

REGIONE LAZIO
COMUNE DI CAVE
Città metropolitana di Roma Capitale



**LAVORI PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE IN DISSESTO
IDROGEOLOGICO IN LOCALITA' FOSSATO**

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE:

Comune di Cave
III Dipartimento - Ufficio Lavori pubblici

PROGETTISTI:



SIGECO ENGINEERING S.r.l.

IL DIRETTORE TECNICO:
Ing. Antonino ALVARO



IL RESP. DEL PROCEDIMENTO



SCALA 1:200

DATA: Aprile 2021

Via Gaspare Spontini n.5 20131 Milano

Relazione Tecnica Generale - Q E

ELABORATO

01

VISTO:

EMISSIONE		REVISIONE	
N°	DATA	N°	DATA

INDICE

1	PREMESSE	2
2	CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI	3
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
3.1	Estratto cartografico su base C.T.R.	8
3.2	Estratto di mappa catastale	9
3.3	Inserimento su Ortofoto	10
3.4	Vincoli.....	11
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	16
5	INTERVENTI PROGRAMMATI	19
6	CONCLUSIONI	27
7	QUADRO ECONOMICO	27

1 PREMESSE

La presente relazione fa parte del progetto definitivo relativo ai "LAVORI PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE IN DISSESTO IDROGEOLOGICO IN LOCALITA' FOSSATO" nel comune di Cave (RM).

Si precisa che l'intervento consiste nella messa in sicurezza di un versante in dissesto idrogeologico in località Fossato, ubicato nelle immediatamente a valle di Via Cavour (strada regionale 155), nel Comune di Cave, provincia di Roma; in particolare le aree interessate dai necessari interventi di messa in sicurezza si sviluppano immediatamente a monte e a valle del parcheggio esistente, caratterizzato, ad oggi, da un degrado piuttosto accentuato causato sia da una carente raccolta delle acque reflue che dai dissesti che interessano l'area. Alla luce di tali considerazioni, gli interventi che ci si propone di realizzare, ad integrazione, completamento e riqualificazione di quanto già esistente nel parcheggio e nell'intorno dello stesso, consistono fondamentalmente nell'accurata regimentazione delle acque meteoriche e superficiali e nella realizzazione di opere di difesa del versante, mediante realizzazione di pali trivellati a consolidamento della parte finale del parcheggio stesso, e gabbioni in pietrame posizionati al piede del versante a monte; lo stato di degrado indotto dall'azione delle acque reflue, rende, inoltre, necessaria la riqualificazione di parte delle pavimentazioni. Si provvederà infine a realizzare opportune opere di mitigazione e ad utilizzare, ove possibile, materiali di origine locale.



Inquadramento dell'area di intervento su Ortofoto

A seguito di apposita procedura l'Ufficio lavori pubblici del comune di Cave, con comunicazione in data 30.09.2020 Prot. 10195, ha proceduto all'affidamento dell'incarico per la Progettazione definitiva ed esecutiva, Direzione lavori e Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione dell'intervento relativo ai "Lavori di messa in sicurezza del versante in dissesto idrogeologico in località Fossato" del Comune di Cave (RM) CIG 84398142D7 CUP J67H19002150001, alla SIGECO ENGINEERING SRL con sede legale in Milano e sede operativa a Cosenza.

Successivamente, stante l'urgenza di consentire nel più breve tempo possibile la messa in sicurezza del versante, si è proceduto ad un'accurata analisi dello stato dei luoghi e della documentazione tecnica e cartografica disponibile ed è stato dato l'avvio alla fase di progettazione definitiva.

2 CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI

Le soluzioni adottate, considerate le più idonee per risolvere in modo rapido e sicuro le problematiche riscontrate, si sviluppano sulla falsariga di quelle previste ed indicate nello Studio di fattibilità tecnico-economica predisposto dall'Ufficio, per ottenere, col budget a disposizione, la messa in sicurezza delle aree.

I criteri che hanno condotto ad adottare le scelte progettuali nel seguito descritte sono:

- migliori soluzioni tecnologiche (materiali durevoli ed integrabili);
- migliore soluzione per ottenere bassi impatti ambientali;
- migliore soluzione in relazione al contesto circostante;
- rispetto delle normative vigenti in materia;
- bassi costi di gestione;

I punti descritti, sono stati trattati scrupolosamente, tenendo conto di tutti quegli aspetti fondamentali per una progettazione (che comprende tutti gli elaborati grafici ed economici, sviluppati sulla base degli esiti, degli studi e delle indagini preventivamente eseguite), che garantisca la realizzazione di un'opera sicura, durevole ed efficiente oltre che integrabile con il contesto e, quindi, scarsamente impattante sullo stesso.

La progettazione degli interventi di mitigazione del rischio è stata condotta, come premesso, sulla base di un attento studio dell'area imperniato su sopralluoghi diretti e consultazione della documentazione disponibile, sullo studio delle indicazioni contenute nella relazione geologica scaturenti, a loro volta, da un'appropriata campagna di indagini geognostiche, nonché sulla base delle indicazioni presenti nel citato Studio di Fattibilità Tecnica ed Economica.

Le principali criticità riscontrabili nell'area interessano il versante che si estende fra la Strada

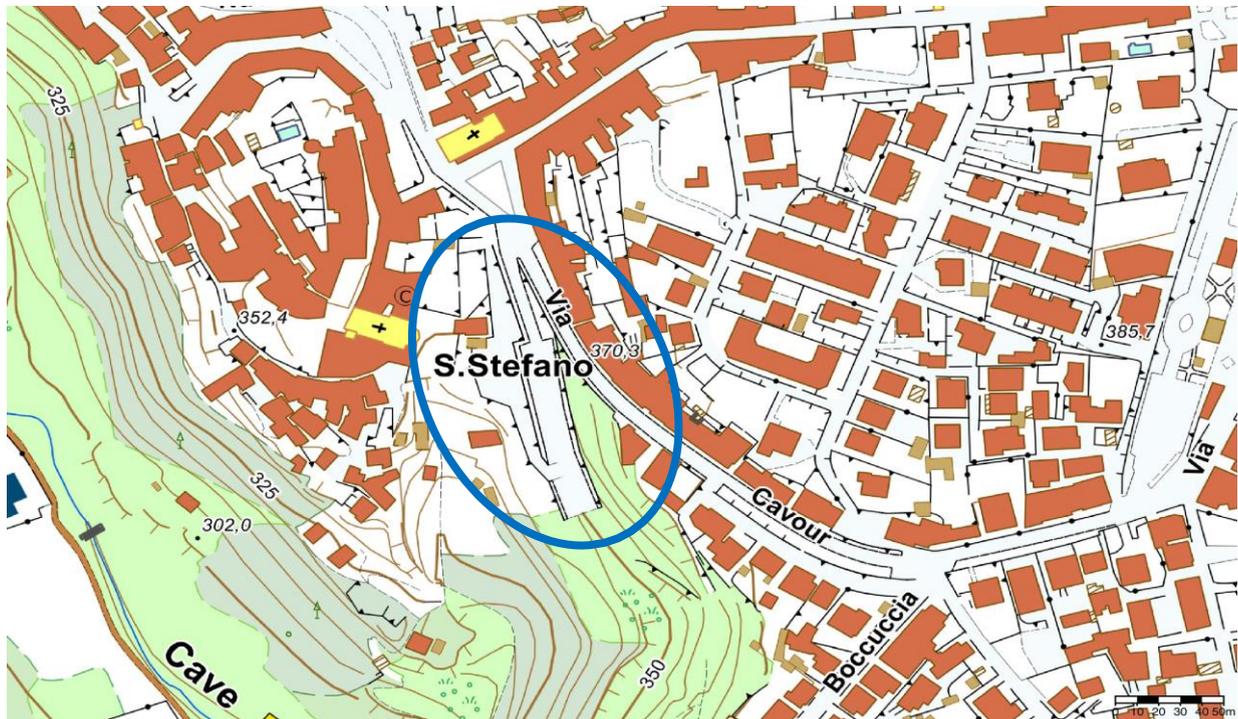
Regionale N.155 (Via Cavour) e la sottostante area, occupata, in gran parte, da una struttura adibita a parcheggio che, sul lato Nord si innesta sulla detta strada, mentre sul lato Sud non ha sbocchi; il salto di quota più rilevante fra via Cavour (335,90 metri) ed il sottostante parcheggio (314,10 metri) è di circa 22 metri complessivi, mentre il dislivello arriva a circa 28 metri se misurato alla base dell'ultimo piazzale del parcheggio. La pendenza del versante risulta essere molto elevata in quanto si aggira attorno al 90% nell'area di maggior dislivello.

