

COMUNE DI VERUCCHIO

Provincia di Rimini



CONSOLIDAMENTO E MESSA IN SICUREZZA GLOBALE DELLA PARETE ROCCIOSA SOTTOSTANTE L'ABITATO DI VERUCCHIO

COMMITTENTE

COMUNE DI VERUCCHIO

PROGETTO

Studio Tecnico Associato ProGEMA
Ing. Emanuele Giacobbi

A

Relazione tecnica illustrativa

A	Settembre 2021	PROGETTO

Premessa

L'abitato di Verucchio, a causa del particolare contesto geologico e geomorfologico in cui è edificato, è stato ed è oggetto di fenomeni di instabilità gravitativa di elevata gravità per l'incolumità degli abitanti. Nel corso degli anni, infatti, si sono manifestati importanti episodi di crolli lungo le pareti rocciose incombenti sull'abitato e sottostanti il Castello, oltre a scivolamenti gravitativi attorno alla rupe che coinvolgono i terreni argillosi e le coperture detritiche di falda.



Ripresa aerea dell'area sottostante la Rocca e relativo sentiero di accesso

In anni recenti si sono manifestati significativi dissesti e movimenti di assestamento di grosse masse di terreno. Il dissesto più significativo è localizzato ai piedi della Rocca Malatestiana; tale evento è riconducibile a fenomeni franosi profondi ascrivibili alle classiche deformazioni gravitative profonde per espansione laterale delle masse argillose che soggiacciono alla base di masse rocciose rigide.

A questi fenomeni di instabilità globale, legati a processi di erosione e rifluimento del substrato argilloso ai piedi dell'ammasso roccioso, si aggiungono fenomeni franosi di minore entità dati da crolli e/o scivolamenti roccia su roccia che interessano le parti corticali delle pareti rocciose esposte agli agenti atmosferici.

Recentemente è stato eseguito un rilievo geomeccanico della parete sottostante il Castello,

per l'individuazione delle principali fratture, dei blocchi potenzialmente instabili e delle aree interessate da intensa fratturazione superficiale.

La relazione geologica di sopralluogo con gli esiti delle condizioni geomeccaniche e geostrutturali riscontrate è stata redatta in data 19 novembre 2015 dal dott. Massimo Di Giusto; successivamente, la relazione è stata integrata con le indicazioni degli interventi proposti per la messa in sicurezza della parete rocciosa.

Sulla base del quadro conoscitivo complessivo ricostruito sono stati attuati i primi interventi urgenti per la messa in sicurezza del sentiero e della scalinata che risale la parete rocciosa nord-est della rupe di Verucchio, fino alla porta di accesso alla Rocca, mediante operazioni di disgaggio, demolizione e pulizia ed il rafforzamento corticale con rete metallica, funi e ancoraggi profondi.

Con il presente intervento si vuole attuare uno stralcio funzionale significativo dei più ampi lavori di consolidamento dell'abitato di Verucchio per un importo complessivo di € 420.000,00, in continuità con i precedenti interventi progettati dall'Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile dell'Emilia Romagna – Sede di Rimini.

L'importo del finanziamento a disposizione pur significativo non permette di affrontare e risolvere i gravi problemi di stabilità globale che interessano la rupe di Verucchio e che saranno oggetto di successive analisi ed interventi sulla base delle risorse che saranno rese via via disponibili.

Con il presente progetto si intende proseguire con i lavori di consolidamento e messa in sicurezza della parete rocciosa sottostante l'abitato di Verucchio; l'obiettivo, nel limite delle risorse disponibili, è quello di ridurre il rischio nei confronti di possibili fenomeni di crollo/scorrimento sia per ragioni di sicurezza e difesa della pubblica incolumità sia per la preservazione di un bene storico-culturale di alto valore come lo sono il castello (Rocca Malatestiana altrimenti nota come "Rocca del Sasso") e tutto il centro storico di Verucchio.

Ubicazione.

L'abitato di Verucchio è situato all'estremità meridionale della Regione Emilia-Romagna, in provincia di Rimini.

Il territorio comunale di Verucchio ha un'estensione 27,07 kmq e confina a Nord con il

Comune di Santarcangelo di Romagna, a est con il comune di Rimini, a sud con la Repubblica di San Marino e il comune di San Leo (RN) e, ad ovest, con il comune di Poggio Torriana. Fa parte del comune una piccola enclave (Pieve Corena) posta in adiacenza al Torrente Mazzocco, a sud del Castello di Montemaggio, compresa tra la Repubblica di San Marino e il comune di San Leo.

La morfologia è quella tipica delle placche e rupi calcaree, delle aree collinari e delle pianure terrazzate. Gli aspetti geologici e geomorfologici hanno in gran parte condizionato l'urbanizzazione del territorio con la placca calcarea di Verucchio (338 m s.l.m) sede di insediamenti già dalla prima età del Ferro (Villanoviano secc. IX-VIII a.C.) e medioevali. La piana terrazzata di Villa Verucchio, urbanizzata prevalentemente nel dopoguerra, comprende sia la zona artigianale/industriale che quella residenziale di più recente edificazione. Gran parte del territorio è coltivata in maniera intensiva, fatta eccezione la zona sud del comune occupata da vaste plaghe calanchive o calancoidi (Rio Lazzara, Rio degli Albini) mentre la copertura arbustiva/boschiva permanente è poco diffusa; le macchie arbustive più estese sono situate sui versanti nord dei rilievi del Ventoso.



Vista aerea dell'area di immediato interesse.

Il centro storico di Verucchio sorge su di una rupe rocciosa che, lungo il versante nord, si affaccia sulla valle del fiume Marecchia, in destra idrografica.

La placca calcarea di Verucchio occupa l'estremità meridionale della coltre della

