

L. 191/2009

Terzo Atto integrativo all'Accordo di programma finalizzato alla programmazione e al finanziamento di interventi urgenti e prioritari per la mitigazione del rischio idrogeologico, sottoscritto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e dalla Regione Emilia-Romagna

Cod. SIMADA: 1R9F001 - Cod. ISPRA: FC109R/10

CONSOLIDAMENTO VERSANTE LOC. MONTECODRUZZO (FC)
INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO DEL VERSANTE IN
FRANA SOTTOSTANTE L'ABITATO DI MONTECODRUZZO
Comune di Roncofreddo (FC)

CUP: F47B16000390003
Importo complessivo € 600.000,00

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

Elaborato n.3

PROGETTISTI:

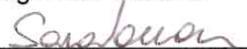
Dott. Geol. Andrea Benini



Dott. Geol. Andrea Foschi



Ing. Sara Vannoni



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Gianluca Paggi



PC. 30035 del 06/07/2017

INDICE

1. Inquadramento	pag. 3
2. Introduzione e stratigrafia	pag. 3
3. Finalità	pag. 6
4. Cenni di tettonica	pag. 7
5. Cenni sui materiali lapidei costituenti la Torre Civica	pag. 7
6. Stato di fatto	pag. 9
7. Interferenze col sistema idrogeologico	pag. 12
8. Considerazioni sui terreni in prossimità della Torre Civica	pag. 13
9. Conclusioni	pag. 13

ALLEGATI

1. Corografia	pag. 15
2. Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna	pag. 15
3. Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico	pag. 16
4. Sezione geologica	pag. 16
5. Carta geologica di dettaglio	pag. 17
6. Sondaggi	pag. 18
7. HVSR	pag. 19
8. Documentazione fotografica	pag. 20

1) INQUADRAMENTO

L'area oggetto di questo studio ricade nella seguente Cartografia Tecnica della Regione Emilia-Romagna:

1. Tavola n. 255 SE "Borello";
2. Sezione CTR n. 255150 "Bora";
3. Elemento CTR n. 255151 "Montecodruzzo".

L'abitato di Montecodruzzo si trova nel Comune di Roncofreddo, Provincia di Forlì-Cesena, posto ad una quota di m. 435 s.l.m.; ricade nel bacino idrografico del torrente Ansa, affluente in destra idrografica del fiume Savio (Tav. 1).

Sul versante Sud-Ovest dell'abitato di Montecodruzzo è in atto un ampio movimento franoso per crollo e/o ribaltamento. Tale dissesto, seppur lentamente, tende a retrocedere in direzione dell'abitato, interessando i fabbricati esistenti con particolare riferimento alla Torre Civica di epoca malatestiana, al ristorante ed all'abitazione in fregio alla scarpata.

Il versante interessato dal movimento franoso è classificato come area a rischio idrogeologico molto elevato (R4) nel Piano stralcio per il Rischio Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli ed è soggetta ad una specifica perimetrazione come area a rischio di frana (art.12 delle Norme di Piano).

La Torre Civica è di proprietà del Comune di Roncofreddo e presenta lesioni strutturali in crescita dal 2005; a seguito delle eccezionali avversità atmosferiche che hanno colpito il territorio della regione nel febbraio 2015 si è rilevata una retrogressione della scarpata in prossimità delle fondazioni con aggravamento delle fratture sulla struttura monumentale. Il ristorante è stato ristrutturato e le fondazioni rafforzate con una batteria di micropali perforati in roccia ed attualmente si presenta privo di lesioni. L'edificio a lato del ristorante è privo di sottofondazioni e suscettibile dei richiami gravitativi dovuti alla vicinanza della nicchia di distacco, come si evince dall'osservazione dello stato fessurativo di parte di esso e dallo stato dei cordoli e muretti compresi tra la casa e la scarpata.

2) INTRODUZIONE E STRATIGRAFIA

Le prime conoscenze geologico geomorfologiche specifiche per l'area di studio sono state acquisite in occasione del Progetto Cartografia Geologica per la realizzazione della Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna nel 1992. Successivamente, sono stati svolti studi geologici, idrogeologici, geomorfologici e geotecnici negli anni 1995 e 2006 a seguito di lavori di ristrutturazione del ristorante di Piazzetta Ferretta e dei problemi di dissesto del versante che hanno coinvolto un'abitazione. L'area di studio è stata ulteriormente indagata nel 2016 con una campagna geognostica sull'area d'intervento coadiuvata da un rilievo topografico commissionata dall'Agenzia allo Studio Enser di Faenza per ottenere le informazioni aggiuntive necessarie alla realizzazione del presente progetto.

Le Note Illustrative al Foglio Geologico in scala 1:100.000 "Mercato Saraceno" e quello 1:50.000 n. 255 "Cesena" (Cremonini e Farabegoli, 2010), presentano la situazione geologica e geomorfologica del contesto nel quale si pone il perimetro della frana.

L'abitato di Montecodruzzo risulta in parte perimetrato all'interno dell'area di frana che interessa buona parte del versante sud occidentale della zona su cui esso si pone; il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli definisce le parti del versante dissestato soggette ad una specifica normativa a seconda della pericolosità e del rischio di un coinvolgimento nei fenomeni di dissesto idrogeologico (Tav. 3).

In questa relazione si provvederà ad indicare brevemente i terreni presenti e la situazione strutturale. Per il quadro geologico d'insieme si veda la Tav. 2 in appendice.

Dalla disamina degli studi realizzati sino ad oggi, si deduce la stratigrafia media; il substrato formazionale si osserva in affioramento direttamente lungo la scarpata rocciosa. I tipi litologici presenti sono: il substrato roccioso antico rappresentato dai sedimenti marnosi ed argilloso arenacei tortoniani; la copertura quaternaria è costituita prevalentemente dal disfacimento del substrato roccioso su cui poggia l'abitato di Montecodruzzo e le frane, di cui quella di nostro interesse che interessa buona parte del versante occidentale di Montecodruzzo, in cui il detrito fine costituisce la matrice dei frammenti arenacei cementati e delle macerie delle abitazioni distrutte durante la seconda guerra mondiale. Vengono di seguito descritti i terreni presenti, procedendo dal più recente al più antico.

Depositi di origine gravitativa, a1 (Olocene superiore - attuale):

depositi sedimentari di origine gravitativa dovuti all'alterazione e crollo del substrato formazionale fratturato prevalentemente arenaceo. Si tratta di un fenomeno legato all'alterazione superficiale dei banchi arenacei affioranti, dovuto agli agenti atmosferici e/o a condizioni meteorologiche particolari (escursioni termiche importanti, gelo e disgelo dell'umidità contenuta nelle fratture e microfratture, dissoluzione del cemento carbonatico, ecc.), che ne aumentano la fratturazione causandone la successiva scomposizione dell'ammasso roccioso in prismi di piccole dimensioni. L'accumulo per gravità del materiale prodotto dal disfacimento lungo versante o al suo piede, produce spessi depositi alcune decine di metri più a valle; la consistenza di questo materiale è buona in condizioni normali (ovvero angolo di attrito interno e/o coesione elevati), mentre, in presenza di acqua, gli stessi parametri geotecnici peggiorano rendendolo potenzialmente instabile. Il detrito è costituito da materiale argilloso limoso sabbioso, contenente frammenti arenacei provenienti dalle bancate affioranti in nicchia e da materiale di origine antropica, dotato di struttura caotica e con aspetto omogeneo; in buona parte si è originato alla fine della seconda guerra mondiale da riporti di origine antropica per la pulizia e smaltimento delle macerie delle abitazioni distrutte a seguito del bombardamento del 1944. Lo spessore massimo è al piede del corpo, diverse centinaia di metri a valle dell'abitato, dove supera i 10 metri.