Gli interventi previsti, in generale, prevedono:

1. la raccolta e la regimazione delle acque meteoriche nell'area del versante a monte del parcheggio, la raccolta delle acque di dilavamento del parcheggio stesso, il convogliamento delle acque raccolte ad un fosso posto a circa 125 metri in direzione Ovest;
2. la realizzazione di opere di difesa mediante la tecnica dei pali trivellati nella parte immediatamente a valle del parcheggio sui lati Sud ed Ovest dello stesso;
3. il prolungamento dei gabbioni già esistenti alla base del versante, per circa 18 metri, ad integrazione delle opere di difesa in terra rinforzata;
4. le opere di difesa poste nelle zone maggiormente interessate dai fenomeni di dissesto, immediatamente a valle dell'esistente parcheggio, in direzione Sud, vanno a delimitare un'area la cui sistemazione fornisce l'opportunità di creare un ampliamento dello stesso; l'ampliamento verrà pavimentato per permetterne la fruizione, così come si provvederà a rifare la pavimentazione in conglomerato bituminoso, ormai al limite del degrado tollerabile, sulla parte di parcheggio esistente;
5. la sistemazione con pavimentazione in misto granulare, per circa 125 metri, di una strada esistente a valle del parcheggio in quanto al di sotto di buona parte della stessa dovranno correre le tubazioni che scaricano le acque raccolte lungo il versante; la strada risulta essere tra l'altro funzionale al cantiere in quanto parte della stessa sarà percorsa dai mezzi d'opera per il raggiungimento dell'area collocata al piede delle opere di difesa.

3 STATO DI FATTO ED INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Gli interventi ricadono lungo il margine Ovest del centro urbano in località Fossato; come già detto l'area interessata si estende fra la Strada Provinciale N.155 che, in ambito urbano, prende, in quel tratto, il nome di Via Cavour, ed un'area adibita a parcheggio con ingresso verso Nord su via Cavour stessa.



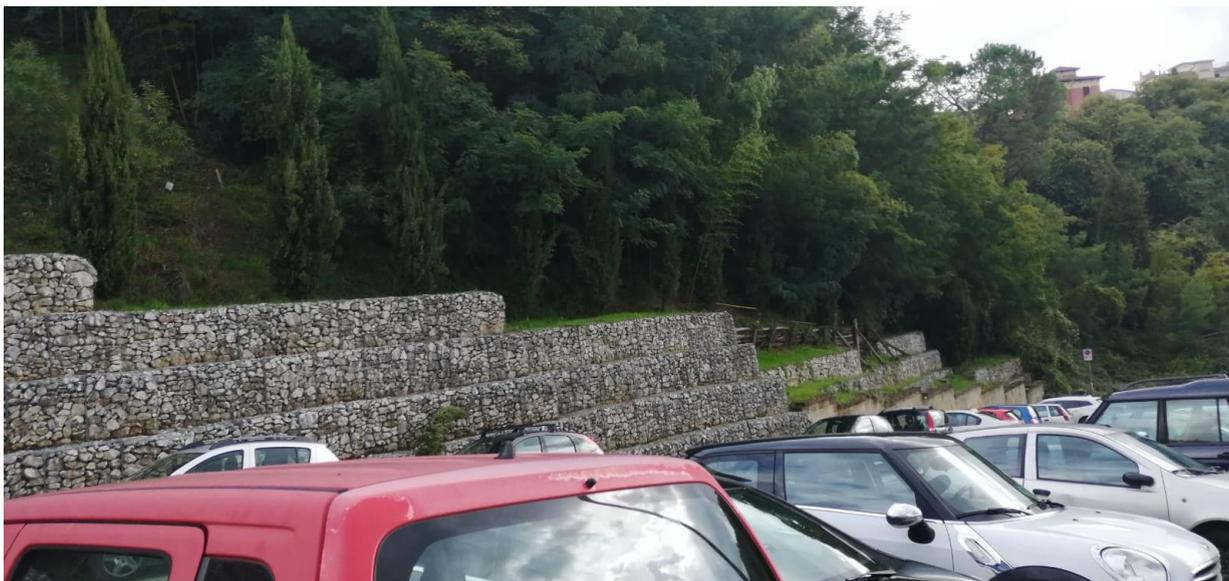
Inquadramento dell'area di intervento su CTR

Il versante così individuato ed interessato direttamente dal dissesto presenta una pendenza molto accentuata pari a circa il 90%, dovuta ad un salto di quota fra la strada provinciale ed il piede del piazzale sul lato Sud del parcheggio, di circa 28 metri, superati in poco più di 30 metri di distanza; la strada provinciale in questo tratto è, in buona parte, sottesa da un grosso muro di contenimento in blocchi di tufo.



VEDUTA DAL PARCHEGGIO VERSO IL VERSANTE E LA STRADA PROVINCIALE N.155

Immediatamente al di sotto del muro si sviluppa il versante di cui sopra che, nella parte adiacente al lato monte del parcheggio, è attualmente munito di lunghe e molteplici file di gabbioni in pietrae destinati al contenimento del piede;



Veduta dei gabbioni in pietrae posti al piede del versante

a valle dei gabbioni si trova, quindi, il parcheggio di cui sopra che, a Nord, si innesta sulla provinciale e si sviluppa complessivamente verso Sud su due piazzali, il primo dei quali di circa 94 metri di lunghezza e 16,5 di larghezza media, il secondo di circa 26 metri di lunghezza e 16 di larghezza. Il piazzale più grande si sviluppa da una quota di circa 331,90 metri, in corrispondenza dell’innesto su via Cavour, ad una quota di circa 314,10 metri nella sua parte più bassa verso il lato Sud; il piazzale più piccolo è collegato al primo da una strada in contropendenza rispetto a quest’ultimo, e si sviluppa, sul lato Ovest, ad una quota costante di circa 315,00 metri. La rampa di accesso al parcheggio è realizzata con una struttura in cls. armato, mentre il resto del parcheggio è realizzato su terrapieni, in parte naturali, in parte realizzati con terre rinforzate, come denotato dai sopralluoghi effettuati sul posto



Veduta della rampa di ingresso dalla parte bassa del parcheggio nella quale si possono notare anche le strutture di sostegno realizzate con la tecnica delle terre rinforzate

Immediatamente a valle del parcheggio, sul lato Ovest dello stesso, si sviluppa infine una stradina sterrata che si collega ad un'area edificata e dal quale si diparte un fosso che scarica le proprie acque nel Fosso Cave, collocato a valle del centro urbano, sul lato Ovest dello stesso. Detta stradina sarà percorsa in parte dalle tubazioni di scarico delle acque raccolte nel versante e sarà utilizzata, unitamente ad una pista di cantiere, anche per consentire ai mezzi d'opera il raggiungimento della base delle opere di difesa previste in progetto.

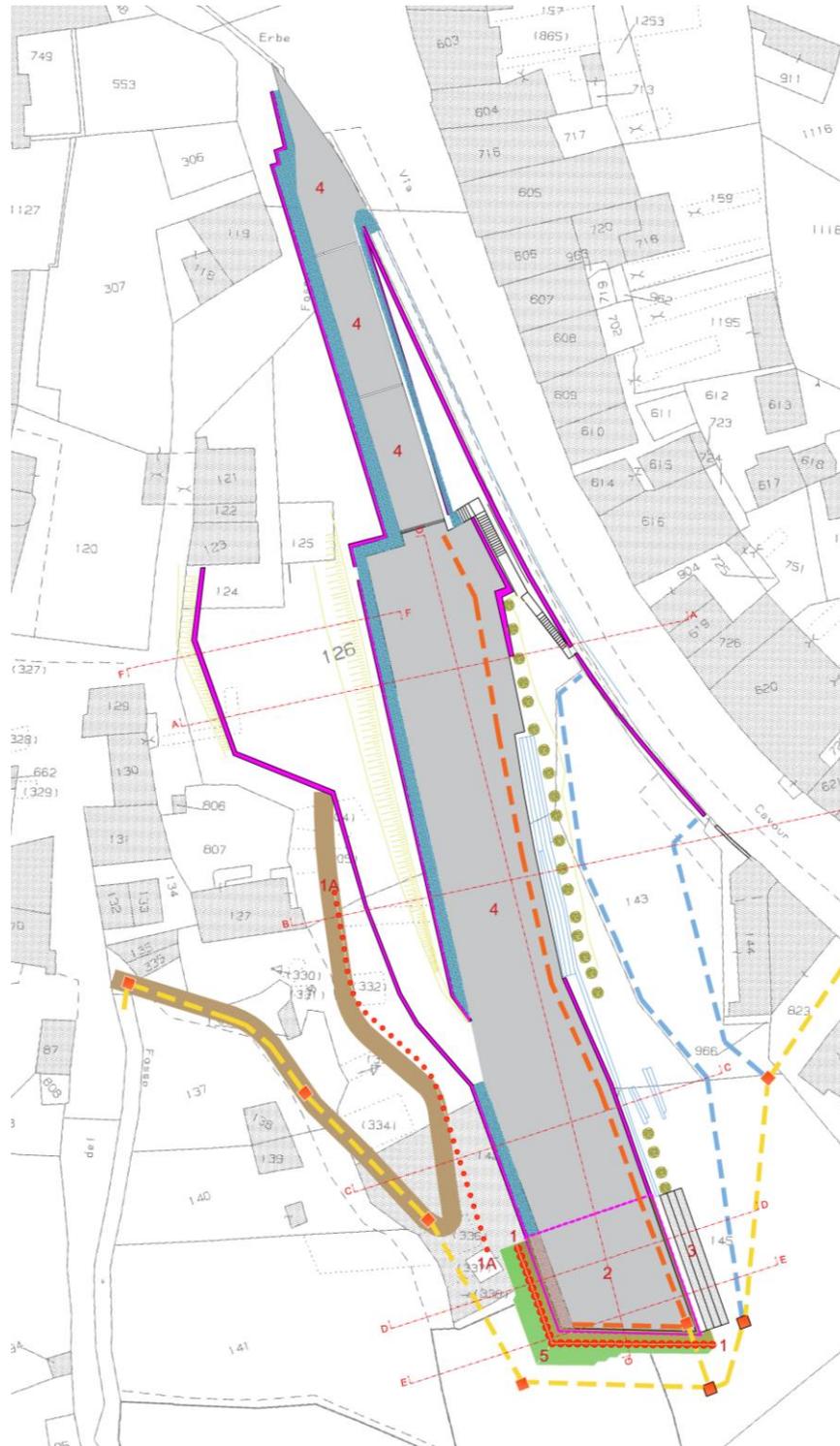
3.1 Estratto cartografico su base C.T.R. con rilievo planoaltimetrico