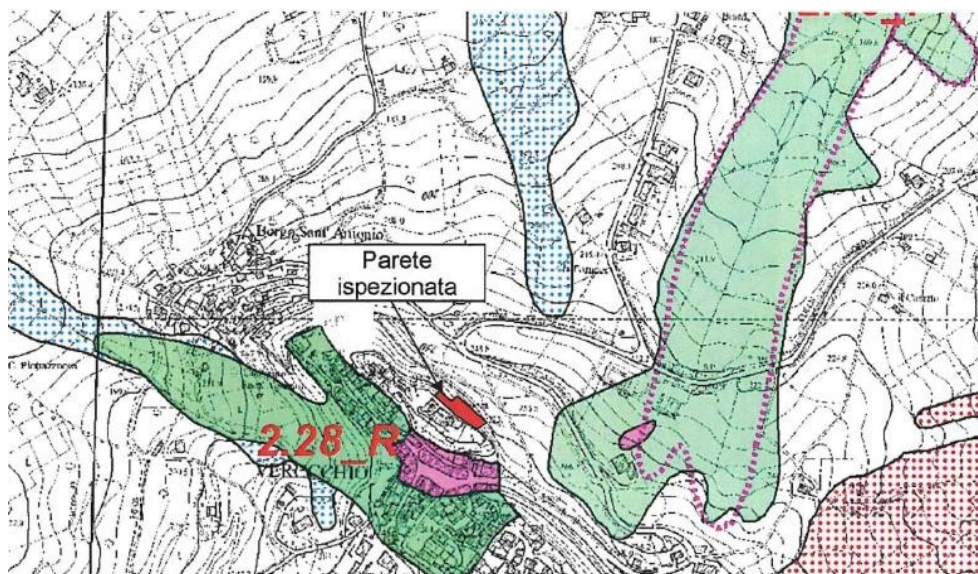
Valmarecchia, unitamente a quella di San Marino ad est e di Torriana ad ovest. Si tratta di terreni alloctoni (Unità liguri) sovrascorsi per tappe successive dal dominio ligure a quello adriatico sui terreni autoctoni della successione umbro-marchigiana. L'età della messa in posto della coltre è il Pliocene inferiore. In superficie i terreni della coltre affiorano sino poco a valle di Ponte Verucchio. La coltre della Val Marecchia è costituita essenzialmente da depositi mesozoici e paleogenici appartenenti ai complessi liguri è interessata da un sistema di embricazione tettoniche e sovrascorrimenti vergenti a NE. Morfologicamente gli embrici descrivono degli archi, delimitati lateralmente da faglie trasversali (dirette o trascorrenti), da altre embricazioni o più raramente da pieghe a direzione antiappenninica. I terreni liguridi (alloctoni) sono rappresentati dall'Unità tettonica di Monte Morello (Alberese) e dal suo "complesso di base", composto prevalentemente da argille varicolori fortemente tettonizzate (Argille Scagliose). Essi occupano la porzione sud del territorio comunale tra il Torrente San Marino e il Rio degli Albini. I depositi epiliguri (semiautoctoni) sono rappresentati in zona essenzialmente dalla Formazione di San Marino (membro A, calciruditi, calcareniti e calcari organogeni e membro B, marne arenacee alternate a marne nocciola). I primi costituiscono la placca calcarea di Verucchio. Essa, intensamente fratturata e tettonizzata per via della sua messa in posto è in realtà frammentata in due placche: la separazione avviene in corrispondenza della Piazza Malatesta ove risalgono per un fenomeno di "diffusione laterale" i terreni plastici del complesso di base frammisti a materiale detritico fornito dai blocchi in movimento. I terreni autoctoni sono rappresentati dalle peliti grigio-azzurre del Pliocene inferiore che affiorano con continuità dal Ventoso sino a Corpòlo. I terreni di più recente deposito sono quelli alluvionali del fondovalle del Fiume Marecchia e dei depositi terrazzati

Pericolosità e rischio idrogeologico

L'abitato di Verucchio è stato ed è oggetto di fenomeni di instabilità gravitativa di elevata gravità per l'incolumità degli abitanti. L'abitato è stato inserito nel P.A.I. all'interno dell'elenco del Piano Straordinario relativo alle Aree a Rischio Idrogeologico molto elevato, e come tale perimetrato ai sensi della L.R. 267/1998.

A riscontro del grave ed effettivo dissesto idrogeologico in cui versa l'abitato di Verucchio si sono manifestati in passato importanti episodi di crollo lungo le pareti rocciose incombenti sull'abitato e scivolamenti gravitativi attorno alla rupe che coinvolgono i terreni argillosi e le coperture detritiche di falda.

Più recentemente si sono verificati diversi episodi di crollo che hanno interessato la parete nord-est della rupe incombente sul sentiero pedonale che risale fino alla porta di accesso al castello, sentiero momentaneamente chiuso al pubblico per ragioni di sicurezza.



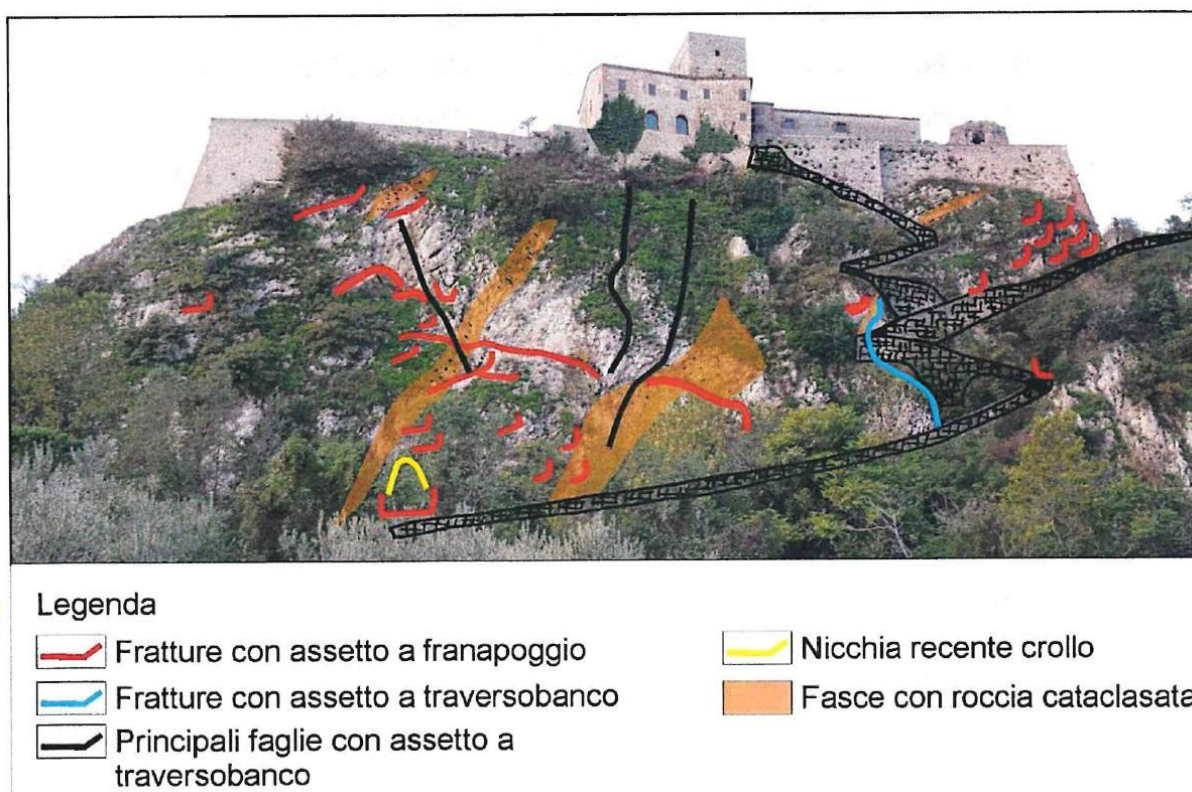
Stralcio carta tecnica del P.A.I.

