

Comune di Terni
Frazione di Cesi
Provincia di Terni



Opere di riduzione del rischio idrogeologico area R4 - Pendici rocciose di Cesi
Stralcio X - Lotto 2

PROGETTO ESECUTIVO

N. REVISIONE	DATA	CONTENUTO DELLA REVISIONE	REDATTO	REVISIONATO	APPROVATO
A.1	FEBB 2023	PRIMA EMISSIONE	Daniele Baffo	Alvaro Baffo	Alvaro Baffo

TAV.	A.1	NOME DEL DOCUMENTO	RELAZIONE GENERALE
------	------------	--------------------	---------------------------

TIPO DI DOCUMENTO	N° PAGINE DOCUMENTO	SCALA DI RAPPRESENTAZIONE
RELAZIONE		

LIVELLO DI RISERVATEZZA	3	CODICE-NUMERO SERIALE	ATRCSA	1	0	9
-------------------------	---	-----------------------	--------	---	---	---

PROGETTAZIONE:

<p>Studio Baffo s.r.l.</p> 	<p>Soc. Geologica s.r.l.</p> 	
<p>Ing. Giorgio Maurini</p> <hr style="width: 100%;"/>	<p>Dott. Fabio Maneli</p> <hr style="width: 100%;"/>	<p>Dott. Sandro Franchi</p> <hr style="width: 100%;"/>

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 1 di 27

INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	METODOLOGIA DEL PROCESSO DI PROGETTAZIONE	3
3	GENERALITÀ	4
4	ASSETTO ATTUALE	6
5	FASE DI ANALISI	8
5.1	RILIEVI TOPOGRAFICI.....	8
5.2	INDAGINI GEOLOGICHE.....	9
5.3	IDROLOGIA	9
5.4	SISMOLOGIA.....	9
5.5	PAESAGGIO.....	10
5.6	AMBIENTE	10
5.7	VEGETAZIONE ED ECOPEDOLOGIA	11
5.8	SICUREZZA E CANTIERE.....	11
5.9	STORIA.....	12
6	IL PROGETTO PAESAGGISTICO: FUNZIONI E CONNOTAZIONI	13
7	STATO DI FATTO	14
8	IL PROGETTO AMBIENTALE: TUTELA HABITAT E BIODIVERSITÀ	16
8.1	PERCETTIVITÀ VISIVA.....	16
8.2	PERCETTIVITÀ AMBIENTALE	17
9	MODALITÀ DI INTERVENTO: SCELTE TECNICHE PROGETTUALI	19
9.1	BARRIERA PARAMASSI.....	20
9.2	RETI IN ADERENZA	20
9.3	BARRE PREINIETTATE	21
9.4	SISTEMA DI MONITORAGGIO	22
10	ASPETTI GESTIONALI-MANUTENTIVI	25
10.1	DURABILITÀ E QUALITÀ DEI MATERIALI	25
11	PREZZARI UTILIZZATI E TEMPI DI ESECUZIONE	26
12	CONCLUSIONI	27
13	INDICE DELLE FIGURE	28

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 2 di 27

1 INTRODUZIONE

Il seguente documento costituisce la relazione generale del progetto esecutivo “Rilievo topografico, geologico e geomeccanico di dettaglio e progettazione esecutiva delle opere di riduzione del rischio idrogeologico area R4 – Pendici rocciose di Cesi” sito in Cesi nell’ambito del territorio di Terni. Il documento è redatto in conformità a quanto disposto per la redazione del progetto esecutivo nell’ambito del codice appalti (D.Lgs 50/2016 e ss.mm.ii.) e del Regolamento Appalti (DPR 207/2010 e ss.mm.ii.).

Nel seguito verranno descritte le metodologie usate per la realizzazione del progetto e verranno analizzati i criteri utilizzati per le scelte progettuali, l’inserimento sul territorio dell’intervento, le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti, i criteri di progettazione dei dispositivi messi in opera, gli aspetti funzionali e gestionali dell’intervento. Le scelte di cui sopra sono fondate su una ampia fase di analisi che comprende una serie di aspetti riportati nel seguito:

- topografici
- geologici
- idrogeologici
- idraulici
- sismici
- paesaggistici
- ambientali
- sicurezza e cantiere
- vegetazionali
- storici

Tali aspetti sono stati approfonditi per mezzo di relazioni specialistiche facenti parti del presente progetto. Si tratteranno e giustificheranno le eventuali varianti progettuali effettuate rispetto al D.I.P. e le modifiche migliorative apportate.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 3 di 27

2 METODOLOGIA DEL PROCESSO DI PROGETTAZIONE

E' stata eseguita un'attenta analisi delle problematiche e criticità delle opere oggetto della progettazione, dello stato dei luoghi, dei vincoli normativi e da quelli dettati dalle condizioni locali, dei tempi indicati e dagli aspetti relativi a sicurezza e ambiente. Tenuto conto di questi aspetti e della multidisciplinarietà dell'incarico, si è ritenuto necessario utilizzare la figura di un Ingegnere Gestionale per il coordinamento, la pianificazione ed il controllo di tutta la fase di progettazione. In funzione della complessità e della interdisciplinarietà dell'intervento in oggetto è stata posta particolare attenzione alla complementarietà tematica in funzione dello stratigramma che compone la trama generale di tale processo di progettazione.

L'operatività di un gruppo multidisciplinare rappresenta l'unica via per raggiungere obiettivi virtuosi senza dover far riferimento a limiti e poter contare su un ventaglio di competenze ampio e professionale; con questi presupposti, la fase di coordinazione progettuale, prevede la volontà di far coesistere un progetto di stampo altamente tecnologico e performante con una ulteriore linea di pianificazione tecnico-formale volta alla riqualificazione geotecnica-paesaggistica di un sito che rischia la compromissione sia dal punto di vista naturalistico, che biologico, che antropico.

La coordinazione tra le due facce della stessa medaglia avviene tramite confronto diretto; un sincronismo capace di risolvere problematiche osservate da vari punti di vista ed integrate da livelli di conoscenza collaterali che permettono la creazione di "strategie di attacco" immediate, efficaci ed inequivocabili.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 4 di 27

3 GENERALITÀ

Cesi è una frazione del comune di Terni, nella regione Umbria. Il piccolo paese giace ad un'altitudine di 437 m s.l.m. sulle pendici del monte Eolo, una delle ultime propaggini dei monti Martani verso sud. Esso dista circa 10 km da Terni, in direzione nord verso Borgorivo e San Gemini. La posizione del paese, addossato alla montagna, è ideale per offrire un panorama dell'intera conca ternana. Secondo i più recenti dati ISTAT riscontrabili, vi abitano 682 residenti. L'area di intervento è localizzata in prossimità del centro storico di Cesi (TR), raggiungibile per mezzo del vocabolo Sant'Erasmus e distinto al Catasto principalmente al Foglio 28 (p.lla 49) e residualmente 42 perlopiù sul tratto stradale che conduce alla particella 141.

Dall'analisi cartografica le aree d'intervento risultano individuate:

1. al foglio n. 138 quadrante III della Carta I.G.M.I. – scala 1:25.000;
2. alla sezione n. 335150 della C.T.R. Umbria (marginale) e 335160 della C.T.R. Umbria (prevalente) – scala 1:10.000;
3. al foglio 28 delle Carte Catastali Comunali – scala 1:2.000;
4. prevalentemente in zona E5 “boscata” e marginalmente in zona E3 “denudate”, secondo la zonizzazione del vigente strumento urbanistico;
5. in aree a rischio molto elevato per frana o inondazione (fonte Autorità di Bacino del Tevere – Piano Straordinario diretto a rimuovere le situazioni di rischio molto elevato P.S.T.);
6. in aree a criticità medio-alta a presenza prevalente di frane antiche-paleofrane ed aree in erosione (fonte PTCP);
7. zona sismica 2 ai sensi della classificazione sismica del territorio della Regione Umbria.