I tratti interessati dai lavori ricadono nell’elemento N.335163 della Carta Tecnica della Regione Lazio in scala 1:5000

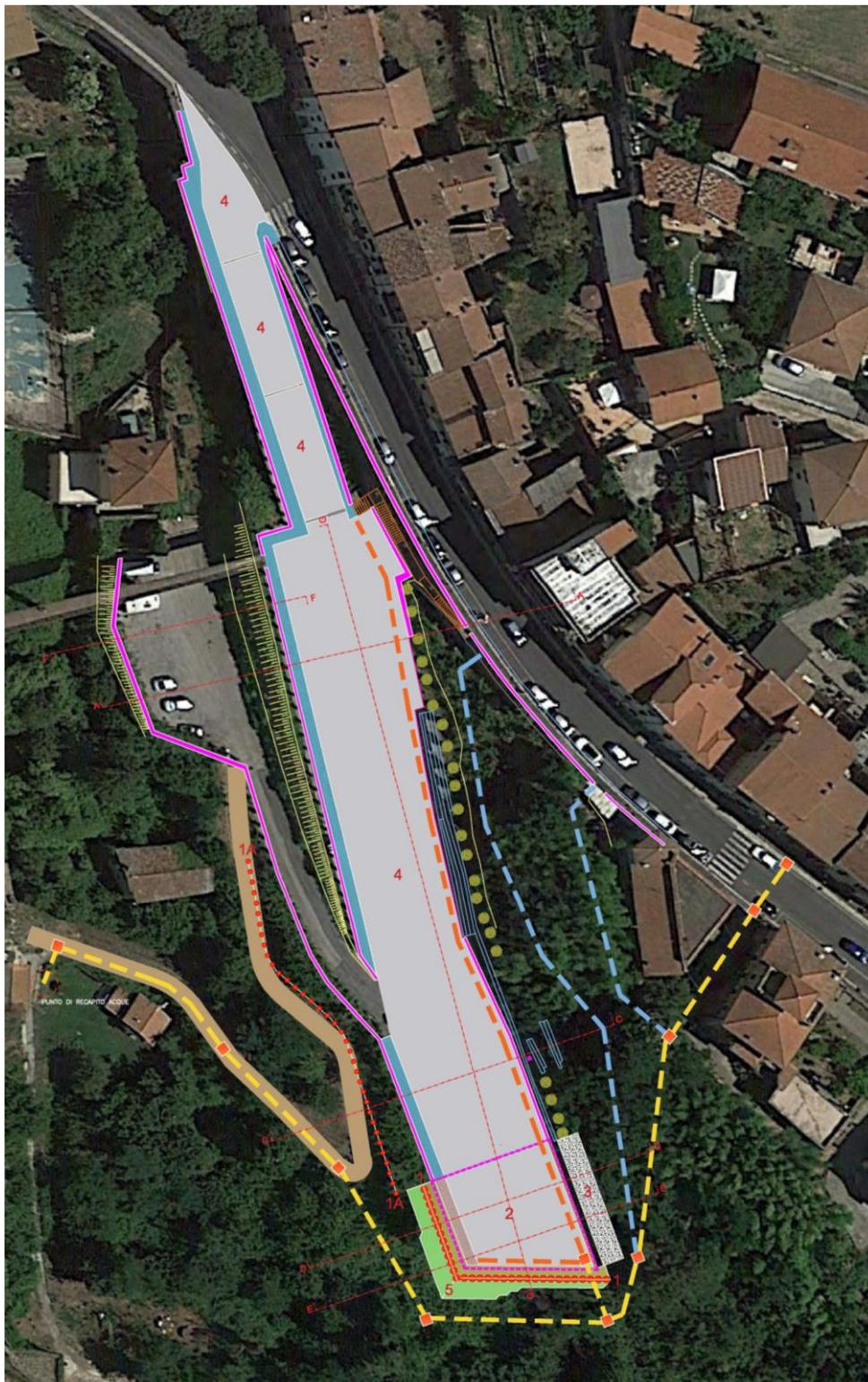


3.2 Estratto di mappa catastale

I tratti interessati dai lavori ricadono nei fogli 16 e 4 del Comune di Cave.

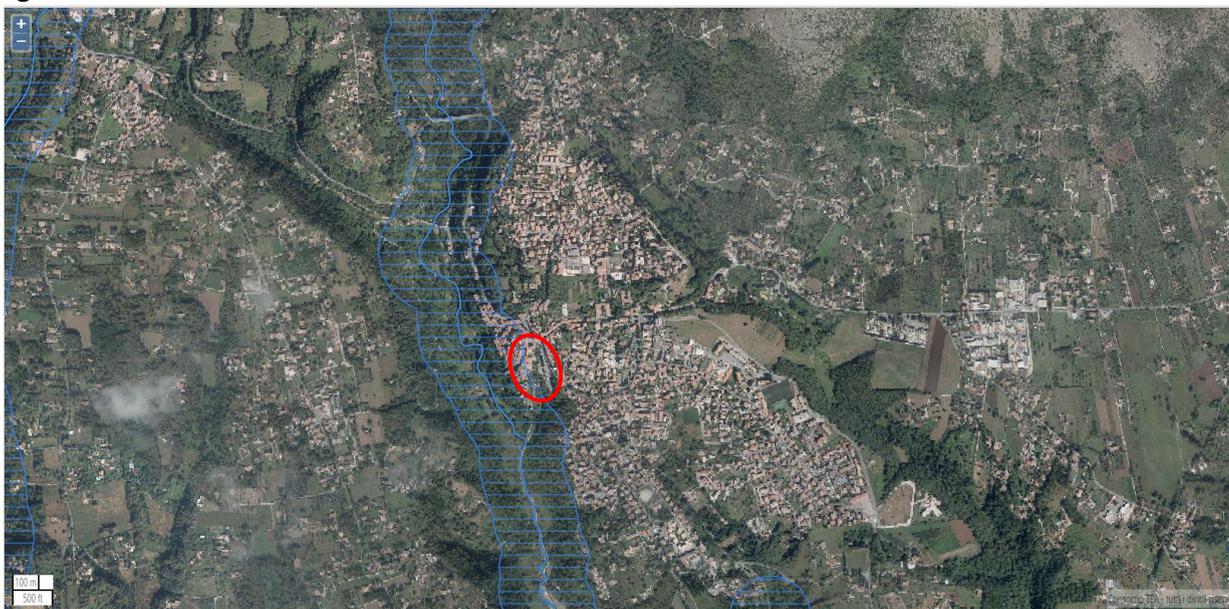


3.3 Inserimento su Ortofoto



3.4 Vincoli

Si riportano alcuni estratti significativi dal PTPR (Piano Territoriale Paesistico Regionale) in cui si confronta l’area di intervento con i principali vincoli che insistono sulle aree circostanti; si può notare come l’area di intervento ricada al di fuori degli stessi, eccezion fatta per i centri storici e la fascia di rispetto relativa, nonché per le aree boscate per le quali, comunque, è stata avviata, tramite apposita perizia, la procedura finalizzata ad evidenziare l’errata perimetrazione di dette aree e ad ottenere la dichiarazione di inesistenza di aree boscate, come si precisa meglio di seguito.