Si tratta di una frana composta in cui si riconosce, nella parte apicale, un crollo di roccia (*rock block slide* secondo la classificazione di Varnes), col materiale detritico che si accumula alla base della parete formando dei coni di detrito e/o delle colate di fango e detrito (*earth flow*) che evolve poco più a valle in scivolamento traslativo (*debris slide*); più a valle (da quota 375 m circa), dove l'accumulo presenta spessori elevati, si muove più lentamente secondo un meccanismo classificabile come scivolamento rotazionale di terra e detrito (*debris-earth slump*).

Formazione Marnoso arenacea, Membro arenaceo di Castel del Rio, FMA 12a (Tortoniano):

si tratta di un'alternanza turbiditica tra arenarie poco fratturate da mediamente a poco cementate giallastre o grigie alla frattura fresca e marne siltoso-argillose di colore grigio, mentre le marne di origine emipelagica (più tenaci e ricche di microfossili planctonici e bentonici) sono praticamente assenti; stratificazione da media a molto spessa con banchi. Il rapporto tra arenarie e peliti (A/P) è maggiore a 3/1.

Formazione Marnoso arenacea, peliti ed arenarie di Castel del Rio, FMA 12c (Tortoniano):

alternanza turbiditica tra marne siltoso-argillose di colore grigio ed arenarie poco cementate giallastre o grigie alla frattura fresca, mentre le marne di origine emipelagica sono sottilissime e quasi assenti; stratificazione da media a spessa. Nel complesso il rapporto tra arenarie e peliti (A/P) è inferiore a 3/1, ad esclusione del pacco di strati spesso circa 20 metri di marne prevalenti, osservato sia direttamente in parete che tramite sondaggio a carotaggio continuo nel 2016. Verso il basso, per diverse decine di metri, aumentano le peliti indicando la presenza di una sequenza locale F.U. (con stratificazione più sottile verso il basso stratigrafico).

La parte apicale del dissesto è soggetto a franamento retrogressivo perlopiù nella parte a ridosso della torre, poiché in questa parte della nicchia, dovuto al particolare assetto della stratificazione, affiorano una ventina di metri di spessore di FMA appartenenti alla litofacies

marnosa (FMA 12c) caratterizzata dalla presenza di soli materiali pelitici; la parete rocciosa posta al di sotto dell'Osteria di Montecodruzzo, costituita da bancate arenacee, risente dei problemi alla sua base (erosione, richiamo di terreno) in maniera trascurabile, trattandosi di un corpo resistente (sia dal punto di vista litologico che geomorfologico) agli effetti sottostanti. Procedendo dall'alto verso il basso morfologico si osserva: una nicchia di distacco ad andamento rettilineo e/o subarcuato, lungo la quale è possibile osservare, a luoghi, il substrato roccioso, alterato e crioturbato prevalentemente nella parte sottostante alla torre dell'orologio e a nord ovest di essa.

2.1) MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

Il modello geologico di riferimento relativo ai risultati delle indagini compenetrante coi rilievi sul campo, limitatamente all'area di studio, viene di seguito descritto tramite individuazione delle unità litotecniche riconosciute. In particolare, ai fini dell'intervento si individuano:

Unità 1: terreno di riporto sabbioso ghiaioso, di colore bruno nocciola. presente esclusivamente nel ripiano di Piazzetta Ferretta (visionato tramite i sondaggi) e localmente in lembi metrici addossati alla parete, con spessori compresi tra 30 e 50 cm;

Unità 2 (a1): deposito di frana attiva per crollo e/o ribaltamento, spessore compreso tra 0 (in parete) e 10 m (al piede della scarpata), costituita da argille e limi prevalenti con poca sabbia;

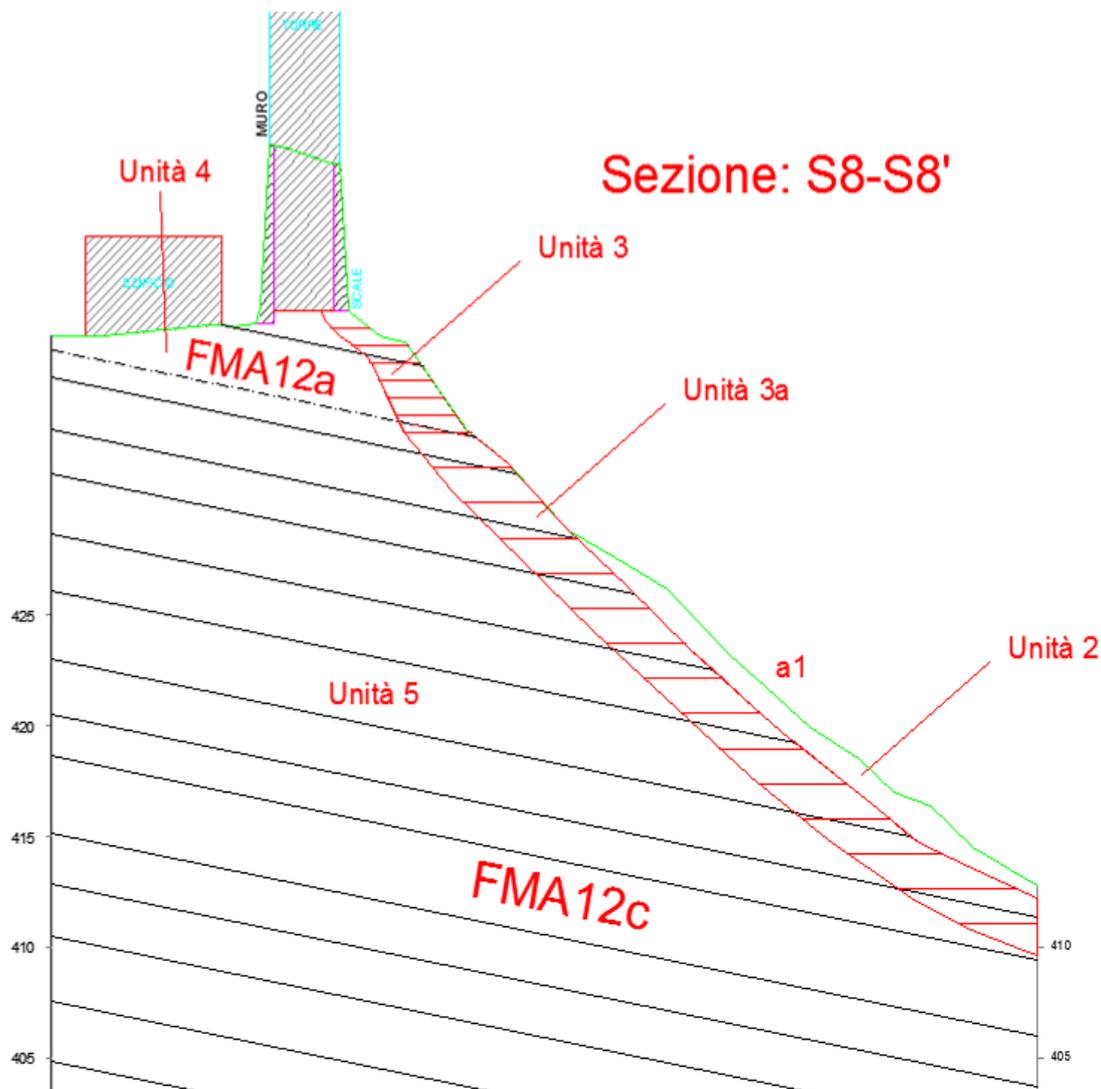
Unità 3 (FMA12a alterata e decompressa): arenarie nocciola-biancastre e marne argillose di colore grigio-azzurro o plumbeo, fratturate e alterate, riferibili alla porzione corticale allentata e alterata della formazione di substrato, con spessore stimato in 2÷3 m;

Unità 3a (FMA12c alterata e decompressa): marne argillose di colore grigio-nocciola e arenarie nocciola-biancastre, fratturate e alterate, riferibili alla porzione corticale allentata e alterata della formazione di substrato, con spessore stimato in 2÷3 m;

Unità 4 (FMA12a): arenarie medie e grossolane di colore grigio-giallastre, poco cementate, alternate a subordinate marne argillose di colore grigio-piombo o bluastre;

Unità 5 (FMA12c): alternanza di argilliti marnose prevalenti, di colore da grigio, grigio bluastro a grigio piombo, con passaggi di arenarie fini limose grigio-chiare, e sporadici orizzonti arenitici, debolmente cementati, di colore grigio.