L'area oggetto di indagine risulta compresa all'interno di Sito di Interesse Comunitario (SIC), ai sensi del D.G.R. n. 2146 del 19 marzo 1996 Direttiva 92/43/CEE /HABITAT inerente l'approvazione della lista dei siti con valori di importanza comunitaria dell'Umbria ai fini dell'inserimento nella rete ecologica europea “Natura 2000” (SIC IT5220013 – Monte Torre Maggiore). Inoltre l'area di intervento si trova nell'ambito di aree di interesse storico-archeologico (come individuato dalla Tavola C del PRG vigente). Dal punto di vista paesaggistico ci troviamo invece di fronte ad una zona “calda” sulla quale si può assistere alla intersezione tra vari livelli di vincolo definiti dal Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Terni.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 5 di 27

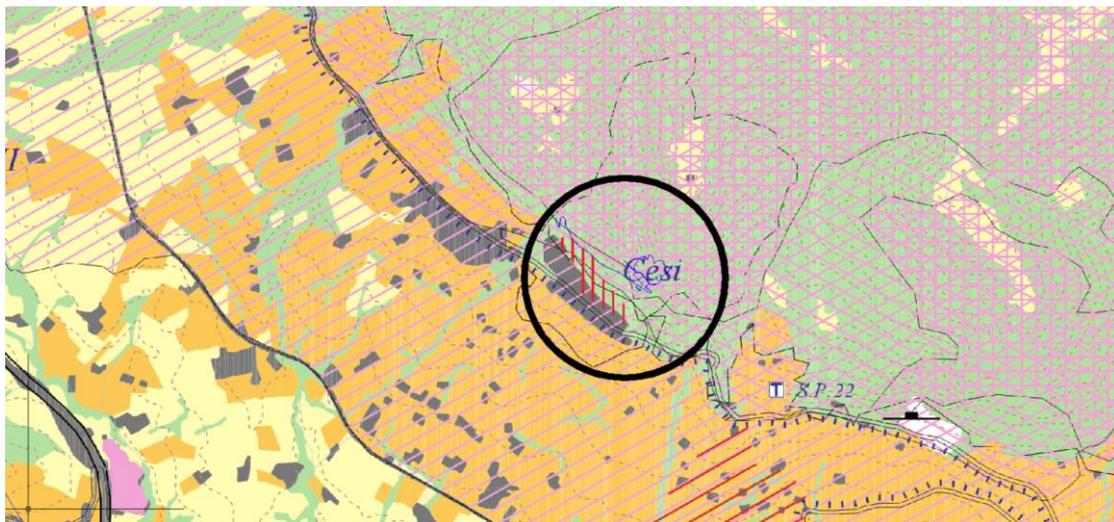


Figura 1- Stralcio Tavola I - Progetto di Struttura con individuazione dell'intervento

Alla Tavola I – Progetto di struttura risulta infatti la seguente stratificazione:

- Sistema del Territorio Aperto – Bosco;
- Sistema dei Vincoli – Paesistico ambientale e archeologici (L. 1497/39);
- Sistema dei Vincoli – Usi Civici (ex L. 431/85);
- Sistema dei Vincoli – Vincolo Idrogeologico.

Si palesa quindi la presenza non solo di vincoli di carattere ambientale e idrogeologico, ma anche di costrizioni di carattere amministrativo radicate nel territorio (usi civici in quanto diritti reali di godimento sul terreno); per questo motivo si è cercato di guidare il percorso progettuale attraverso un profilo di inserimento paesistico-ambientale compatibile con gli obiettivi di tutela imposti, ma ugualmente funzionale – dal punto di vista tecnologico – e accattivante – dal punto di vista della performance ecologica/ambientale.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 6 di 27

4 ASSETTO ATTUALE

I rilievi montuosi che delimitano a nord la pianura ternana risultano costituiti da formazioni carbonatiche mesozoiche le quali, in alcune zone ed in particolare sulle pendici sovrastanti l'abitato di Cesi, sono soggette ad un continuo degrado dovuto alle azioni tettoniche, all'attività carsica, all'influenza della vegetazione e degli agenti esterni le quali singolarmente o in concomitanza hanno causato frane di crollo di volumetria considerevole.

Il rilievo geostrutturale del versante è stato eseguito in più fasi nel corso degli ultimi decenni da vari tecnici geologi ed ha permesso la ricostruzione dei domini strutturali per la valutazione dei fattori di sicurezza in parete e per un'indagine statistica volta a definire la geometria, il cinematisimo e la dinamica dei possibili crolli e dello scendimento dei massi, al fine di definire i tipi di intervento e la loro ubicazione e costruire la carta della pericolosità.

Tali indagini sono estese in maniera puntuale con la redazione dei progetti esecutivi dei vari stralci. Il paese di Cesi è stato minacciato da pericoli geologici incombenti già in epoche passate, sono ancora visibili interventi di incatenamento dei massi, sottomurazioni di cenge, ecc... eseguiti negli anni '30.

In particolare, in epoca geologicamente recente (ottobre 1987) si è verificato il crollo di un masso di volumetria 20-25 metri cubi, proveniente dai contrafforti montuosi che sovrastano la parte sud-orientale di Cesi, il cui moto sul pendio sottostante (pendenza 40-45 gradi) portò alla distruzione di alcuni filari di rete paramassi ed all'abbattimento di un considerevole numero di alberi. Il masso ha proseguito la sua corsa fino ad arrestarsi in corrispondenza del muretto di recinzione che delimita il cortile dell'istituto Peticca adibito a scuola materna.

Fenomeni di questo tipo, ancorché di volumetrie minori, si susseguono con una certa regolarità, basti osservare i massi che si sono arrestati lungo il pendio e quelli intercettati dalle barriere paramassi. La pericolosità del sito fu evidenziata dal Professor Canuti (rappresentante del G.N.D.C.I., per conto del Ministero della protezione Civile) nel Verbale del 05.12.1987 che dichiarò "una situazione di pericolo incombente per la pubblica e privata incolumità ed invita la locale Amministrazione a prendere tutti i provvedimenti atti a tutelare la sicurezza dell'abitato e dei suoi abitanti".

La frequenza dei crolli sembra essersi accentuata, come dimostrano i distacchi di blocchi litoidi che si sono verificati durante i lavori in essere dell'VIII° Stralcio, mettendo a rischio l'incolumità degli operatori.

A seguito di quanto in narrativa, l'Amministrazione Comunale ha provveduto, sulla base dei finanziamenti disponibili, ad affidare per stralci funzionali, lavori che mitigassero il rischio sull'abitato di Cesi.

Tali interventi sono meglio documentati nei capitoli successivi e nelle tavole tecniche e specialistiche parti integranti del presente progetto.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 7 di 27

Si tiene a specificare che tale dinamica progettuale affonda le proprie radici in una serie di indagini conoscitive di approfondimento eseguite durante le fasi di lavoro degli appalti precedenti (nelle aree limitrofe all'attuale sito di progetto e per sicurezza sul sito stesso in quanto limitrofo alle zone sulle quali si stavano effettuando lavori), le quali hanno determinato l'accertamento di una condizione di rischio, relativa alla zona di progetto, ormai non trascurabile.

Tali indagini hanno evidenziato un aggravarsi del pericolo di frane di crollo per massi di considerevoli dimensioni, determinando un elevato grado di rischio sul sottostante abitato di Cesi.

Pertanto si necessita di procedere con la massima urgenza a dar corso alle opere di bonifica e consolidamento nelle zone non ancora protette, che mirino alla riduzione della pericolosità legata ad eventuali crolli sull'abitato stesso.

L'area d'intervento presenta caratteristiche analoghe a quelle adiacenti sulle quali si è già intervenuto ed è caratterizzata da un elevato grado di fratturazione che nel tempo ha portato alla formazione di cunei instabili di notevoli dimensioni il cui eventuale distacco comporterebbe conseguenze anche gravi per il nucleo abitato sottostante.

Dai sopralluoghi effettuati si è potuto appurare come siano frequenti cadute, anche recenti, di massi di piccole o medie dimensioni: tali cadute, se da un lato non destano eccessiva preoccupazione in funzione delle barriere paramassi già realizzate e capaci di assorbire queste volumetrie dall'altro sono indice di una situazione ad alta criticità, in continua evoluzione e potenzialmente instabile che può portare alla mobilitazione ed al crollo dei massi di volumetria anche maggiore.

Alcune zone ad elevata pendenza sono caratterizzate da una scarsa presenza di vegetazione; ciò consente di valutare immediatamente la presenza di situazioni di particolare pericolosità: alcune pareti si presentano integre e compatte, in altri casi sono evidenti fenomeni di fratturazione, anche estesa, che ha portato alla formazione di blocchi rocciosi che allo stato attuale poggiano in condizioni di precario equilibrio lungo il pendio e di "placche" parzialmente distaccate dalla parete.