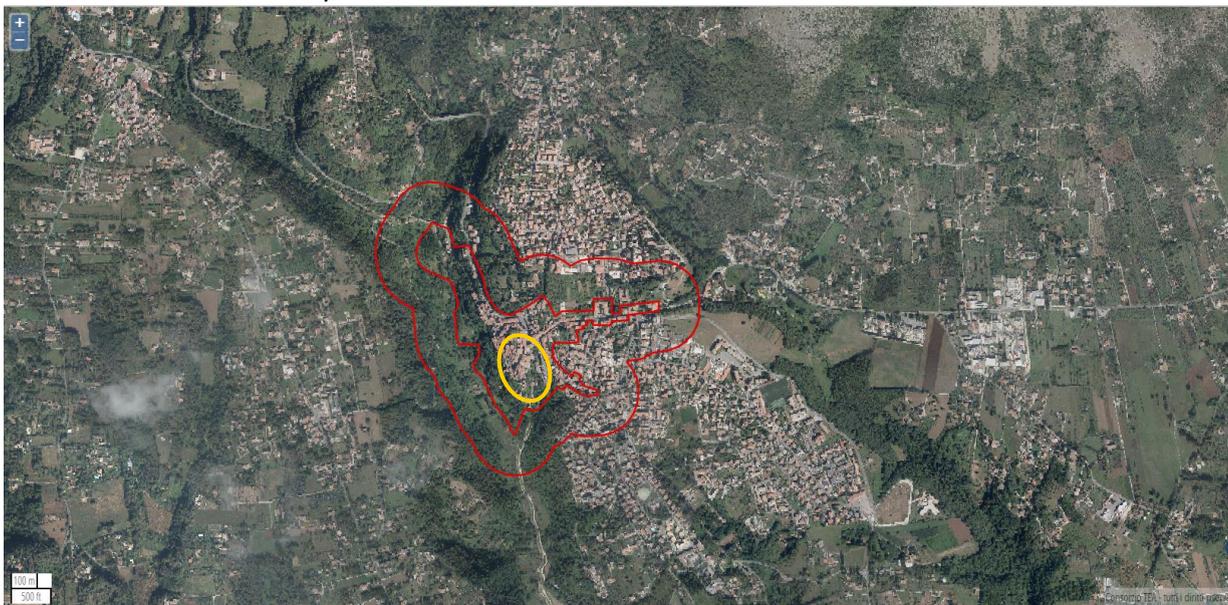


Estratto PTPR - Corsi d’acqua pubblici e fasce di rispetto
L’area di intervento ricade al di fuori della fascia di rispetto



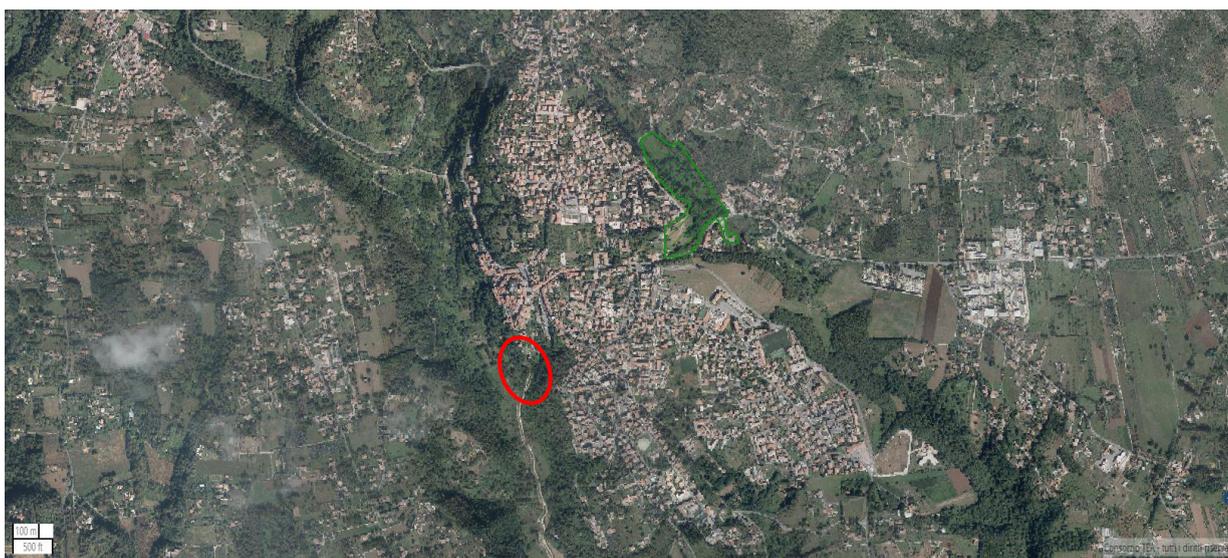
Estratto PTPR - Aree boscate (aree tutelate ex lege art.38 PTPR) (art.134 lett b Dlgs 42/2004)
L’area di intervento ricade parzialmente all’interno dell’area boscata

Come comunicato dall'ufficio tecnico del comune, relativamente al vincolo di area boscata è stata approvata con Det.Dir. III Dipartimento n.81/2021 pubblicata ed inviata alla Regione Lazio - Area Pianificazione Paesaggistica e di Area Vasta, la perizia redatta ai sensi dell'art.38 co.5 delle NTA del PTPR finalizzata ad evidenziare l'errata perimetrazione delle aree vincolate come rappresentate negli elaborati grafici del PTPR e la dichiarazione di inesistenza di aree boscate ai sensi dell'art.4 della LR 39/2002.



Estratto PTPR – Centri storici e fasce di rispetto

Aree tipizzate del PTPR art.43 (art.134 lett c D lgs 42/2004) + disciplina di tutela di cui all'art.29
L'area di intervento ricade all'interno della zona perimetrata come centro storico