Analisi del dissesto.

La parete rocciosa oggetto dell'intervento è costituita da roccia calcarea e calcarenitica. La stratificazione è presente in forma discontinua, apparentemente in strati medi dell'ordine del decimetro, raramente in grossi banchi, è presente un fitto clivaggio di dissoluzione a spaziatura decimetrica, esaltato dall'alterazione nella porzione più superficiale e dalla fitta fratturazione. Sono presenti fasce intensamente tettonizzate da faglie dove la roccia è stata completamente frantumata (cataclastica).

Sulla scorta di un primo studio eseguito dal Dott. Di Giusto a novembre 2015, di carattere preliminare, la parete rocciosa immerge con azimuth medio di N040E ed è caratterizzata da numerosi giunti di discontinuità con assetto a franapoggio e inclinazione variabile compresa tra 40° e 70°. Queste fratture costituiscono il principale elemento di pericolosità con riferimento a possibili instabilità corticali per scorrimento planare di lame rocciose.

Alcune grandi faglie sub verticali attraversano con assetto a traversopoggio la parete.

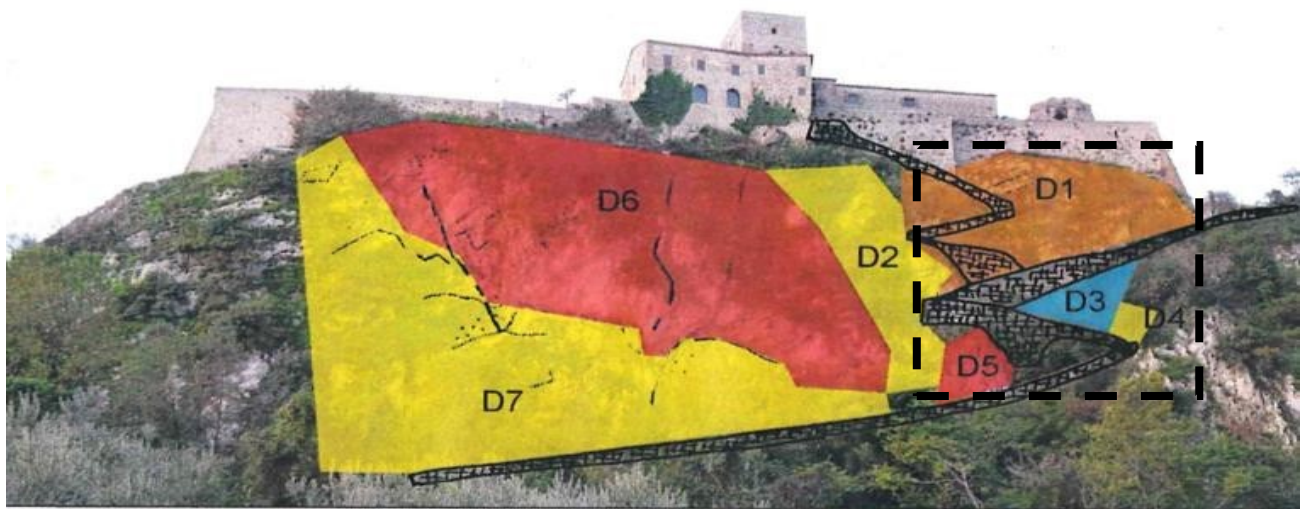


Ubicazione delle principali fratture, faglie e zone con roccia cataclasata

La porzione di parete investigata è stata suddivisa in n. 7 domini geostutturali arealmente definiti nella figura sopra riportata sulla base dell'assetto delle fratture e soprattutto dello spessore delle masse potenzialmente critiche.

Le caratteristiche dei domini individuati sono riportati più in dettaglio nella relazione geologica di sopralluogo a firma del dott. Massimo Di Giusto redatta a novembre 2015 alla quale si rimanda.

Nella figura riportata di seguito è evidenziata l'area che è stata già oggetto di un primo intervento di "bonifica" della parete mediante operazioni di disgaggio e demolizione delle masse rocciose pericolose. Tale intervento è stato completato da un rafforzamento corticale limitatamente alla porzione sommitale dell'area di intervento, ovvero in corrispondenza del dominio D1, di uno spigolo del dominio D2, e dei domini D3 – D4 – D5.

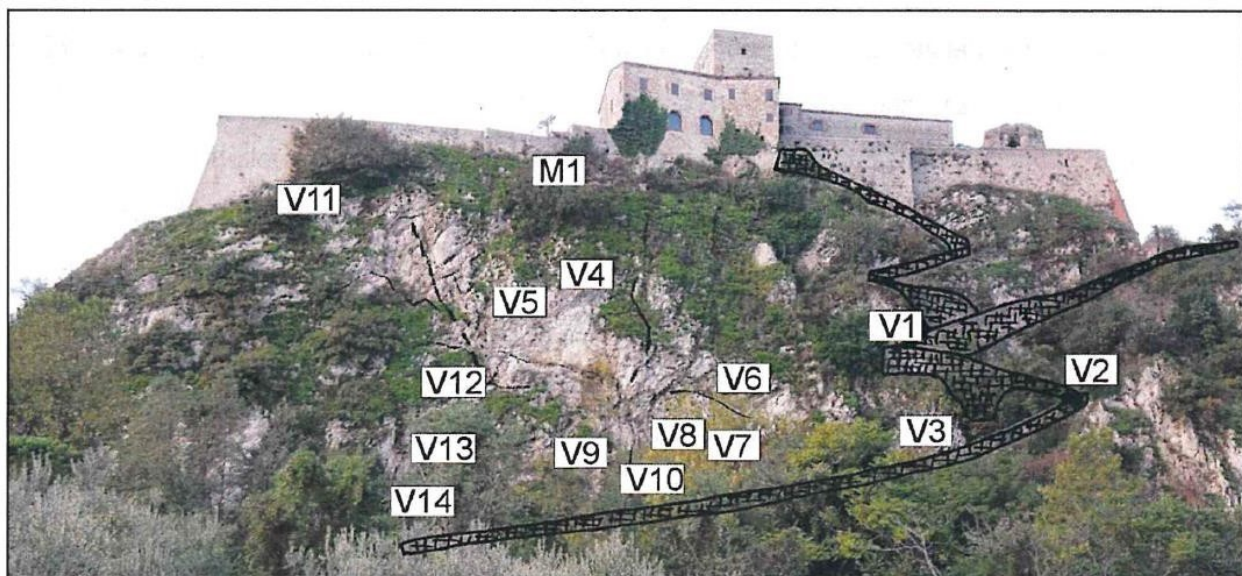


LEGENDA

 	Dominio geostrutturale con problematiche corticali di spessore 0.1-0.2 m
 	Dominio geostrutturale con problematiche corticali di spessore 0.2-0.8 m
 	Dominio geostrutturale con problematiche corticali di spessore 0.8-3 m
 	Dominio geostrutturale con problematiche profonde di spessore >3.0 m
D1	Codice identificativo del dominio geostrutturale