La maggior parte dell'area è comunque ricoperta da una fitta vegetazione che se da un lato, in alcune situazioni, assume la funzione di "freno" in relazione a crolli avvenuti (durante i sopralluoghi ci si è spesso imbattuti in blocchi di piccole volumetrie crollati e rimasti incastonati tra la vegetazione) dall'altro è potenzialmente causa di distacchi per effetto delle azioni di spinta originate dall'insinuarsi delle radici all'interno delle fratture.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 8 di 27

5 FASE DI ANALISI

L'intervento di prevenzione dei rischi oggetto del presente progetto tocca una vasta serie di discipline e di problematiche. Infatti, oltre agli aspetti prettamente geologici ed ingegneristici, il versante montuoso che volge sull'abitato di Cesi costituisce un elemento di pregio paesaggistico, culturale ed iconografico per la città il territorio di Terni. Si è ritenuto necessario utilizzare una ampia gamma di figure professionali al fine di realizzare una completa e dettagliata fase di analisi (raccolta ed elaborazione dati). Questo studio interdisciplinare ha evidenziato le problematiche, le necessità e gli elementi caratterizzanti il sito in esame ed ha consentito di delineare in modo chiaro ed oggettivo i criteri da utilizzare nelle scelte progettuali, ambientali e paesaggistiche.

La fase di analisi non è stata considerata solo come uno studio propedeutico alla fase di progettazione, ma ha costituito un vero e proprio strumento di progettazione che ha consentito di valutare volta per volta la validità delle differenti scelte progettuali che si sono presentate durante la redazione del progetto stesso. Nel seguito sono descritti gli aspetti fondamentali analizzati e le modalità con le quali i dati relativi a questi fattori sono stati ottenuti ed elaborati.

5.1 RILIEVI TOPOGRAFICI

Vista la difficoltà di accesso all'area (solo tramite rocciatori) e la non perfetta visibilità dovuta alla presenza di vegetazione ed alla acclività del versante, è stato necessario utilizzare più sistemi di rilevamento. Scartata la possibilità di un rilievo con laserscanner, si è optato di utilizzare differenti metodologie di rilevamento topografico:

- GPS per l'inquadrimento planoaltimetrico dell'area
- Rilievo a stazione totale Topcon GPT2500 per i dettagli della zona di valle (strada, edifici, muretti, recinzioni)
- Rilievo a stazione totale Topcon QS ad alta distanza per i punti in parete
- Areofotogrammetria con sistema drone a pilotaggio remoto
- Lidar con sistema drone a pilotaggio remoto

Quest'ultima tecnologia e' ovviamente quella che ha fornito i migliori risultati grazie al fatto che in fase di post processing ha permesso di "eliminare" con ottima approssimazione la vegetazione presente restituendo la morfologia del sito con estrema precisione.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 9 di 27

5.2 INDAGINI GEOLOGICHE

Inizialmente sono stati studiati i dati geologici di partenza ottenuti dalle indagini in sito e dalle relazione eseguite dai vari professionisti specialistici negli anni passati. Per dimensionare in modo dettagliato le opere ingegneristiche di difesa preventiva, si è poi deciso per l'esecuzione di una nuova campagna di rilievo geostrutturale in sito. Si fa notare che la nuova campagna indagini è stata orientata per determinare e/o integrare tutti gli aspetti nelle aree in cui le precedenti elaborazioni di settore risultavano carenti e/o assenti e/o incerte. Le nuove relazioni geologiche e geomeccaniche sono state eseguite dal Geologo Luca Latella e Sandro Franchi.

5.3 IDROLOGIA

Lo studio idrologico effettuato tratta il comportamento del sito in ordine all'incidenza delle acque superficiali; lo scopo è quello di valutare l'individuazione più attendibile della Stazione pluviometrica maggiormente corrispondente con le rilevazioni riscontrate in sito e adottare misure di salvaguardia di carattere progettuale ed esecutivo (durante i lavori e nell'ambito del cantiere), affidabili e realistici.

Alla base dei risultati ottenuti in merito alle Curve di probabilità pluviometrica associate alle stazioni di riferimento individuate, si evince infatti che, seppur siano diverse le localizzazioni dei pluviometri sia dal punto di vista morfologico-altimetrico e gli anni di misurazione degli eventi piovosi, ci siano delle differenze nette delle intensità di pioggia, nel nostro caso e nelle analisi che si effettueranno si farà riferimento alla Stazione di San Gemini in quanto posta ad una distanza inferiore ed in particolare ad una quota altimetrica più prossima a quella dell'area in analisi.

5.4 SISMOLOGIA

La zona di Cesi possiede una storia sismica estremamente importante. I terremoti avvenuti in quest'area sono caratterizzati da basse profondità, frequenze medio-basse ed intensità medio-alte (in genere tra VI e VII grado della scala Mercalli). Comunque nell'area sono stati registrati forti terremoti appenninici accorsi in passato. Questi eventi non hanno raggiunto mai gradi superiori al VII della scala Mercalli. L'aspetto sismico ricopre comunque un punto fondamentale per l'area, in quanto questa risulta essere estremamente vulnerabile a causa dei forti problemi geotecnici presenti sui versanti rocciosi che sovrastano l'abitato. Per tale ragione il rischio terremoto risulta essere un aspetto fondamentale nella progettazione, che è stato considerato e valutato con molta attenzione. La relazione sismica determina gli input sismici generali per la località oggetto del progetto. Tali input sono stati ottenuti interpolando i dati della maglia sismica nazionale. I dati ottenuti sono stati elaborati per i vari livelli di sismicità locale, e sono poi stati trasformati tenendo conto degli effetti locali dovuti alla

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 10 di 27

stratigrafia e alla topografia del sito. Infine si sono descritte le modalità con le quali gli input sismici sono stati considerati e modellati nella progettazione, il tutto finalizzato a ponderare interventi di difesa e di consolidamento del versante congrui con un livello di pericolosità ormai comprovato.

5.5 PAESAGGIO

L'area presenta importanti elementi di pregio, come specificato a monte della presente relazione e sulla relazione paesaggistica e di impatto ambientale la zona fa da cornice sommitale all'abitato di Cesi e assume una connotazione ancora più rilevante se si pensa che ci si va a confrontare con una stratificazione territoriale che si confronta non solo con regimi di tutela paesaggistica nazionale (di cui al D.Lgs 42/04), ma anche con elementi che corrispondono ad una caratterizzazione di stampo internazionale (Sito Natura 2000); tali peculiarità conducono il team di progettazione alla stesura di una serie di soluzioni tecniche che devono per forza di cose conformarsi a regimi di tutela quantomai particolari e sui quali pesa indubbiamente un livello di competenze ed attenzioni non ordinarie. Da ciò ne deriva una connotazione legata indissolubilmente e in maniera diretta e facilmente individuabile: l'area in oggetto rappresenta il "continuo" naturale del tessuto visuale che caratterizza il borgo e la rupe sovrastante; un fondale naturalistico importante che necessita – con le dovute attenzioni – di interventi di adeguamento e valorizzazione paesaggistica. A questo proposito il team di progettazione si è occupato delle opportune analisi paesaggistiche e di impatto ambientale finalizzate alla pianificazione di specifiche strategie di inserimento e valutazione di compatibilità ambientale tra interventi ed ecosistema.

5.6 AMBIENTE

Sono stati eseguiti sopralluoghi mirati alla individuazione delle criticità presenti in sito allo scopo non solo di valutare se e dove sussiste la presenza di rifiuti o corpi estranei agli ecosistemi riscontrati, ma anche eseguendo un'analisi critica in grado di valutare gli opportuni equilibri ambientali con i quali il progetto va a confrontarsi e per i quali si necessita un'attenzione di dettaglio capace di mantenerli, ed allo stesso tempo prevedere una sostenibilità futura che non comprometta l'evoluzione dinamica ambientale a medio e lungo termine. Il concetto è quello di creare un progetto lungimirante che riesca a guardare oltre il risultato dell'immediato e sia in grado di pianificare un rapporto di mutua collaborazione tra le opere previste in progetto e la spontaneità ambientale riscontrata in sito. Le indagini sono state principalmente mirate alla determinazione della eventuale tipologia di rifiuto, al materiale e ad una stima dei quantitativi, ma anche alla valutazione dell'effetto che determinate dinamiche possono avere sugli ecosistemi esistenti e quale connessione possono riscontrare rispetto allo stato di criticità oggetto del presente intervento di prevenzione del rischio frana. Tale indagine ha

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 11 di 27

consentito di riconoscere e valutare i potenziali rischi reali, e conseguentemente ha consentito di pianificare le metodologie per la rimozione sostenibile dei detriti.