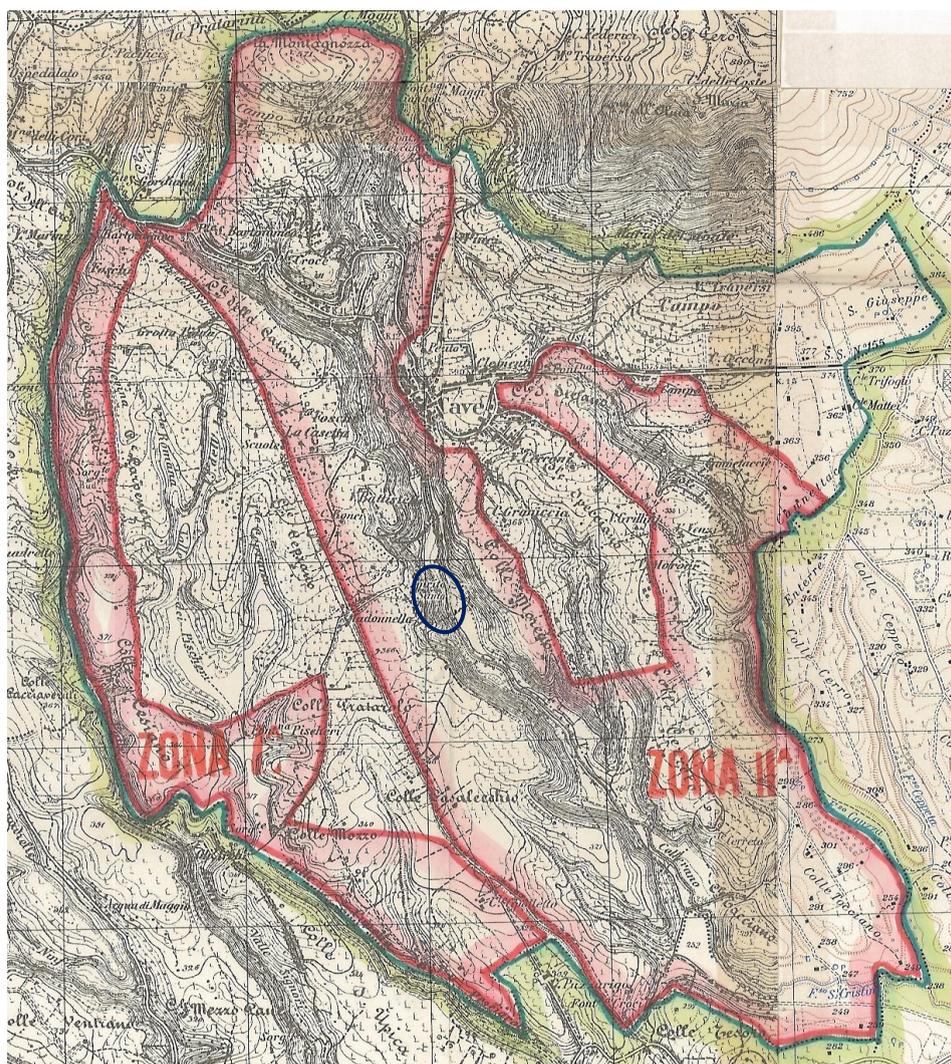


Estratto PTPR – Aree naturali protette

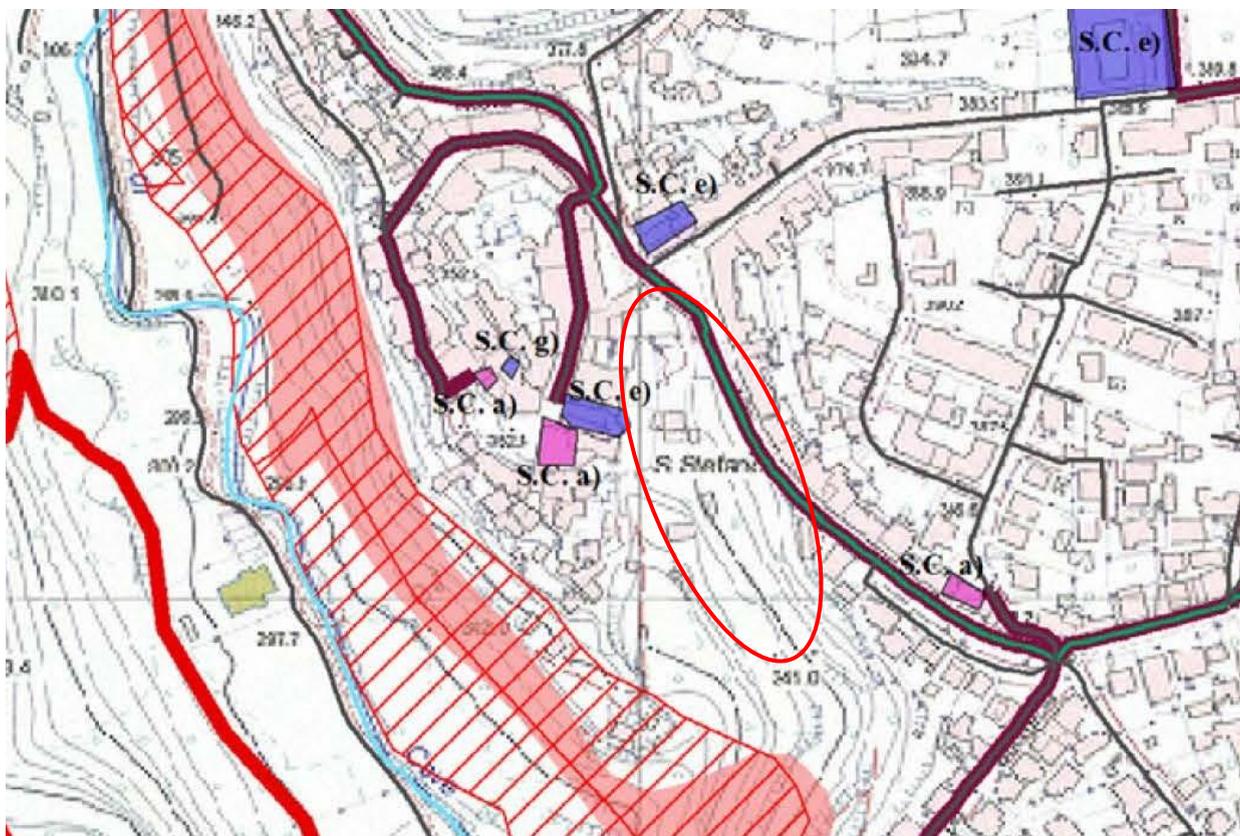
L'area di intervento ricade al di fuori delle aree naturali protette

In generale si può asserire che, relativamente alle procedure da attivarsi per l’acquisizione di eventuali pareri e nulla osta, ai sensi di quanto evidenziato ai punti A.15 e A.26 dell’Allegato A “Interventi ed opere in aree vincolate esclusi dall’autorizzazione paesaggistica” al DPR n.31/2007, gli interventi in progetto non risultano soggetti ad autorizzazione paesaggistica poiché compresi tra quelli elencati ai suddetti punti in quanto:

- comportano la realizzazione di interventi puntuali di ingegneria naturalistica diretti alla regimazione delle acque e alla conservazione del suolo con l’utilizzo di piante autoctone ed in combinazione con materiali inerti di origine locale o con materiali artificiali biodegradabili (A.26);
- comprendono interventi nel sottosuolo che non comportano la modifica della morfologia del terreno, che non incidono sugli assetti vegetazionali né riguardano la realizzazione di manufatti emergenti in soprasuolo (A.15).

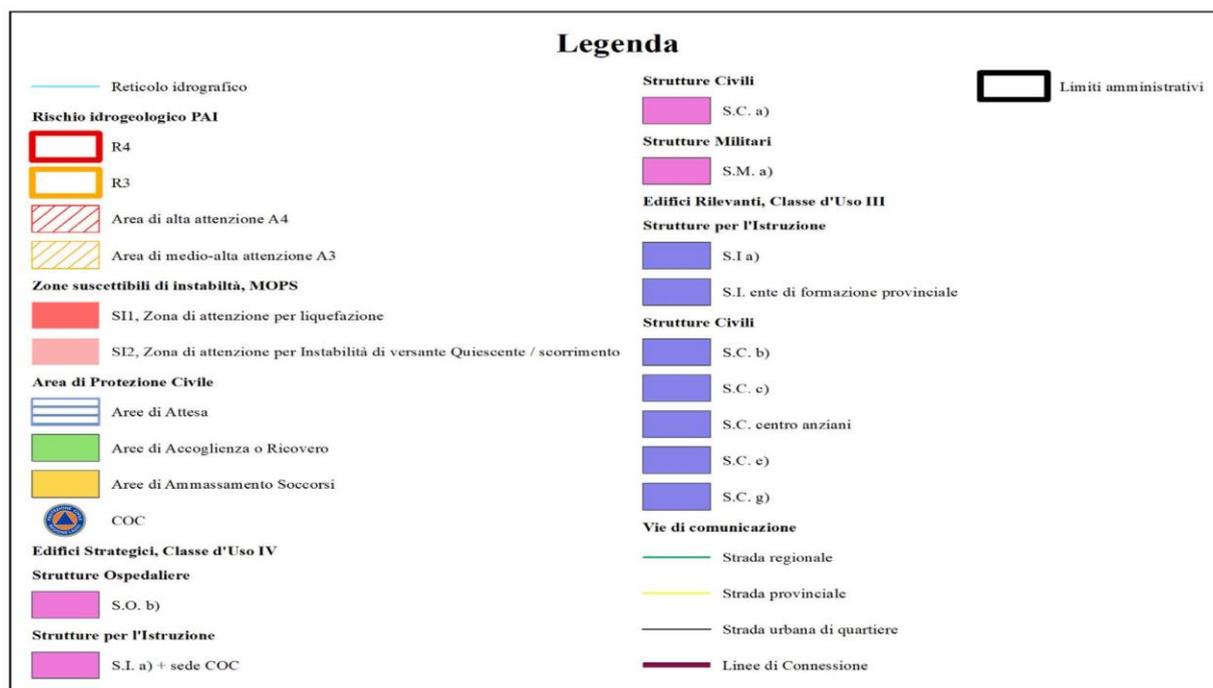


Carta del Vincolo idrogeologico
L'area di intervento ricade al di fuori delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico



Carta dello scenario del rischio idrogeologico e geologico riportante la mappatura delle aree a rischio dell'Autorità di bacino dei fiumi Liri-Garigliano-Volturno

L'area di intervento ricade completamente al di fuori di aree a rischio



L'area oggetto degli interventi di messa in sicurezza del versante risulta compresa in parte in zona P- Servizi Pubblici di interesse locale – Parcheggi ed in parte nel Tessuto T1 - Centro Storico, pur ricadendo nelle aree già interessate dal progetto e dalla realizzazione del parcheggio pubblico esistente. Tale perimetrazione dà evidenza del manifesto errore di graficizzazione ed individuazione catastale dell'area a parcheggio come rappresentata negli elaborati del PUCG la cui approvazione con DCC n. 16 del 15/04/2019 è successiva alla realizzazione del parcheggio stesso, che ha interessato oltre alle particelle 126, 128 e 145 parte anche le particelle 142, 143 e 642 come risulta anche dalla immagine seguente ove è rappresentata la sovrapposizione della foto aerea con gli elaborati catastali e di PUCG.