A nord ovest della Torre Civica l'unità 1 è assente.



3) FINALITA'

Gli interventi in progetto sono necessari per realizzare delle opere di consolidamento del versante e dei paramenti della Torre Civica e la bonifica dei luoghi, compresa la captazione delle acque reflue di origine meteorica raccolte sulla piazza e sui garage, che attualmente si disperdono lungo la scarpata con evidenti effetti negativi sulla nicchia, essendo causa di arretramenti retrogressivi ed accelerazioni in negativo sul degrado dei materiali affioranti in parete. In particolare, le opere previste riguardano la realizzazione di chiodature e posa di reti metalliche lungo la scarpata al fine di impedire sfornellamenti e crolli di roccia ed incentivare la formazione di una copertura vegetale di protezione del terreno denudato ed evitare i fenomeni di degradazione causati dalla loro esposizione agli agenti esogeni. Previsti lavori di regimazione idrica superficiale e sistemi di allontanamento delle acque reflue e piovane dall'area in dissesto tramite tubi corrugati ed inviti morfologici (tipo fossi e scoli) verso la rete di raccolta esistente ed i sistemi di scolo superficiale consolidati (fossi e rii ai lati del dissesto verso l'esterno del perimetro di frana). Completamento delle opere di consolidamento dei muri in sasso sul lato a valle della Torre Civica e della scala d'accesso alla torre.

I terreni sono stati indagati tramite indagini indirette (sondaggio sismico passivo tipo HVSR) e dirette (sondaggi meccanici, stazioni di rilievo microstrutturale) sino a profondità di 20 metri per i sondaggi ed i 30 metri per il sondaggio sismico, utile per i fini di caratterizzazione sismica e geotecnica in quanto messo successivamente in relazione alla stratigrafia affiorante subito a valle della torre lungo la scarpata di frana, permettendo di caratterizzare univocamente i terreni di sottofondo.

4) CENNI DI TETTONICA

L'assetto tettonico dell'area è rappresentato da un sistema a pieghe e faglie a vergenza appenninica legate ai fronti compressivi affioranti qualche km più a nord est ed a sud ovest; sia le pieghe che le faglie presentano una continuità laterale limitata dell'ordine delle centinaia di metri o del chilometro a causa della loro intersezione col sistema disgiuntivo antiappenninico a carattere prevalentemente trascorrente e/o di svincolo cinematico per la diversa velocità di spostamento verso l'avampaese o di resistenza all'avanzamento dei singoli elementi tettonici.

I lineamenti tettonici disgiuntivi trasversali sono dotati di una minore continuità laterale, ad indicare che queste strutture trasversali alla catena hanno più che altro origine per svincolo cinematico delle strutture principali appenniniche (vedi Tav. 2), mentre queste ultime hanno attualmente una continuità laterale di decine di km, seppure suddivise in segmenti relativamente limitati. Questi sistemi sono la causa principale della fratturazione, alterazione e delle dislocazioni rilevate nel substrato formazionale, come peraltro si evince dagli esiti del rilevamento strutturale. Il carattere cinematico generale è compressivo, con vergenza prevalentemente appenninica verso l'avampaese ed in minor misura retrovergente; si tratta di faglie inverse appenniniche con orientamento conforme al carattere regionale (NO – SE) con piano di scorrimento ad alto angolo, generalmente maggiore di 60°-70°.

L'aspetto caratteristico "a dente di sega" dei livelli arenacei non è ben rappresentato in loco, in quanto non molto cementati e la sua formazione è limitata agli intervalli più tenaci e non a tutta l'arenaria, così da essere mascherata dalla sembianza più "morbida" dovuta alla poca consistenza dell'interstrato arenitico poco cementato.

5) CENNI SUI MATERIALI LAPIDEI COSTITUENTI LA TORRE CIVICA

I materiali lapidei costituenti le murature del paramento e della Torre Civica provengono direttamente dal posto, dove affiorano diffusamente lungo la scarpata a valle della torre (tipo 1), mentre tutti gli altri materiali provengono da aree ubicate ad una decina di km da Montecodruzzo (Farneto - tipo 6, Strigara – tipo 2 e 4, Monteaguzzo – tipo 3). Per i laterizi (tipo 5) non sono necessarie in questa sede considerazioni alcune.

Vengono di seguito elencati i materiali con l'indicazione litologica e l'origine geologica ed indicate visivamente nelle foto allegate:

-  1) Arenarie giallastre ben cementate provenienti dal membro arenaceo della Formazione Marnoso arenacea tortoniana (frammenti di strato e/o "cogoli"), affiorante in loco (foto 1);
-  2) Calcarenite biancastra fine e finissima (Formazione di Monte Morello o Alberese) proveniente da aree limitrofe (distanti oltre 10 km) (foto 2);
-  3) Calcarea presumibilmente stromatolitico, biancastro o grigio, simile litologicamente al travertino (probabile appartenenza al Calcarea di base della Formazione Gessoso solfifera) (foto 1);
-  4) Calcarea laminato a stratificazione incrociata o ondulata, brecce calcaree, biancastre o grigie, (Calcari di San Marino) (foto 1 e 4);
-  5) Laterizi (foto 1).
-  6) Arenarie e breccie marroncine o giallastre (Formazione delle Argille Azzurre, Membro arenaceo di Borello) (foto 3)

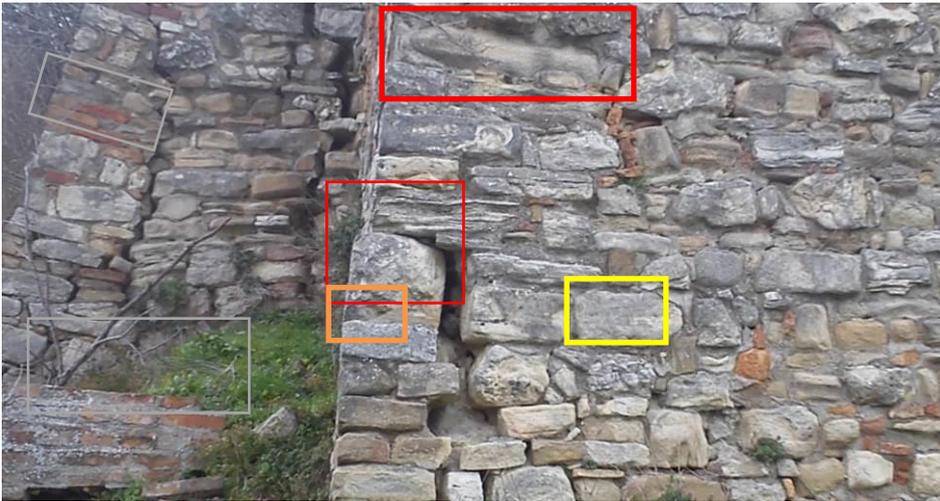


Foto 1



Foto 2



Foto 3



Foto 4

6) STATO DI FATTO

La situazione dei luoghi è ben nota, in quanto studiata a più riprese negli ultimi 25 anni sia dal geologo scrivente che da studi tecnici e colleghi; grazie alla disamina effettuabile direttamente negli estesi affioramenti rocciosi che formano la scarpata della nicchia di distacco del dissesto gravitativo, è sempre possibile verificare in sito e tramite visione diretta le informazioni ottenute dalle campagne geognostiche. Gli studi eseguiti a partire dal 1992 sino alla scorsa estate hanno permesso di definire caratteristiche e spessori del substrato roccioso alterato e fratturato e della coltre detritica di copertura del substrato roccioso in posto presente a luoghi lungo la scarpata.

