenza, e da un numero, che rappresenta il riferimento sequenziale dell'ambito.

Sui versanti sono stati mappati inoltre gli **interventi pregressi** di mitigazione del rischio (reti con barre e cavi), individuati tramite una sigla alfa-numerica. (vedi Fig 7 pagina successiva)



Tralasciando gli aspetti metodologici e la descrizione delle schede (allegate al presente lavoro), si riportano direttamente le sintesi delle osservazioni per i tre temi presi in esame:

- Caratteristiche geologiche degli ambiti;
- Valutazione della Pericolosità
- Stato e capacità degli interventi pregressi.

3.1.1 Osservazioni geologiche

Spessore ortogonale al fronte: nella maggior parte degli ambiti i possibili cinematismi sono riferibili a spessori da modesti (inferiori a 1 m) a medi (compresi fra 1 m e 3 m); solo negli ambiti, C1 e C2 lo spessore dei potenziali dissesti risulta elevato (variabile fra 3 m e 6 m).

- **Situazione rispetto al fronte:** gli ambiti C2, C3 e C4 sono in una condizione di completo distacco dal versante. Gli altri ambiti si presentano in continuità col fronte.

- **Tipo di ammasso roccioso:** l'ammasso roccioso è di tipo stratificato e competente, costituito dalla formazione dei Conglomerati di Portofino (C.P. nella scheda delle osservazioni).

- **Spaziatura della stratificazione:** la stratificazione, spesso non molto evidente, ha una spaziatura variabile da centimetrica a metrica; i valori sono distribuiti primariamente nella classe 60-200 cm e secondariamente nella classe 20-60 cm, mentre solo localmente è reperibile la classe 6-20 cm.

- **Stato di fratturazione e blocchi non fratturati:** la maggior parte dei giunti di fratturazione risulta organizzata in 4 set, compresa la stratificazione. A seguito della disposizione dei giunti, le porzioni di ammasso roccioso non fratturate osservabili sui versanti hanno dimensioni piuttosto eterogenee, variabili in prevalenza da decimetriche a plurimetriche; si segnala che in molti ambiti sono presenti dei volumi rocciosi monolitici anche dell'ordine dei 30-100 mc e talvolta superiori ai 100 mc. Negli elementi costituiti da versante boscato prevale invece la frazione più fine, con blocchi di dimensioni centimetriche-decimetriche. La forma dei blocchi è principalmente parallelepipedica e secondariamente equidimensionale o tabulare.

- **Stato di allentamento e disarticolazione:** le aperture dei giunti sono in prevalenza distribuite nelle classi <0,5 mm e 0,5-2,5 mm, con localmente valori maggiori. Ad eccezione dell'ambito C3, l'ammasso roccioso non risulta disarticolato.

- **Stato di alterazione:** l'ammasso roccioso non è alterato.

- **Giacitura della stratificazione:** la stratificazione risulta disposta con bassa pendenza ($< 10^{\circ}$ - 20°) da debole franappoggio a traverspoggio con immersione verso destra osservando frontalmente la parete.

- **Cinematismi:** date le caratteristiche dell'ammasso roccioso e l'elevata pendenza delle pareti, sono ovunque diffusi la detrizione superficiale e i crolli. Sono inoltre localmente possibili sciame di blocchi, scivolamenti a cuneo e meccanismi complessi.

- **Pericolosità:** per quanto riguarda la pericolosità in relazione al distacco di volumi rocciosi, si rimanda al paragrafo successivo.

3.1.2 Valutazione della Pericolosità

i parametri che concorrono a determinare la pericolosità in un determinato ambito sono essenzialmente due:

- i volumi delle potenziali frane,
- la probabilità con cui queste possono realizzarsi

- **eventi piccoli**, con volumetrie inferiori a 1 mc, hanno una probabilità di accadimento molto elevata (classe rossa) nella maggior parte degli ambiti; i fronti esaminati sono infatti caratterizzati da una vulnerabilità al degrado corticale, che determina il distacco di singoli blocchi centimetrici-decimetrici;

- **eventi medi**, con volumetrie comprese fra 3 mc e 30 mc sono probabili (classe arancione) negli ambiti A5 e C1; altrove tali eventi sono caratterizzati da bassa probabilità di accadimento (classe gialla);

- **eventi grandi**, caratterizzati da volumetrie comprese fra 30 mc e 300 mc sono poco probabili; (classe gialla – bassa probabilità di accadimento).

In relazione alla **composizione degli eventi**, si evidenziano i seguenti aspetti:

- gli eventi molto probabili (classe rossa) sono composti in prevalenza da blocchi piccoli
- gli eventi probabili (classe arancione), sono composti da qualche blocco medio;

3.1.3 Interventi pregressi

In generale gli interventi pregressi, sui tratti di versante dove risultano presenti, in base alle tipologie di opere realizzate, alla qualità delle installazioni e allo stato conservativo, pur tenendo conto dell'incognita della lunghezza delle chiodature, possono essere ritenuti sufficienti per contenere la maggior parte delle frane con probabilità di accadimento molto elevata (classe rossa) o elevata (classe arancione), caratterizzate da piccole e medie volumetrie (cfr. cap. 3).

Per quanto riguarda le pareti rocciose di competenza, fanno eccezione gli ambiti A5 e C1, nei quali i possibili eventi con probabilità di accadimento molto elevata o elevata hanno volumetrie maggiori rispetto agli altri elementi geologici esaminati sui versanti; nei confronti di tali ambiti gli interventi risultano non del tutto adeguati o assenti (ambito C1).

Infine si segnala il problema che, nei tratti di versante ricoperti da reti metalliche, i ciottoli di dimensioni inferiori a 6-7 cm possono passare fra le maglie delle reti, come ben osservabile nella documentazione fotografica allegata, raggiungendo facilmente la sottostante strada.

Molte delle opere recensite presentano inoltre uno stato di conservazione non ottimale, soprattutto le barriere paramassi che, allo stato attuale, hanno perso buona parte della loro funzionalità.

3.2 Caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso

L'ammasso roccioso è caratterizzato generalmente da una bassa alterazione superficiale con giunti e fratture suddivisibili in 4 famiglie principali.

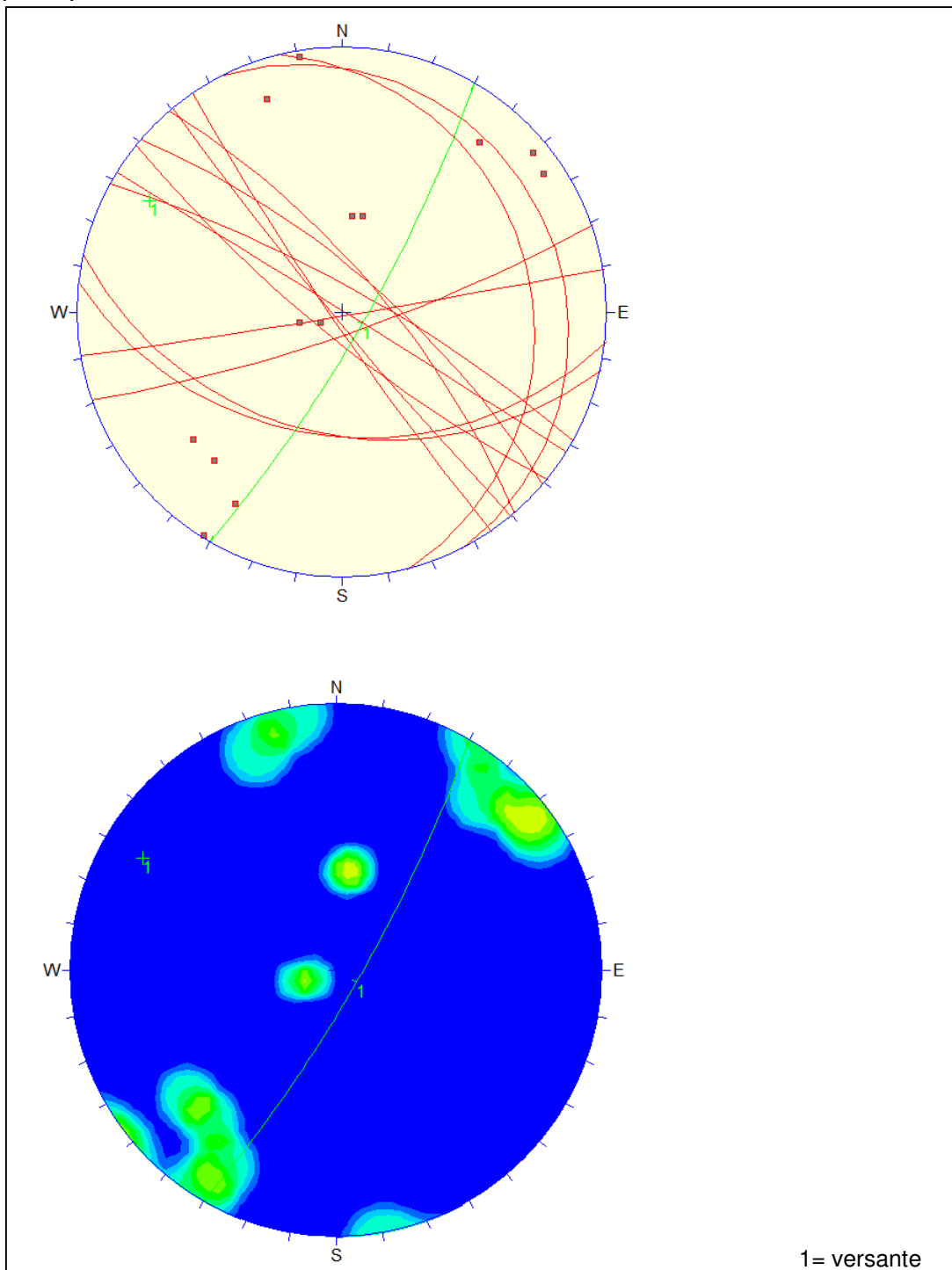


Fig. 8 – Proiezione stereografica “poli e tracce” e density plot

A livello geometrico i cinematismi possibili risultano frequenti e, sebbene non siano presenti giaciture significative a franapoggio, permangono condizioni favorevoli alla formazione di locali cunei, ribaltamenti e crolli.

- La **frequenza delle fratture** risulta variabile ma con spaziature piuttosto ampie, i valori di RQD presentano valori medio elevati (50-70%)
- La **Resistenza a compressione monoassiale** (definita come JCS), è stata valutata mediante un paio di stazioni geomeccaniche speditive ubicate al piede della falesia; le prove sclerometriche sono state realizzate sulla matrice medio fine ed hanno definito dei valori di JCS pari a 21-24 MPa.

- **Lo stato delle fratture** riguarda situazioni molto variabili:

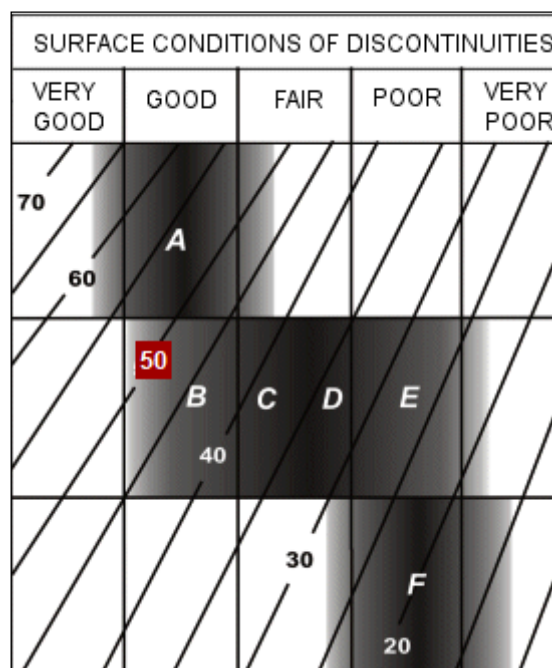
- Nel settore C, i giunti superficiali presentano aperture da centimetriche a pluridecimetriche con riempimento terroso grossolano.

La scabrezza presenta profili lisci sulle pareti in calcite e valori molto elevati in corrispondenza delle pareti in matrice rocciosa; lo spessore del riempimento rende spesso influenti le ondulazioni delle pareti dei giunti.

- Nel settore A e nella fascia a mare, i giunti risultano prevalentemente serrati con pareti in calcite e scabrezza ridotta.

- La **presenza di acqua** è legata alle locali condizioni di stillicidio e di circolazione lungo le fratture.

Dal confronto tra le caratteristiche dei giunti e dell'A.R. globale, le tabelle di Hoek & Brown individuano, per il materiale roccioso in esame, un GSI (geological strenght index) pari a 50. Qualità buona.



I parametri di ingresso immessi nella classificazione “m/s” sono i seguenti

Co	= 22 MPa
GSI	= 50
mi	= 18 – costante valida per rocce conglomeratiche
D	= 1 – valore del disturbo all’ammasso roccioso
peso vol.	= 2.6 t/mc

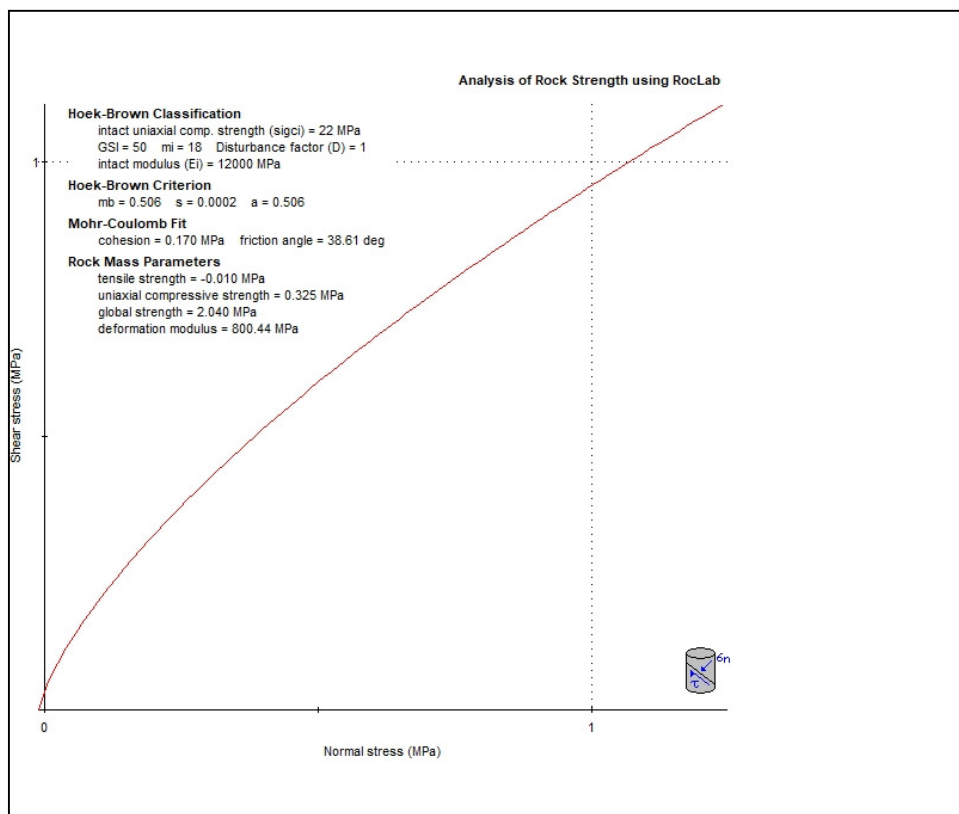


Figura 9 Curva di rottura dell'ammasso roccioso secondo Hoek e Brown

Parametri applicabili all'ammasso roccioso ricavati dall'analisi,

H parete	Coesione	Angolo Attrito
30 mt	0.17 MPa	38.6°
10 mt	0.093 MPa	46.7°

In condizioni di tensione normale nulla (Intercetta della curva con l'asse delle ordinate = Res. Al taglio), la Coesione reale (minima) risulta pari a 0.041-0.042 MPa a fronte di un angolo di attrito superiore ai 47-50°

In riferimento alle condizioni di potenziali cinatismi relativi a specifiche condizioni del singolo, o dei singoli, giunti, bisogna ricordare che il criterio di rottura di H&B può essere utilizzato solo in presenza di A.R. quasi intatto o altamente fratturato / multigiuntato (rispetto alla scala dell'intervento), dove la rottura può essere considerata a carico di un mezzo tendenzialmente omogeneo ed isotropo (in questo caso continuo - equivalente).

Nei casi relativi a specifici scivolamenti su giunti (piano, cuneo ecc) si dovrà invece valutare l'ammasso come mezzo discontinuo: i valori di resistenza al taglio potranno essere calcolati utilizzando il criterio geomeccanico di rottura più indicato (ed esempio quello proposto da Barton & Choubey -1976) oppure mediante i parametri geotecnici del riempimento (Mohr - Coulomb).

4.0 MODELLO GEOLOGICO – SISMICO

Il modello geologico dell'area interessata dai lavori (vedi sezioni tipo in allegati 6 e 7) è caratterizzato da un settore di costa rocciosa localmente fratturata con falesia a tergo; i massi ed i detriti grossolani presentano potenze ridotte da 1 a 2 metri circa.

Per quanto riguarda il **modello sismo stratigrafico**, in considerazione della tipologia di substrato e delle vs mediamente riscontrate in letteratura, si individua un sito non amplificativo (classe terreno A). La collocazione topografica comporta una amplificazione sismica del 20% ($St=1.2$). Eventuali approfondimenti geofisici potranno essere definiti in corso d'opera.

Intervento a Progetto: Si prevede il ripristino del riempimento lungo il tratto dissestato mediante la posa di blocchi di medio grandi dimensioni e cls magro. Lungo il lato di valle sarà realizzato un intasamento con cls in modo da saturare i vuoti ed i meati compresi tra i massi ed il substrato roccioso sano.

Nelle zone in corrispondenza del muro o del cordolo a valle, saranno lasciati dei tubi annegati nel cls magro in modo da consentire la realizzazione delle eventuali indagini (Sondaggi a rotazione), iniezioni e/o armature.

I muri di sostegno a monte saranno ricostruiti e rialzati in modo da raggiungere (o eventualmente superare) le altezze delle attuali reti paramassi (allo stato attuale deficitarie e incongrue); la realizzazione di una

struttura massiva consentirà di ricavare un adeguato vallo di sicurezza a tergo, destinato all'accumulo del materiale detritico caduto.

La realizzazione di una eventuale nuova scogliera addossata alla strada ad integrazione dei massi esistenti viene rimandata al completamento degli studi meteo marini.

Per quanto riguarda gli interventi sulla parete, nell'ambito C1 si prevede, previa pulizia e disgaggio, la posa di una rete metallica a doppia torsione con chiodature (o barre) ad interasse adeguato e posa di cavi metallici passanti nei golfari a testa chiodo. Il settore A5 sarà oggetto di un intervento di integrazione delle reti esistenti mediante la posa di pannelli fune, fissati sui lati all'ammasso roccioso maggiormente competente.

Per la problematica legata alla caduta del detrito di piccola pezzatura dalla parete del settore A, si procederà mediante la pulizia e lo svuotamento delle sacche di accumulo sciolto; nel corso dei lavori si valuterà la necessità di posa di una rete a maglia sottile addossata a quella in opera.

5.0 CONSIDERAZIONI SISMICHE

5.1 Categoria del terreno

Nel caso in esame, in considerazione del ridotto livello sciolto, si ritiene che il parametro sismico V_{Seq} presenti una velocità pari o superiore agli 800 m/s. La categoria sismica di terreno è pertanto la classe A

La posizione dell'opera al piede del versante prevede l'utilizzo di un coeff. $S_t = 1.2$ (cautelativo)

5.2 Caratteristiche sismiche di sito

Tipo di elaborazione: Opere di sostegno NTC 2018

Sito in esame.

Latitudine : 44,313696 [°]

Longitudine : 9,214743 [°]

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

Vita nominale: 50 [anni]

Nodi sismici di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	17365	44,305710	9,158772	4541,2
Sito 2	17366	44,308240	9,228476	1249,8
Sito 3	17144	44,358170	9,225068	5013,0
Sito 4	17143	44,355650	9,155210	6647,0

Parametri sismici

Categoria sottosuolo : A

Categoria topografica : T2

Periodo di riferimento : 50 anni

Coefficiente cu: 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,029	2,514	0,198
Danno (SLD)	63	50	0,035	2,554	0,217
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,081	2,568	0,287
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,107	2,513	0,295

Coefficienti Sismici Opere di sostegno NTC 2018

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,000	1,000	1,200	0,000	--	0,338	--
SLD	1,000	1,000	1,200	0,020	0,010	0,417	0,470
SLV	1,000	1,000	1,200	0,037	0,018	0,950	0,380
SLC	1,000	1,000	1,200	0,000	--	1,254	--

6.0 CONCLUSIONI

In considerazione dello stato attuale dei luoghi e delle normative vigenti, è possibile affermare che non esistono controindicazioni alla realizzazione delle opere in progetto.