Suddivisione ammasso roccioso in domini omogenei

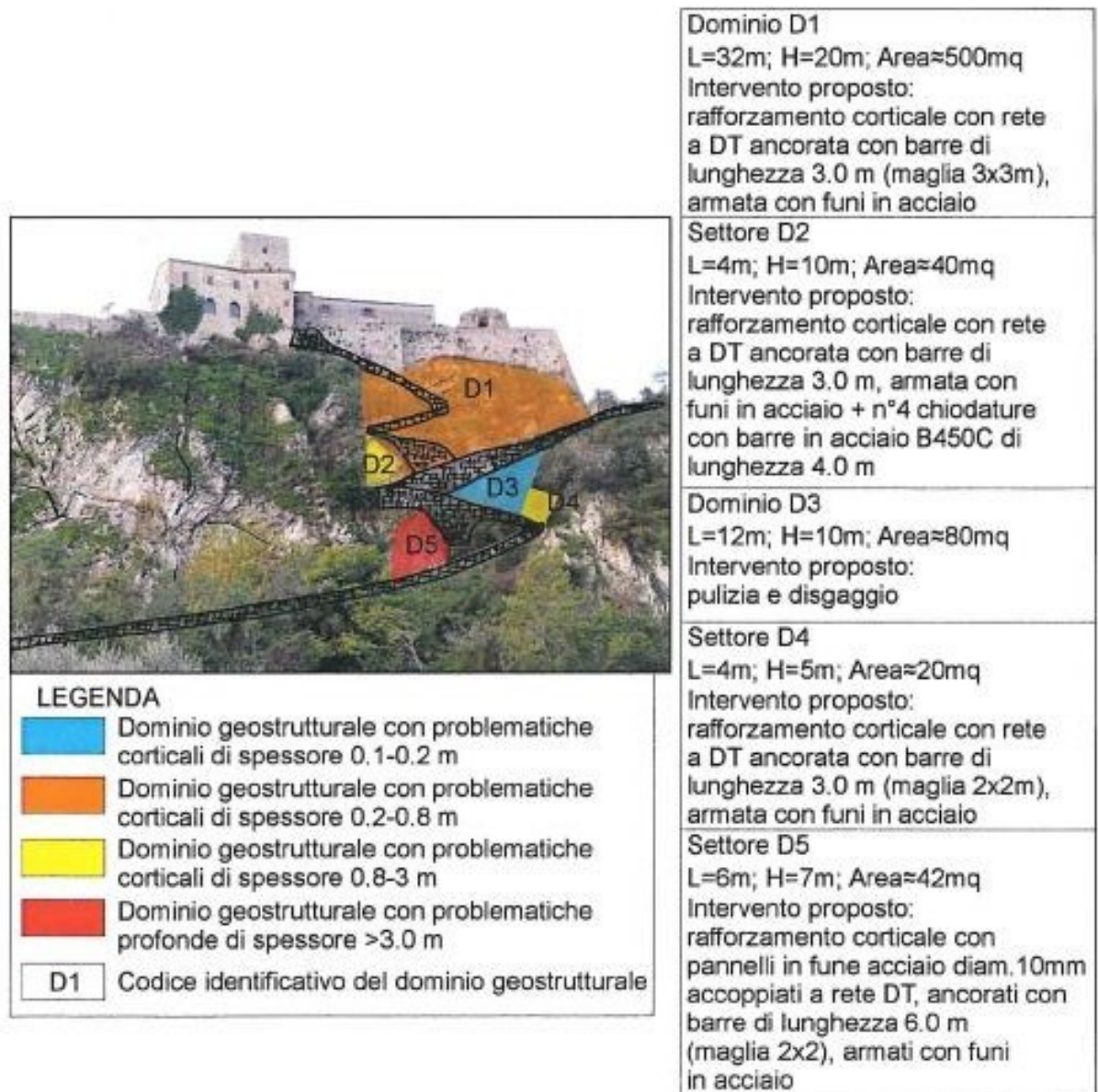
Sulla base delle condizioni geomeccaniche e geostrutturali riscontrate sono state individuate le aree suscettibili di crollo come rappresentato nel seguente prospetto:



Principali volumi critici rilevati in parete, incombenti sul sentiero pedonale che conduce al castello

Alcune delle pericolosità rilevate sono state oggetto di precedente intervento.

Gli interventi eseguiti, che riguardano come già descritto i domini D1, D2 limitatamente al volume V2, D3, D4 e D5, sono schematicamente riepilogati nella seguente figura: Mappa degli interventi eseguiti con precedente finanziamento.



Mappa degli interventi eseguiti con precedente finanziamento

Successivamente, nel corso del corrente anno, sono stati eseguiti ulteriori interventi di bonifica e rafforzamento corticale delle pareti rocciose con contestuale messa in sicurezza del sentiero di accesso alla Rocca.



Individuazione degli interventi di bonifica e rafforzamento corticale eseguiti nel corrente anno 2021.


Nel corso del 2021 la Regione Emilia – Romagna, Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile – Sede di Rimini, ha commissionato una specifica indagine realizzata dallo studio SGA di Perugia finalizzata alla caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso e delle discontinuità, all'individuazione dei blocchi rocciosi potenzialmente instabili / critici.

Lo studio afferente “Analisi Geostrutturale e rilievo topografico della parete Nord – Est della Rupe di Verucchio” è stato gentilmente messo a disposizione del comune di Verucchio e costituisce utile riferimento per la progettazione degli interventi di mitigazione del rischio

PROSPETTO PARETE NORD-EST





LEGENDA


- 


P4_n Area a pericolosità molto elevata con problematiche profonde 3 - 5 m
- 


P4_n Area a pericolosità molto elevata con problematiche corticali 1- 3 m
- 


P4_n Area a pericolosità molto elevata con problematiche corticali 0,1- 0,5 m
- 


Volume roccioso critico/potenzialmente critico in area a pericolosità molto elevata
- 


M_n Muro in pietrame da consolidare/ripristinare
- 

P3_n Area a pericolosità elevata con problematiche corticali 1- 3 m
- 

Volume roccioso critico/potenzialmente critico in area a pericolosità elevata
- 

P2_n Area a pericolosità media con problematiche corticali 1- 3 m
- 

P2_n Area a pericolosità media con problematiche corticali 0,1-0,5 m
- 

Volume roccioso critico/potenzialmente critico in area a pericolosità media (perimetro di massima)
- 

P1_n Area a pericolosità moderata con problematiche profonde 0,1- 0,5 m

Progetto definitivo - esecutivo.