La stratificazione è disposta a franapoggio meno inclinato del pendio con una lieve componente a traversopoggio (non stabilizzante), poiché la direzione degli strati immerge verso valle con una pendenza di circa 10° formando un angolo di pochi gradi con la direzione principale della nicchia, diversa da punto a punto in quanto di forma arcuata. I richiami esercitati dall'arretramento del ciglio della nicchia rocciosa sono solo marginalmente incentivati dall'assetto strutturale della stratificazione rocciosa. La torre poggia praticamente sempre su roccia, così come le abitazioni a ridosso della nicchia su piazza Ferretta, a parte il pavé tra la torre ed i garage che poggia su del materiale detritico di riporto; l'alterazione ed il detensionamento dell'ammasso formazionale esposto in parete, avvenuto nel tempo a causa dell'erosione ed alterazione lungo la scarpata per l'interazione tra la roccia al di sotto delle strutture antropiche e le acque di origine meteorica, ha causato il deterioramento del terreno di sottofondo su cui agisce il bulbo delle pressioni di carico delle strutture, dovuto all'umidità ed essiccamento dell'acqua nella zona vadosa, gelo e disgelo nelle stagioni fredde, con il conseguente aumento della fratturazione, scadimento dei parametri geotecnici del *bed rock* e perdita di capacità portante del basamento.

La finalità degli interventi è di consolidare la nicchia di distacco e la scarpata sottostante tramite chiodature ammorsate quasi completamente all'interno del *bed rock* sismico, ad esclusione dell'ultimo metro circa, che sarà messo a dimora in parte nella roccia detensionata ed alterata. Le funi di acciaio collegate alle chiodature dovranno mantenere le reti metalliche aderenti alla parete al fine di contenere i piccoli crolli di roccia responsabili di denudare altra roccia fresca ed incentivarne l'alterazione ed il decadimento fisico dei terreni. Di fondamentale importanza modificare la pendenza della piazza, che attualmente scarica le acque cadute su di essa verso la nicchia, oltre alla raccolta dai pluviali dei garage delle acque piovute su di essi ed attualmente veicolate sempre verso la nicchia. La maggior parte delle acque reflue e piovane raccolte nell'area a ridosso della piazza e della torre saranno veicolate verso le reti di raccolta esistenti. Poiché le acque precipitate direttamente sulla scarpata potranno circolare

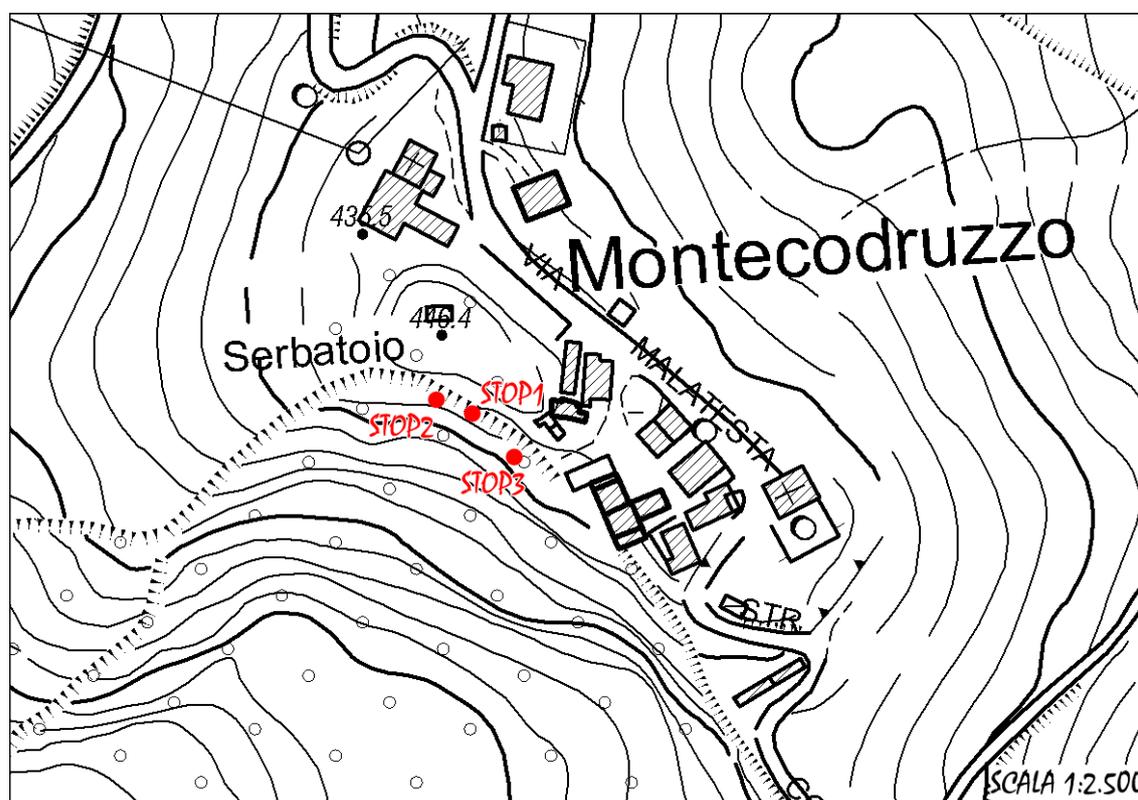
esclusivamente nell'area in frana, prevista la protezione della nicchia di distacco con biostuoia in cocco o in iuta solidale con la rete metallica e semina di essenze erbacee. Esternamente all'area in frana coperta dalla rete metallica, potrà rendersi necessaria la realizzazione di piccoli fossi di raccolta e scolo acque per allontanarle dall'area in dissesto cercando punti idonei per veicolare le acque reflue al di fuori del perimetro di frana.

5.1) RILEVAMENTO GEOLOGICO IN SITO

È stato svolto il rilevamento geologico, idrogeologico e geomorfologico in sito per la disamina della parte di versante interessata dai dissesti per la quale sono previsti gli interventi di consolidamento in progetto.

La cartografia geologica in scala 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna è stata approfondita grazie al rilevamento effettuato a partire dai sopralluoghi compiuti in diverse occasioni a partire dal 1996. Più precisamente, sono stati eseguiti i rilievi geologici, geomorfologici ed idrogeologici nel 1999, 2006 e 2016 da Geologi del Servizio scrivente.

Sono state realizzate n. 3 stazioni strutturali geomeccaniche su aree di circa 1 m² descrittive e di analisi degli affioramenti rinvenuti con raccolta dei dati relativi alla fratturazione dell'ammasso e alle condizioni di resistenza dei giunti.