- Nell'area di studio risultano maggiormente possibili frane di volumetrie piuttosto contenute.
- Gli interventi di protezione esistenti reperiti sul versante ed esaminati nel capitolo 4, sono risultati generalmente adeguati nei confronti di questo tipo di evento; le situazioni locali più critiche messe in evidenza (settori A5 e C1) saranno oggetto di intervento.
- Nelle zone dove sono presenti le reti metalliche, è stato verificato il rischio che i ciottoli di dimensioni inferiori alle maglie delle reti possano uscire dalle stesse raggiungendo la strada. Data la condizione prospettata si provvederà a rimuovere le sacche di detriti sciolti di pezzatura minuta lungo le reti del settore A.

Monitoraggio

In relazione alla salvaguardia dei beni monumentali a monte delle pareti rocciose in esame, si propone la realizzazione di un piano di controllo delle

vibrazioni indotte sulle strutture murarie più vicine; in particolare si suggerisce di effettuare alcune misure accelerometriche sulle strutture dell'Abbazia di San Girolamo più vicine alla falesia, in concomitanza con le principali lavorazioni e rischio quali martellamenti, perforazioni a rotopercussione ecc.

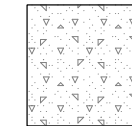
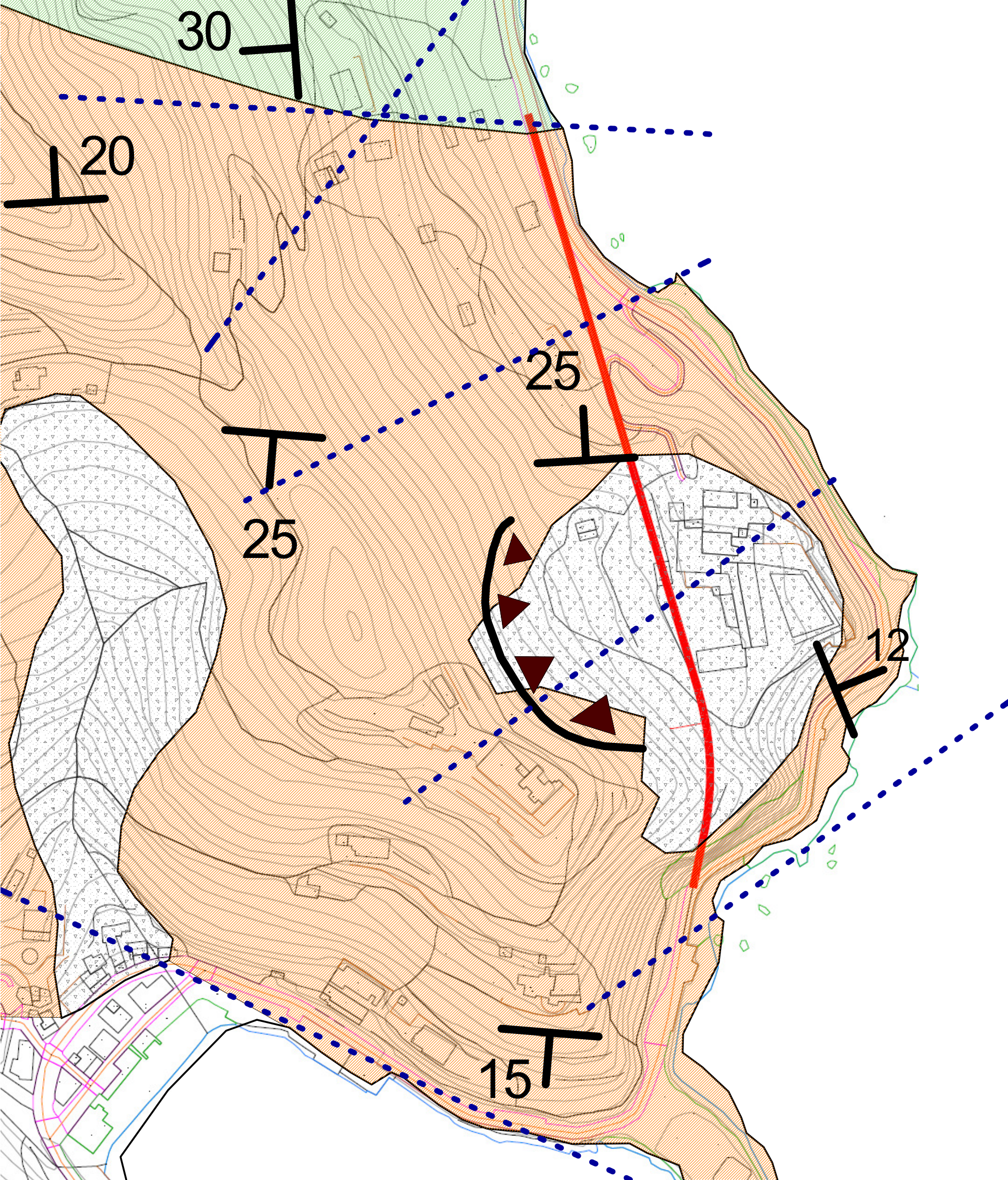
Supplementi delle indagini

I modelli geologico e sismico della parte strettamente relativa alla strada potranno essere meglio precisati sulla base di eventuali nuove indagini; queste saranno rese possibili una volta realizzata la prima pista di cantiere. In particolare si prevede la realizzazione di almeno 2/3 sondaggi a rotazione per individuare il tetto della formazione di substrato sana e valutare l'eventuale presenza di vuoti tra il detrito a blocchi. La realizzazione di un'indagine geofisica potrà confermare le caratteristiche sismiche di sito

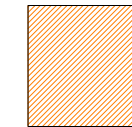
Genova 12.12.2018

Dr.geol. Ruggero DAMERI

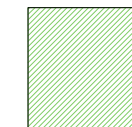




Principali coltri sciolte eluvio colluviali



Conglomerati di Portofino - facies di Paraggi
Conglomerati costituiti da clasti e ciottoli eterometrici di prevalente natura calcarea e rare rocce verdi, in matrice arenacea a cemento carbonatico; presenza di corpi lentiformi di aspetto stratificato



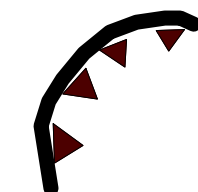
Calcarei di m.te Antola - flysch calcareo marnoso in strati da pluridecimetrici a metrici alternati a locali livelli di calcareniti e arenarie, presenza di intercalazioni e strati argillitici nerastrati di spessore centimetrico fino a decimetrico.



Principali linee di faglia e di frattura

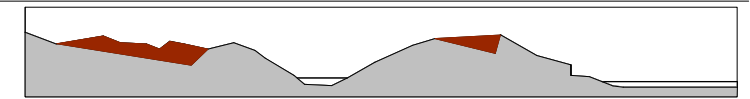


Giaciture sedimentarie



Corona di frana non attiva

Dr Geol Ruggero Dameri
Via Vesuvio 52 R
16134 Genova - 010 4030779



progetto Interventi di ripristino della sede stradale SP n. 227 di Portofino nei comuni di S. Margherita Ligure e Portofino con particolare riferimento al tratto tra le progressive km 5+600 e km 5+790 danneggiata dagli eventi meteorologici del 29 e 30 ottobre 2018

argomento
CARTA GEOLOGICO- GEOMORFOLOGICA

scala 1:2000

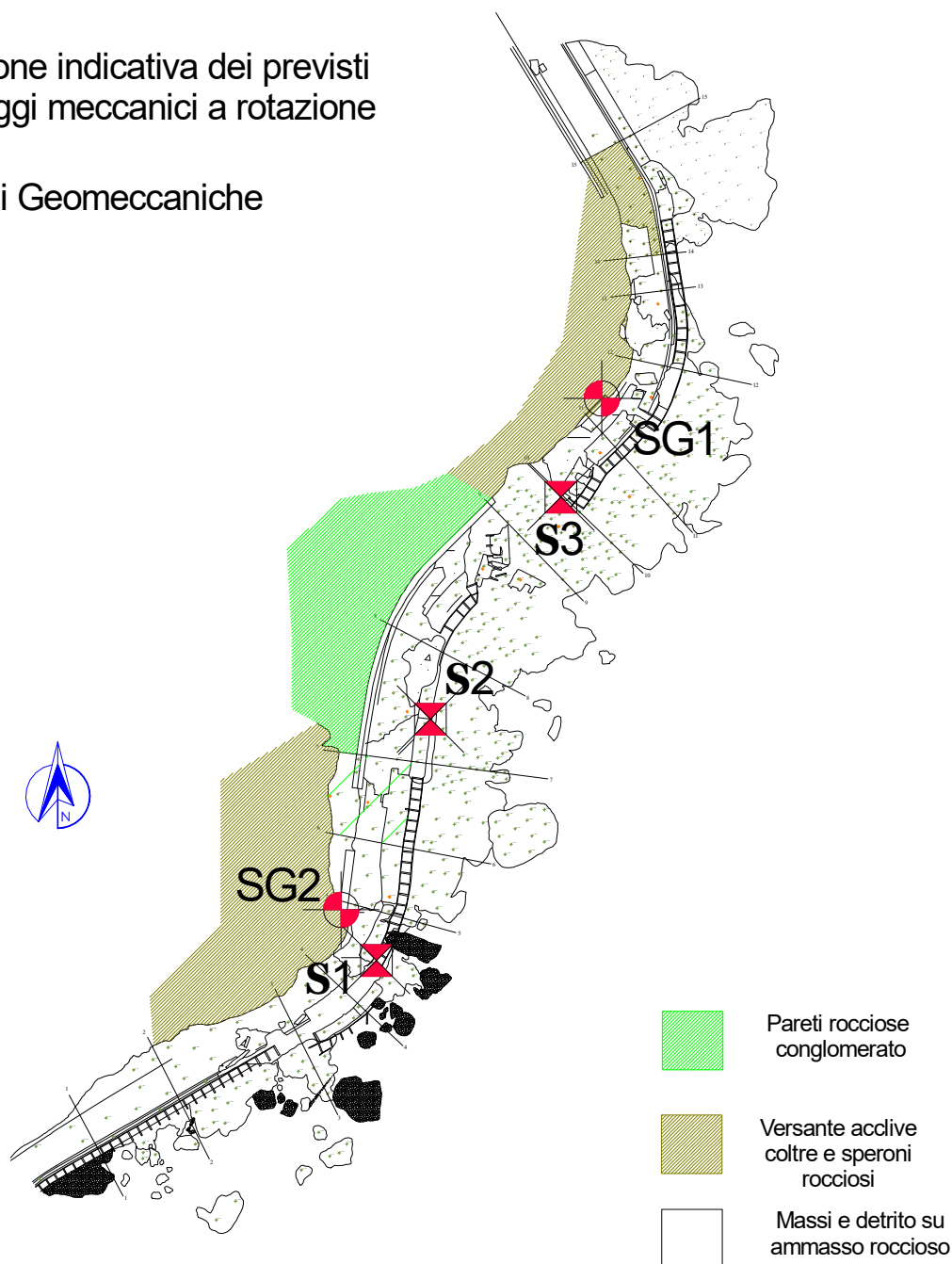
ALL.n°1



Posizione indicativa dei previsti
Sondaggi meccanici a rotazione



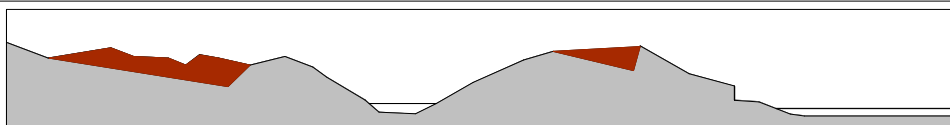
Stazioni Geomeccaniche



Dr Geol Ruggero Dameri

Via Vesuvio 52 R

16134 Genova - 010 4030779



progetto

Interventi di ripristino della sede stradale SP n. 227 di Portofino nei comuni di S. Margherita Ligure e Portofino con particolare riferimento al tratto tra le progressive km 5+600 e km 5+790 danneggiata dagli eventi meteorologici del 29 e 30 ottobre 2018

argomento

Rilievo locale e Planimetria
ubicazione prove e Sondaggi

scala

1:1.000

ALL.n°2



I TECNICI

Dott. Geol. Alessandro Maifredi

Alex Maifredi


Dott. Geol. Francesco Costi

Francesco Costi


Dott. Geol. Marco Dossi

Marco Dossi

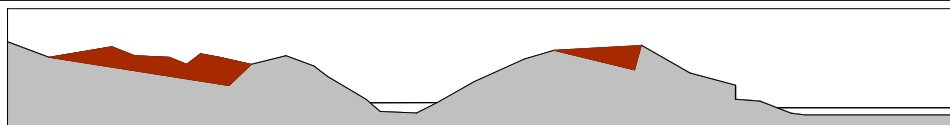

Dott. Geol. Fabrizio Nicosia

Fabrizio Nicosia


GEOLOGIA VERTICALE Studio Associato - www.geologiaverticale.it

Dr Geol Ruggero Dameri

Via Vesuvio 52 R
 16134 Genova - 010 4030779



progetto

Interventi di ripristino della sede stradale SP n. 227 di Portofino nei comuni di S. Margherita Ligure e Portofino con particolare riferimento al tratto tra le progressive km 5+600 e km 5+790 danneggiata dagli eventi meteorologici del 29 e 30 ottobre 2018