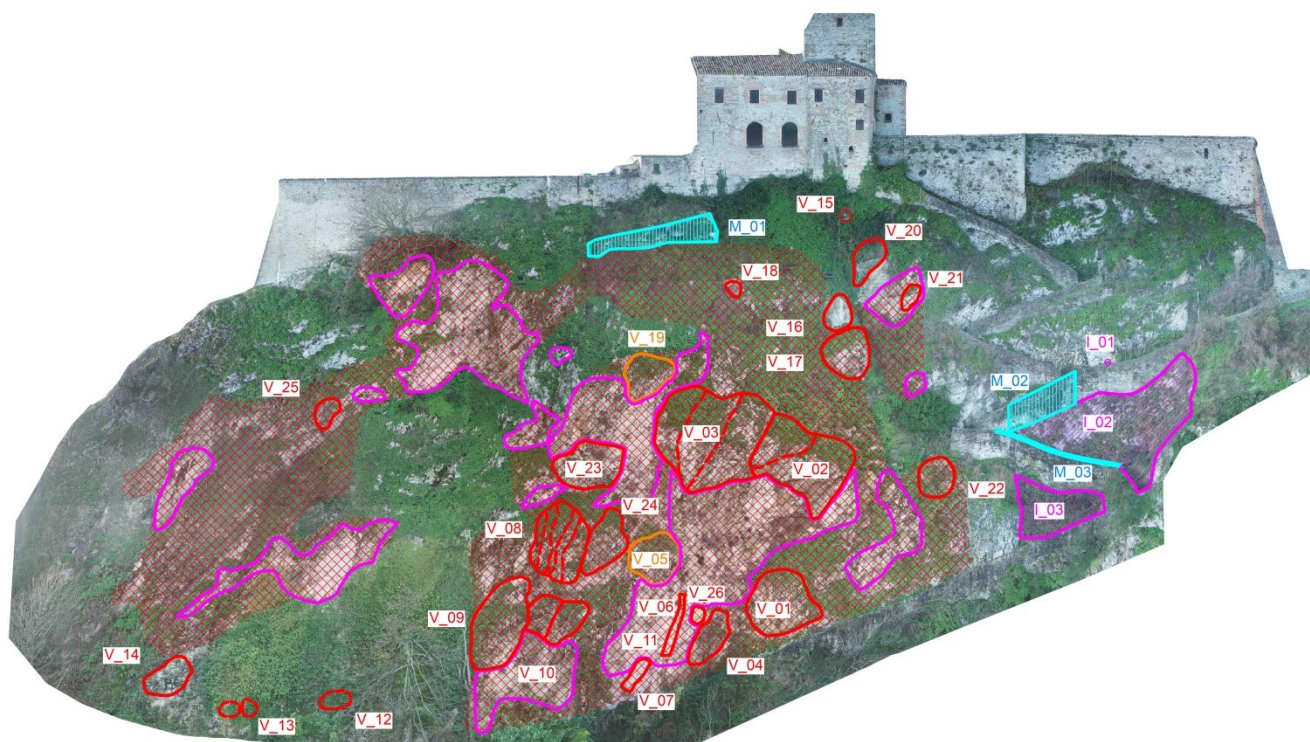
La scelta della tipologia di intervento dipende da numerosi fattori: condizioni di stabilità, tipologia di frana (processi), dimensioni dell'area da consolidare e mettere in sicurezza, dall'impatto ambientale che ne deriva, dai costi e dai tempi di esecuzione e dalle tecniche che si intendono utilizzare.

Dal momento che il finanziamento a disposizione non consente di eseguire tutte le opere necessarie per risolvere le criticità riscontrate nel rilievo sopra citato, con l'intervento si procede con ulteriori opere di rafforzamento corticale a integrazione dei lavori già avviati, così da dare continuità agli interventi già attuati.

Gli interventi che garantiscono la mitigazione del rischio, oltre che nell'ambito dei domini geostrutturali caratterizzati da problematiche corticali di spessore non superiore a 3 m, sono estesi anche a porzioni (ammasso roccioso sottostante alla Rocca) interessate da problematiche più profonde (dominio D6 e D7).

In particolare con l'intervento sono affrontate alcune problematiche evidenziate dalla studio SGA di Perugia per conto dell'Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale e la Protezione Civile – Sede di Rimini.

PROSPETTO PARETE NORD-EST



LEGENDA



Volume roccioso critico
(Con il tratteggio è indicata un perimetro di massima o possibile suddivisione dei volumi in cunei minori)



Volume roccioso potenzialmente critico



Area di distacco di volumi ridotti



Area intensamente fratturata



Area con fenomeni di distacco di volumi ridotti o elemento da rimuovere, compresi nei perimetri già oggetto di interventi pregressi



Muro in pietrame da consolidare/ripristinare

Gli interventi saranno accompagnati con opere di manutenzione della parete muraria (interventi a cucì scuci) alla base dei paramenti murari della Rocca e di manutenzione del percorso che contorna il centro storico di Verucchio. In particolare è prevista la pulizia del sentiero con l'eliminazione delle essenze infestanti, la posa di punti luci necessari a garantire la percorribilità del sentiero in condizioni di sicurezza.

Preliminarmente all'avvio dei lavori sarà ispezionata l'area così da segnalare le specie arbustive / arboree da non danneggiare, in modo che ad interventi ultimati la vegetazione autoctona possa riprendere il regolare sviluppo vegetativo. Successivamente alla realizzazione di tutti gli apprestamenti provvisori atti a garantire alti standard di sicurezza, si procederà al rilevamento puntuale dello stato di suddivisione delle masse rocciose, all'eliminazione della vegetazione infestante ed all'abbattimento manuale tramite leve e martinetti di massi in equilibrio precario.

Le operazioni di "pulizia e disboscio" sono strettamente limitate alla fascia di interesse e consistono nel taglio della vegetazione presente lungo le zone interessate dalle lavorazioni. Il taglio consente nel tempo il rapido ripristino vegetativo senza limitare la funzionalità e l'ispezionabilità dell'opera.

L'area di cantiere alla sommità dell'ammasso roccioso sarà limitata alla viabilità di accesso esistente (necessaria al solo approvvigionamento giornaliero), senza necessità di ricavare

piazzole di accatastamento del materiale e dei mezzi d'opera. Tale modalità di intervento garantisce la conservazione del contesto paesaggistico e non comporta oneri significativi per la rinaturalizzazione dell'area a fine intervento.