5.7 VEGETAZIONE ED ECOPEDOLOGIA

Il Dott. Agr. Stefano Battaglini ha eseguito indagini atte a fornire un quadro della situazione attuale del territorio da un punto di vista ambientale ed ecopedologico, al fine di contribuire ad una pianificazione che rispetti i valori ambientali del sito e tenti di valorizzarli. Sono stati analizzati i dati rilevati sul territorio, elaborati e verificati secondo la metodologia Corine Land Cover, inoltre gli ambiti esaminati sono stati valutati in base all'incidenza del SIC rilevato in ordine alla stesura di una corretta relazione di incidenza che sia in grado effettivamente di valutare la bontà degli interventi proposti. In sintesi e con diretto riferimento alla relazione citata si tiene a specificare che lo studio effettuato stabilisce con sufficiente certezza che il progetto non provocherà effetti significativi sulle specie, sugli habitat comunitari e sull'integrità del sito in maniera del tutto congruente a quanto disposto dall'art. 6 co. 3 del DPR 120/2003 secondo il quale non si ha la necessità di sottoporre a valutazione di incidenza gli interventi direttamente connessi e necessari al mantenimento in uno stato di conservazione soddisfacente delle specie e degli habitat presenti in un sito Natura 2000. La dichiarazione di non incidenza quindi rappresenta in questa sede solo la punta di uno studio che analizza con coscienza e accuratezza le dotazioni e le predisposizioni evolutive vegetazionali, faunistiche e biologiche.

5.8 SICUREZZA E CANTIERE

Le elaborazioni di carattere operativo in merito alle tematiche della sicurezza e della gestione del cantiere, parti integranti al presente progetto, trattano la materia al fine di fornire le migliori tecniche organizzative e qualitative per le lavorazioni sull'ammasso roccioso, finalizzando il tutto alla riduzione delle interferenze con le pubbliche attività; descrivono inoltre le soluzioni tecniche per limitare i rischi per la sicurezza relativi agli operatori che opereranno materialmente in sito. In linea generale, come riportato nelle prime indicazioni sulla stesura dei piani della sicurezza, vengono fornite indicazioni relative a:

- Impianto di cantiere fisso
- Comunicazioni con la Committenza e con la Cittadinanza
- Approvvigionamento, trasporti e viabilità di cantiere
- Interventi di Mitigazione rischi sul cantiere
- Interventi di Mitigazione rischi ambientali
- Pianificazione e zonizzazione degli interventi

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 12 di 27

Il tutto allo scopo di delineare un piano di intervento integrato capace di rendere il progetto praticabile e sostenibile in ogni suo momento operativo; la riduzione delle interferenze e la mitigazione degli impatti (anche nell'ordine di apposizioni ed installazioni temporanee) diventano il tema portante della cantierizzazione programmata.

5.9 STORIA

L'analisi storica è stata redatta anche in questo caso in maniera integrata e congiunta tra i tecnici del team di progettazione. Lo studio ha permesso di comprendere il contesto storico-culturale della città di Cesi ed ha consentito di delineare le linee guida della progettazione paesaggistica ed ingegneristica in funzione del rapporto dell'aggregato stesso rispetto al versante in crisi e delle applicazioni antropiche di origine storica nell'ambito del vocabolo di Sant'Erasmus rispetto alla radice morfologica della rupe stessa.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 13 di 27

6 IL PROGETTO PAESAGGISTICO: FUNZIONI E CONNOTAZIONI

L'area di progetto ad oggi si trova in una situazione di criticità notevolmente preoccupante, tale stato riguarda tuttavia non solo l'aspetto geotecnico e della stabilità dei versanti, ma affonda le sue radici in un sistema gestionale generale poco incline al controllo puntuale della situazione evolutiva del sito; per questo motivo se da un lato la naturalità biologica dell'area deve essere garantita in ordine alle qualità intrinseche che definiscono tale localizzazione come Sito di Importanza Comunitaria, dall'altro si rende necessaria una campagna di interventi volti a mantenere il pregio del sito e allo stesso tempo in grado di garantire una longevità geotecnica sostenibile e sicura.

Il risultato di una "politica gestionale" distratta ha condotto l'intero versante ad un livello di rischio tale da permettere una consistente disgregazione dei principi di tutela e di buona condotta che un sito di questo livello pretende, da ciò nasce la necessità di affiancare ad un progetto di consolidamento, un progetto in grado di riallineare gli effettivi obiettivi di tutela con i principi costituenti la stratificazione dell'habitat che ci ospita. In ordine ad un tipo di progettazione ragionata e ponderata si è scelto di analizzare le connotazioni proprie del sito per potere sviluppare in seguito una tematica progettuale coerente con la storia dei luoghi e facilmente sostenibile in un futuro gestionale più consapevole e adeguato.

Ciò che emerge una volta immersi in un habitat del genere sono le tematiche dirette e concrete che, nella loro "faticosa sopravvivenza", chiedono soluzioni pratiche ad una stratificazione di problemi ormai non più trascurabile.

I temi che connotano l'area di intervento – e che risultano maggiormente interessanti per uno sviluppo pianificato – sono:

- 1) la permeabilità; intesa come spunto evolutivo garantito, come unitarietà ambientale riconfermata, come libertà evolutiva stabile ed indubitabile, come capacità del tessuto naturale di poter sfruttare a pieno la sua disponibilità biologica e proiettarla con facilità verso un futuro di prosecuzione ecosistemicamente qualificante;
- 2) la sicurezza del sito; intesa non solo come capacità dello stesso di non arrecare danni agli ambienti circostanti, ma anche di garantire adeguati livelli di sicurezza verso se stesso e nei confronti della propria integrità paesaggistica-ambientale;
- 3) la valenza ambientale; interpretabile come plus valore di un sito che fa parte integrante di un'area connotata a livello europeo, un tassello estremamente prezioso ricco di biodiversità e di temi peculiarmente caratterizzanti.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 14 di 27

7 STATO DI FATTO

In ordine alle tematiche individuate il servizio di progettazione ha un carattere interdisciplinare che metta il Comune di Terni nella possibilità di disporre di una idonea progettazione esecutiva relativa alla realizzazione di opere di riduzione del rischio idrogeologico dell'area, eventualmente da attuarsi anche per stralci funzionali, in relazione alle disponibilità di finanziamenti che dovessero concretizzarsi.

In particolare il servizio di progettazione ha previsto:

1. Un aggiornamento/integrazione del rilievo topografico della zona 3 sotto riportata, meno approfonditamente investigata, al fine di completare ed integrare le informazioni disponibili per la verifica e progettazione delle opere.
2. Un aggiornamento/integrazione del rilievo geologico geomeccanico di dettaglio della zona 1 e della zona 2 sopra riportate, con individuazione dei massi potenzialmente instabili, delle loro dimensioni, della giacitura delle fratture e loro condizioni nonché dei possibili cinematismi di collasso.
3. La progettazione esecutiva di opere di riduzione del rischio consistenti nella riduzione del rischio di caduta dei massi instabili mediante interventi di chiodatura in parete e disposizione di reti corticali nell'area dei lavori di X stralcio – Lotto 1 (Zona 1 in figura). Controllo dell'adeguatezza e dell'efficacia delle barriere paramassi realizzate intorno agli anni '80 nel corso degli interventi di primo stralcio, mediante simulazione di rotolamento massi (Zona 2 in figura).