Che l'errore sia palese è dimostrato anche dal fatto che le particelle oggetto degli interventi attuali di regimazione delle acque e consolidamento del versante e del piazzale di testata del parcheggio con pali in c.a. e gabbioni, sono state già oggetto degli interventi con gabbioni e terre armate lungo i versanti a monte e a valle del parcheggio, che pertanto sono state già oggetto di atti espropriativi avviati nel 2006, le cui procedure ancora in definizione tramite accordi bonari, saranno concluse proprio con il presente intervento.

Di tale errata perimetrazione sarà dato atto negli atti di approvazione del presente progetto definitivo ai sensi dell'art.1bis della LR 36/87 co.2 lett. n) per la quale il presente intervento di messa in sicurezza dei versanti in dissesto idrogeologico, ancorché interessi in parte aree “apparentemente” esterne alla destinazione di zona attribuita dal PUCG vigente, non risulta di fatto costituire opera in variante al PUCG in quanto ai sensi dell'articolo citato:

“2. Le modifiche di seguito elencate a piani attuativi e ai programmi urbanistici comunque denominati già approvati, ancorché decaduti, non costituiscono variante quando riguardano: (.....)

n) l'adeguamento e/o la rettifica di limitata entità che comportino modifiche al perimetro del piano o del programma”.

Pertanto, per quanto sopra espresso, l'intervento in oggetto risulta coerente con la destinazione di zona attribuita dal PUCG e tale da non prevedere l'avvio di ulteriori atti espropriativi ma esclusivamente la conclusione di quelli in corso di definizione come esplicitamente dettagliato nel piano particellare.

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Lo studio geologico e geomorfologico dell'area è stato condotto con lo scopo di analizzare in modo dettagliato le condizioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche locali secondo una prospettiva mirante a definire anche gli aspetti connessi con le condizioni geotecniche delle formazioni incontrate e quelli relativi alla sismicità locale e alla classificazione prevista secondo le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e dal Regolamento regionale n° 26/2020. A tal fine sono state compiute mirate indagini di sito che, corredate da analisi bibliografiche e da specifici sondaggi geognostici, penetrometrici, di laboratorio geotecnico e geofisici, hanno permesso di ottenere un quadro di riferimento molto prossimo alla realtà, all'interno del quale sono state contestualizzate le opere in progetto previe prescrizioni di carattere progettuale e strutturale che saranno esplicate nelle pagine seguenti per garantire un ottimale inserimento delle infrastrutture nel contesto naturale ospitante. Dal punto di vista geologico il settore di studio si ritrova all'interno di un vasto settore della regione Lazio contraddistinto e condizionato dalla presenza di depositi connessi con l'attività eruttiva del Vulcano Laziale. In dettaglio l'areale di stretto interesse progettuale si individua in corrispondenza del settore di passaggio tra l'unità delle Pozzolane Nere e l'unità delle Pozzolane Rosse (cfr. Carta geologica e Sezioni geologiche). Nello specifico, le porzioni di monte sono costituite da depositi pozzolanici ad assetto massivo, a granulometria estremamente variabile ed eterogenea e colore scuro, marrone o localmente rossastro. Tali sedimenti lasciano il posto ad un deposito avente caratteristiche dinamiche e fisico-meccaniche

del tutto analoghe ma distinguibile in base alla colorazione, nettamente più rossastra ed ocrea ed a una maggiore presenza di livelli scoriaceo detritici che spesso caratterizzano il deposito in maniera prevalente. Entrambe le unità mostrano la presenza di minerali tipici del vulcanismo laziale quali leucite, biotite e clinopirosseno, in genere con abito ben formato. Spesso i termini piroclastici sono ricoperti e oblitterati da coltri di riporto e di copertura eluvio colluviale, che si manifestano in lento movimento viscoso in corrispondenza del versante di studio. In base a quanto detto l'immediato sottosuolo di progetto è stato suddiviso dal punto di vista litostratigrafico, litotecnico e geotecnico attraverso la presenza di altre tre unità principali; i depositi pozzolanici sono stati suddivisi al loro interno in ulteriori sottounità sostanzialmente omogenee dal punto di vista litologico e granulometrico, del grado di alterazione dei terreni e in funzione delle caratteristiche fisiche e dei parametri di resistenza stimati. Per la descrizione dettagliata delle unità si rimanda ad altra parte delle presenti note, mentre per gli assetti bidimensionali ricostruiti lungo la direzione NE-SW si potrà far riferimento alle Sezioni geologiche. La condizione stratigrafica conseguita ha permesso l'assegnazione dei parametri fisici e meccanici di riferimento e la caratterizzazione geotecnica delle macrounità distinte le cui caratteristiche geotecniche consentono valutazioni di carattere tecnico e definiscono un quadro analitico completo, utilizzato anche nell'analisi di stabilità del versante. Per quello che concerne gli aspetti connessi con il regime di circolazione sotterraneo delle acque non sono presenti criticità degne di nota e quindi tali questioni non suggeriscono l'esistenza di vincoli formali e sostanziali in relazione alle proposte progettuali.

Al contrario le questioni correlate con il regime delle acque selvagge e non incanalate, suggeriscono di effettuare operazioni capaci di garantire una regimazione idraulica superficiale nell'ottica della piena integrazione delle opere da realizzarsi. Per tale ragione si sottolinea l'opportunità di prevedere opere atte a controllare le acque di origine meteorica e a garantire la minore interferenza delle stesse con il versante e con le infrastrutture da realizzare. Le opere dovranno garantire l'intercettazione delle acque selvagge e un corretto incanalamento delle stesse in direzione dei collettori locali. Esse potranno essere rappresentate da canalizzazioni superficiali nel settore di monte e/o a mezza costa e da strutture drenanti nel versante. Dal punto di vista geomorfologico il settore di stretto interesse progettuale si ritrova in corrispondenza del versante sud-occidentale della struttura dorsalica, allungata in direzione NW-SE, che ospita il centro urbano di Cave, delimitata ad ovest dal fosso di Cave e ad est dal fosso di Valle Cauzza. In dettaglio esso si individua all'interno di un settore immergente in direzione SW, con elevata energia di rilievo e pendenze dell'ordine 60°. La porzione di versante posta a N risulta già stabilizzata da gabbionature, attualmente integre e prive di deformazioni significative. L'analisi geomorfologica condotta unitamente ai dati provenienti dalle indagini geognostiche e penetrometriche ha permesso di perimetrare un areale dissestato da deformazioni viscosi delle coltri (soliflusso e/o creep) con potenza delle coltri interessate dal fenomeno prossima a circa 5.5 m nella porzione di valle e sensibilmente minore nel settore di monte. L'attuale condizione garantisce condizioni di equilibrio non affidabili e definisce rischi specifici alle strutture abitative e di comunicazione presenti nel settore di monte e al parcheggio che occupa il settore spianato di valle. Le condizioni appena esposte hanno reso necessaria la realizzazione di uno specifico