argomento

Rilievo in parete e su versante roccioso

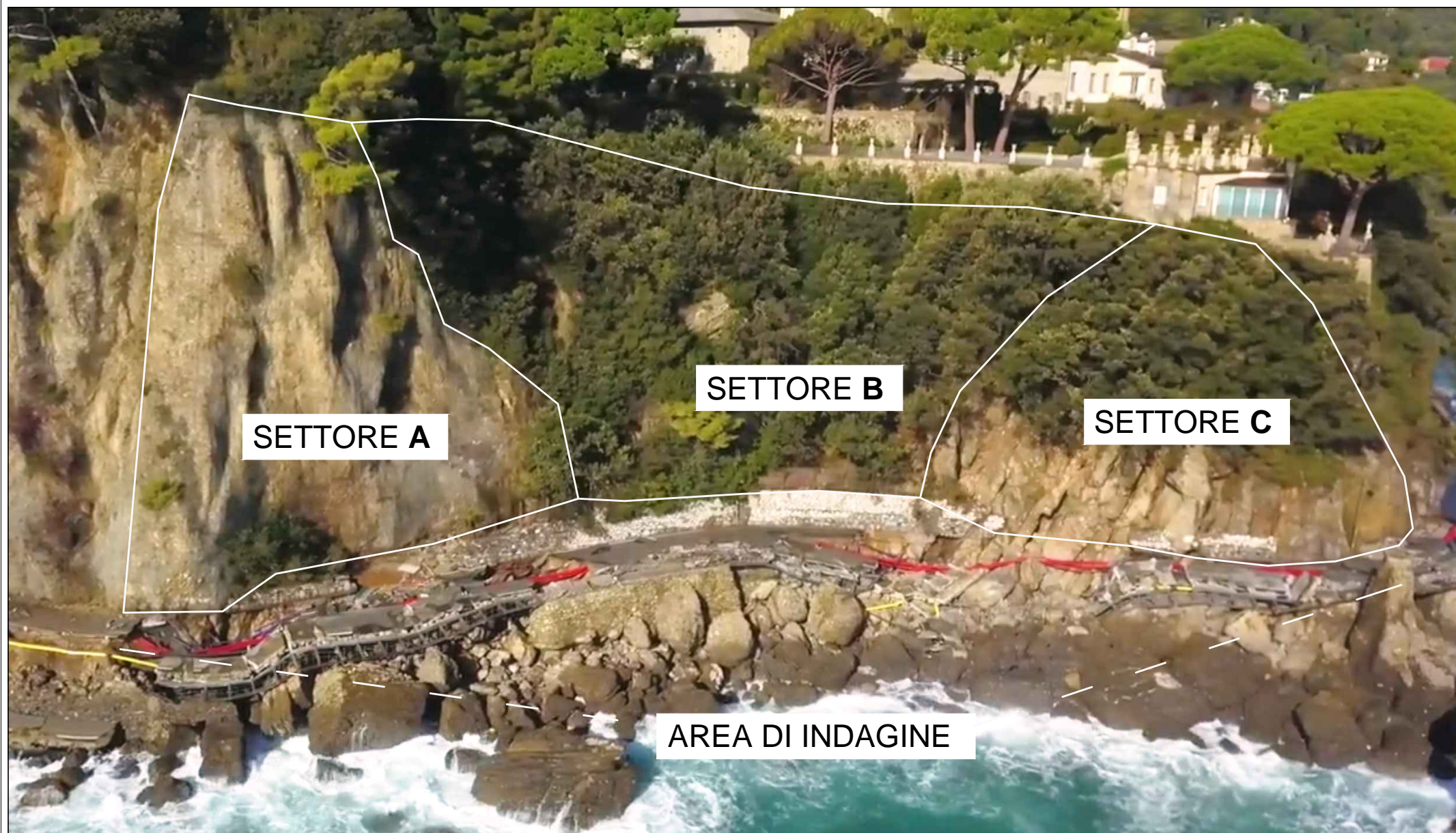
ALL.n°3

Sub. 3.1- 3.2 - 3.3 - 3.4

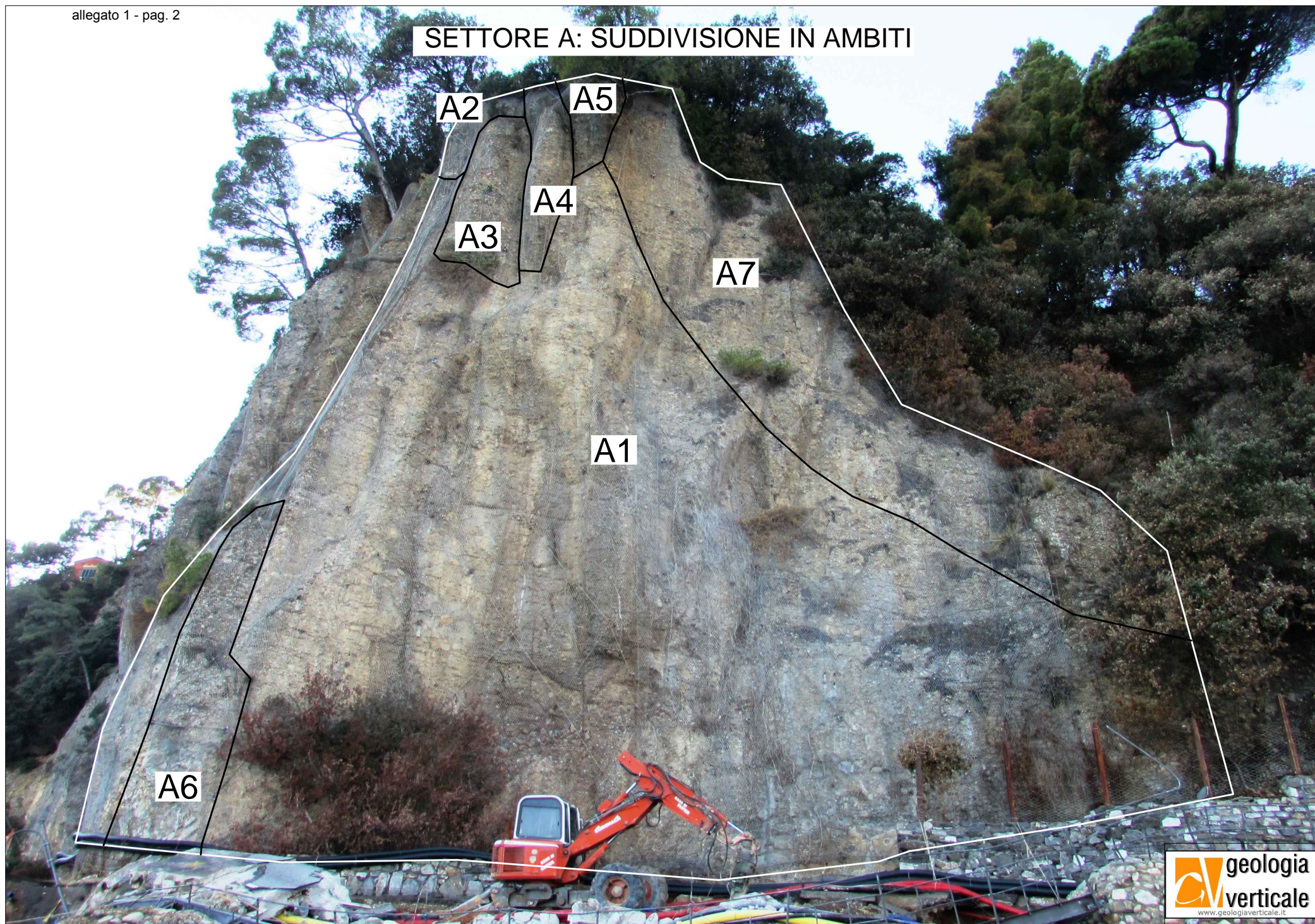
ALLEGATO 1

Prospetti fotografici

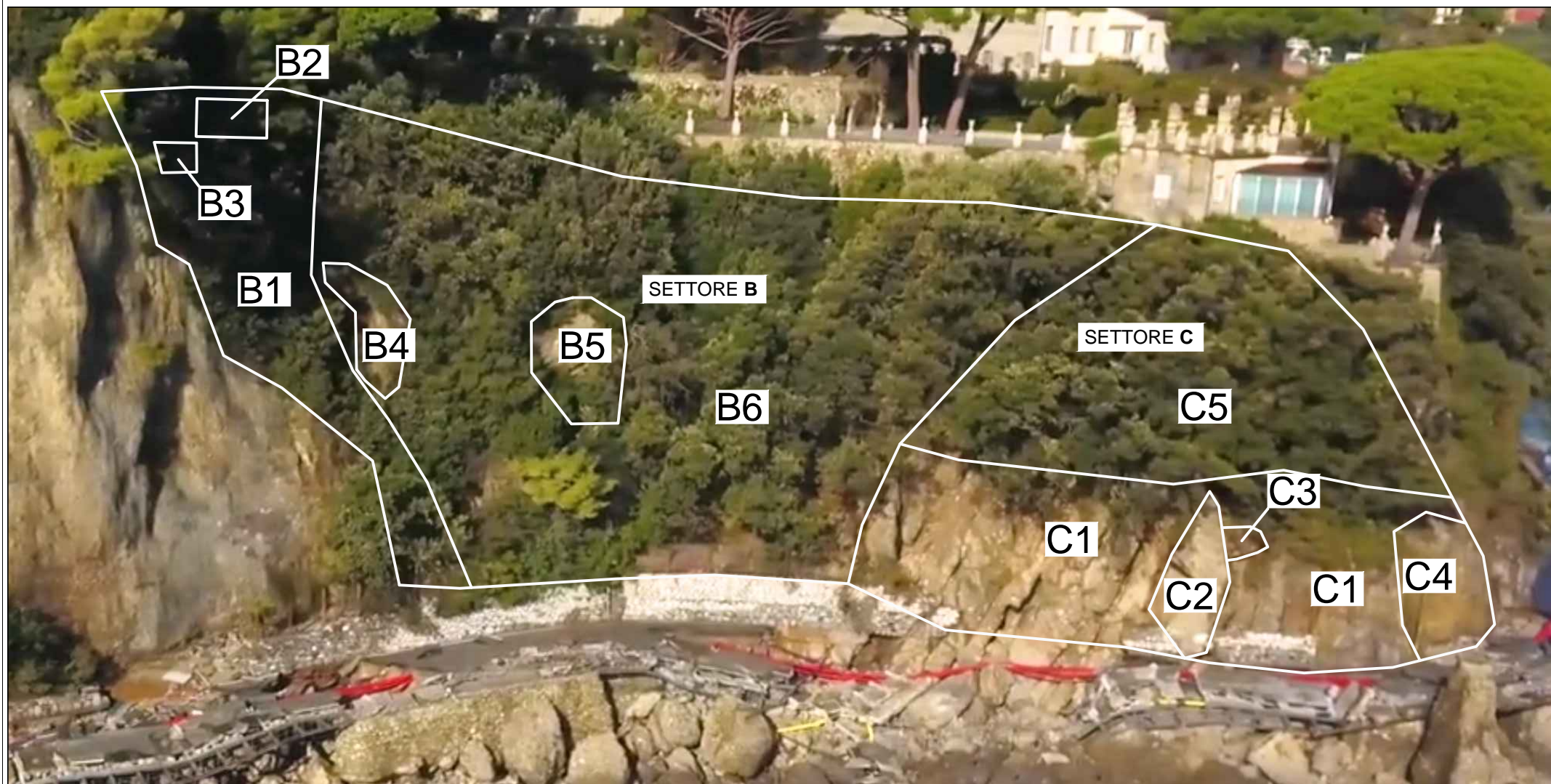
INDIVIDUAZIONE DELL'AREA DI INDAGINE E SUDDIVISIONE IN SETTORI



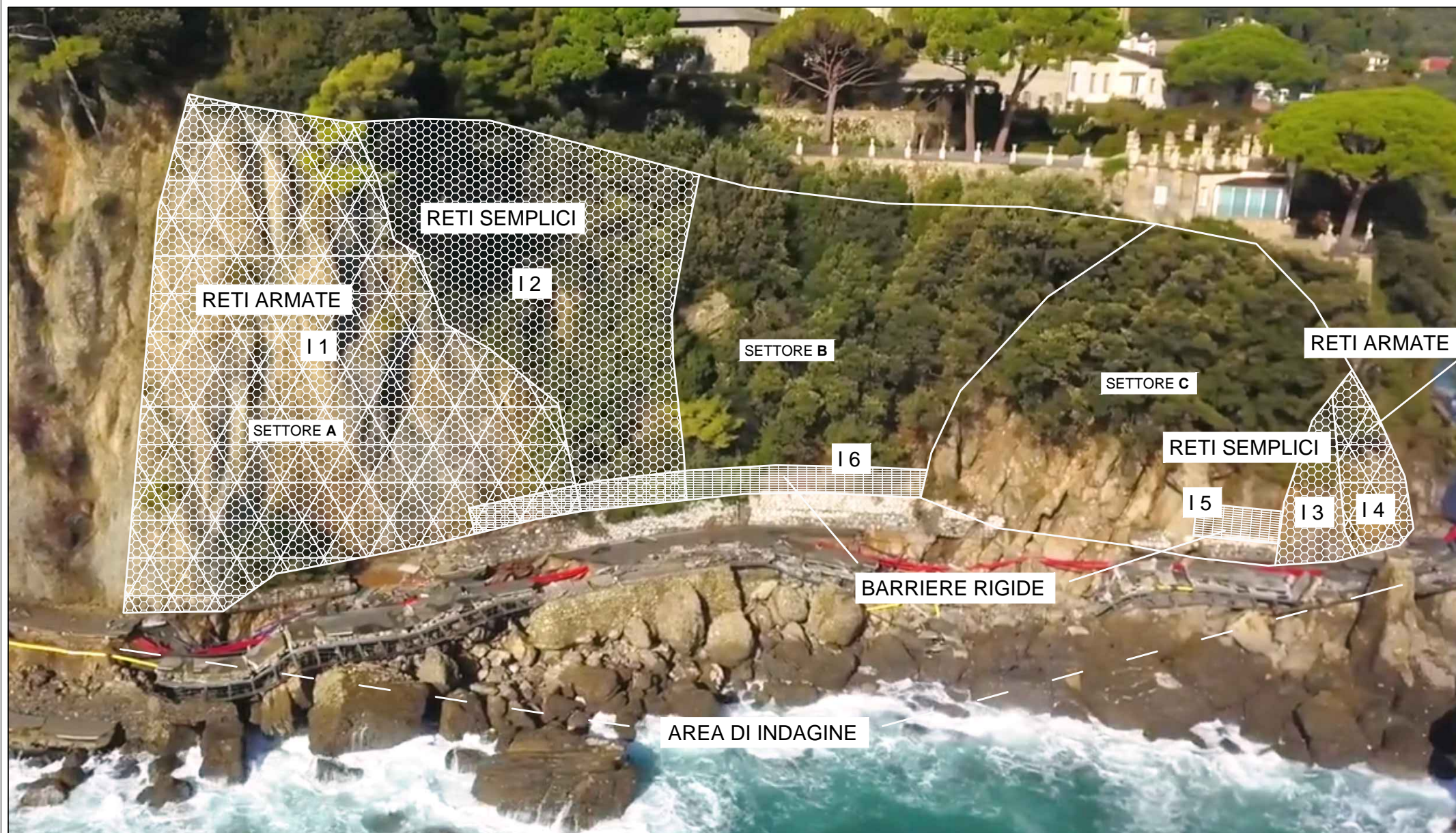
SETTORE A: SUDDIVISIONE IN AMBITI



SETTORI B-C: SUDDIVISIONE IN AMBITI



INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI PREGRESSI



ALLEGATO 2

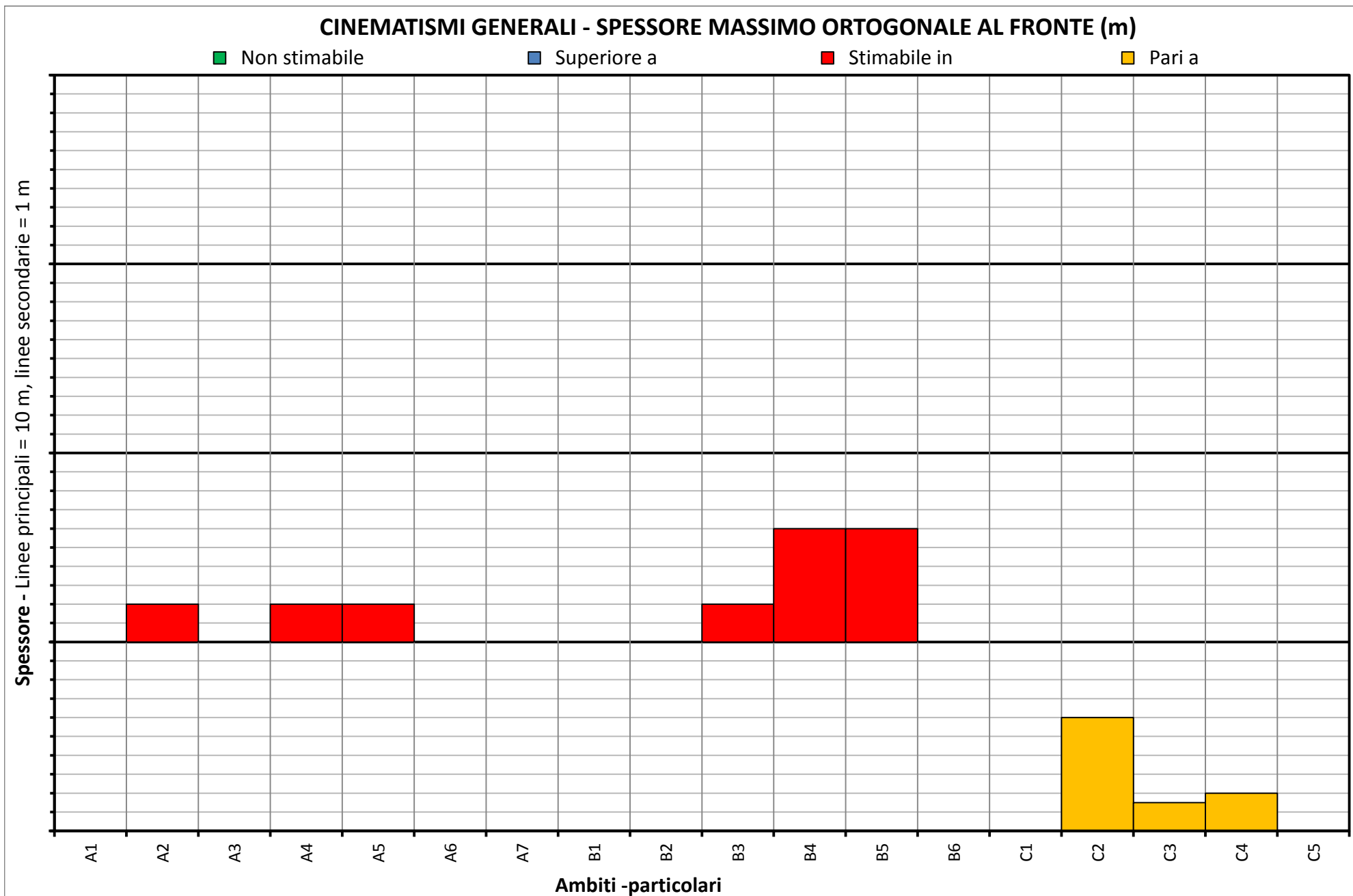
Osservazioni geologiche

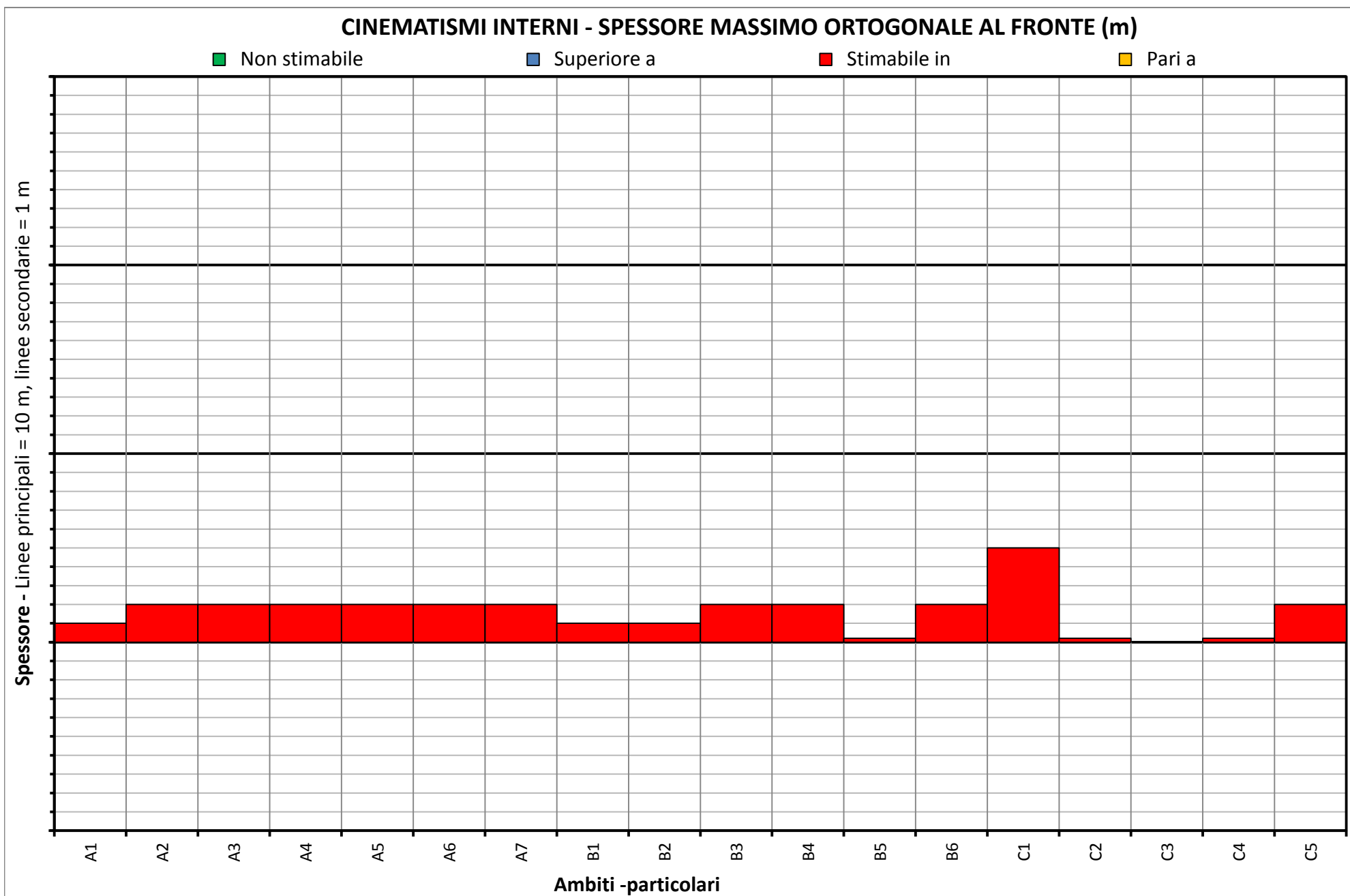
[illegible]

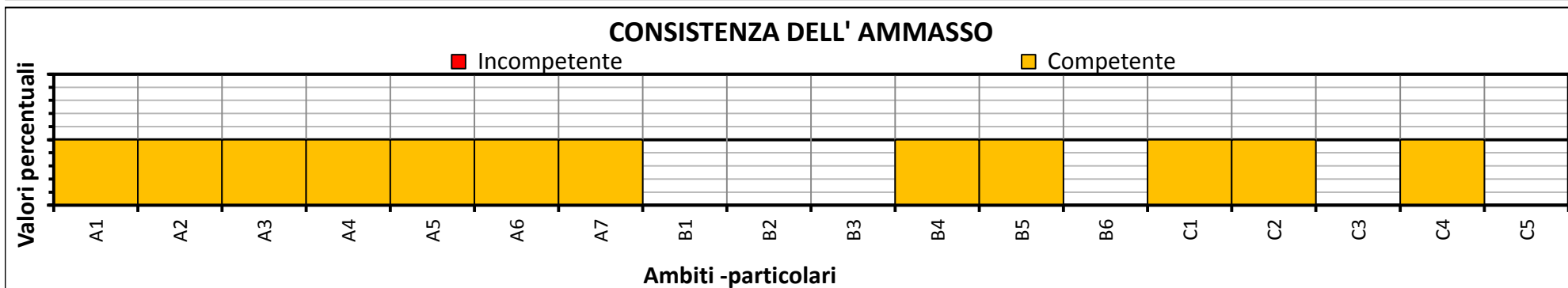
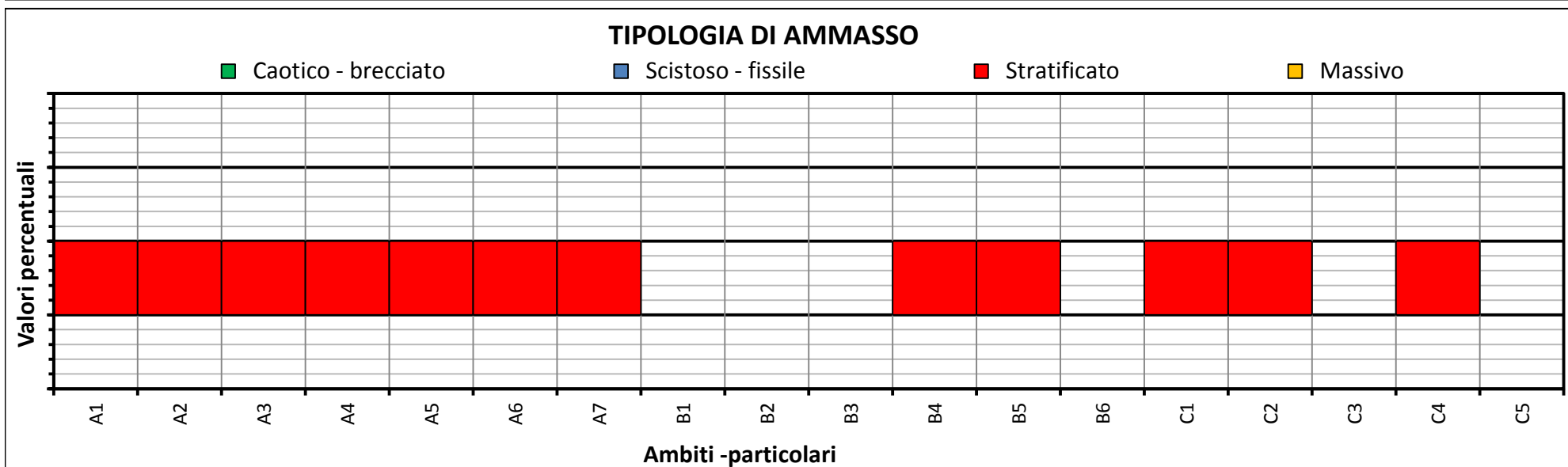
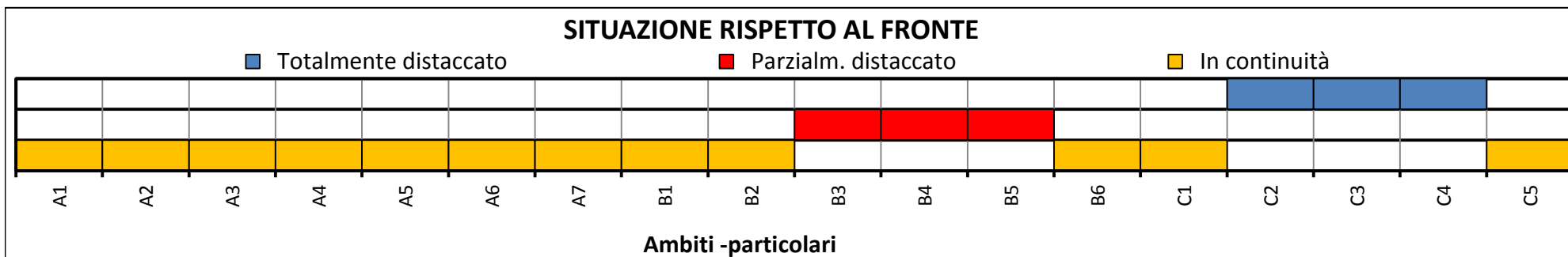
GV			OSSERVAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
ELEM.			B - CARATTERISTICHE TECNICO - STRUTTURALI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
DATI			CARATTERISTICHE INTRINSECHE																					CONDIZIONI INTERNE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
Nome			Caratteri generali					Stratificazione					Stato di fratturazione - Dimensione dei blocchi											Allentamento					Disarticolaz.					Alterazione																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
SETTORE	AMBITO	PARTICOLARE	Formazione geologica	Tipologia di ammasso				Consist. ammas.		Spaziatura (cm)							Organizz. dei giunti			Dimensioni dei blocchi non fratturati (VRU): lato (m) e volume (mc)						Forma dei blocchi non fratturati				Apertura dei giunti (mm)					Rotazione relativa dei blocchi					Stato dell'ammasso																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
				Massivo	Stratificato	Scistoso - fissile	Caotico - brecciato	Competente	Incompetente	<2	2 - 6	6 - 20	20 - 60	60 - 200	200 - 600	> 600	Disperse	Organizz. in set	Fratture	Numero totale di set	< 0.25 (m)	0.25 - 0.5	0.5 - 1	1 - 1.4	1.4 - 2.2	2.2 - 3.1	3.1 - 4.6	> 4.6 (m)	< 0.016 (mc)	0.016 - 0.125	0.125 - 1	1 - 3	3 - 10	10 - 30	30 - 100	> 100 (mc)	Tabulare	Parallelepipedo	Equidimensionale	Colonare	< 0.5	0.5 - 2.5	2.5 - 10	10-100	> 100	< 2°	2° - 10°	10° - 30°	30° - 60°	> 60°	Non alterato	Poco alterato	Mediamente alterato	Molto alterato	Assimilabile a terreno																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
N	N	N	N	% sul vol. tot.				% sul vol.		% sul vol. tot.							% vol.		N	% sul vol. tot.											% sul vol. tot.				% di reperimento					% sul vol. tot.					% sul vol. tot.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
A	A1		C.P.	100			100				10	40	50			20	80	4	3	3	4	10	30	30	20			10	60	30		55	30	15			100					100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
A	A2		C.P.	100			100				20	30	50			20	80	4	2	2	3	13	20	60				10	60	30		50	30	15	5		100					100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
A	A3		C.P.	100			100				20	30	50			20	80	4	2	2	3	13	20	60				10	60	30		50	40	10			100					100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
A	A4		C.P.	100			100				20	30	50			20	80	4	2	2	3	13	20	60				10	60	30		50	40	10			100					100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
A	A5		C.P.	100			100				20	30	50			20	80	4	2	2	3	18	35	40				10	60	30		50	40	10			100					100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
A	A6		C.P.	100			100				20	30	50			20	80	4	2	3	5	20	40	30				10	60	30		50	40	10			100					100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
A	A7		C.P.	100			100				10	40	50			20	80	4	3	3	4	10	30	30	20			10	60	30		45	30	15	10		100					100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
B	B1																		50	45	5							10	60	30																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