5.2) INDAGINI IN SITO

Nel dicembre 1997 è stato realizzato un sondaggio a carotaggio continuo profondo 15 metri con prelievo di n. 2 campioni, (raccolti a -5 m e -14,35 m dal p.c.).

Nel giugno 2016 è stata eseguita una campagna geognostica in sito volta sia a caratterizzare dal punto di vista stratigrafico i terreni in sito, sia all'installazione di monitoraggio geotecnico.

Sono stati eseguiti:

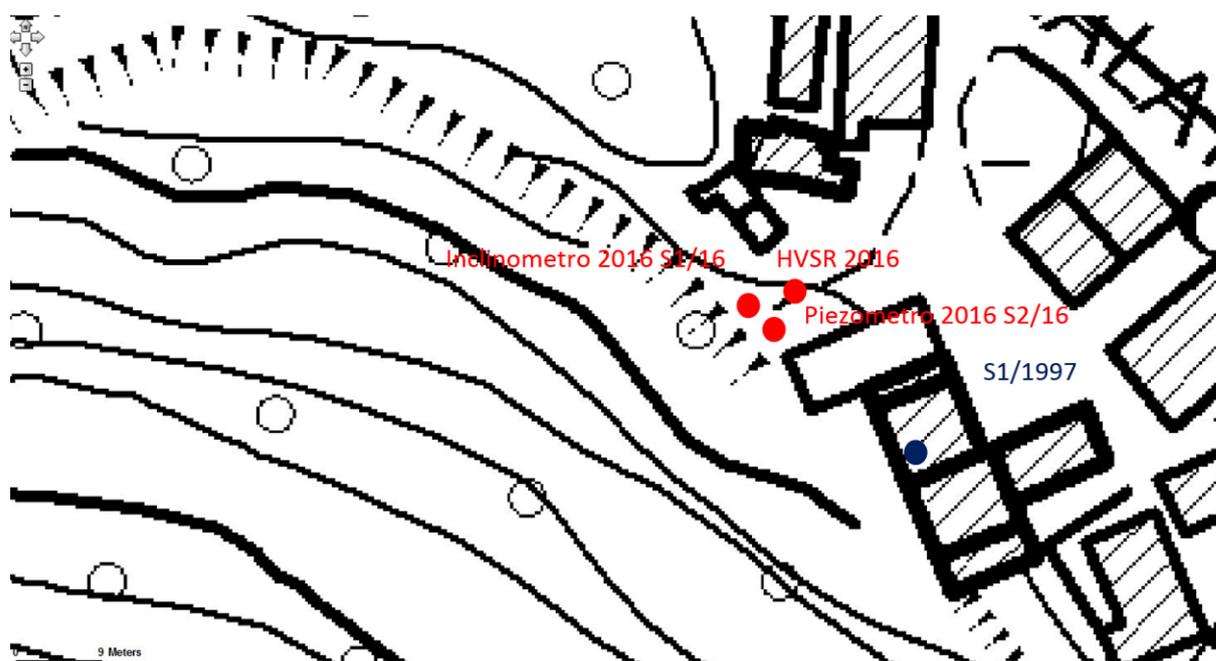
- n.1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo (S1) spinto sino a 20,00 m dal p.c., con installazione di tubo inclinometrico;

- n.1 sondaggio a distruzione (S2) sino alla profondità di 15 m da p.c., eseguito a ridosso di S1, con posa di tubo piezometrico tipo Norton, per il monitoraggio della eventuale presenza di falda freatica effimera (a seguito della sua installazione, non è mai stata riscontrata la presenza di acqua al suo interno). Il piezometro, costituito da tubo in PVC $\varnothing = 2''$, presenta un tratto fenestrato da -3.00 m a -15.00 da p.c., risultando invece cieco nei primi 3 metri di profondità.

- esecuzione di n.1 misura di rumore ambientale mediante sismica passiva (tipo H/V o HVSR), con tromografo digitale e finestra di registrazione pari a 20 minuti.

Nel corso di esecuzione del sondaggio geognostico (S1/2016) a carotaggio continuo sono state eseguite n.3 prove in foro di tipo *Standard Penetration Test* tutte sopraggiunte a rifiuto. Inoltre, sono stati prelevati alcuni spezzoni lapidei dalle carote prelevate in S1/2016, dai quali sono stati ottenuti una serie di provini sottoposti a prove di Point Load direttamente in sito.

Dal materiale recuperato in cassetta mediante le attività di carotaggio continuo sono stati prelevati n.4 spezzoni di materiale lapido, costituito prevalentemente da marne argillose, su cui sono state successivamente effettuate le prove di laboratorio geomeccanico.



5.3) INDAGINI IDROGEOLOGICHE, IDRAULICHE

Non sono state effettuate indagini specifiche di questo tipo. Tuttavia, dai sondaggi e dalle indagini pregresse, assieme ai sopralluoghi effettuati a più riprese anche durante eventi pluviali in atto, si è potuto acquisire informazioni sui flussi idrici superficiali e sotterranei. In particolare:

- allo stato attuale le acque raccolte dai garage vengono rilasciate direttamente al ciglio della scarpata di frana, incentivando gli spostamenti di terreno verso valle e gli arretramenti del ciglio superiore della scarpata a monte;

- parte delle acque che cadono su Piazzetta Ferretta si dirigono verso la scarpata di frana;

- le acque dei pluviali del ristorante e dell'abitazione a sud est di esso non scaricano sulla scarpata instabile, ma verso le reti esistenti che veicolano i reflui verso la viabilità di accesso al paese;

- la falda è assente nei primi 10 (S1 1997) – 15 (S1 2016) metri di roccia; presente una falda effimera durante eventi pluviometrici intensi e persistenti (a profondità comprese tra -10 e -15 metri dal p.c. di Piazzetta Ferretta, che si scarica in poco tempo al loro termine, come si evince dalla quasi costante assenza di acque all'interno del piezometro; la falda effimera ha carica e scarica del livello freatico veloce dovuto alla fratturazione dell'ammasso roccioso (permeabilità secondaria);

- Presente un pozzo con acqua a tergo della Torre Civica, ma sembra essere un serbatoio e non un indicatore della quota della eventuale falda.

Le acque di falda e di infiltrazione non sembrano avere effetti rilevanti sulla stabilità dei luoghi, ma i problemi principali di dissesto ed erosione regressiva sulla scarpata sembrano dovuti principalmente alle acque reflue incontrollate, anche alla luce di quanto si osserva nelle aree già sistemate alcuni anni or sono a valle del ristorante, caratterizzate dall'assenza di cedimenti se non ai confini con le proprietà altrui dove le acque scorrono in maniera incontrollata.

7) INTERFERENZE COL SISTEMA IDROGEOLOGICO

La falda idrica, come già accennato in precedenza, è assente, perlomeno nei periodi siccitosi e fino alle profondità indagate, se non durante eventi pluviometrici particolarmente persistenti. L'origine del dissesto sembra essere stato causato dall'arrivo di acque d'infiltrazione dalle superfici impermeabilizzate (Piazzetta Ferretta, tettoie dei garage e viabilità circostante) e da quelle precipitate a ridosso della nicchia di distacco e da essa richiamate a causa delle quote inferiori e dall'orientamento delle superfici a monte della scarpata, che immergono verso di essa.

La realizzazione delle opere in progetto (modifiche nelle pendenze della piazza e sistemi di captazione ed allontanamento in direzione opposta alla nicchia, chiodature e reti metalliche sulla scarpata) non interferiscono nell'assetto dei naturali equilibri geologici ed idrogeologici non determinando, di conseguenza, instabilità negli assetti idrologici superficiali e sotterranei; non esiste, pertanto, la possibilità di interferire con questi elementi superficiali né tanto meno profondi, di qualsiasi rango.