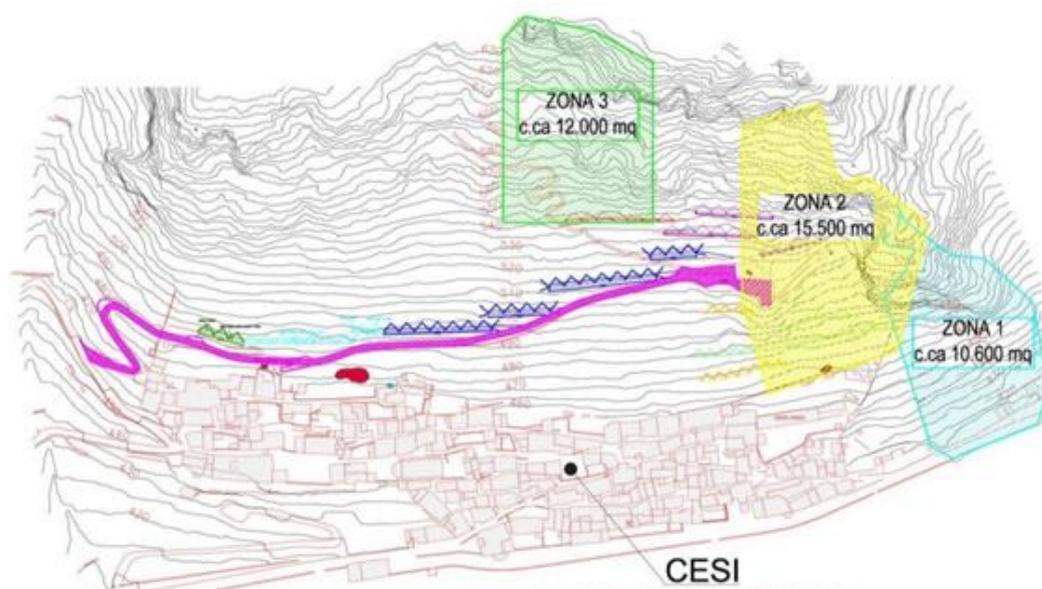


Figura 2 – Perimetrazione delle aree di intervento

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 15 di 27

Per quanto concerne il punto 1, come già accennato precedentemente, l'intera area (non solo la zona 3) stante il carattere impervio dei luoghi e la presenza di intensa coltre vegetativa, è stata rilevata con utilizzo delle più recenti tecniche a disposizione (oltre al GPS ed alla stazione totale si è effettuato un rilievo Lidar con drone), che ha consentito di costruire una modellazione digitale del terreno sufficientemente accurata anche delle porzioni dell'area più difficilmente accessibili e meno investigate.

Per quanto riguarda invece il punto 2 si è effettuato un aggiornamento/integrazione del rilievo geologico geomeccanico di dettaglio della zona 1 e della zona 3 sopra riportate, con individuazione dei massi potenzialmente instabili, delle loro dimensioni, della giacitura delle fratture e loro condizioni nonché dei possibili cinematismi di collasso. La relazione geomeccanica relazione anche in merito alla caratterizzazione delle proprietà fisico-meccaniche dell'ammasso roccioso e dei giunti, necessarie per le successive analisi di stabilità bidimensionale e/o tridimensionale dei massi. Il rilievo ha visto l'esecuzione in sito di calate in roccia con l'uso di tecniche alpinistiche da parte del Dott. Franchi Sandro.

Per quanto concerne invece il punto 3 il presente progetto ha focalizzato l'attenzione su:

- Completamento dell'intervento di consolidamento passivo per mezzo di pannelli in fune posti in aderenza all'ammasso roccioso nelle zone maggiormente fessurate; questo stralcio interviene nello specifico all'interno dell'area denominata Area 2 avente una superficie di 740mq ricadente in zona 2
- La sostituzione con riposizionamento ed allungamento di una barriera paramassi ante 1988 verificata per mezzo di una analisi di caduta massi tridimensionale con calcolo e metodologie probabilistiche. La veridicità ed attendibilità del modello è stata verificata per mezzo di una backanalysis che ha permesso di tarare i parametri di input deterministici.
- Installazione di un sistema di monitoraggio automatizzato con fessurimetri elettrici da installare sul prisma roccioso che costituisce l'estremità est del fronte montano. In questo punto, come anche riportato nella relazione geostrutturale, è presente un grande prisma di roccia distaccato di altezza circa pari a 25m. le dimensioni, il grado di fessurazione e la geometria non ne consentono un imbrigliamento/ancoraggio sarebbe opportuno una demolizione controllata. Tuttavia questa avrebbe un impatto paesaggistico piuttosto rilevante difficilmente attuabile. Non solo, trovandosi all'estremità est dell'abitato di Cesi, la pericolosità di questo blocco costituisce una minore vulnerabilità rispetto al costone ovest che sormonta proprio l'edificio del piccolo centro urbano.

Nel seguito si descriveranno puntualmente le scelte tecniche e paesaggistiche elaborate per la realizzazione del progetto.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 16 di 27

8 IL PROGETTO AMBIENTALE: TUTELA HABITAT E BIODIVERSITÀ

In ordine alle tematiche individuate nel paragrafo precedente si andrà ora a definire e “raccontare” la filosofia di un progetto che appoggia le “sue fondamenta” su un lato tecnico adeguatamente calibrato (l'intero progetto di consolidamento) e lo vuole elevare ad un livello di qualità superiore garantendo allo stesso tempo ottime performance di sicurezza e godibilità.

8.1 PERCETTIVITÀ VISIVA

Le tematiche di cui al presente capitolo vengono distinte in maniera sistematica in 2 aspetti fondamentali e allo stesso tempo complementari tra loro, in funzione del fatto che il paesaggio stesso assume diverse connotazioni in funzione dei punti di vista attraverso i quali lo si analizza e affronta: il paesaggio connota quindi attribuzioni specifiche sia dal punto di vista visivo/percettivo (inserimento ambientale e paesaggistico), sia dal punto di vista funzionale e dinamico senso biologico (tutela habitat e biodiversità).

In funzione del fatto che l'intervento progettuale verte sulla posa in opera di: chiodature puntuali di fissaggio dei massi in fase critica, rete paramassi in aderenza e linee di barriere paramassi (il tutto ovviamente comprensivo delle necessarie opere di disaggancio) si tiene a specificare che dal punto di vista visivo e percettivo, le reti in parete sono a tutti gli effetti impercettibili non solo perché il diametro della fune è minimale ma anche perché il colore dell'acciaio è molto simile a quello della parete rocciosa. Considerando inoltre il fatto che la parete, per motivi di accessibilità, è visibile solamente dalla distanza, la presenza della rete è di fatto impercettibile.

Sempre per minimizzare gli aspetti paesaggistici si è prevista l'applicazione, sui pali metallici di sostegno alla barriera paramassi, di opportune opere di mimetizzazione attraverso il rivestimento degli stessi con:

- a) residui di corteccia legnosa della stessa origine biologica delle piante limitrofe all'intervento (reperite dagli scarti delle segherie limitrofe e facilmente raggiungibili rispetto all'area di intervento);
- b) fascinate ramificate anche esse recuperate in parte dal sottobosco “morto” ed in parte dagli scarti di segherie limitrofe all'area di intervento. Il tutto con lo scopo di rendere i sostegni metallici verticali del tutto paragonabili – a livello percettivo – alle unità vegetazionali a medio ed alto fusto attigue all'intervento stesso;

Il progetto prevede operazioni di infoltimento e potenziamento vegetativo nell'ambito delle barriere paramassi con lo scopo non solo di rinforzare il sistema di rete ecologica già presente, ma con la volontà anche di contrarre il più possibile la visibilità dell'opera ed inserire i dispositivi installati

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 17 di 27

all'interno di un sistema vegetazionale del tutto complementare con le circostanze rilevate. Tale intervento prevede la messa a dimora di 2 tipologie morfologiche di arbusti:

- a) entità cespugliate in posizione di monte rispetto alla barriera paramassi (capace non solo di mitigare visivamente, ma di creare anche un ulteriore diaframma di protezione e contrasto ai cinematismi dei massi in caduta);
- b) arbusti in taglia medio/grande in valle alle barriere paramassi con l'obiettivo di celarne definitivamente, grazie alle fronde delle unità posta a dimora, la visibilità delle porzioni più alte;

8.2 PERCETTIVITÀ AMBIENTALE

Dal punto di vista percettivo/ambientale si tiene inoltre a specificare che anche tutte le opere provvisorie di cantiere saranno oggetto di strategie di mitigazione. In più si sottolinea la volontà di ridurre il più possibile i gravami riferibili ad eventuali dinamiche di trasporto dei materiali (spola con mezzi su gomma) tramite l'utilizzo di specifico aeromobile adibito al trasporto di forniture (elicottero) con il quale giungere in sito in tempi brevi e garantire dinamiche estremamente flessibili e contratte.