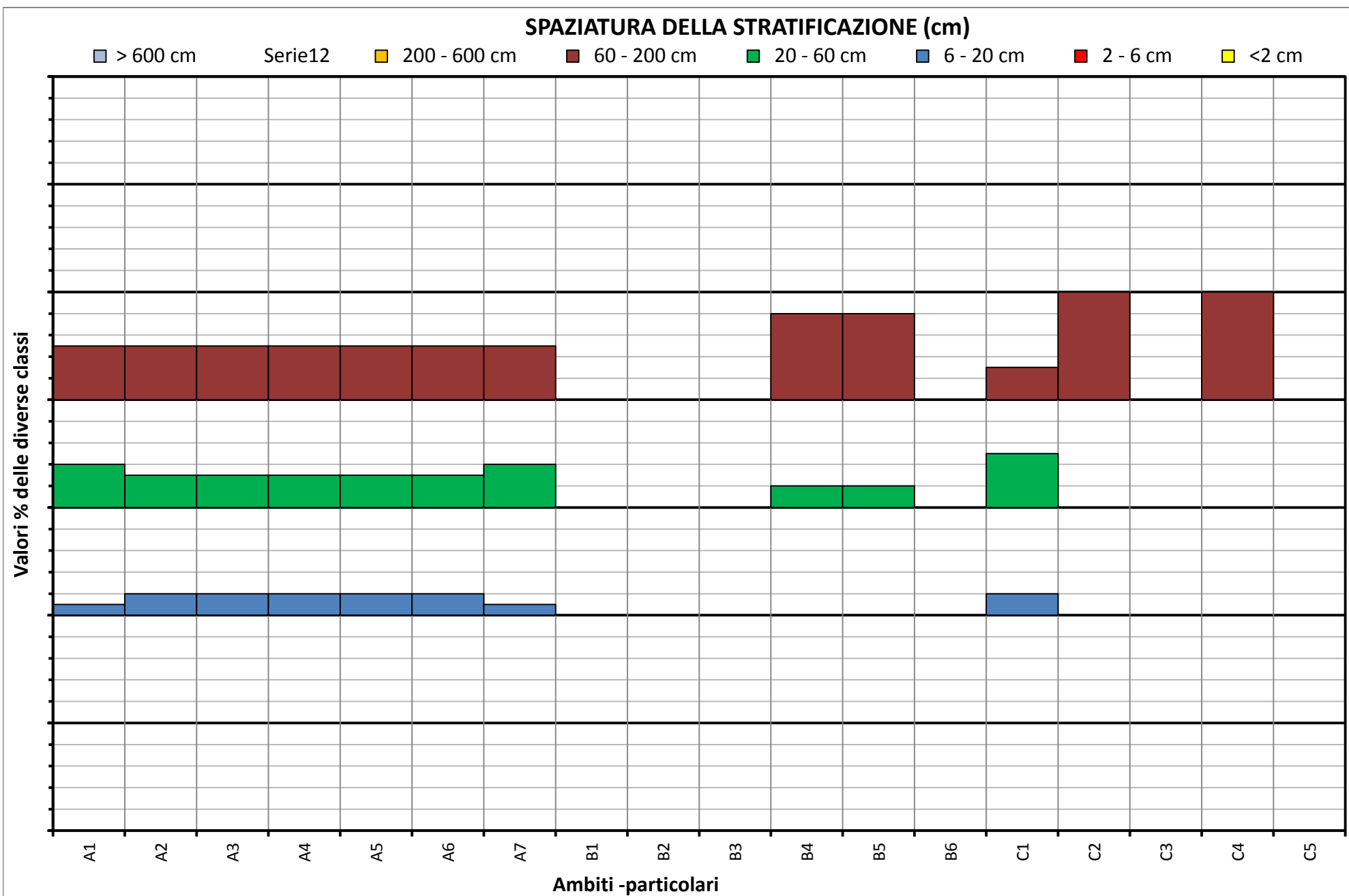
[illegible]

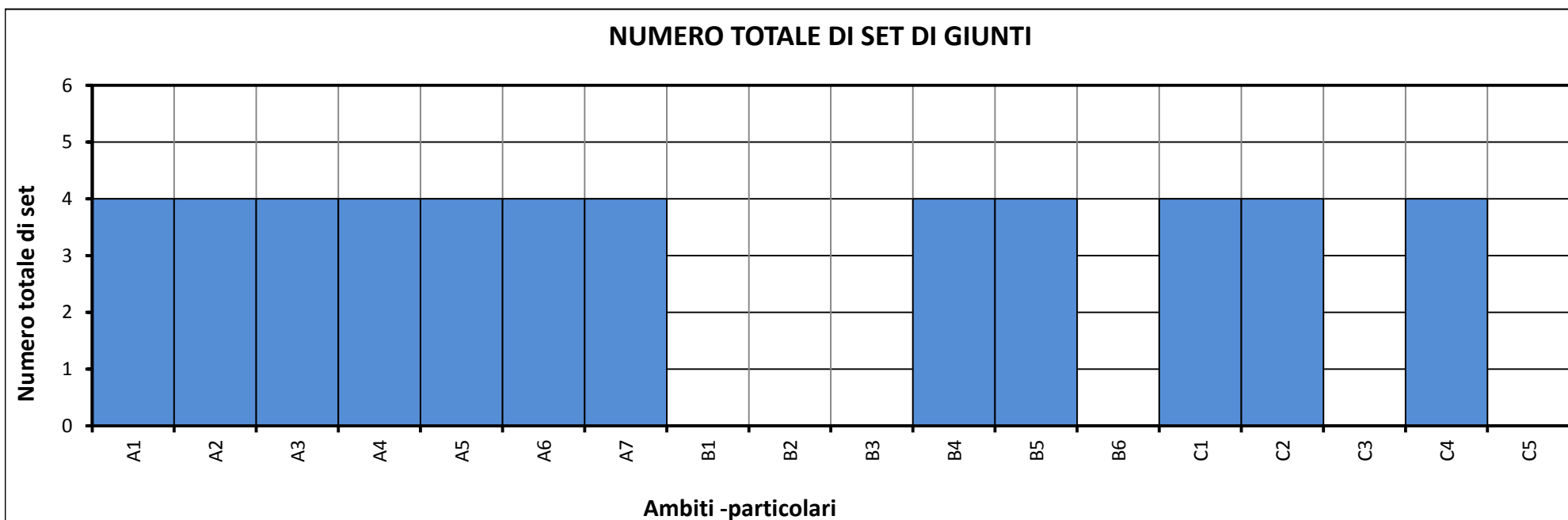
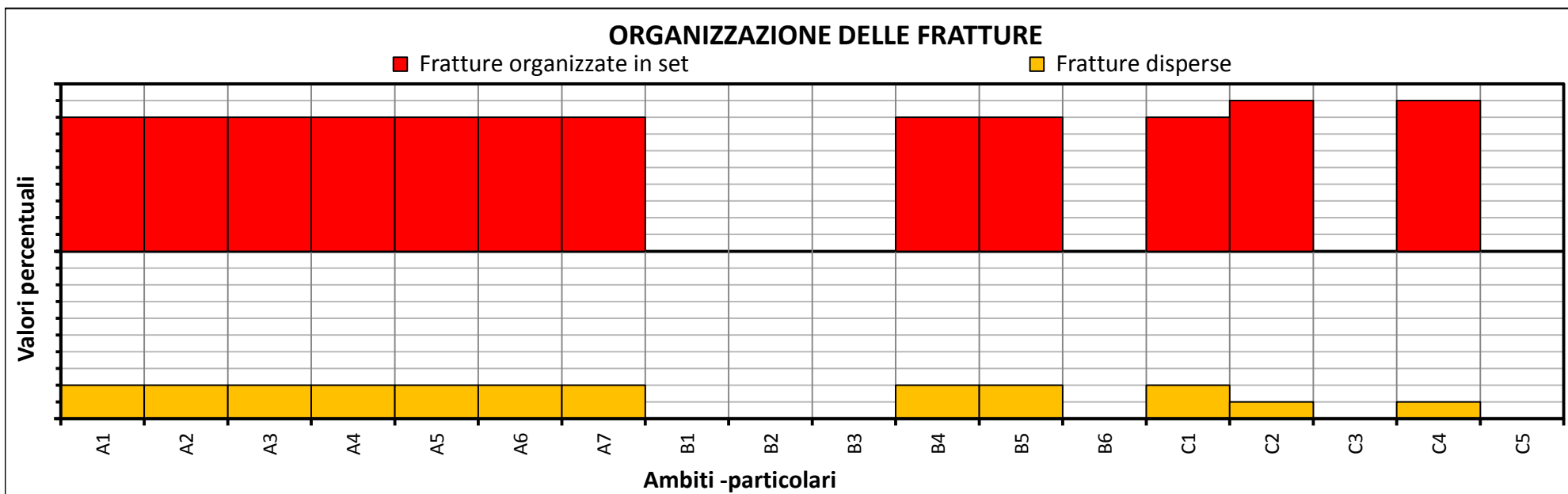
OSSERVAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE: NOTE		
N.	Riferimento	Annotazione
1	zona di ciglio (ambiti A2, A3, A4, A5, A7)	Tutta la parte superiore della parete a prima vista sembrerebbe allentata da giunti subverticali, disposti da perpendicolari a sub-paralleli al fronte, con aperture anche superiori a 20-50 cm; in realtà si tratta di erosioni superficiali impostate su giunti con aperture al massimo centimetriche. Tale situazione riguarda anche il giunto con giacitura 80/90, che taglia l'intero fronte delimitando verso W l'area di indagine. I volumi rocciosi corrispondenti agli ambiti risultano in aggetto sul versante, parzialmente isolati dalle suddette erosioni, ma presentano un piede in assoluta continuità col fronte sottostante. Nel versante vegetato a monte, per quanto possibile osservare in mezzo alla fitta vegetazione, non sono stati reperiti segni di allentamento.
2	ambito B1	Canalone boscato con ammasso sub-affiorante, ricoperto da coltre detritica di spessore in genere inferiore al metro.
3	ambito B2	Muretto in pietra e mattoni, con malta, in discreto stato di conservazione.
4	ambito B3	Muretto in pietra e malta, in pessimo stato di conservazione: intensamente fratturato e parzialmente distaccato a monte.
5	ambito B4	Blocchi di grosse dimensioni, mutuamente incastrati, parzialmente distaccati a monte da giunti di trazione molto aperti senza riempimento o con riempimento di terra. In apparenza tali blocchi sembrano radicati.
6	ambito B5	Volume roccioso monolitico, parzialmente distaccato a monte da giunto poco aperto, in apparenza radicato e in equilibrio. Non sono osservabili giunti che possano fare ipotizzare movimenti recenti dello stesso.
7	ambito B6	Area boscata con ammasso sub-affiorante, ricoperto da coltre detritica di spessore in genere inferiore al metro, contenente anche blocchi di dimensioni pluridecimetriche.
8	ambito C1	Ambito caratterizzato da fratturazione subverticale che genera giunti molto aperti talvolta riempiti di terra, parzialmente dilavati dalla recente mareggiata. Sono presenti localmente blocchi di dimensioni ricadenti nella classe 1-3 mc allentati.
9	ambito C2	Volume roccioso quasi monolitico, totalmente distaccato a monte da un giunto aperto, apparentemente in equilibrio.
10	ambito C3	Due blocchi di circa 3 mc nel complesso, totalmente distaccati, apparentemente incastrati.
11	ambito C4	Volume roccioso isolato a monte da un giunto molto aperto subverticale. Per quanto siano possibili dei cinematismi generali, il volume allo stato attuale sembra stabile.
12	ambito C5	Area boscata con ammasso sub-affiorante, ricoperto da coltre detritica di spessore in genere inferiore al metro, contenente anche blocchi di dimensioni pluridecimetriche.