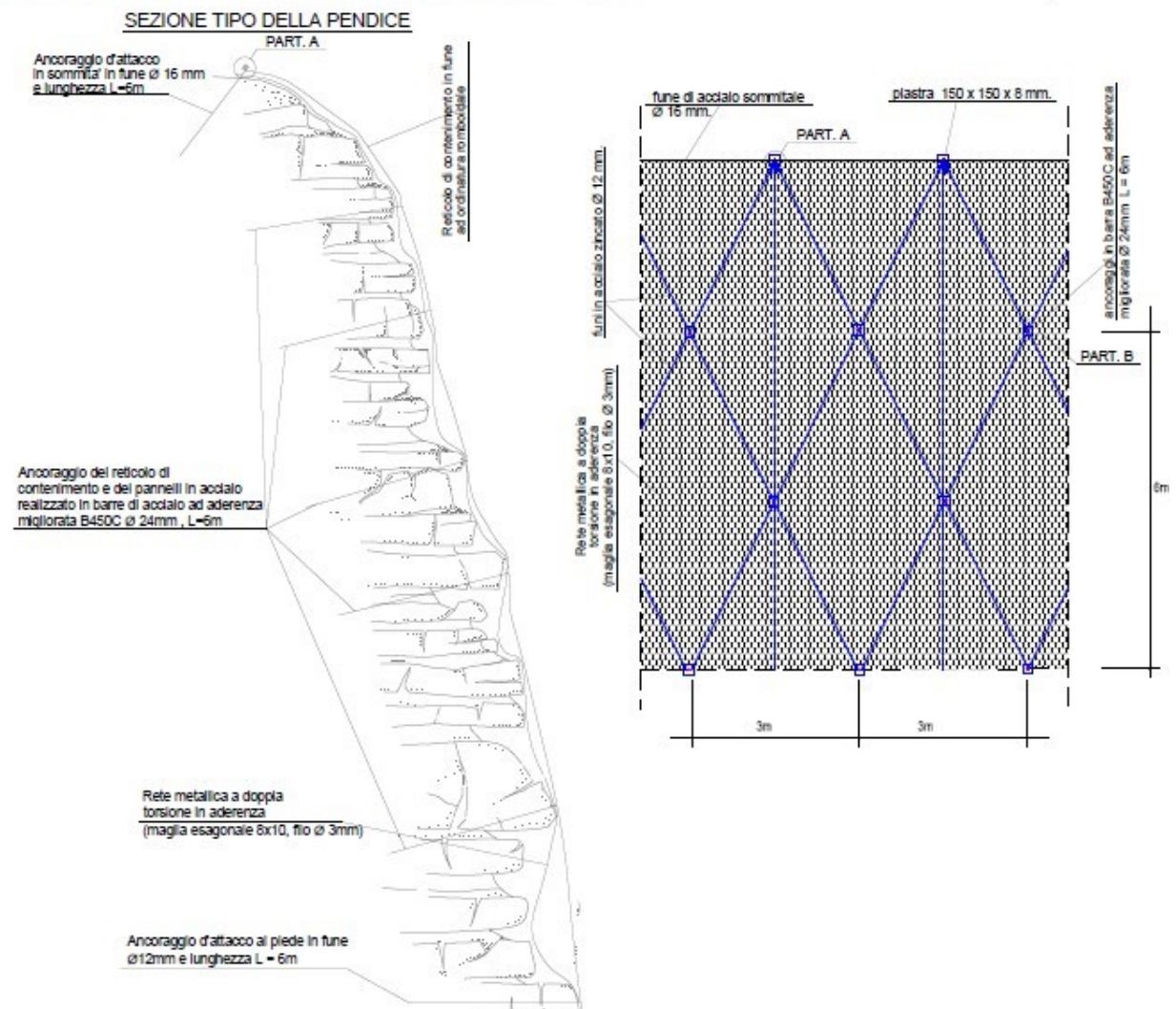
Il sistema di protezione corticale proposto (geocomposito metallico) ha un basso impatto sotto l'aspetto paesaggistico e cromatico (la rete è poco visibile) e si mimetizza con la colorazione del versante da consolidare.

Il progetto prevede gli interventi di rafforzamento corticale indicati di seguito.

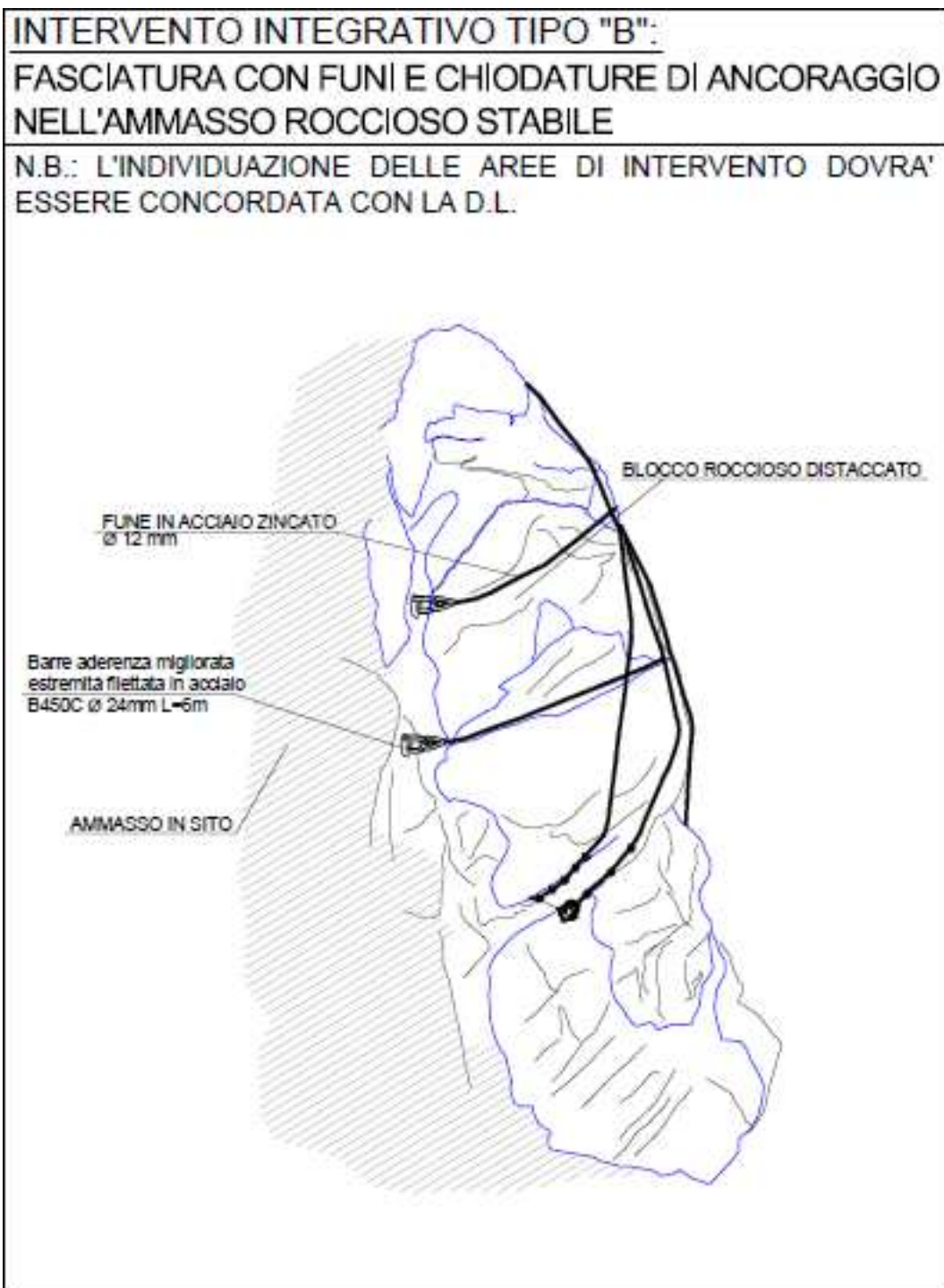
Durante la fase esecutiva dovranno essere verificate le reali condizioni della parete rocciosa interessata da interventi di pulizia e rafforzamento corticale (che comunque non modificano le condizioni di sicurezza generale dell'ammasso roccioso) adattando gli interventi a quanto rilevato durante il corso dei lavori.