L'inserimento delle opere in questo contesto non altera i preesistenti aspetti geomorfologici dell'area, se non in senso migliorativo.

Per la realizzazione delle chiodature, non verranno effettuati degli scavi in quanto la perforatrice non necessita di particolari sistemi di sostegno poiché tenuta a mano dalle maestranze; le barre saranno rese solidali con la roccia circostante tramite boiaccia di cemento, quindi il foro realizzato per la loro posa verrà reso, in questa maniera, impermeabile. La posa della rete metallica e delle stuoie avrà una funzione di rallentamento sulle acque percolanti ed rallenterà i flussi diminuendo erosione ed asportazione della parte superficiale di terra e roccia, soggetta, di conseguenza, ad una rinaturalizzazione con la formazione di suolo a protezione della roccia in posto.

Per quanto riguarda le acque superficiali, verificate le direzioni di flusso dei fluidi di origine meteorica raccolti sulle superfici impermeabilizzate (viabilità, tettoie, ecc.) e l'andamento entro le reti di raccolta delle acque bianche e nere che siano a tenuta, sarà evitata qualsiasi dispersione idrica ed infiltrazione incontrollata. Queste verifiche sono condizione obbligatoria prima di procedere alla realizzazione di qualsiasi intervento, per scongiurare il rischio di avere dispersioni incontrollate sulla scarpata interessata dal dissesto in oggetto o all'interno del terreno, il cui effetto sarebbe quello di mantenere in equilibrio precario il materiale sciolto o la roccia alterata e detensionata che attualmente copre il substrato roccioso a monte del ciglio superiore della scarpata. Trattandosi di un'area perimetrata all'interno del Piano Stralcio dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli, oltretutto per garantire efficacia a qualsiasi intervento di sistemazione e bonifica, è condizione *sine qua non* assicurarsi la totale assenza di dispersioni incontrollate e la raccolta ed allontanamento presso le reti esistenti o al di fuori dell'area instabile delle acque di qualsiasi origine.

7) CONSIDERAZIONI SUI TERRENI IN PROSSIMITÀ DELLA TORRE CIVICA

Le valutazioni contenute in questo paragrafo, sono state eseguite a seguito dell'esigenza di avere indicazioni necessarie all'esecuzione delle opere in un'area in parte interessata da fenomeni d'instabilità, ma soprattutto per la possibilità d'incontrare ordigni bellici della seconda guerra mondiale. La normativa vigente inserisce l'area in un perimetro delimitato dal Genio Militare per il rischio di ritrovamento di ordigni bellici in un'area particolarmente colpita durante gli eventi bellici del 1944. Di seguito. Le considerazioni di carattere geologico geomorfologico sui terreni presenti a ridosso della Torre Civica.

Innanzitutto, l'area della scarpata è soggetta ad arretramenti per erosione e cedimenti del substrato roccioso in posto, fratturato e detensionato dove esposto agli agenti atmosferici. Dalle analisi delle fotografie della torre risalenti al 1928, si nota la presenza di uno stradello a lato dell'ingresso nella parte bassa della torre. Poiché questo ora non vi è più, essendo franato alcune decine di anni or sono, se ne deduce che il substrato roccioso presente in posto durante i bombardamenti non sia più esistente, essendo franato e scivolato a valle. I rilievi da foto aerea della Regione, da cui la Carta Tecnica Regionale, indicano nel 1974-75 il ciglio superiore della scarpata ad oltre 5 metri dal muro perimetrale della torre, ad indicare un ulteriore arretramento della scarpata e la conseguente scomparsa del materiale roccioso che avrebbe dovuto interagire con la caduta degli ordigni. Per questo motivo, appare evidente che lungo la scarpata che limita il lato sudoccidentale del paese e che lambisce la torre, non possano essere presenti materiali residuali della seconda guerra mondiale, anche perché trattandosi di rocce assai tenaci, anche durante le stagioni piovose non sono soggette ad ammolamenti della roccia ed a risultare sempre e comunque rigide a sufficienza per permettere alle bombe di esplodere nell'impatto. Nel ripiano a ridosso della torre, essendo stato in parte rimosso e rimodellato, la eventuale presenza di un proiettile inesplosivo potrà essere verificato con un normale controllo radar o tramite altra prospezione su di un'area pianeggiante e facilmente accessibile, mentre la scarpata, molto acclive e difficilmente accessibile, potrà essere evitata dalle indagini per materiali bellici residuali, in quanto presenta roccia subaffiorante pressoché ovunque, è stata interessata da fenomeni di crollo ed erosione che hanno totalmente asportato i primi metri negli ultimi 70 anni. L'unica parte con una copertura detritica significativa, è stata messa in posto durante gli ultimi eventi meteorologici importanti (2012-2016), per cui anch'essi scevri dalla possibilità di contenere ordigni inesplosivi.

9) CONCLUSIONI

In passato (1995-7, 2006 e 2016) sono stati effettuati sopralluoghi e due campagne geognostiche per verificare lo stato dei luoghi al fine di stabilire come intervenire e quali misure adottare per i lavori di consolidamento dell'area a ridosso della nicchia di distacco a seguito dei problemi di dissesto idrogeologico dovuti all'arretramento della nicchia di distacco del dissesto idrogeologico di Montecodruzzo. Come da progetto si riassumono i punti salienti della presente relazione geologica:

- i problemi di dissesto idrogeologico ed arretramento del ciglio superiore della scarpata sono dovuti alla circolazione idrica superficiale incontrollata, sia dovuta alle acque raccolte sulle superfici impermeabilizzate, dai pluviali dei garage, che di quelle precipitate a monte della nicchia;
- la falda idrica sotterranea di progetto risulta assente all'interno del pacco di strati interessati dalle indagini dirette; la presenza temporanea di una eventuale falda effimera, presente solo a seguito di piogge persistenti, non interferirà con le opere in quanto ubicata a profondità superiori a quelle delle opere e non crea problemi di tenuta e stabilità, perlomeno nella parte alta e debole della scarpata;
- le opere previste strutturali (barre perforate di sostegno a funi e reti metalliche, modifiche morfologiche sulle superfici impermeabilizzate di Piazzetta Ferretta, batterie di micropali per il consolidamento del muro in sassi lato valle Torre Civica e della scala di accesso ad essa) ed

accessorie (sistemazione reti di scolo superficiali e sotterranee, raccolta acque reflue) non interferiranno sui naturali equilibri naturali, superficiali e profondi, se non in senso migliorativo;

- per le indagini necessarie alla ricerca di eventuali ordigni bellici inesplosi, nel ripiano a ridosso della torre, essendo stato in parte rimosso e rimodellato, la eventuale presenza di un proiettile inesplosivo potrà essere verificato con un normale controllo radar o tramite altra prospezione su di un'area pianeggiante e facilmente accessibile, mentre la scarpata, molto acclive e difficilmente accessibile, potrà essere evitata dalle indagini per materiali bellici residuali, in quanto presenta roccia subaffiorante pressoché ovunque, è stata interessata da fenomeni di crollo ed erosione che hanno totalmente asportato i primi metri negli ultimi 70 anni. L'unica parte con una copertura detritica significativa, è stata messa in posto durante gli ultimi eventi meteorologici importanti (2012-2016), per cui anch'essi scevri dalla possibilità di contenere ordigni inesplosivi.

Si esprime parere favorevole alla fattibilità delle opere previste come da progetto esecutivo.