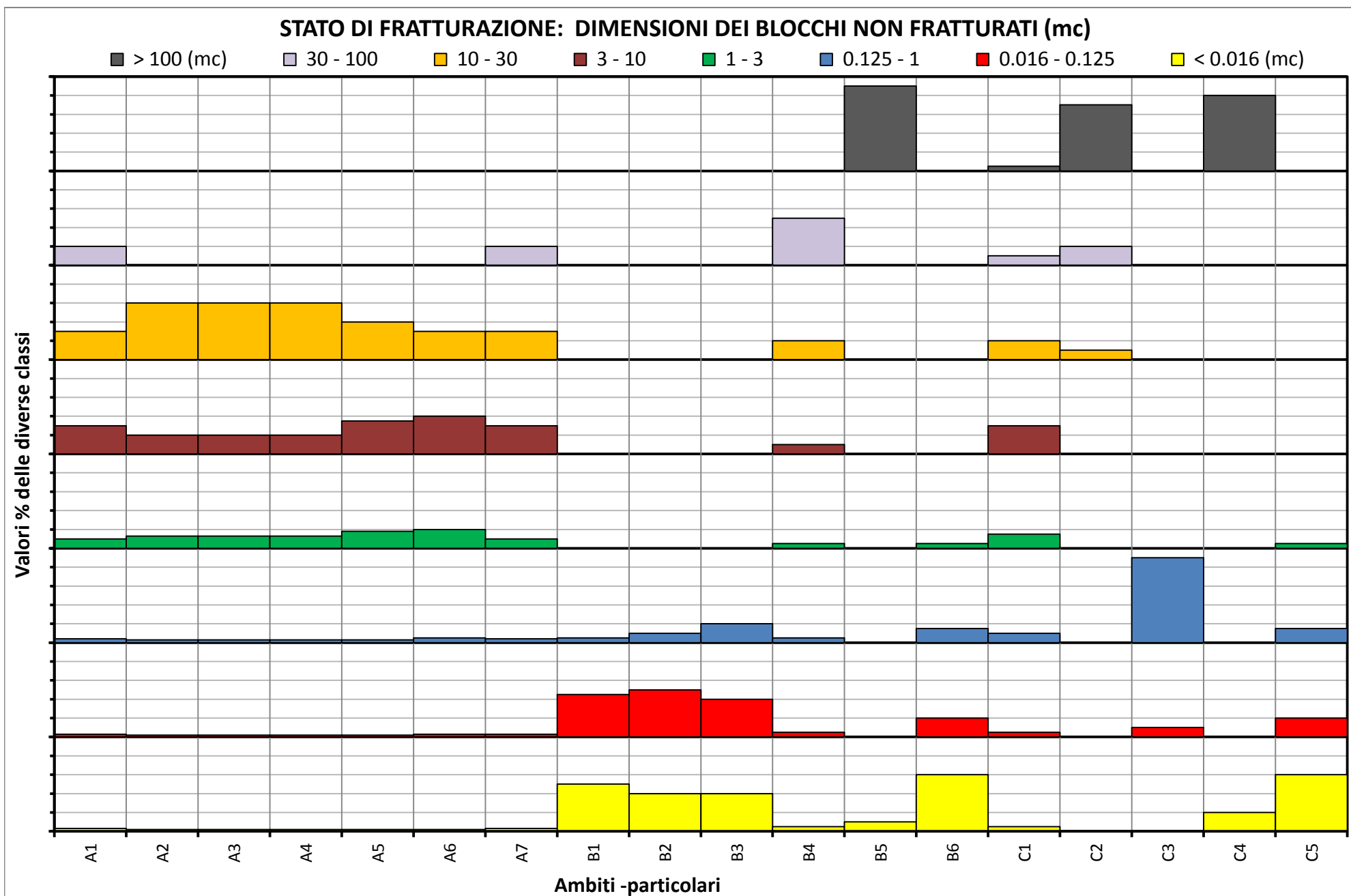


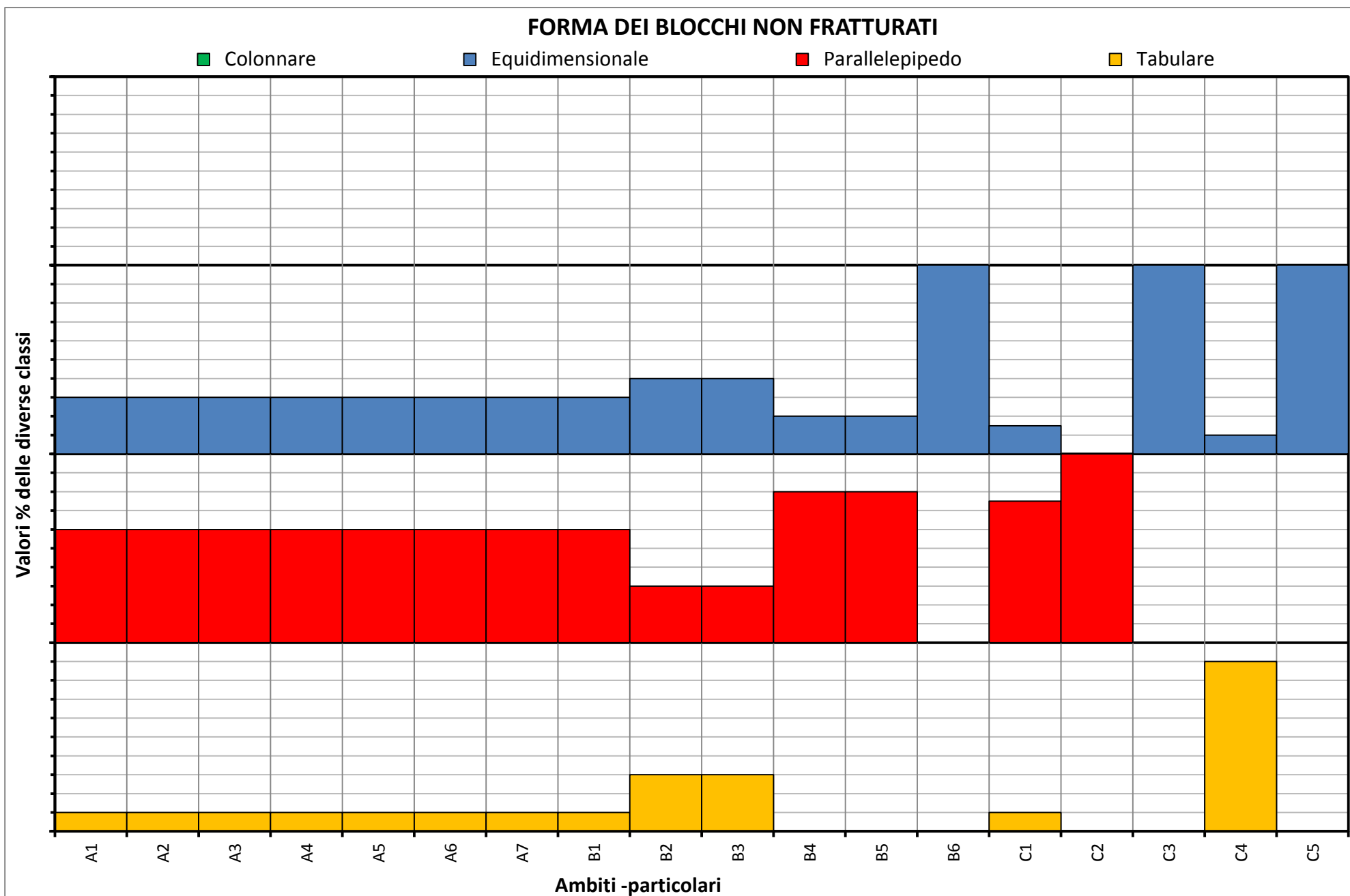


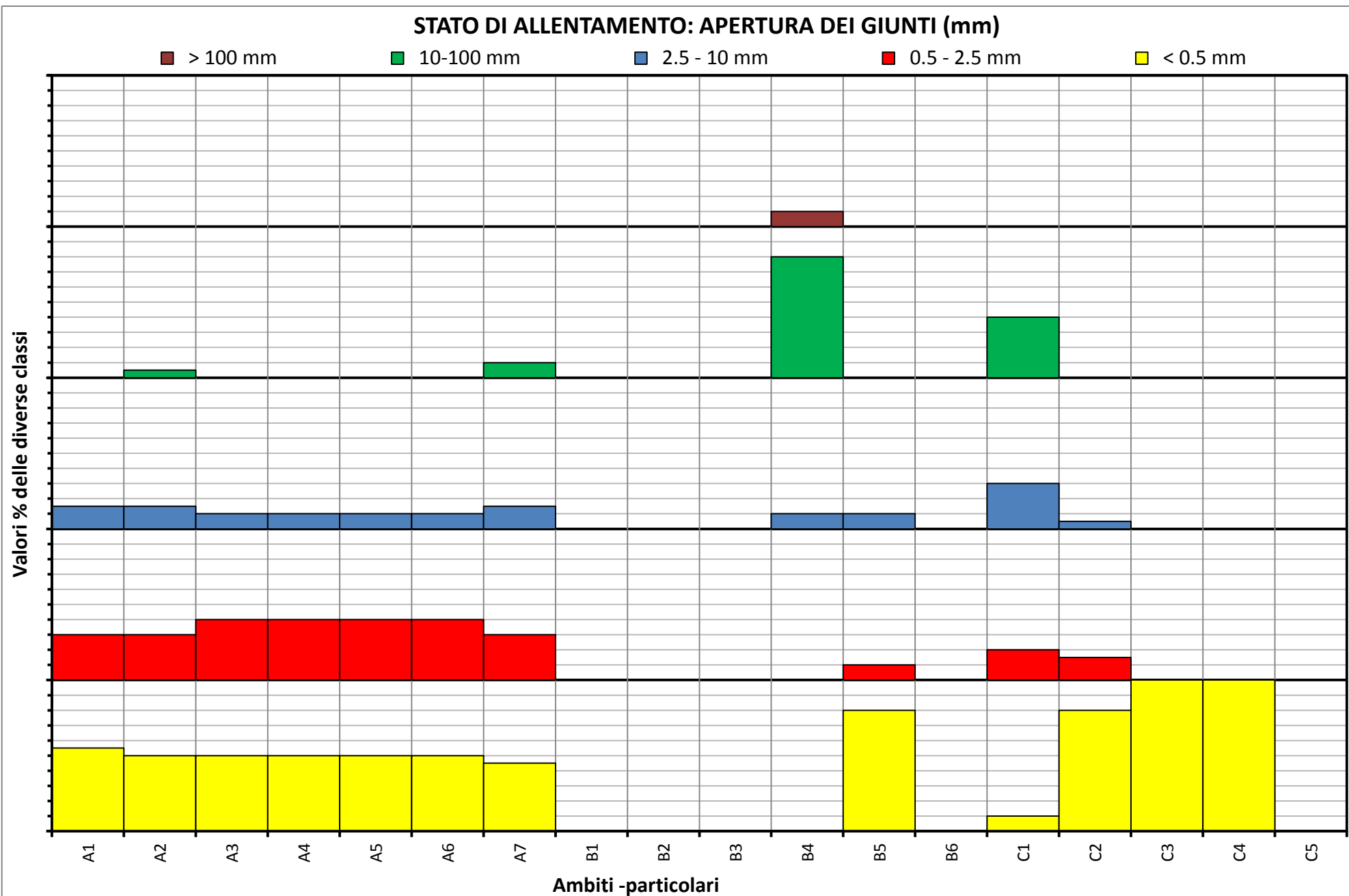


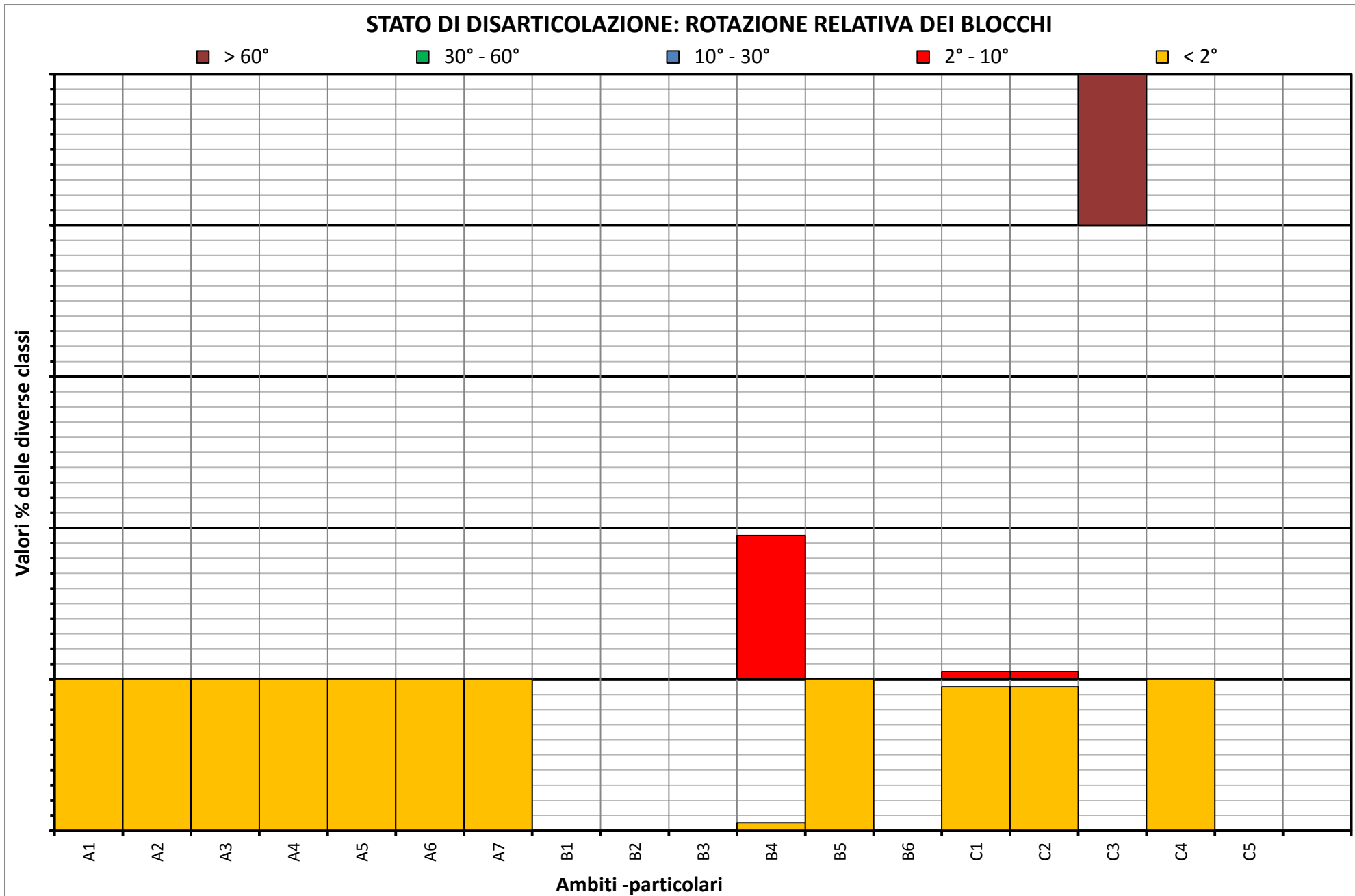


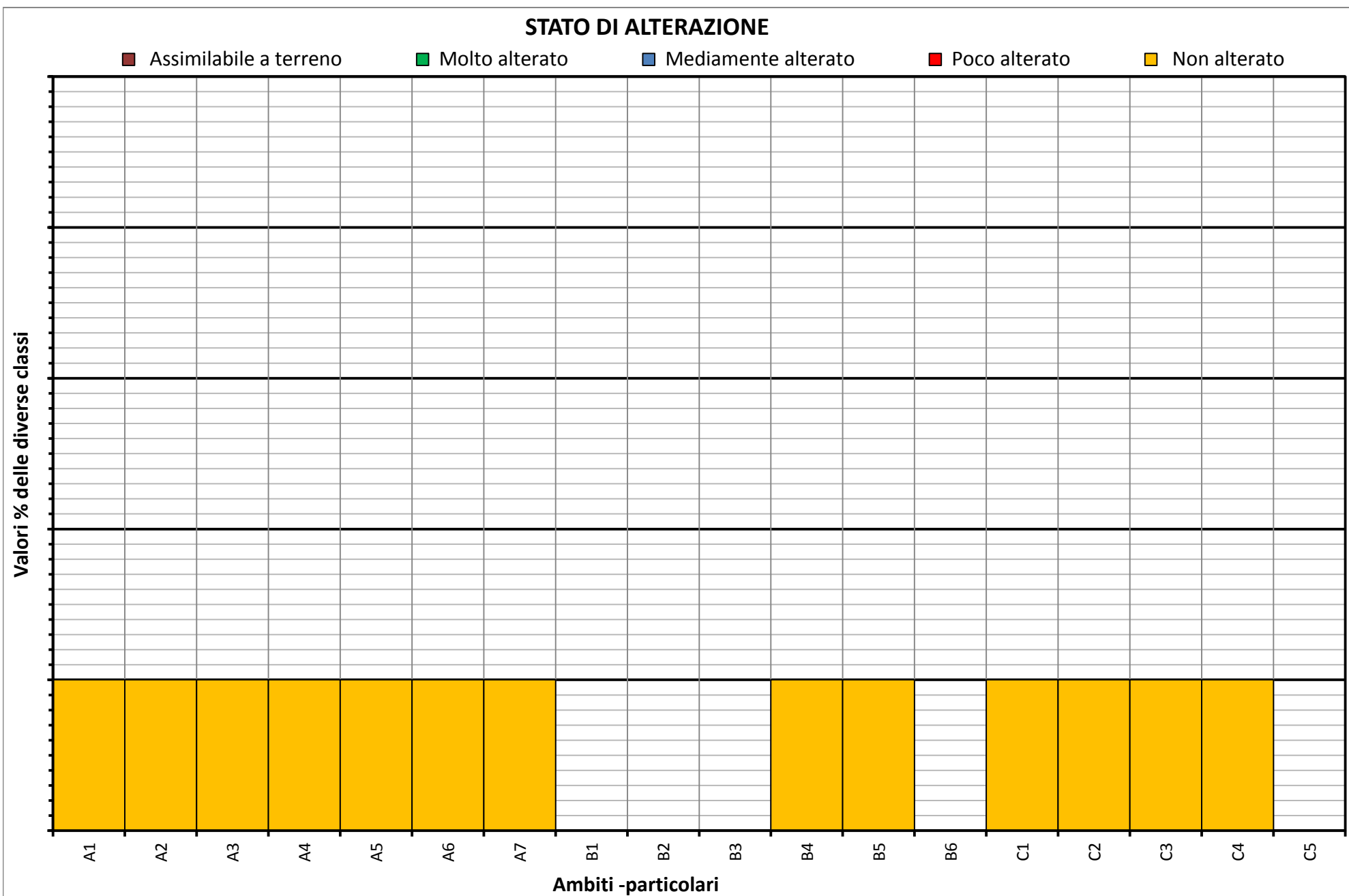






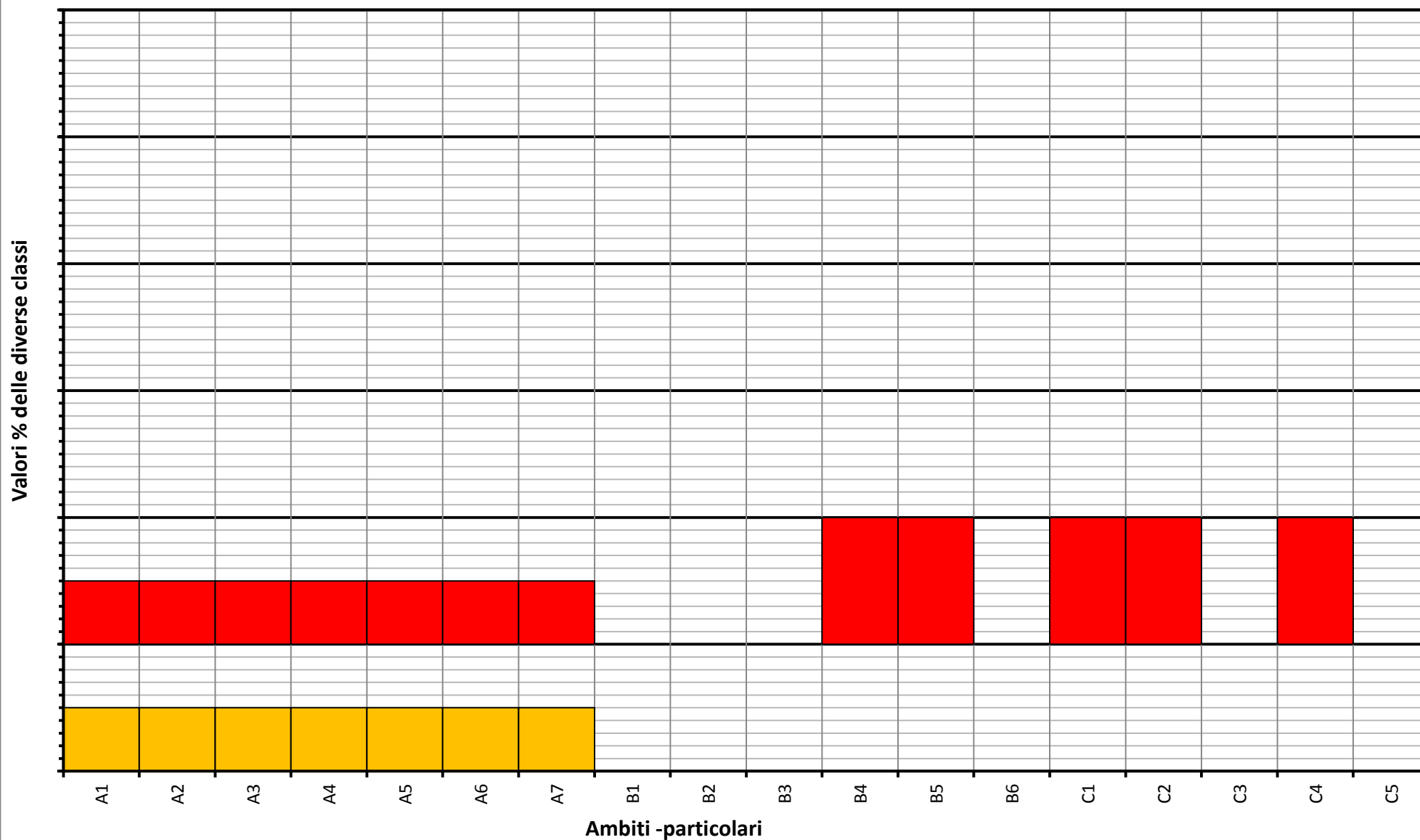


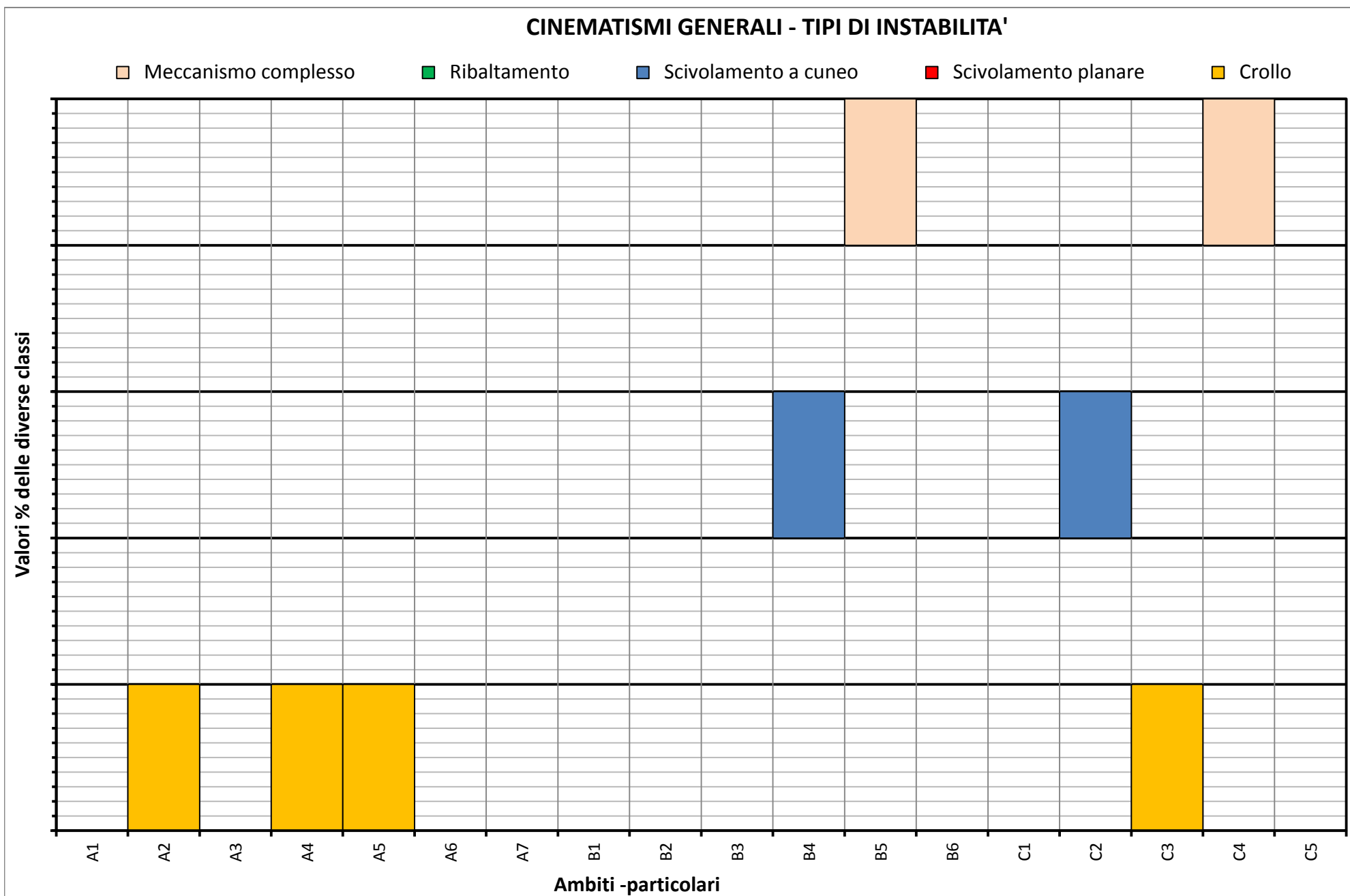


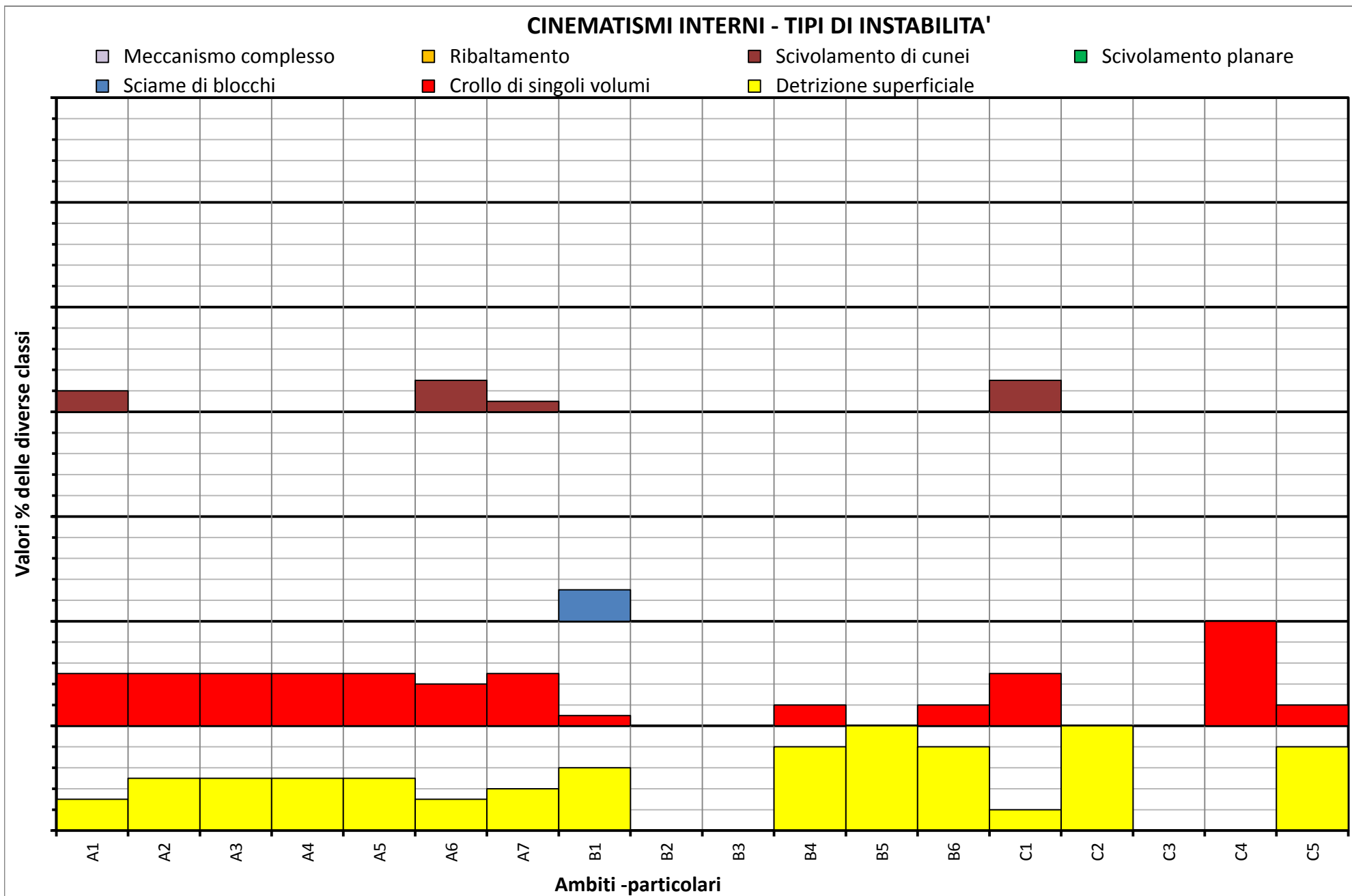


GIACITURA DELLA STRATIFICAZIONE RISPETTO AL FRONTE PRINCIPALE

■ Vert. ($> 80^\circ$) perpend. al fronte
 ■ Vert. ($> 80^\circ$) parallelo al fronte
 ■ Suborizzontale ($< 10^\circ$)
 ■ Reggipoggio
 ■ Traverpoggio
 ■ Franapoggio

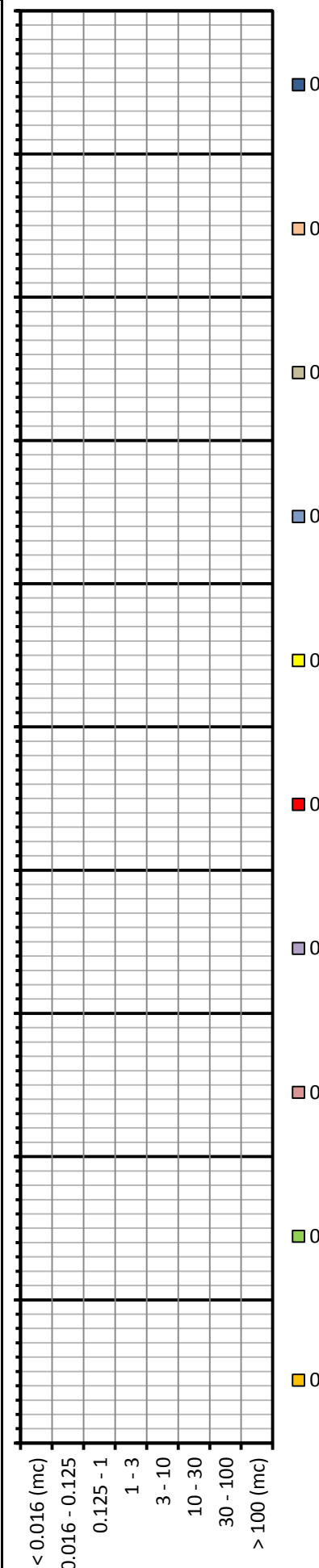
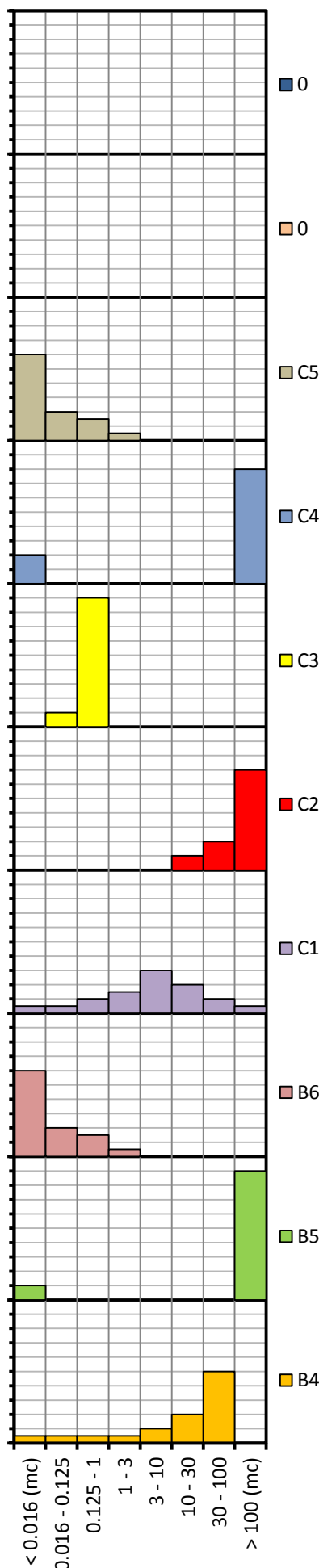
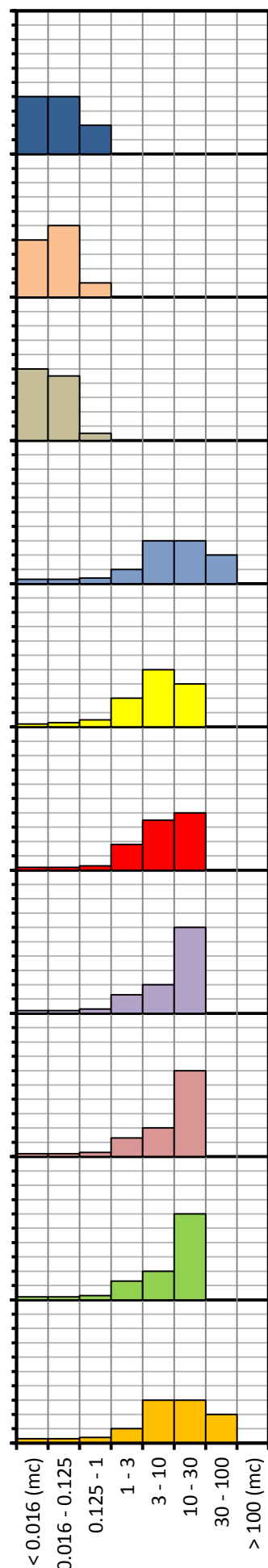






STATO DI FRATTURAZIONE - RAPPRESENTAZIONE DI DETTAGLIO

Valori percentuali



OSSERVAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE: CLASSIFICAZIONE DI AMBITI E PARTICOLARI, CRITERI DI ASSEGNAZIONE					
	OSSERVAZ.	CLASSE	CONDIZIONE 1	CONDIZIONE 2	NOTE
CARATT. GENERALI	Spessore	spessore modesto	spessore ≤ 1 m		con riferimento allo spessore massimo ortogonale al fronte (profondità massima a cui si spinge l'osservazione) per i possibili cinematismi generali ed interni
		spessore medio	spessore > 1 m	spessore ≤ 3 m	
		spessore elevato	spessore > 3 m	spessore ≤ 6 m	
		spessore molto elevato	spessore > 6 m		
		valore misurato / stimato			nella scheda osserv.: pari a - stimabile in
		valore minimo ipotizzato			nella scheda osservazioni: superiore a
		non stimabile			
	Situazione	in continuità			
		parzialmente distaccato			
		totalmente distaccato			
CARATTERISTICHE INTRINSECHE	Tipo di ammasso	massivo	massivo ≥ 80 %		
		stratificato	stratificato ≥ 80 %		
		scistoso - fissile	scistoso - fissile ≥ 80 %		
		caotico - brecciato	caotico - brecciato ≥ 80 %		
		caratteristiche variabili	non assegnato a preced. classi		
	Consistenza	competente	competente ≥ 80 %		
		incompetente	incompetente ≥ 80 %		
		caratteristiche variabili	non assegnato a preced. classi		
	Spaziatura della stratificazione	spaziatura fine	spaz. < 20 cm ≥ 50 %		
		spaziatura media	spaz. < 60 cm ≥ 50 %	spaz. > 20 cm > 50 %	
		spaziatura elevata	spaz. > 60 cm > 50 %	spaz. < 200 cm ≥ 50 %	
		spaziatura molto elevata	spaz. > 200 cm > 50 %		
	Organizzaz. delle fratture	disperse	disperse ≥ 80 %		
		organizzate	organizzate ≥ 80 %		
		caratteristiche variabili	non assegnato a preced. classi		
	Fratturazione - Dimensione dei blocchi	molto fratturato - blocchi piccoli	blocchi < 0.125 mc ≥ 50 %		con riferimento ai blocchi non fratturati; il blocco non fratturato rappresenta una porzione di ammasso roccioso delimitata da giunti aperti o immersa in un materiale sciolto, all'interno della quale i giunti sono in prevalenza serrati (VRU - volume roccioso unitario); in caso di collasso, tale blocco si movimenta rimanendo, almeno inizialmente, integro.
		mediam. fratturato - blocchi medi	blocchi < 3 mc ≥ 50 %	blocchi > 0.125 mc > 50 %	
		poco fratturato - blocchi grandi	blocchi > 3 mc > 50 %	blocchi < 30 mc ≥ 50 %	
		minimam. fratt. - bl. molto grandi	blocchi > 30 mc > 50 %		
	Forma dei blocchi	tabulare	tabulare ≥ 60 %		
		parallelepipedo	parallelepipedo ≥ 60 %		
		equidimensionale	equidimensionale ≥ 60 %		
		colonnare	colonnare ≥ 60 %		
		caratteristiche variabili	non assegnato a preced. classi		

OSSERVAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE: CLASSIFICAZIONE DI AMBITI E PARTICOLARI, CRITERI DI ASSEGNAZIONE					
	OSSERVAZ.	CLASSE	CONDIZIONE 1	CONDIZIONE 2	NOTE
CONDIZIONI INTERNE	Allentamento	poco allentato	apert. < 2.5 mm >= 60 %		con riferimento all'apertura dei giunti che determinano la rottura dell'ammasso roccioso all'interno dell'elemento in esame
		mediamente allentato	apert. > 2.5 mm > 40 %	apert. < 10 mm > 50 %	
		molto allentato	apert. > 10 mm >= 50 %		
	Disarticolaz.	in prevalenza non disarticolato	rotaz. blocchi < 2° >= 90 %		con riferimento alla rotazione relativa dei blocchi in cui è scomposto l'ammasso roccioso all'interno dell'elemento in esame
		poco disarticolato	rotaz. blocchi < 10° >= 80 %	rotaz. blocchi > 2° > 10 %	
		mediamente disarticolato	rotaz. blocchi > 10° > 20 %	rotaz. blocchi > 10° < 50 %	
		molto disarticolato	rotaz. blocchi > 10° >= 50 %		
	Alterazione	in prevalenza non alterato	non alterato >= 80 %		
		poco alterato	poco/non alterato > 50 %	non alterato < 80 %	