In funzione invece delle dinamiche relative agli habitat e alla biodiversità, con pieno riferimento a quanto già asserito in sede di Relazione di Incidenza, lo scrivente progettista punta a ribadire la totale compatibilità degli interventi in progetto con le dinamiche di evoluzione ambientale riscontrate in sito. Rispetto a tale tematica risulta fondamentale la risultanza dei raffronti effettuati con opere del tutto simili a quelle di cui al presente progetto applicate dagli stralci precedenti; in questo senso risulta evidente il completo inserimento delle opere all'interno delle dinamiche ambientali esistenti e la loro perfetta integrazione in un ecosistema posto in condizioni di poter contare su:

- 1) estrema permeabilità (sia dal punto di vista vegetativo, sia dal punto di vista della transitabilità faunistica) dei dispositivi posti in opera (per i quali la rete ecologica assume un'importanza fondamentale e ne viene garantito mantenimento e addirittura potenziamento – grazie alle ricuciture vegetative proposte);
- 2) estrema integrazione rispetto alla biodiversità ed impiego di soluzioni capaci di non cambiare le “abitudini” ecosistemiche rilevate (con i dispositivi posti in opera e le loro relative mitigazioni pianificate, non avviene alcuna metamorfosi della struttura biologica presente, i sistemi si inseriscono in maniera passiva all'interno dell'habitat e diventano parte integrante dello stesso in un upgrade ordinario e privo di traumi;
- 3) effettiva connessione tra la natura del sito e l'obiettivo di progetto in funzione del fatto che gli interventi pianificati sono direttamente connessi e necessari al mantenimento in uno stato di conservazione soddisfacente delle specie e degli habitat presenti all'interno del Sito Natura 2000 nel quale ci troviamo; il progetto in effetti, tratta dell'integrità ambientale e del mantenimento “in salute”

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 18 di 27

delle condizioni di stabilità di un sito che minaccia non solo il sottostante abitato di Cesi, ma anche la propria naturale conformazione.

In relazione inoltre alle dinamiche di cantiere si tiene a sottolineare la totale volontà di evitare la modificazione, anche solo temporanea, degli equilibri ambientali presenti in sito. La linea generatrice degli interventi attuati sotto forma di tutela della diversità biologica, basa infatti la sua origine sul concetto di “nessuna interferenza ecosistemica”: in questo senso il progettista ha pianificato strategie di attenzione con le quali si riesce a non ricreare nuovi micro-ecosistemi dalle caratteristiche differenti rispetto a quelli esistenti all’interno del sito. In forma generale e all’interno dell’ambito di cantiere, ci si pone l’obiettivo di:

- 1) effettuare piccoli depositi temporanei di materiale (con specifico riferimento agli elementi metallici da porre in opera) a riparo dall’incidenza diretta del sole evitando quindi il surriscaldamento degli stessi ed il conseguente richiamo di varie specie animali allettate da emissioni termiche superiori ed insolite rispetto alla media del loro habitat;
- 2) isolare i depositi con apposita telonatura mimetica allo scopo di evitare l’agevolazione di nidificazione impropria all’interno degli interstizi generati dai cumuli di materiale in giacenza anche solo temporanea.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 19 di 27

9 MODALITÀ DI INTERVENTO: SCELTE TECNICHE PROGETTUALI

La vasta serie di indagini specialistiche ed osservazioni in sito oltre ad aver consentito la definizione delle linee guida progettuali da un punto di vista paesaggistico ambientale, ha anche permesso di eseguire dettagliate verifiche, calcoli e simulazioni sulla stabilità del pendio. In particolar modo, le scelte tecniche hanno rispettato la filosofia dei precedenti stralci funzionali già realizzati in sito. Si tiene a precisare che per il calcolo e le verifiche si sono utilizzati modelli computerizzati molto avanzati adeguatamente bilanciati per il problema in esame. Grazie alla vasta quantità di dati ottenuti dalla dettagliata campagna indagine topografica e geologica è stato possibile eseguire delle back analysis per determinare in modo realistico i parametri specifici del versante oggetto di studio. Da questi studi “a ritroso” è emersa la necessità di eseguire studi tridimensionali del problema. Le particolarità e specificità del sito sono infatti tali da rendere non attendibile un qualsiasi studio bidimensionale. Inoltre, vista l’aleatorietà del fenomeno di caduta massi, si è ritenuto opportuno e necessario trattare lo studio fenomenologico con tecniche probabilistiche (Metodi Montecarlo), capaci di tenere in considerazione molte variabili contemporaneamente. Infine, si sono eseguite le verifiche dei materiali tenendo conto delle normative vigenti in campo nazionale ed europeo. Sebben questo aspetto possa sembrare ovvio e scontato, si tiene a precisare che la stragrande maggioranza delle opere di trattenuta e consolidamento della caduta massi (in particolar modo le barriere paramassi, ma non solo) vengono ad oggi progettate in difformità alla norma tecnica vigente. L’esecuzione di analisi sofisticate ha richiesto ovviamente l’utilizzo di software avanzati la cui affidabilità è ben nota nel settore e testata direttamente dal gruppo di progettazione che utilizza questi programmi da numerosi anni.

Per garantire condizioni di piena sicurezza sul versante, è stato necessario incrementare, in taluni casi anche in modo molto significativo, le resistenze dei materiali impiegati, la tipologia prestazionale e la quantità.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 20 di 27

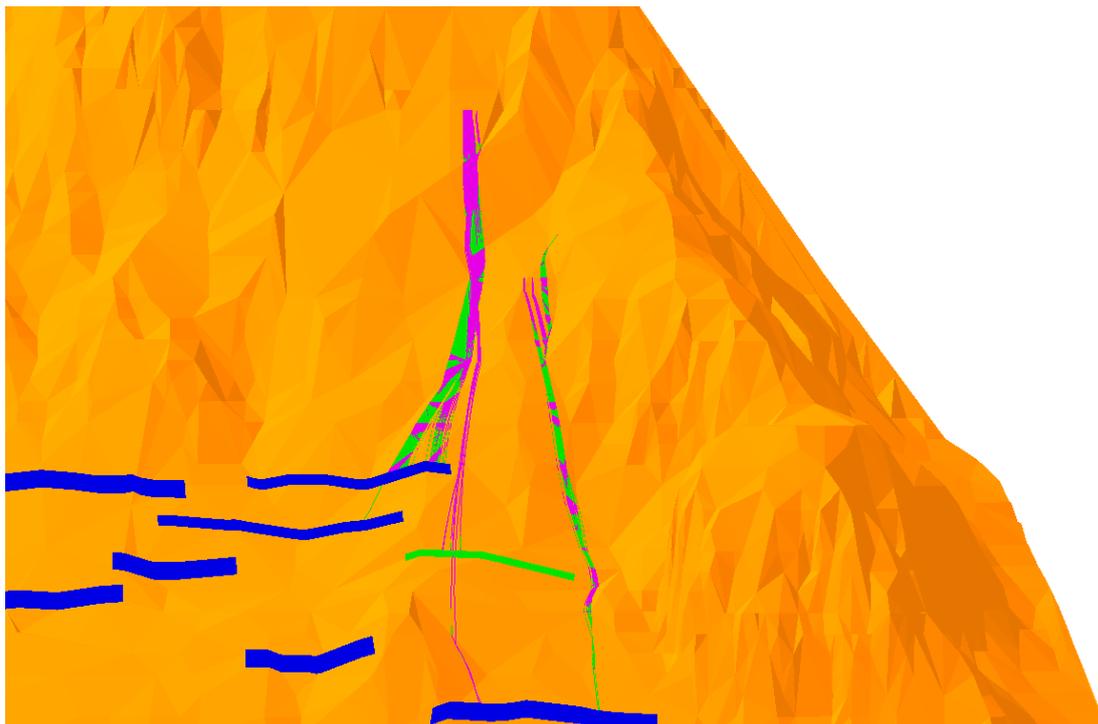


Figura 3 - Esempio di output di calcolo di una analisi tridimensionale probabilistica sulla caduta massi. Si vede chiaramente l'importanza degli spostamenti laterali e quindi di un modello 3D, molti massi girano intorno alla barriera verde in questo caso

9.1 BARRIERA PARAMASSI

In ordine alla barriera paramassi i progettisti, dai risultati di calcolo ottenuto hanno considerato necessario apportare la sostituzione della barriera ante 1988 con una barriera di ultima generazione. Tutte le simulazioni eseguite hanno dimostrato la necessità di avere un sistema di capacità (in termini caratteristici) di almeno 5000kj di altezza 5m e soprattutto dio un allungamento della barriera verso est in quanto buona parte dei massi sembrerebbe “passare a fianco” della barriera esistente. Onde evitare interferenze con la barriera esistente la nuova barriera viene anche traslata verso valle di qualche metro. Si fa presente che, come già descritto nella relazione ambientale e paesaggistica, per mitigare l’impatto estetico i montanti della barriera verranno rivestiti con fascinate e cortecce e dinanzi alla rete verranno piantumate nuove essenze vegetali.