Intervento di tipo A - diffuso: rafforzamento corticale della parete mediante rete metallica e reticolo di contenimento in funi di acciaio, previo disaggio dei blocchi di ridotta dimensione. In particolare, il rafforzamento delle pareti verrà effettuato con rete metallica a doppia torsione (maglia esagonale 8 x 10mm, filo $\varnothing = 3\text{mm}$) e reticolo di contenimento in funi di acciaio ($\varnothing = 12\text{mm}$) ad orditura romboidale, ancorato all'ammasso mediante barre di acciaio B450C ad aderenza migliorata ($\varnothing = 24\text{mm}$, $L = 6\text{m}$).

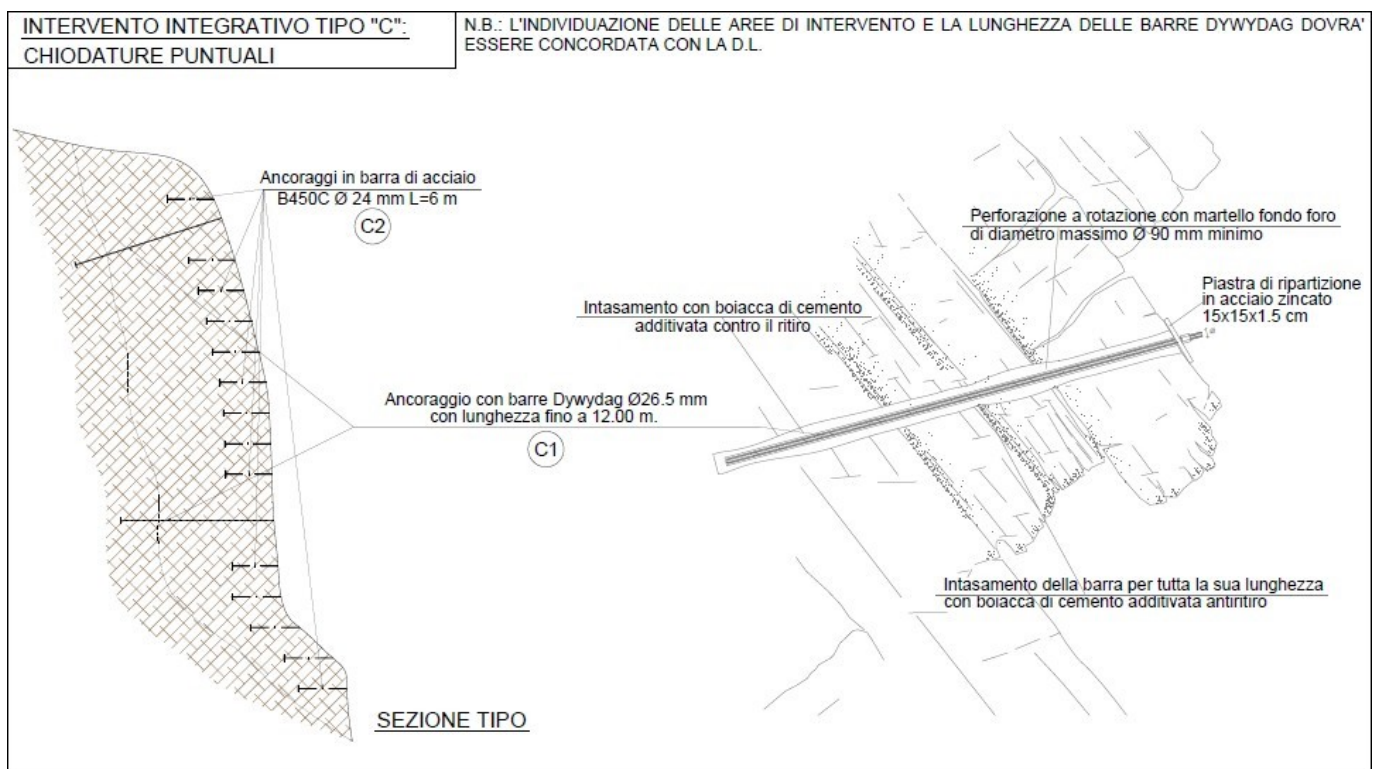
**INTERVENTO TIPO "A" - DIFFUSO:
RAFFORZAMENTO CORTICALE DELLA PENDICE MEDIANTE RETE METALLICA E
RETIKOLO DI CONTENIMENTO IN FUNI DI ACCIAIO**