		mediamente alterato	med./molto alterato >= 50 %	molto alter., terreno <= 50 %	
		molto alterato	molto alter., terreno > 50 %		
ASSETTO E CINEMATISMI	Giacitura della stratificazione sul fronte principale	franapoggio	franapoggio >= 60 %		fronte principale = giacitura predominante all'interno dell'elemento considerato
		traverpoggio	traverpoggio >= 60 %		
		reggipoggio	reggipoggio >= 60 %		
		suborizzontale (<10°)	suborizzontale >= 60 %		
		vert. (> 80°) parallelo al fronte	vert. parall. fronte >= 60 %		
		vert. (> 80°) perpend. al fronte	vert. perp. al fronte >= 60 %		
		caratteristiche variabili	non ass. a preced. classi %		
	Cinematismi generali	crollo	crollo >= 60 %		
		scivolamento planare	scivol. planare >= 60 %		
		scivolamento a cuneo	scivol. a cuneo >= 60 %		
		ribaltamento	ribaltamento >= 60 %		
		meccanismo complesso	mecc. complesso >= 60 %		
		caratteristiche variabili	non ass. a preced. classi %		
	Cinematismi interni	detrizione superficiale	detriz. superficiale >= 60 %		
		crollo di singoli volumi	crollo singoli volumi >= 60 %		
		sciame di blocchi	sciame di blocchi >= 60 %		
		scivolamento planare	scivolam. planare >= 60 %		
		scivolamento di cunei	scivolam. di cunei >= 60 %		
		ribaltamento	ribaltamento >= 60 %		
		meccanismo complesso	mecc. complesso >= 60 %		
		caratteristiche variabili	non ass. a preced. classi %		

Nota: le percentuali indicate fanno riferimento ai valori di diffusione sul volume totale o alle frequenza di reperimento riscontrate all'interno dei vari ambiti e particolari, riportati nella scheda delle osservazioni.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

ALLEGATO 3

Valutazioni di pericolosità

ZONIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITA' - LEGENDA 1
1A - CLASSI VOLUMETRICHE

DIMENSIONE DEL SINGOLO BLOCCO				ENTITA' STIMATA DELL'EVENTO			
Classe	Nome	Volume (mc)	Classe di riferim.	Classe	Nome	Volume (mc)	Classe di riferim.
1	blocco piccolo	< 0.125	< 0.016	1	evento piccolo	< 3	< 1
2	blocco medio	0.125 - 3	0.125 - 1	2	evento medio	3 - 30	3 - 10
3	blocco grande	3 - 30	3 - 10	3	evento grande	30 - 300	30 - 100
4	blocco molto grande	> 30	30 - 100	4	evento straordinario	> 300	300 - 1000

Singolo blocco: blocco che in caso di dissesto si movimenta mantenendosi, almeno inizialmente, integro. **Evento:** dissesto che coinvolge uno o più blocchi

Classe di riferimento: classe volumetrica sulla scheda delle osservazioni di dettaglio utilizzata come riferimento per la stima della probabilità di accadimento.

Evento piccolo, medio e grande: fenomeno legato a cause scatenanti di "normale" entità (es. piogge intense, ...), con tempi di ritorno medi.

Evento straordinario: fenomeno legato a cause scatenanti di notevole entità, con tempi di ritorno lunghi (es. precipitazioni molto intense, sisma, ...), oltre che al decadimento progressivo delle caratteristiche dell'ammasso roccioso.

1B- PROBABILITA' DI ACCADIMENTO

Classe		Nome	Stato evolutivo del dissesto	Cause predisponenti	Cause scatenanti: num. di occorr. (1)	Descrizione
V	Verde	dissesto improbabile	assente	assenti	azione quasi irrilevante	Un eventuale dissesto della volumetria della classe considerata è poco probabile, data l'assenza di evidenti cause predisponenti e l'apparente stato di stabilità rilevato al momento del sopralluogo.
G	Gialla	dissesto possibile	iniziale	presenti	numero elevato	Il dissesto è possibile per la presenza di cause predisponenti; dato lo stato iniziale del dissesto rilevato al momento del sopralluogo, sono eventualmente necessarie molte occorrenze delle cause scatenanti per giungere al collasso.
A	Arancione	dissesto probabile	mediamente avanzato	sfavorevoli	numero mediamente limitato	Al momento del sopralluogo il dissesto è in uno stato mediamente avanzato per la situazione sfavorevole delle cause predisponenti; è necessario un numero relativamente limitato di occorrenze delle cause scatenanti per giungere al collasso; il collasso può verificarsi in tempi relativamente brevi, pur non avendo il carattere di imminenza della classe successiva.
R	Rossa	dissesto molto probabile	molto avanzato	molto sfavorevoli	numero molto limitato	Al momento del sopralluogo il dissesto è in uno stato molto avanzato; il collasso può verificarsi al sopraggiungere di cause scatenanti sufficientemente intense.

Nota (1): numero di occorrenze necessarie per l'accadimento dell'evento.