9.2 RETI IN ADERENZA

Dalle analisi computerizzate eseguite dai progettisti, si è deciso di adottare, per la realizzazione delle reti in aderenza, un prodotto di altissima qualità e resistenza: il pannello di tipo HEA PANEL PLUS

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 21 di 27

300x300 filo 10mm accoppiato ad una rete metallica a maglia esagonale di tipo GALMEC 8x10 filo 3mm o ad equivalente prestazione.

Il pannello in fune di tipo HEA PANEL (High Energy Absorption) coniuga la resistenza della fune a trefoli d'acciaio di diametro $\varnothing = 10$ mm ad anima metallica con resistenza nominale dei fili elementari di acciaio non inferiore a 1770 N/mm² (norme UNI ISO 10264-2 CLASSE A e B ; UNI ISO 2408), con quella del nodo in filo di acciaio. Il nodo è costituito da due legature, ognuna eseguita con una coppia di barrette di acciaio diametro 3,00 mm (UNI-EN 10218), con protezione in lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%) e Terre Rare (conforme alla EN 10244 – Classe A), che avvolgono con spire ad alto serraggio gli incroci delle funi. Il pannello è costituito da un'orditura a maglie romboidali di dimensioni 300x300 mm ottenuta da una sola fune di tessitura chiusa mediante manicotto di alluminio pressato di resistenza non inferiore al 90% del carico di rottura della fune. In opera il pannello di fune verrà posato accoppiato alla rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 8x10 che, in accordo con le UNI-EN 10223-3 è tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm² e allungamento minimo del 10%, avente un diametro pari 3.00 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%) - Cerio – Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A, con un quantitativo non inferiore a 255 g/m². La scelta del pannello, rispetto a reti di altre tipologie è dovuta principalmente a due aspetti:

- Resistenza
- Durabilità

Il pannello HEA verrà posto in opera accoppiato ad una rete tridimensionale, ordita da filo di acciaio di diametro 3 mm e classe di resistenza non inferiore a 1770 N/mm², galvanizzata DIN 2078, protezione contro la corrosione in lega di zinco e alluminio, con spessore protettivo minimo di 200 g/m², formante sequenza continua di maglie a rombo di superficie unitaria minima di 2625 mm² tale da garantire, per ogni metro lineare, un allineamento minimo di 12 maglie in orizzontale e 7 in verticale. La rete è realizzata in filo d'acciaio ad alta resistenza, con dimensione maglia 80x100 mm; resistenza alla trazione della rete non inferiore a 160 kN/m in senso longitudinale e 60 kN/m in senso trasversale.

Gli interventi su parete rocciose hanno un impatto paesaggistico e visivo molto limitato, specialmente se posizionati, come per il caso in esame, in quota.

9.3 BARRE PREINIETTATE

Il team di progettisti ha sin da subito ipotizzato l'utilizzo di barre di ancoraggio preiniettate in loco delle tradizionali barre, queste sono in grado infatti di garantire maggiore durabilità ed affidabilità. L'ancoraggio preiniettato è caratterizzato da un'armatura costituita da una barra filettata in acciaio, le cui caratteristiche saranno definite nei calcoli. La barra, lungo la parte attiva in fondazione, viene

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 22 di 27

opportunamente protetta dalla corrosione con guaina corrugata in HDPE di opportuno diametro congruente con la barra stessa. L'intercapedine tra la guaina e la barra, nel tratto vincolato, viene integralmente riempita in stabilimento con miscela cementizia di pari proprietà di quella che verrà poi usata per l'iniezione della fondazione in cantiere. Inoltre la guaina, caratterizzata da forme grecate sufficientemente rilevate e nervate, consente il trasferimento delle forze di trazione al cemento iniettato e quindi al terreno. La testa del tirante è munita di un calotta in polietilene munita di foro (da cui avviene l'iniezione in stabilimento) che consente di vincere le resistenze durante l'operazione di infilaggio. La parte libera del tirante costituita da una barra di medesime caratteristiche, protetta con guaina liscia in HDPE, è ancorata alla barra della parte attiva con idoneo manicotto. L'iniezione del bulbo di fondazione è garantita da tubi in polietilene 16x20 mm. Per garantire infine una protezione integrale, estesa a tutto il corpo del tirante, si prevede di applicare una guarnizione in neoprene alloggiata sotto la piastra di ripartizione e pasta anticorrosione tale da proteggere la parte terminale della barra non inguainata a ridosso dell'appoggio. Il bloccaggio in testata è realizzato con dado piano o a calotta. Infine, il tirante è munito di un idoneo numero di distanziatori necessari per una corretta posa in opera. Per migliorare ulteriormente la durabilità della barra si offre l'utilizzo di una guarnizione sottopiastra in neoprene. Mentre per prevenire la dispersione incontrollata di malta cementizia si offre l'utilizzo di una calza in geotessuto. Dopo l'esecuzione del perforo verrà predisposto il geotessuto di grammatura 150gr/mq a bocca foro della lunghezza pari a quella della perforazione e diametro almeno pari al 20% di quello del foro. Successivamente verrà infilata la barra preiniettata all'interno della calza con i necessari distanziatori a fiaschetto e il tubicino di iniezione e successivo inserimento all'interno della perforazione. In fine avverrà la cementazione dell'intercapedine tra la barra preiniettata e la calza mediante tubicino di iniezione ϕ 20 mm da fondo foro. Tra le varie barre preiniettate disponibili sul mercato si è deciso di acquistare barre di tipo Cogestin, o ad equivalente prestazione, in quanto rispetto alle altre barre presenti sul mercato, queste sono caratterizzate da un tensione di snervamento leggermente superiore (950MPa) ad altre barre disponibili sul mercato.

9.4 SISTEMA DI MONITORAGGIO

Così come definito al §6.10.4 delle NTC 2018, il controllo dell'efficacia del consolidamento geotecnico è obbligatorio quando agli interventi consegue una redistribuzione delle sollecitazioni al contatto terreno manufatto. I controlli assumono diversa ampiezza e si eseguono con strumentazioni e modalità diverse in relazione all'importanza dell'opera, al tipo di difetto del manufatto e ai possibili danni per le persone e le cose. Il monitoraggio degli interventi di consolidamento deve essere previsto in progetto e descritto in dettaglio – indicando le grandezze da misurare, gli strumenti impiegati e la cadenza temporale delle misure – nel caso di ricorso al metodo osservazionale.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 23 di 27

Il monitoraggio della parete rocciosa sovrastante l'abitato di Cesi è iniziato con gli stralci VI e VII applicando misuratori di giunto monoassiale collegati via cavo ad una centralina di acquisizione e memorizzazione dati automatica. Il sistema ha dato sempre problemi a causa dei roditori che hanno manomesso i cavi per la trasmissione dati. Tale attività è stata proseguita con l'VIII stralcio, mediante il controllo sia degli spostamenti /tempo dei massi oggetto d'intervento sia del comportamento degli elementi strutturali (tiranti e chiodi) adottati. La possibilità di avere una rilevazione spostamenti/tempo dei vari massi in concomitanza di brusche variazioni di temperatura e di eventi straordinari come possono essere quelli sismici, permette un giudizio mirato sulla bontà degli interventi eseguiti e sulle tecniche da adottare nel futuro per la messa in sicurezza della parete rocciosa. In particolar modo nel caso in esame, il costone oggetto di intervento in zona 3 è costituito da due fronti:

- Un fronte ovest situato a monte dell'abitato di Cesi
- Un fronte est che invece affaccia verso la strada ed il fosso sottostante