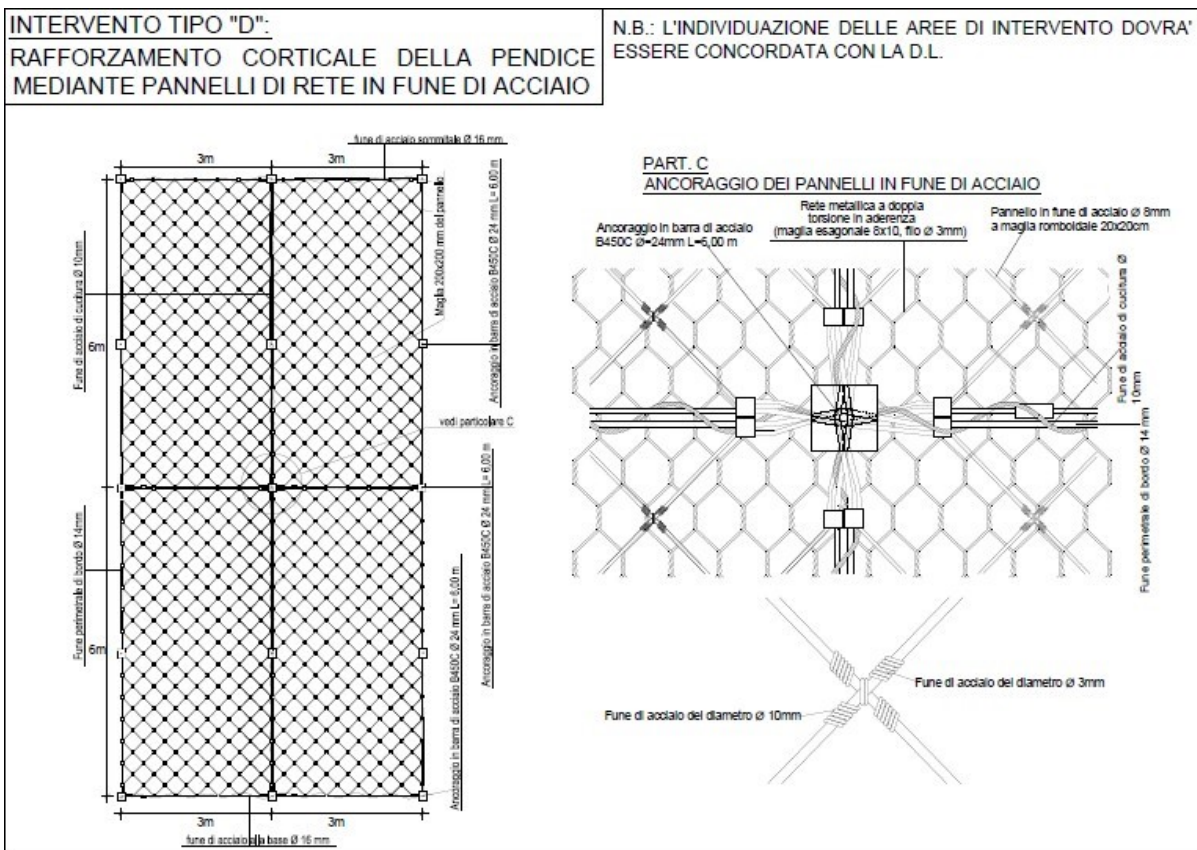
Intervento integrativo di tipo B: rinforzo dell'intervento di tipo A mediante fasciatura con funi e chiodature nell'ammasso roccioso stabile, per la stabilizzazione dei volumi più critici. Si prevede di realizzare le legature mediante funi di diametro Ø12mm ancorate mediante barre di acciaio B450C ad aderenza migliorata (Ø = 24mm, L=6m).



Intervento integrativo di tipo C: rinforzo dell'intervento di tipo A mediante chiodatura puntuale per la stabilizzazione dei volumi critici in prossimità della base del sentiero. Questo intervento prevede la stabilizzazione dei cunei rocciosi in condizioni di equilibrio precario mediante interventi di ancoraggio e cucitura dei massi al substrato in posto. In particolare, il consolidamento delle placche rocciose di maggiori dimensioni verrà effettuato mediante barre in acciaio ad alta resistenza tipo Dywidag, di diametro 26,5mm e lunghezza fino a 12 m, mentre per la stabilizzazione dei massi più piccoli sono state previste barre in acciaio tipo B450C di diametro 24 mm e lunghezza 6 m.



Intervento di tipo D: rafforzamento corticale della parete mediante pannelli di rete in fune d'acciaio in aderenza previo disgiungimento dei blocchi di ridotta dimensione. In particolare, il rafforzamento delle pareti verrà effettuato con rete metallica a doppia torsione (maglia esagonale 8 x 10mm, filo Ø =3mm), pannelli di rete in fune d'acciaio a forma rettangolare 6x3 m (maglie romboidali o quadrate 20x20, fune Ø =8mm) ancorato all'ammasso mediante barre di acciaio B450C ad aderenza migliorata (Ø = 24mm, L=6m).



Stima dei costi.

Per la determinazione dei costi di realizzazione degli interventi previsti nel progetto, si è fatto riferimento allo “Elenco regionale dei prezzi delle opere pubbliche e di difesa del suolo della Regione Emilia-Romagna - Annualità 2021” - approvato con Deliberazione di Giunta Regionale n. 1256 del 02 agosto 2021 pubblicata sul BURERT n.239 del 03/08/2021.

Come previsto dal succitato prezziario, i prezzi dell'elenco regionale sono da ritenersi valori medi validi su tutto il territorio regionale, con una tolleranza del 15% in più o in meno per tenere conto delle diverse realtà provinciali, delle particolari caratteristiche dei lavori o dei servizi, della loro entità ed ubicazione.

Laddove non disponibili, i prezzi per alcune voci sono state desunte da altri prezziari definiti per l'esecuzione di opere pubbliche ed in particolare, si è fatto riferimento ai prezzi utilizzati in precedenti interventi da parte dell'Agenzia Regionale per la Sicurezza Territoriale dell'Emilia – Romagna, Sede di Rimini.

Il progetto definitivo – esecutivo dei lavori di “Consolidamento e messa in globale della parete rocciosa sottostante l'abitato di Verucchio”, ammonta a complessivi € 420.000,00, di cui € 337.356,03 per lavori a base d'asta ed € 82.643,97 per somme a disposizione della stazione appaltante, ripartiti come da quadro economico sotto riportato.

A	Importo dei lavori	PROGETTO
A1	lavori a misura al netto degli oneri per la sicurezza	€ 330 367,51
OS	oneri per la sicurezza	€ 6 988,52
	sommano	€ 337 356,03
B	Somme a disposizione dell'amministrazione	
B1	imprevisti e arrotondamenti	€ 202,62
B2	rilevi, accertamenti e indagini	€ 0,00
B3	allacciamenti ai pubblici servizi	€ 0,00
B4	acquisizione aree o immobili	€ 0,00
B5	B5.a progettazione preliminare	€ 30 089,35
	B5.b progettazione definitiva	
	B5.c progettazione esecutiva	
	B5.d coordinamento sicurezza fase progettuale	
	B5.e coordinamento sicurezza fase esecutiva	
	B5.f DL, misura, contabilità, liquidazione lavori ...	
B6	incentivi 113 D.Lgs 50/2016 (0,73 x 2% di A1+OS)	€ 4 925,40
B7	spese per attività di consulenza e supporto	€ 4 400,00
B8	eventuali spese per commissioni giudicatrici	€ 0,00
B9	spese per pubblicità e, ove previsto, per opere artistiche	€ 0,00
B10	spese per accertamenti e verifiche di laboratorio	€ 0,00
B11	B11a collaudo tecnico - amministrativo	€ 0,00
	B11.b collaudo statico	
	B11c altri collaudi specialistici	
B12	forniture	€ 0,00
B13	I.V.A. 10% su A1+OS+B1	€ 33 755,87
B14	cassa previdenziale (4% di B5+ B7)	€ 1 379,57
B15	IVA 22% su B5+B14	€ 7 891,16
	sommano	€ 82 643,97
	TOTALE	€ 420 000,00