ZONIZZAZIONE DELLA PERICOLOSITA' - LEGENDA 2
2A - CLASSI DEI DISSESTI CON DIMENSIONI MASSIME

Dissesto	Descrizione	Classe	Nome	Volume (mc)
SINGOLO BLOCCO	Singolo blocco con maggiori dimensioni che può mobilizzarsi all'interno dell'elemento considerato con un certo grado di probabilità (cfr. legenda 1).	1	blocco piccolo	< 0.125
		2	blocco medio	0.125 - 3
		3	blocco grande	3 - 30
		4	blocco molto grande	> 30
EVENTO	Evento con maggiori dimensioni che può mobilizzarsi all'interno dell'elemento considerato con un certo grado di probabilità (cfr. legenda 1).	1	evento piccolo	< 3
		2	evento medio	3 - 30
		3	evento grande	30 - 300
		4	evento straordinario	> 300

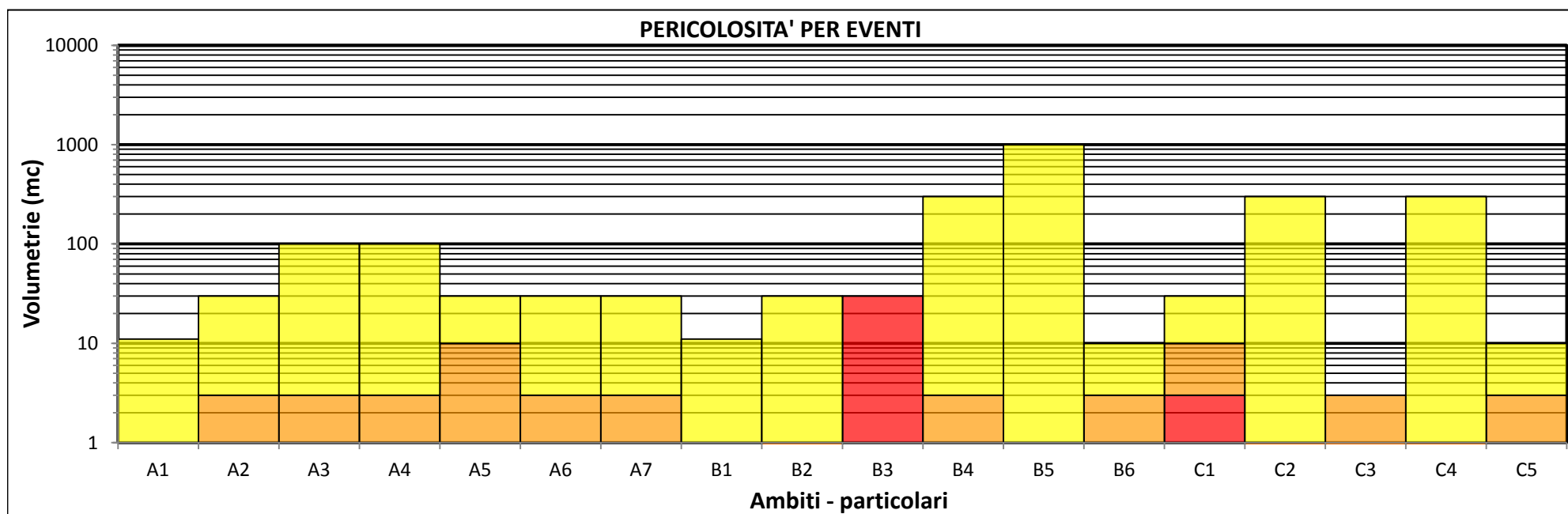
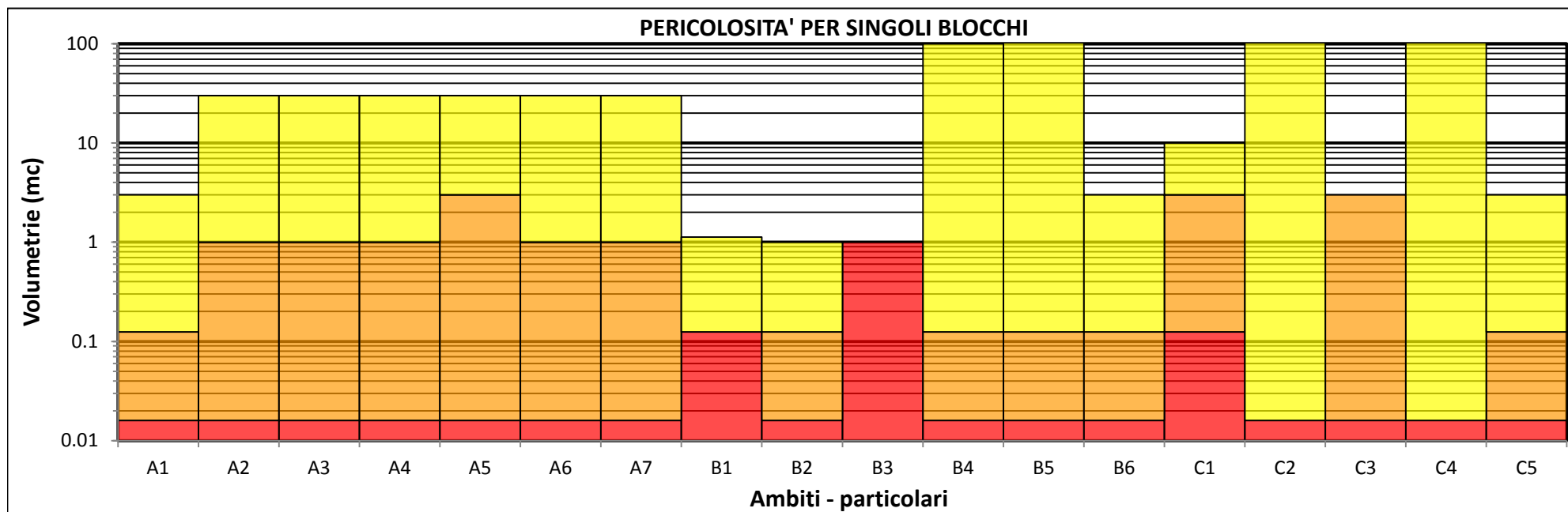
2B - CRITERIO DI CALCOLO DELLE VOLUMETRIE DEI DISSESTI CON DIMENSIONI MASSIME

Grado di probabilità di accadimento	Volumi rocciosi coinvolti	Calcolo delle possibili volumetrie
dissesto molto probabile	Volumi rocciosi con pericolosità "rossa".	Valore massimo fra i volumi con pericolosità "rossa".
dissesto probabile	Volumi rocciosi con pericolosità "rossa" ed "arancione".	Valore massimo fra i volumi con pericolosità "rossa" ed "arancione".
dissesto possibile	Volumi rocciosi con pericolosità "rossa", "arancione" e "gialla".	Valore massimo fra i volumi con pericolosità "rossa", "arancione" e "gialla".

Nota esplicativa: per il calcolo delle possibili volumetrie massime dei dissesti, relativamente ai diversi gradi di probabilità di accadimento, vengono considerate le probabilità di accadimento espresse nella tabella "STIMA DELLA PERICOLOSITA' - VOLUMETRIE", rielaborando le volumetrie in senso cumulativo.

2C - CARATTERISTICHE DEI POSSIBILI EVENTI

OSSERVAZIONE	Nota esplicativa		Dissesto	Blocchi coinvolti	
Dimensione dei blocchi: % volumetrica	I valori % sono stati calcolati combinando lo stato di fratturazione osservato all'interno dell'elemento in esame con la stima delle pericolosità in relazione al distacco di singoli blocchi (cfr. scheda delle osservazioni).		molto probabile	Blocchi con pericolosità "rossa".	
			probabile	Blocchi con pericolosità "rossa" ed "arancione".	
			possibile	Blocchi con pericolosità rossa", "arancione" e "gialla".	
OSSERVAZIONE	Classe	Condizione 1	Condizione 2		NOTE
Tipo di evento	blocchi piccoli	blocchi < 0.125 mc > 50 %			Il tipo di evento indica la dimensione prevalente dei blocchi non fraturati (cfr. scheda delle osservazioni) coinvolti, calcolata in base alle condizioni elencate.
	blocchi medi	blocchi < 3 mc > 50 %	blocchi > 0.125 mc >= 50 %		
	blocchi grandi	blocchi > 3 mc >= 50 %	blocchi < 30 mc > 50 %		
	blocchi molto grandi	blocchi > 30 mc >= 50 %			



	PERICOLOSITA' - TABELLA 3 - CARATTERISTICHE DEI POSSIBILI EVENTI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
ELEMENTO	DISSESTO MOLTO PROBABILE												DISSESTO PROBABILE												DISSESTO POSSIBILE																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	cfr. legenda pericolosità 2												cfr. legenda pericolosità 2												cfr. legenda pericolosità 2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	dim. evento				dimens. dei blocchi: % volum.								tipo evento				dim. evento				dimens. dei blocchi: % volum.								tipo evento				dim. evento				dimens. dei blocchi: % volum.								tipo evento																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
	evento piccolo	evento medio	evento grande	ev. molto grande	< 0.016 mc	0.016 - 0.125 mc	0.125 - 1 mc	1 - 3 mc	3 - 10 mc	10 - 30 mc	30 - 100 mc	> 100 mc	blocchi piccoli	blocchi medi	blocchi grandi	blocchi molto grande	evento piccolo	evento medio	evento grande	ev. molto grande	< 0.016 mc	0.016 - 0.125 mc	0.125 - 1 mc	1 - 3 mc	3 - 10 mc	10 - 30 mc	30 - 100 mc	> 100 mc	blocchi piccoli	blocchi medi	blocchi grandi	blocchi molto grande	evento piccolo	evento medio	evento grande	ev. molto grande	< 0.016 mc	0.016 - 0.125 mc	0.125 - 1 mc	1 - 3 mc	3 - 10 mc	10 - 30 mc	30 - 100 mc	> 100 mc	blocchi piccoli	blocchi medi	blocchi grandi	blocchi molto grande																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								

[illegible]

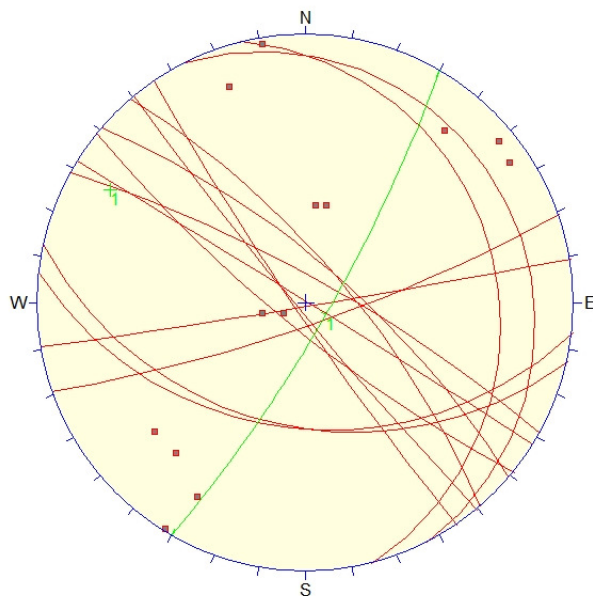
[illegible]

ALLEGATO 4

Interventi pregressi

VALUTAZIONE INTERVENTI ESISTENTI																						
ID INTERVENTO	LOCALIZZAZIONE	TIPOLOGIA DI INTERVENTO					QUALITA' DELL'INSTALLAZ.				STATO DI CONSERVAZIONE				VALUTAZIONE DI ADEGUATEZZA							
		rete metallica	pannello fune	barriera	chiodature	funi	descrizione	corretta	parzialm. corr.	non corretta	non valutabile	osservazioni	buono	discreto	pessimo	non valutabile	osservazioni	adeguata	parzialm. adeg.	non adeguata	non valutabile	osservazioni
I1	settore A	x					doppia, talvolta tripla, rete metallica con maglia esagonale 8x10cm a doppia torsione, filo da 3 mm; armata con funi da 20 mm con maglia romboidale di circa 2,5x2,5 m; chiodi da 25 mm, di lunghezza non stimabile.	x				reti ben disposte in aderenza, passaggio dei cavi corretto.		x			reti da poco a molto ossidate, chiodi e funi in buono stato.		x			reti apparentemente adeguate per gli eventi fino a 1-3mc; i ciottoli di lato inferiore a 6-7 cm passano fra le maglie della rete.
I2	zona Ovest del settore B	x					rete metallica con maglia esagonale 8x10cm a doppia torsione, filo da 3 mm; non armata.		x			rete stesa senza nessuna fune.		x			reti mediamente ossidate.		x	x		reti adeguate per contenere la detrizione superficiale; i ciottoli di lato inferiore a 6-7 cm passano fra le maglie della rete; reti non adeguate per eventi di volumetrie superiori a 1-3 mc, in particolare insufficienti nei confronti degli ambiti B3 e B4.
I3	zona Est del settore C	x					rete metallica con maglia esagonale 8x10cm a doppia torsione, filo da 3 mm; non armata		x			rete stesa senza nessuna fune			x		reti molto ossidate		x	x		reti adeguate solo per contenere la detrizione superficiale; i ciottoli di lato inferiore a 6-7 cm passano fra le maglie della rete.

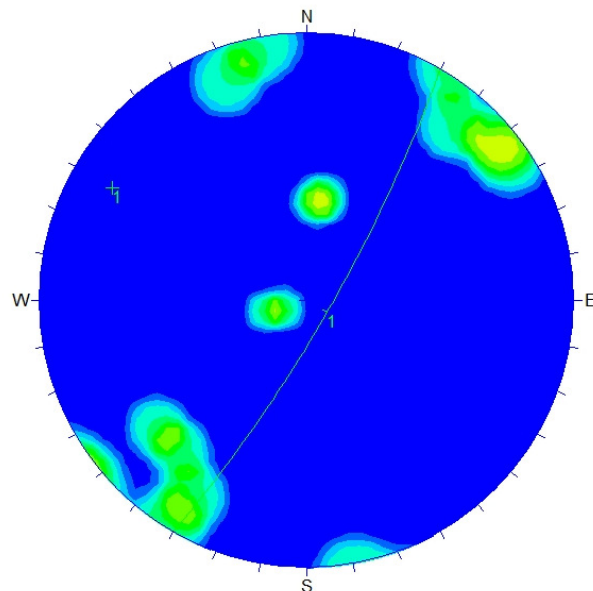
VALUTAZIONE INTERVENTI ESISTENTI																						
ID INTERVENTO	LOCALIZZAZIONE	TIPOLOGIA DI INTERVENTO					QUALITA' DELL'INSTALLAZ.				STATO DI CONSERVAZIONE				VALUTAZIONE DI ADEGUATEZZA							
		rete metallica	pannello fune	barriera	chiodature	funi	descrizione	corretta	parzialm. corr.	non corretta	non valutabile	osservazioni	buono	discreto	pessimo	non valutabile	osservazioni	adeguata	parzialm. adeg.	non adeguata	non valutabile	osservazioni
14	zona Est del settore C	x					rete metallica con maglia esagonale 8x10cm a doppia torsione, filo da 3 mm; armata con funi da 20 mm con maglia romboidale di circa 2,5x2,5 m; chiodi da 25 mm, di lunghezza non stimabile.		x			cavi passati a zig zag, non rettilinei.		x			reti in disceto stato di conservazione.		x			reti adeguate per contenere la detrizione superficiale e i gli eventi di volumetrie non elevate; i ciottoli di lato inferiore a 6-7 cm passano fra le maglie della rete.
15	zona centrale del settore C			x			barriera rigida con montanti costituiti da putrelle e, fra i montanti, rete metallica senza funi; altezza circa 2 m.			x		barriera rigida, senza funi			x		montanti ossidati e piegati; barriera quasi distrutta.			x		barriera attualmente con minima efficacia, da ripristinare per la presenza dei blocchi rocciosi instabili nell'ambito C3.
16	zona centrale del settore B			x			barriera rigida con montanti costituiti da putrelle e, fra i montanti, rete metallica senza funi; altezza circa 2 m.			x		barriera rigida, senza funi.			x		montanti ossidati; barriera per metà satura di materiale detritico; reti localmente lacerate.			x		barriera da valutare a livello energetico e geometrico (altezza). Interventi minimi manutentivi: pulizia a tergo, riparazione delle reti lacerate, rinforzo tramite funi. Attualmente l'altezza utile è meno della metà.



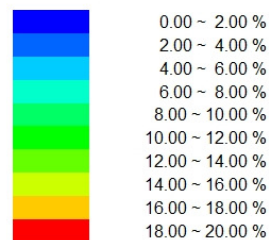
Number of Poles

1 pole

Equal Angle
Lower Hemisphere
13 Poles
13 Entries



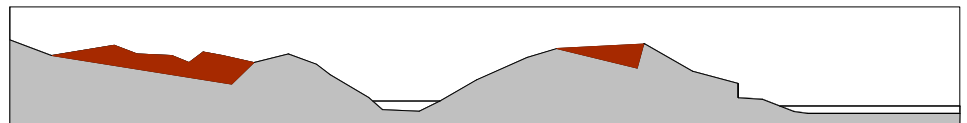
Fisher
Concentrations
% of total per 1.0 % area



No Bias Correction
Max. Conc. = 15.1070%

Equal Angle
Lower Hemisphere
13 Poles
13 Entries

Dr Geol Ruggero Dameri
Via Vesuvio 52 R
16134 Genova - 010 4030779



progetto

Interventi di ripristino della sede stradale SP n. 227 di Portofino nei comuni di S. Margherita Ligure e Portofino con particolare riferimento al tratto tra le progressive km 5+600 e km 5+790 danneggiata dagli eventi meteorologici del 29 e 30 ottobre 2018

argomento

Rilievi geomeccanici A.R.
Stereo fratture e density plot

ALL.n^o4

Località:

Famiglia di giunti:

Apertura:

Riempimento:

Persistenza:

SG1

Rugosità:

Alterazione:

Note:

Angolo di inclinazione del martello

(0)
(45)
(90)
(135)
(180)

Valori di rimbalzo

1	30
2	18
3	15
4	16
5	32
6	17
7	12
8	16
9	21
10	19

Valore di JCS

Media dei valori di rimbalzo maggiori

24.00 ± 5.60

Media di tutti i valori di rimbalzo

19.60 ± 4.84

JCS (MPa)

24

Densità della roccia

(20 - 32 kN/m³)

Località:

Famiglia di giunti:

Apertura:

Riempimento:

Persistenza:

SG2

Rugosità:

Alterazione:

Note:

Angolo di inclinazione del martello

(0)
(45)
(90)
(135)
(180)

Valori di rimbalzo

1	18
2	13
3	17
4	22
5	12
6	14
7	21
8	26
9	18
10	17

Valore di JCS

Media dei valori di rimbalzo maggiori

21.00 ± 2.40

Media di tutti i valori di rimbalzo

17.80 ± 3.20

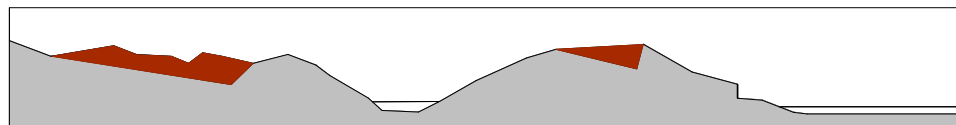
JCS (MPa)

21

Densità della roccia

(20 - 32 kN/m³)

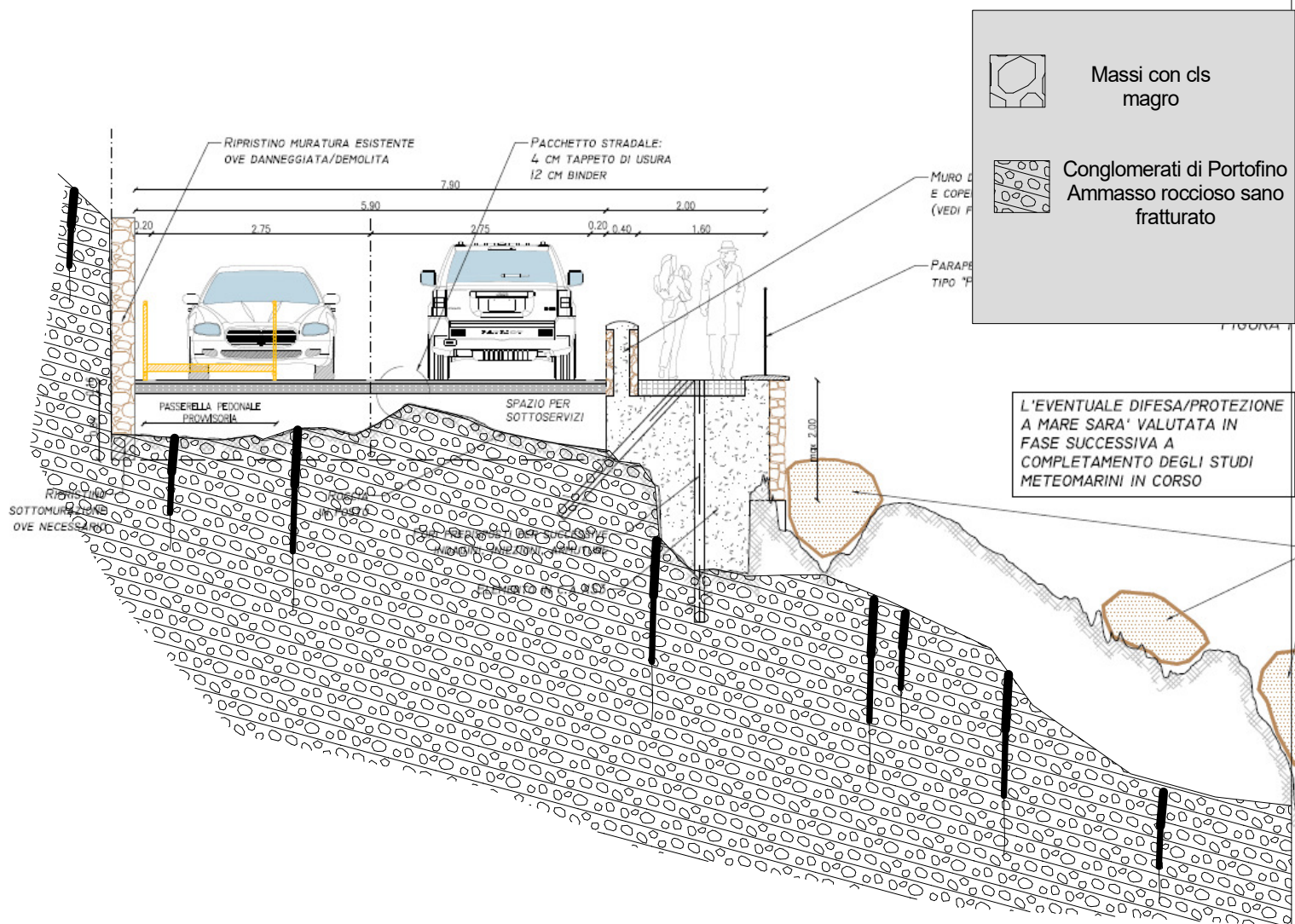
Dr Geol Ruggero Dameri
 Via Vesuvio 52 R
 16134 Genova - 010 4030779