Per ragione di vulnerabilità le opere di consolidamento geotecnico sono state installate sul versante a monte dell'abitato, questo ovviamente perché il rischio e le conseguenze di un crollo sono maggiori. Sul fronte est tuttavia è presente un masso fortemente fessurato che necessita interventi (come d'altronde altre zone della parete che per estensione è estremamente elevata). Per ragioni di priorità si è quindi deciso di consolidare il fronte ovest della zona di intervento rimandando ad un futuro intervento per quanto concerne la parete est. Tuttavia si prevede, su questa zona, di installare un sistema di monitoraggio che possa controllare eventuali progressioni più o meno rapide del fenomeno di distacco. Si tiene a precisare che l'estremità della zona est, sebbene non soprastante l'abitato presenta un prisma roccioso alto all'incirca 25m fortemente distaccato che per geometria e dimensione non è possibile chiodare. Al tempo stesso il disgiungimento risulterebbe essere estremamente invasivo e paesaggistico impattante e costoso (demolizione controllata per piccole porzioni). Ad oggi verrà attenzionato per mezzo del sistema di monitoraggio che si concentrerà proprio in questa area e vedrà la posa in opera di fessurimetri per la rilevazione.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 24 di 27

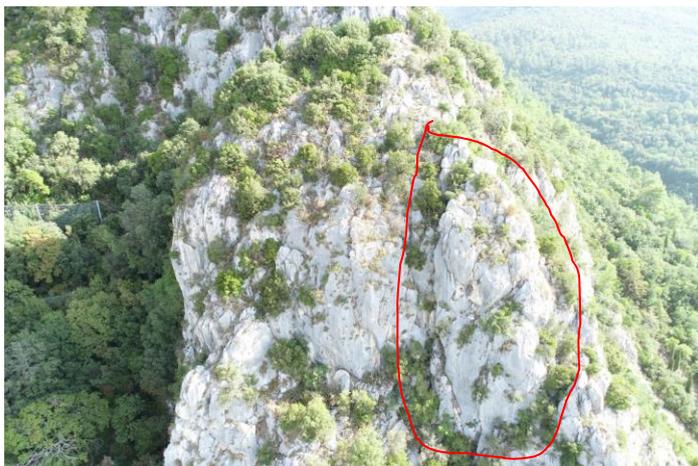


Figura 4: Prisma rocciosa posto ad est dell'abitato di cesi dove si installerà il sistema di monitoraggio

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 25 di 27

10 ASPETTI GESTIONALI-MANUTENTIVI

10.1 DURABILITA' E QUALITA' DEI MATERIALI

La bontà di un intervento di attenuazione del rischio derivante dalla caduta massi si giudica anche dalla durata nel tempo delle prestazioni; in particolare i materiali installati devono essere in grado di garantire le prestazioni per un lungo periodo di tempo. La valutazione della vita utile dei materiali è strettamente dipendente dalle condizioni ambientali in cui si inserisce l'intervento. Per il sito in esame ci troviamo in un contesto non particolarmente aggressivo, con un ambiente tipicamente montano. Tuttavia la presenza di acciaierie nella zona causa la presenza di materiale pulviscolare dalla lavorazione dell'acciaio che aumenta l'aggressività dell'aria e ne aumenta la potenziale corrosività. Sia le barriere paramassi che il sistema di consolidamento con reti in aderenza adottano le medesime tecnologie di protezione degli acciai contro la corrosione. Per quanto riguarda il rivestimento corticale si è previsto di installare del materiale con galvanizzazione Zn-Al e non semplicemente zincato, questo garantisce una migliore protezione dalla corrosione. Nello specifico l'utilizzo di rivestimenti in Zn-Al garantisce protezione che da test effettuati in camera salina secondo la norma EN ISO 9227 risulta essere circa 3 volte migliore di elementi trattati solo con zinco. Tutte le reti e le barriere paramassi progettate sono caratterizzate da una protezione superficiale Galmac (lega eutettica Zn-Al 5%), tale da permettere alle reti di essere classificate in Classe A secondo la normativa UNI-EN 10244-2 (classe di durabilità più alta). Le condizioni in situ come anticipato non sono particolarmente aggressive; si considera quindi una classe di aggressività a cavallo tra C2 (Countryside) e C3 (Coastal low salinity). Si attende che il prodotto offerto abbia una vita utile superiore ai 120anni per il particolare sito in esame (media tra un'ambiente C2 e C3).

Per la barriera paramassi invece, si prevede:

- protezione Zinco Alluminio per la rete
- Zincatura per i montanti (per profili grande non è consigliato l'uso di lega Zn-Al)

Oltre alle reti, l'uso di malta speciale ad alto contenuto di cemento garantisce una maggiore durabilità alla carbonatazione delle barre (classe XC4) e della resistenza ai cicli di gelo e disgelo (classe XF4). Infine per quanto riguarda gli ancoraggi, a meno delle fondazioni della barriera che seguono prescrizioni tipo del prefabbricatore, verranno utilizzati solo ed esclusivamente sistemi preiniettati, caratterizzati da una maggiore durabilità. In testa al chiodo verrà posizionata una cuffia di protezione per proteggere ulteriormente il serraggio dall'azione ambientale esterna. Una maggiore durabilità e resistenza del materiale si traduce in una vita utile dell'opera maggiore ed in costi manutentivi minori.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 26 di 27

11 PREZZARI UTILIZZATI E TEMPI DI ESECUZIONE

Le lavorazioni previste dal presente progetto costituiscono una categoria molto particolare e non sempre le voci del Prezzario Regionale Umbria descrivono in modo esatto il tipo di materiale e/o di lavorazione previsto. Per questa ragione nella redazione del progetto si è fatto riferimento a più prezzari regionali, Edizione 2023, ed in dettaglio si sono scelti prima i prezzari delle regioni limitrofe e poi a prezzari delle regioni del Nord Italia (che per lavori alpinistiche presentano maggiore scelta di voci di capitolato). In dettaglio:

- Prezzario Regionale Umbria
- Prezzario Regionale Abruzzo
- Prezzario Regionale Toscana
- Prezzario Regionale Emilia Romagna
- Prezzario Regionale Friuli Venezia Giulia
- Prezzario Regionale Valle d'Aosta

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 27 di 27

12 CONCLUSIONI

Il presente documento, in accordo con le prescrizioni della normativa descrive i criteri utilizzati per la progettazione, la fase di analisi dei dati raccolti, le scelte progettuali, sia paesaggistiche che ingegneristiche, l'inserimento territoriale ambientale e paesaggistico, la funzionalità e la gestione dell'intervento. Il progetto generale di cui il presente documento costituisce uno stralcio funzionale, ha delineato varie tipologie di opere:

- Intervento 1: Rivestimento con pannelli in fune ed ancoraggi con barre preiniettate su di una superficie di 2610mq a cavallo tra la zona 1 e 2
- Intervento 2: Rivestimento con pannelli in fune ed ancoraggi con barre preiniettate su di una superficie di 790mq nella zona 2 lato est
- Intervento 3: Rivestimento con pannelli in fune ed ancoraggi con barre preiniettate su di una superficie di 740mq nella parte più bassa della zona 2
- Intervento 4: Sostituzione della barriera paramassi ante 1988 con una nuova barriera 5000kj altezza 6m e lunghezza di ml 38 (il calcolo è stato eseguito con un'altezza pari a 5mt, ma visti i risultati di calcolo, al limite del coefficiente di sicurezza, si è deciso di installare cautelativamente una rete di altezza pari a 6 mt);
- Intervento 5: Sistema di monitoraggio per il controllo di un prisma roccioso posizionata sulla punta est dell'ammasso

rifu.

Titolo del documento <i>Relazione generale</i>				Tipo documento: Relazione		Codice di identif. ATRCSA
Data: 20/04/2023.	Autore DB	Verifica AB	Approv. AB	Ed. 1	Rev. 0	Pagina 28 di 27

13 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1- Stralcio Tavola I - Progetto di Struttura con individuazione dell'intervento.....	5
Figura 2 – Perimetrazione delle aree di intervento	14
Figura 3 - Esempio di output di calcolo di una analisi tridimensionale probabilistica sulla caduta massi. Si vede chiaramente l'importanza degli spostamenti laterali e quindi di un modello 3D, molti massi girano intorno alla barriera verde in questo caso	20
Figura 4: Prisma rocciosa posto ad est dell'abitato di cesi dove si installerà il sistema di monitoraggio.	24