REDATTA DAL GEOLOGO
Andrea Dott. Benini

TAVOLA 1: Corografia



TAVOLA 2: Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna

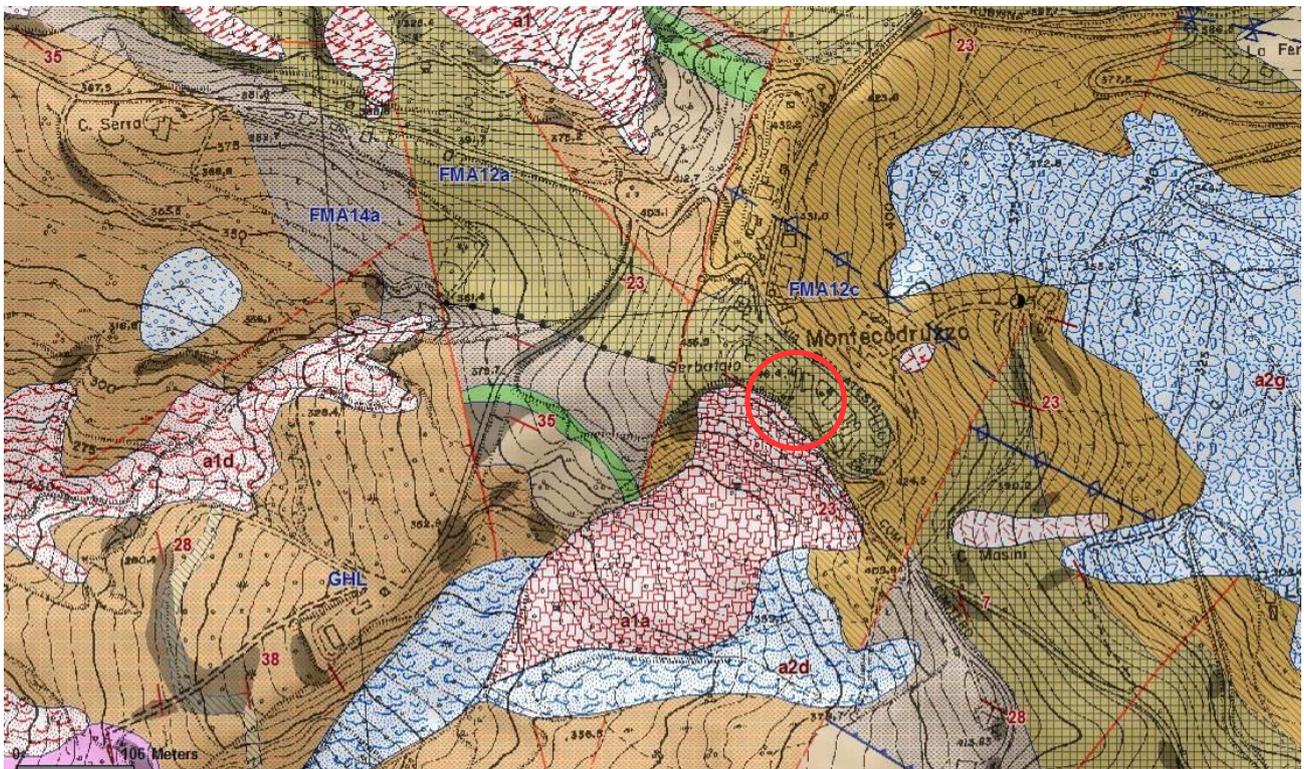


TAVOLA 3: Piano Stralcio per l'assetto idrogeologico

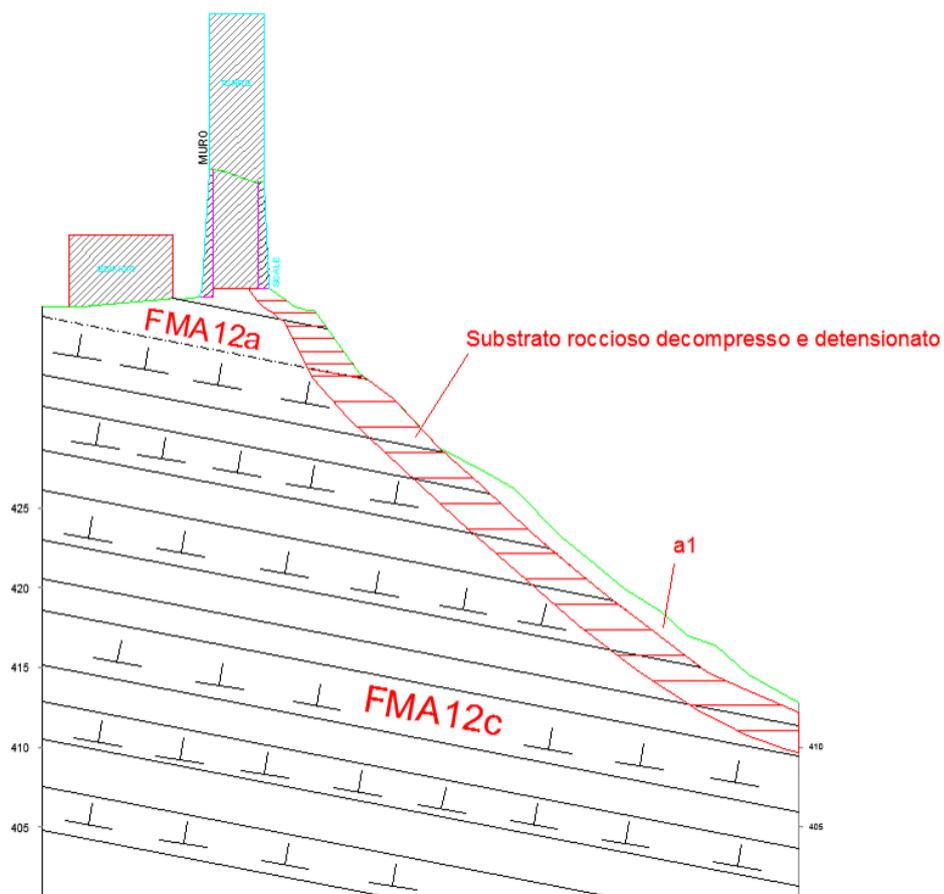
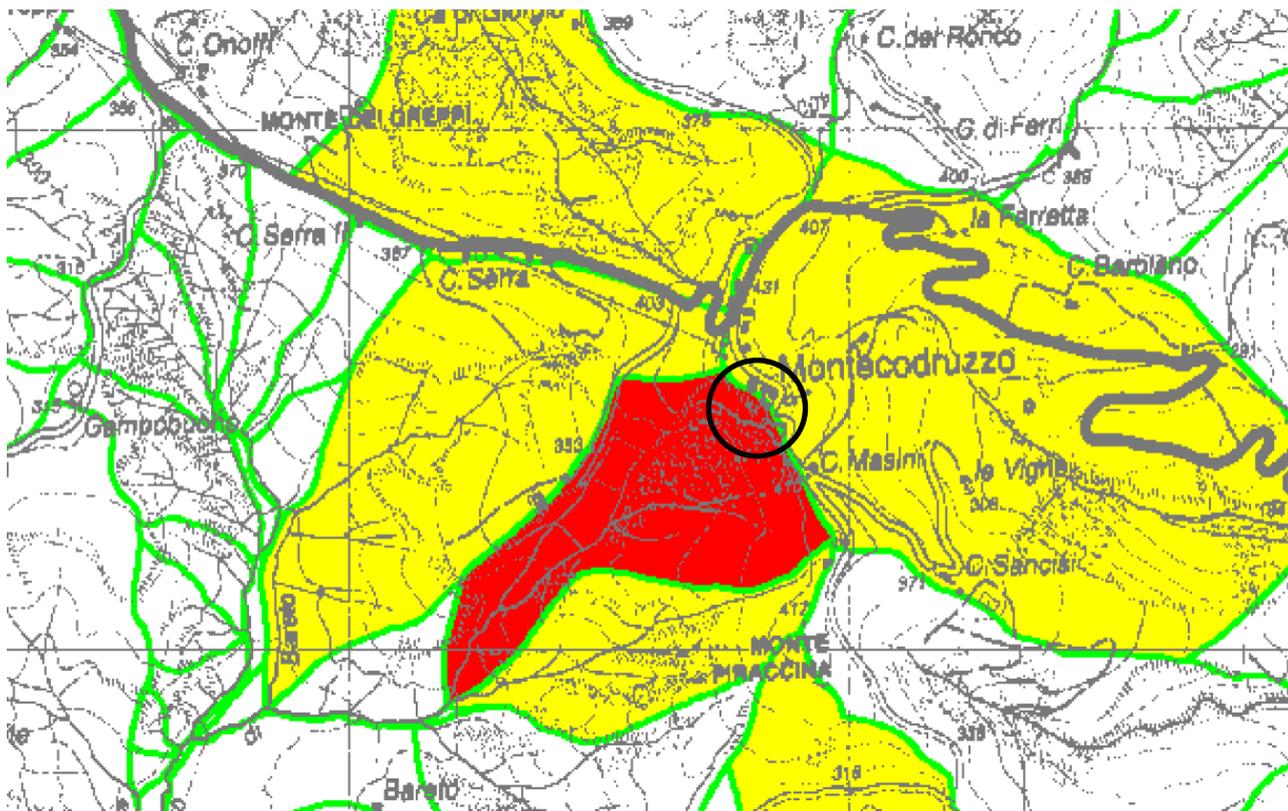