progetto Interventi di ripristino della sede stradale SP n. 227 di Portofino nei comuni di S. Margherita Ligure e Portofino con particolare riferimento al tratto tra le progressive km 5+600 e km 5+790 danneggiata dagli eventi meteorologici del 29 e 30 ottobre 2018

argomento
 Rilievi geomeccanici A.R.
 Valori di JCS

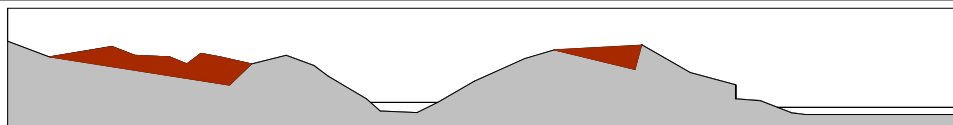
ALL.n°5



Dr Geol Ruggero Dameri

Via Vesuvio 52 R

16134 Genova - 010 4030779

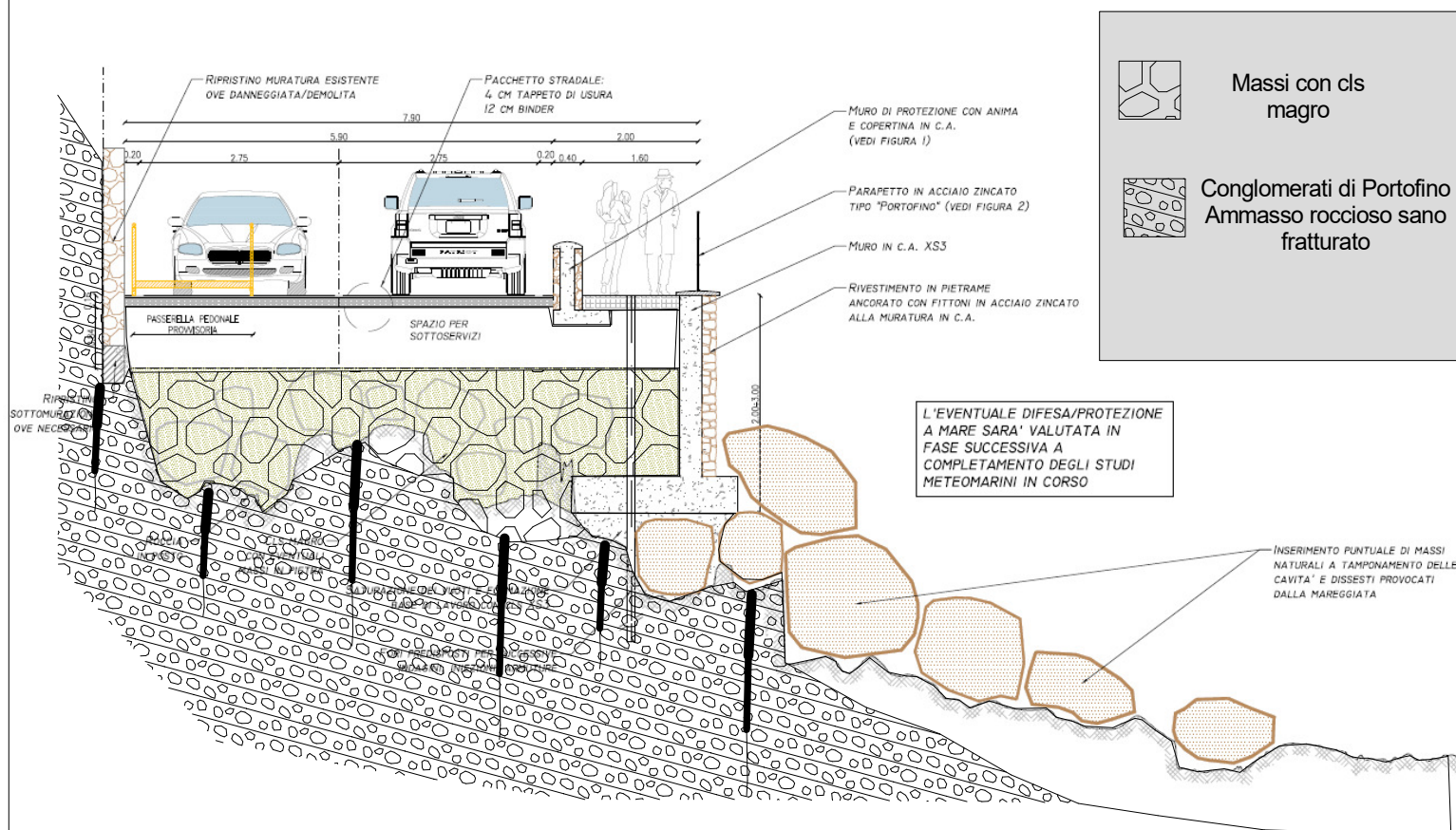


progetto Interventi di ripristino della sede stradale SP n. 227 di Portofino nei comuni di S. Margherita Ligure e Portofino con particolare riferimento al tratto tra le progressive km 5+600 e km 5+790 danneggiata dagli eventi meteorologici del 29 e 30 ottobre 2018

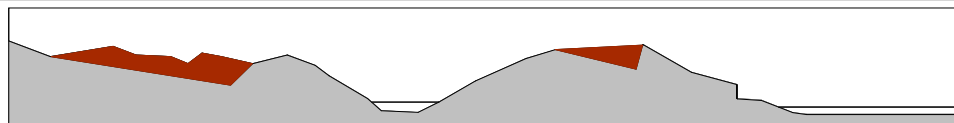
argomento Modello Geologico
Sezione tipo A

ALL.n°6

1:100



Dr Geol Ruggero Dameri
Via Vesuvio 52 R
16134 Genova - 010 4030779



progetto Interventi di ripristino della sede stradale SP n. 227 di Portofino nei comuni di S. Margherita Ligure e Portofino con particolare riferimento al tratto tra le progressive km 5+600 e km 5+790 danneggiata dagli eventi meteorologici del 29 e 30 ottobre 2018

argomento Modello Geologico
Sezione tipo B

ALL.n^o7

1:100

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

INDICE

1. PREMESSE	3
2. REGIMAZIONE DEL BACINO GRAVANTE SULL'ARTERIA VIABILISTICA DA RIPRISTINARE	6
2.1 GENERALITÀ	6
2.2 REGIONALIZZAZIONE DELLE PORTATE (METODO CIMA PER PICCOLI BACINI $A < 2 \text{ km}^2$)	6
2.3 DEFINIZIONE ELEMENTI DI CAPTAZIONE E DI SCARICO	8
3. ELEMENTI DI DRENAGGIO STRADALE	10

1. PREMESSE

Nelle giornate del 29 e 30 ottobre 2018 si sono verificati eventi calamitosi e mareggiate che hanno diffusamente interessato le coste della Liguria ed in particolare hanno causato sensibili danni con la parziale demolizione della Strada Provinciale SP. n. 227 di Portofino, che dal Comune di Rapallo collega al centro del Comune di Portofino, passando attraverso il centro capoluogo del Comune di Santa Margherita Ligure e la località di Paraggi.

I danni maggiori che hanno interessato tale viabilità si sono verificati tra i km. 4.00 e il km. 6.00, ove una porzione di circa 120 m,. in corrispondenza del km. 5+6 - 5+700, è stata praticamente "divorata" dalle onde, oltre all'apertura di molteplici voragini che hanno complessivamente reso inagibile il percorso per la parte ricadente nel territorio del Comune di Santa Margherita Ligure, con conseguente isolamento sia della località di Paraggi che del Comune di Portofino.

Per poter dare corso ai lavori di ripristino dei danni come sopra verificati, la Città Metropolitana di Genova - Direzione Territorio e Mobilità - ha predisposto gli elaborati finalizzati alla realizzazione di alcune opere urgenti e in parte temporanee, attivando a tal fine una prima Conferenza dei Servizi in data 15/11/2018 - conclusasi con approvazione del Progetto ivi presentato ed emissione della determina conclusiva Atto n. 2347/2918 del 21.11.2018 e successiva comunicazione prot. 62461/2018 - volta a superare nel tempo più breve possibile l'isolamento delle località sopra richiamate.

Si è trattato di interventi finalizzati ad avviare il ripristino del collegamento pedonale lungo la strada provinciale SP 227 danneggiata in più punti, ed in particolare alla realizzazione di :

- una passerella in struttura metallica leggera, in prossimità della località di Paraggi, nel tratto maggiormente danneggiato, di carattere temporaneo da rimuovere successivamente al ripristino complessivo della SP n. 227;

- interventi puntuali mirati al ripristino del piano stradale e delle relative opere di sostegno verso mare ove si sono aperte le maggiori voragini.

La soluzione progettuale in argomento riguarda, quale II fase di lavori, il completo ripristino della S.P. 227 nel tratto interessato dai crolli, intervento che rientra tra quelli individuati dal Commissario delegato nominato in forza dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile n. 558 del 15.11.2018, per la cui approvazione è stata attivata una nuova Conferenza dei Servizi, ai sensi dall'art. 14 della medesima Ordinanza.

In particolare la presente relazione tratta gli aspetti idrologici e idraulici correlati all'intervento.

A riguardo, come evidenziato nell'ambito della relazione Geologica, si rileva come il reticolo idrografico superficiale correlato alla porzione di versante gravante sul tratto di strada oggetto di ripristino sia pressoché assente: la ridotta copertura sciolta è soggetta a prevalente infiltrazione con locali zone di concentrazione di ruscellamento.

L'ammasso roccioso presenta una permeabilità primaria molto bassa, in relazione alla natura calcarenitica della matrice fine. Il livello di medio elevata fratturazione e lo stato di apertura dei giunti e di alterazione del riempimento, individuano una permeabilità secondaria di grado elevato. Sono possibili circolazioni libere lungo le fratture principali. I sedimenti sciolti (da ghiaia a massi ciclopici) presentano una permeabilità primaria molto elevata.

In particolare risulta individuabile un sottobacino gravante sulla porzione di arteria viabilistica tra il km 5+600 e 5+790: i contributi di tale bacino verranno opportunamente gestiti mediante apposite opere di captazione e convogliamento a mare, in analogia a schemi ed opere già riscontrate in sito.

A seguire viene quindi riportata la procedura seguita per la definizione delle portate di riferimento per tale bacino, nonché la definizione degli elementi di scarico a mare previsti.

Vengono inoltre evidenziati gli elementi inseriti per il drenaggio di piattaforma - in continuità con le situazioni esistenti a monte e valle del tratto di intervento ed a ri-

pristino delle preesistenti condizioni - in relazione alla gestione delle acque meteoriche, oltre che derivanti dal sormonto da mare (*overtopping*).

2. REGIMAZIONE DEL BACINO GRAVANTE SULL'ARTERIA VIABILISTICA DA RIPRISTINARE

2.1 Generalità

Come in premessa evidenziato, per il tratto di strada oggetto di ripristino, tra il km 5+600 e 5+790, risulta in particolare individuabile un sottobacino correlato ad un settore del versante di Punta Cervara direttamente gravante sulla sottostante porzione di arteria viabilistica (Figura 2-4).

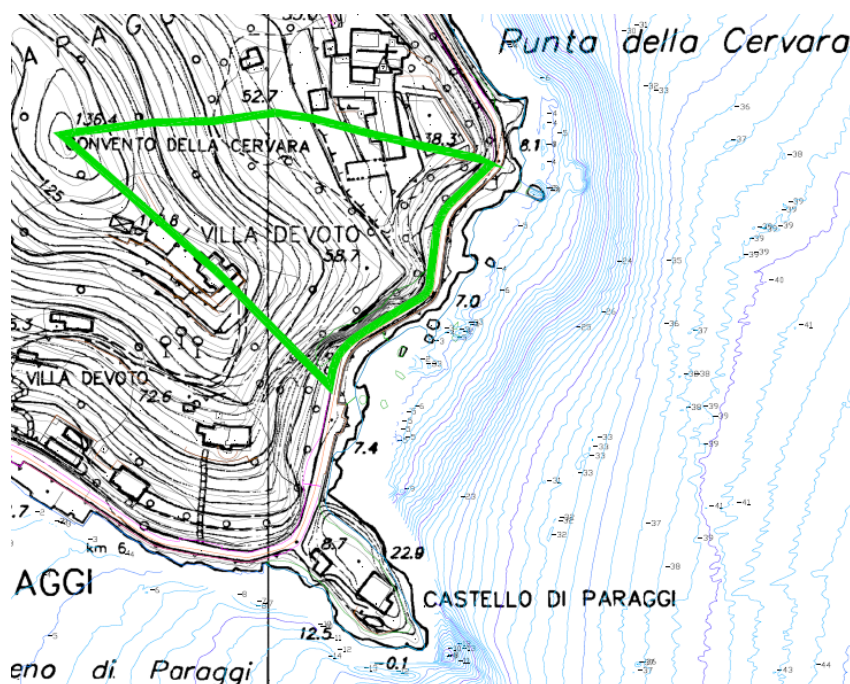


Figura 2-1: Sottobacino gravante sull'arteria viabilistica

In relazione alla regimazione delle acque meteoriche correlate a tale sottobacino si è quindi procedito alla definizione delle portate di piena secondo le metodologie previste da Piano di Bacino e successiva individuazione dei dispositivi di captazione e scarico a mare dei relativi contributi di ruscellamento.

2.2 Regionalizzazione delle portate (metodo CIMA per piccoli bacini $A < 2 \text{ km}^2$)

La portata è stata calcolata secondo la metodologia adottata nel Piano di Bacino ovvero il Metodo C.I.M.A. per piccoli bacini (inferiori a 2 km^2):

$$Q_T = K_T \cdot A \cdot U_{A=2}$$

dove:

A superficie del bacino;

$U_{A=2}$ contributo unitario per area pari a 2 km^2 , in funzione della longitudine del baricentro del bacino e del CN medio;

K_T fattore di frequenza, funzione del tempo di ritorno, vedi tabella successiva:

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
K_T	1,29	1,79	2,90	3,47	4,25	5,02	6,04

Figura 2-2 Andamento del fattore di frequenza al variare del tempo di ritorno.

Nel Piano di Bacino, ambito n.15, della provincia di Genova non è direttamente esplicitato il valore di $U_{A=2}$ di riferimento in funzione della longitudine.

E' stata quindi fatta l'assunzione che esso sia il massimo dei valori tra le sezioni più prossime all'area in esame: in particolare trattasi delle sezioni AQM1, AQM2, AQM3, relative al torrente dell'Acqua Morta (Paraggi).

Peraltro, anche per tali sezioni, i valori di $U_{A=2}$ non sono esplicitati ma sono stati ricostruiti a partire dai valori di superficie dei bacini e di relativa portata dichiarati nella relazione idraulica di Piano.

Bacino	Corso d'acqua	Sezione	A (km ²)	Q50 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)	Cati (m ³ /s)	Ua=2
Torrente dell'acqua morta	Torrente dell'acqua morta	AQM1	0.99	23.30	33.70	40.50	41.41	6.78
Torrente dell'acqua morta	Torrente dell'acqua morta	AQM2	0.47	11.00	13.40	15.90	19.53	6.01
Torrente dell'acqua morta	Torrente dell'acqua morta	AQM3	1.56	36.90	53.40	64.20	65.56	6.82

Figura 2-3: Calcolo del valore di $U_{A=2}$ relativo a bacini prossimi a quello di interesse.

Ottenuto il valore massimo di $U_{A=2}$ pari a 6.82 si è quindi applicato il metodo C.I.M.A. alla superficie del bacino di interesse e ottenute, per i tempi di ritorno di interesse (T=5,10, 30, 50, 100 e 200 anni), le portate riportate in *Figura 2-4*.

Bacino	Corso d'acqua	Sezione	A (km ²)	Q5 (m ³ /s)	Q10 (m ³ /s)	Q30 (m ³ /s)	Q50 (m ³ /s)	Q100 (m ³ /s)	Q200 (m ³ /s)	Q500 (m ³ /s)
Punta Cerva	-	-	0.022	0.194	0.269	0.435	0.521	0.638	0.753	0.906

Figura 2-4: Portate di riferimento calcolate col metodo C.I.M.A..

2.3 Definizione elementi di captazione e di scarico

A partire dalla determinazione dei contributi di piena si è quindi proceduto alla definizione dei necessari elementi di captazione e scarico a mare, in continuità con le situazioni esistenti a monte e valle del tratto di intervento ed a ripristino delle preesistenti condizioni prima del dissesto. In particolare, in analogia alle opere riscontrate in sito in adiacenza al tratto di intervento, "lato Paraggi" (vd. *Figura 2-5*), è stato previsto l'inserimento di n.2 pozzetti di raccolta in c.a. 120x120 cm al piede del versante, posti "lato monte" lungo lo sviluppo dei 120 m ca. di intervento, in grado di captare le acque di ruscellamento da versante, facendole quindi confluire, attraverso 2 condotte ϕ 1000 mm poste al di sotto del piano stradale, in altrettanti pozzetti di salto e scarico posti "lato mare". Lo scarico a mare, costituito da un portale rettangolare di dimensione 0.75x1.20 m ricavato all'interno della finitura in pietra del muro in c.a., verrà realizzato con quota del cielo al di sotto di quella di scorrimento della condotta ϕ 1000 mm, al fine di evitare possibili reflussi delle onde marine verso il pozzetto di raccolta.

Per il dimensionamento di tali scarichi si è fatto riferimento alla formulazione di Chezy a partire dal contributo di portata T200 in precedenza definito, considerato equiripartito nei due previsti punti di intercettazione.



Figura 2-5: Scarico esistente in adiacenza al tratto di intervento, lato Paraggi.

Per la rappresentazione grafica del sistema di drenaggio si rimanda all'elaborato
“PTCE 3010 – Particolari costruttivi, carpenterie ed armatura”.

3. ELEMENTI DI DRENAGGIO STRADALE

In relazione agli elementi di drenaggio della piattaforma stradale si è adottata una schematizzazione conforme alle situazione pre-dissesto, nonché alle condizioni di stato di fatto a monte e a valle del tratto di intervento.

A tal fine è stato quindi previsto l'inserimento, a margine strada, di:

- pozzetti a caditoia in c.a. posti ad interasse di 12 m, recapitanti nei pozzetti 120x120 cm, di cui al precedente capitolo, nei tratti con pendenza del piano viabile verso monte;
- fessure rettangolari nel muro tipo "Vietti", di dimensione 0.50x0.20 m, per lo scarico diretto a mare nei tratti con pendenza del piano viabile verso mare.

Nei tratti rettilinei sono stati adottati entrambi i sistemi di raccolta e scarico.

Di seguito lo schema planimetrico raffigurante i sistemi di drenaggio adottati nei diversi tratti di intervento.

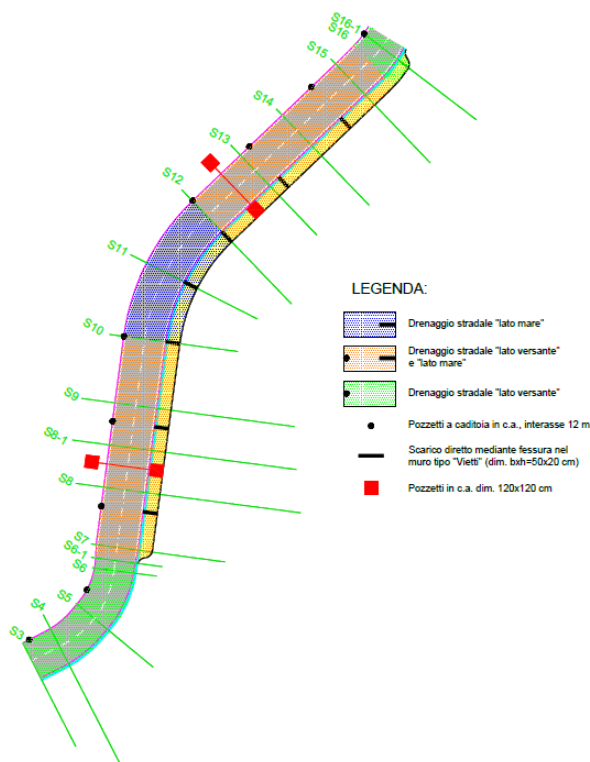


Figura 3-1 Schema planimetrico sistemi di drenaggio