TAVOLA 4: Sezione geologica

TAVOLA 5: Carta geologica di dettaglio

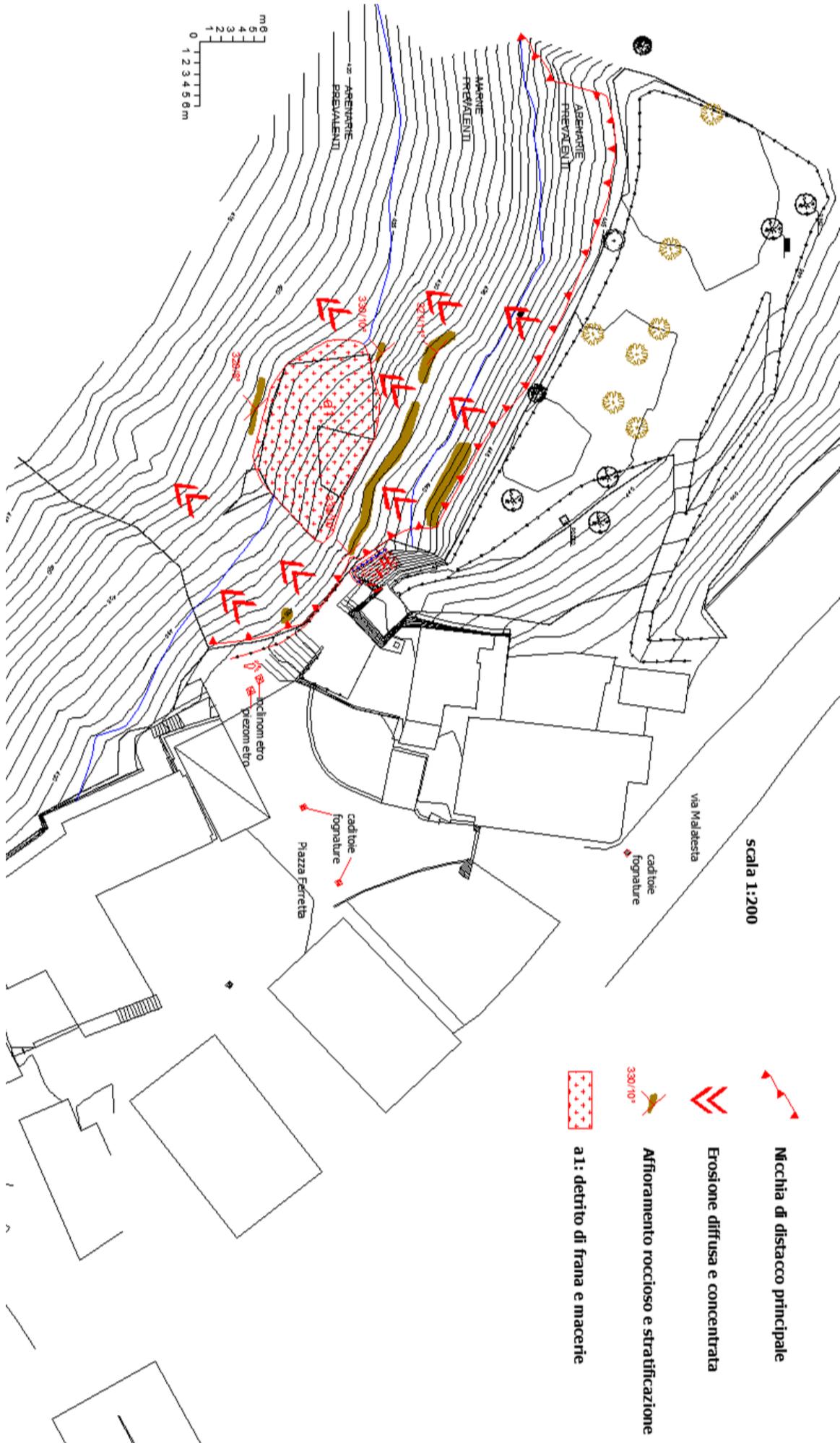


TAVOLA 6: HVSR

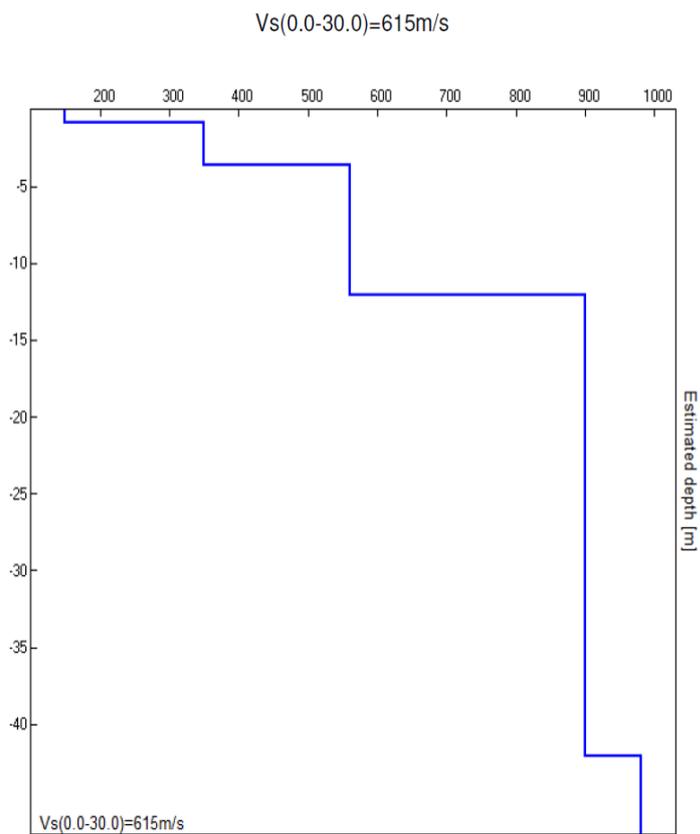


TAVOLA 8: Documentazione fotografica