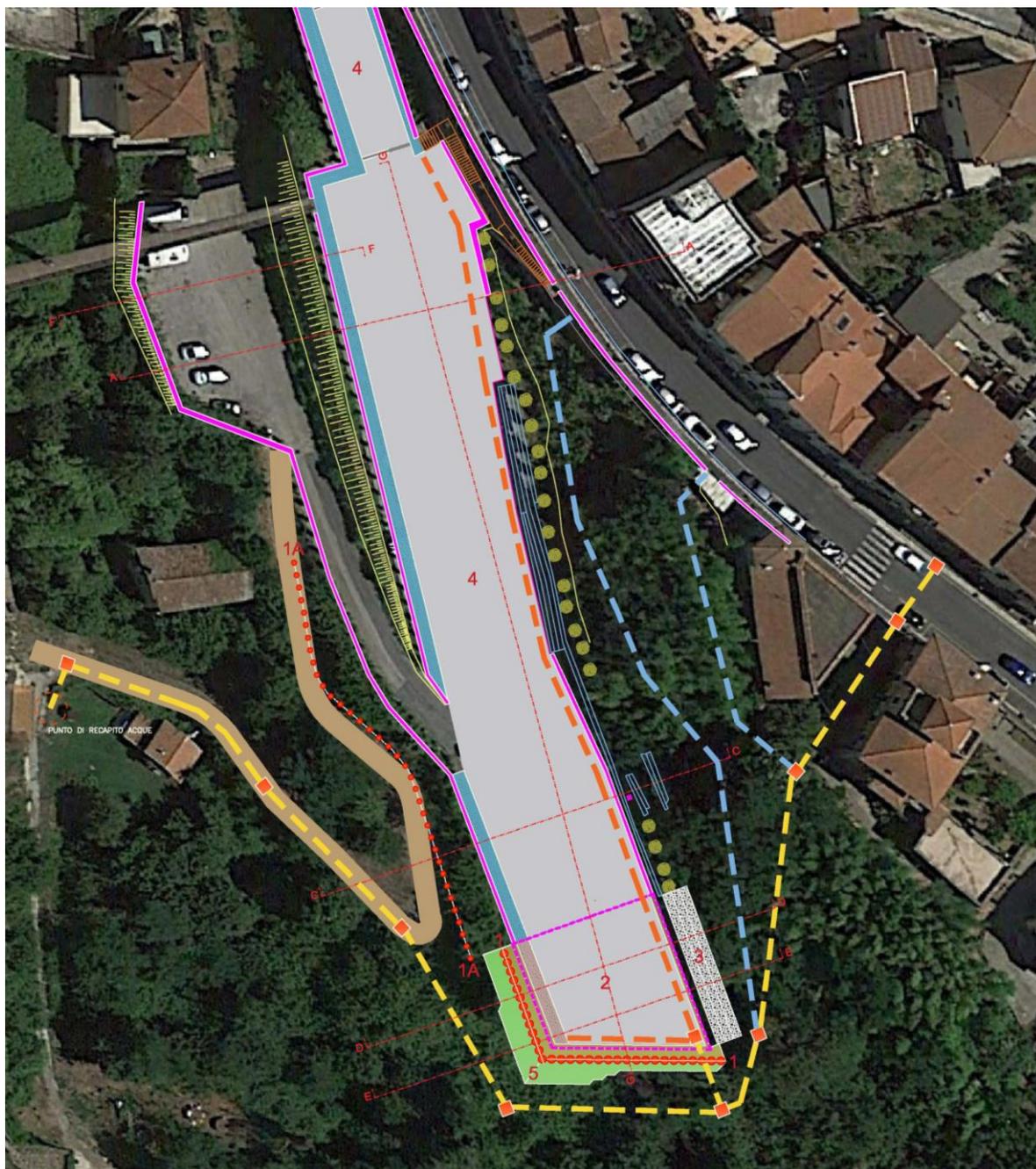
studio di stabilità, condotto sia in condizione ante-operam che post-operam mediante l'inserimento di opere di presidio e sostegno costituite da terre armate e/o gabbionature. Le simulazioni sono state impostate mediante la creazione di superfici di scorrimento circolari e di una specifica superficie generica ricalcante la probabile coltre in movimento viscoso. Le metodologie di analisi sono elencate nell'apposito capitolo (cfr. 10.2 Analisi di stabilità). L'analisi dei dati per le superfici circolari mostra nella condizione ante-operam un coefficiente di sicurezza compreso tra $0.69 \div 2.25$, sintomatico che la scarpata allo stato attuale garantisce le condizioni di sicurezza ma non per tutte le superfici esaminate. La superficie generica di maggiore interesse progettuale mostra un F_s prossimo a 1.09. Le risultanze post-operam mostrano un sensibile aumento del coefficiente di sicurezza con valori sempre superiori a 1.5 per le superfici circolari (unicamente due superfici hanno manifestato un F_s di circa $1.36 \div 1.38$), mentre la simulazione di uno scivolamento lungo una superficie generica evidenzia un coefficiente di sicurezza dal valore di 2.75. Per quello che concerne le condizioni sismiche locali e la risposta nel caso di evento, le indagini e gli studi condotti hanno permesso di ottenere un quadro analitico completo e dettagliato. In primo luogo le misurazioni delle velocità di propagazione delle onde hanno stabilito che il suolo di categoria appartiene alla classe C secondo le NTC2018 in quanto le indagini MASW1 e MASW2 hanno scaturito $V_{s30} = 328.0 \text{ m/s}$ e 327.0 m/s al p.c. mentre l'indagine Down-hole ha definito una $V_{s30} = 332.26 \text{ m/s}$ al p.c. La misura tromometrica non evidenzia un picco evidente del rapporto spettrale HVSR. Ciò non permette di ipotizzare la presenza di un marcato contrasto di impedenza. Gli studi di Microzonazione Sismica realizzati all'interno del territorio comunale di Palestrina hanno permesso di stabilire che il settore di stretto interesse progettuale ricade all'interno di una Zona Stabile ma suscettibile di Amplificazioni Locali – Sa1 (cfr. Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica) caratterizzata da modello esemplificativo del sottosuolo contraddistinto dalla presenza di piroclastiti su calcari.

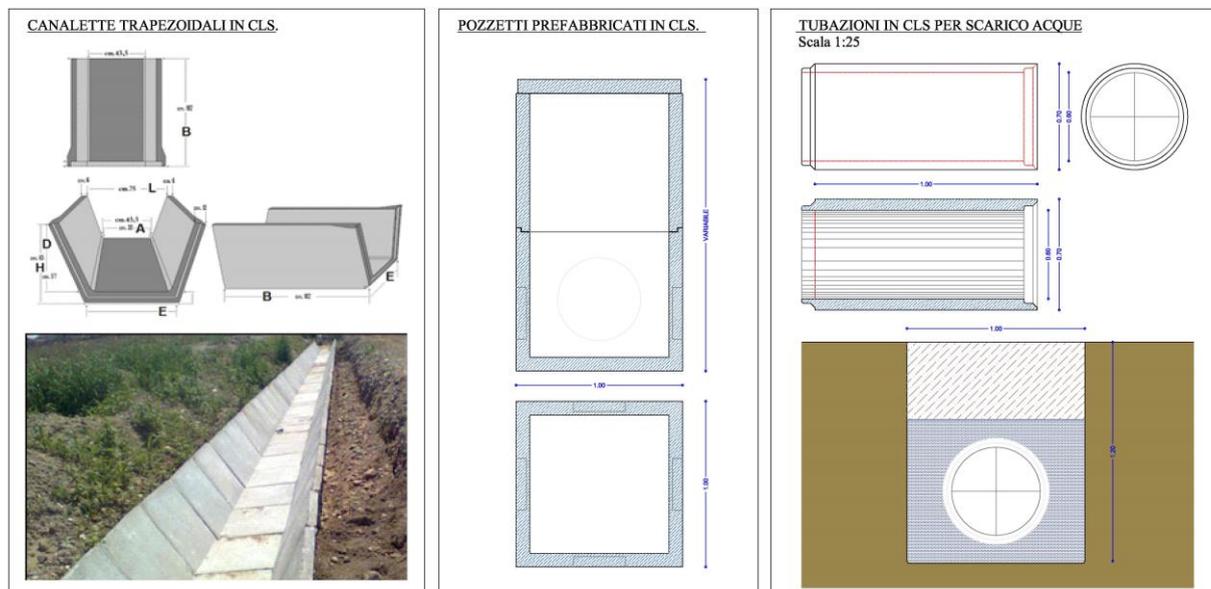
5 INTERVENTI PROGRAMMATI

Alla luce di quanto emerso dallo studio diretto dei luoghi e della documentazione disponibile riguardante l’area di intervento, sulla scorta delle indicazioni puntuali contenute nella relazione geologica, scaturite, queste ultime, da una puntuale campagna di indagini geognostiche condotta in loco, nonché tenendo conto delle indicazioni fornite dallo studio di fattibilità tecnico-economica, si è potuto delineare un preciso quadro degli interventi da mettere in atto sull’area al fine di mettere in sicurezza il versante. Gli interventi previsti in tal senso, sono i seguenti:

1. Realizzazione di una rete di raccolta delle acque meteoriche e di dilavamento superficiale finalizzata alla corretta regimazione di queste ultime; la relazione geologica fornisce in tal senso delle indicazioni molto precise, facendo notare che, mentre per gli aspetti connessi con il regime di circolazione sotterraneo delle acque non sono presenti criticità degne di nota, lo stesso non può dirsi in particolare per le acque superficiali meteoriche. Alla luce di tali considerazioni, il progetto prevede la realizzazione di due canalizzazioni a cielo aperto, realizzate mediante posa in opera di canalette trapezoidali ad embrice in cls vibrocompresso, posizionate nella parte alta e a mezzacosta del versante ricompreso fra la strada provinciale 155 ed il sottostante parcheggio, per una lunghezza di 44 e 94 metri circa; dette canalette presentano, per ogni singolo elemento modulare, una larghezza alla base variabile fra 30 e 40 cm, una lunghezza di 50 cm e vengono posate in leggera pendenza, in direzione Nord-Ovest/Sud-Est, assecondando le curve di livello del pendio. Lo stesso discorso è stato fatto a livello del piazzale principale del parcheggio, al fine di evitare che le acque meteoriche che insistono su di esso si disperdano in maniera disordinata lungo i pendii che lo delimitano; in questo caso si prevede, a riqualificazione ed integrazione di quanto già presente nell’ambito del parcheggio, la realizzazione di una canaletta in cls armato con rete elettrosaldata, incassata nel piano del parcheggio in maniera tale da far restare il bordo superiore a filo asfalto, lunga circa 110 metri. Le dimensioni della sezione trasversale interna della canaletta sono di 20x20 cm, mentre la struttura in cls della stessa ha uno spessore di circa 5 cm; la parte superiore della canaletta è predisposta per alloggiare una griglia carrabile in acciaio elettroforgiato atta a consentire lo scolo delle acque al suo interno. Le canalizzazioni realizzate a mezzacosta sul versante e la canaletta realizzata sul piano del parcheggio, convogliano le proprie acque verso una tubazione interrata realizzata con tubi di cemento vibrocompressi avente diametro interno di 400 mm e spessore della parte di circa 5 cm; la tubazione in questione parte da un pozzetto in cls. prefabbricato posto in adiacenza alla strada provinciale N.155, scende trasversalmente lungo il versante per intersecare le canalizzazioni di cui sopra, quindi passa lateralmente e nella parte bassa del parcheggio, per dirigersi verso un fosso posto in direzione Ovest a circa 125 metri di distanza. Il fosso nel quale, in tal modo, vengono recapitate le acque scarica, a sua volta, nel sottostante Fosso Cave; la tubazione interrata presenta una lunghezza complessiva di circa 166 metri ed è intramezzata da 10 pozzetti prefabbricati in cls, aventi dimensioni interne di 100x100 cm, mediante i quali viene, tra l’altro, connessa alle canalizzazioni di cui sopra.

Dall'immagine sottostante si può meglio evincere il tracciato della rete di raccolta e convogliamento delle acque, con le canalizzazioni e tubazioni evidenziate dalle linee tratteggiate; si allegano inoltre dei particolari inerenti le tipologie adoperate per canalizzazioni e tubazioni.





2. Realizzazione di opere di difesa del versante mediante la tecnica dei pali trivellati nella parte immediatamente a valle del parcheggio sui lati Sud ed Ovest dello stesso; la realizzazione di tali opere, ad integrazione e completamento delle opere di difesa già esistenti nell'area, è fondamentale nell'ottica di messa in sicurezza del versante ed è ampiamente suffragata dall'analisi geomorfologica condotta unitamente ai dati provenienti dalle indagini geognostiche e penetrometriche che ha permesso di perimetrare un areale dissestato da deformazioni viscosi delle coltri, con potenza delle coltri interessate dal fenomeno prossima a circa 5.5 m nella porzione di valle e sensibilmente minore nel settore di monte. L'attuale condizione, come riportato nella relazione Geologica, garantisce condizioni di equilibrio non affidabili e definisce rischi specifici alle strutture abitative e di comunicazione presenti nel settore di monte e al parcheggio che occupa il settore spianato di valle.

I pali trivellati di progetto si collocano, nello specifico, in due aree limitrofe, la prima ubicata al piede delle terre armate che sostengono la parte bassa del parcheggio lungo il lato Ovest dello stesso, la seconda ubicata immediatamente a Sud del piazzale che delimita la parte più bassa del parcheggio; i pali ubicati al piede delle terre armate, necessari, ad integrazione delle stesse per il contenimento del dissesto di cui sopra, presentano un diametro di 60 cm ed una profondità di infissione di circa 12 metri che consente il superamento dello strato superficiale di terreno più incoerente e l'ancoraggio in quelli più profondi. I pali, armati longitudinalmente con 9 tondini diam. 16 mm e, trasversalmente con anelli di irrigidimento e staffe a spirale diam. 10 mm, sono collegati in testa da un cordolo continuo avente dimensioni 65x80 cm, armato, a sua volta, con 12 tondini diam. 16 mm e staffe diam. 10 mm ad interasse di 13 cm. Il numero complessivo dei pali trivellati da 60 cm di diametro collocati in quest'area ammonta a 45 unità, posizionati ad un interasse di circa 150 cm, per uno sviluppo complessivo di circa 53,50

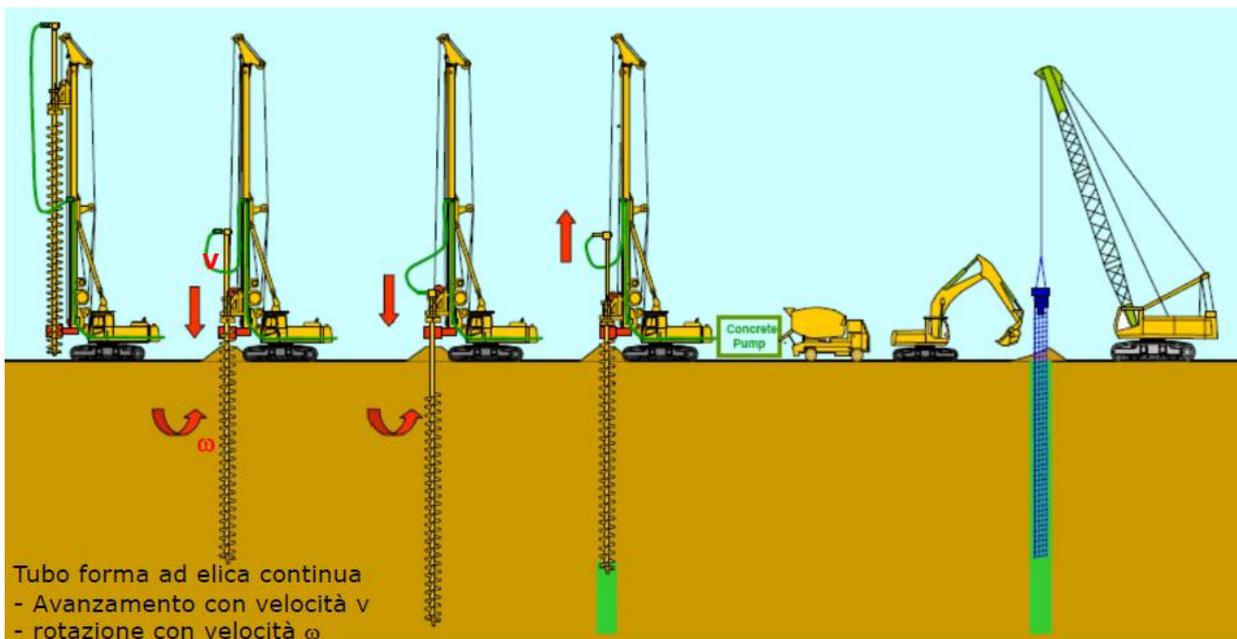
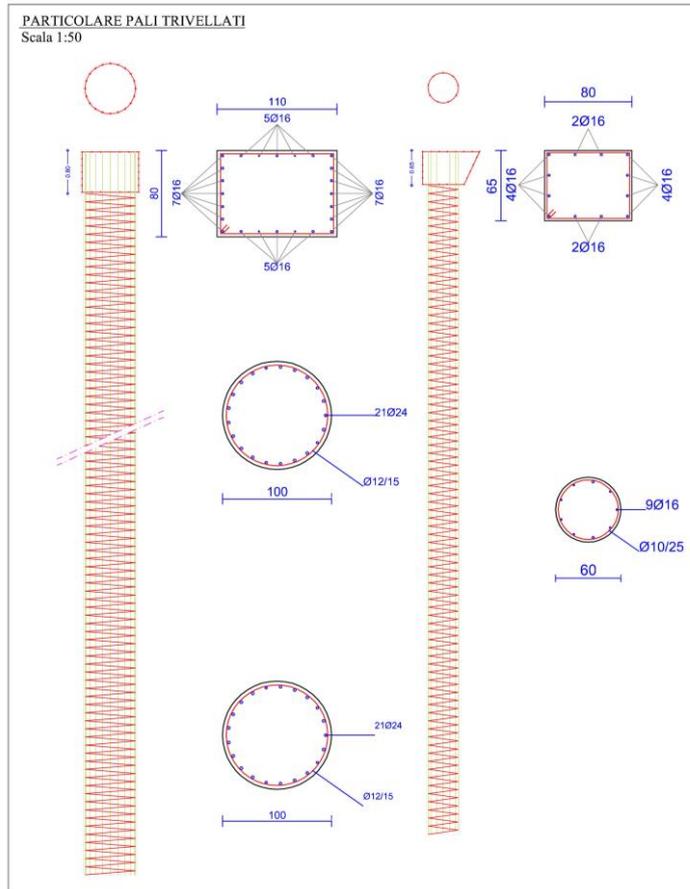
metri.

I pali ubicati immediatamente a Sud del piazzale che delimita la parte più bassa del parcheggio, necessari al consolidamento dei terrapieni e delle opere esistenti in questa seconda area, presentano un diametro di 100 cm e, come per i pali da 60 cm, una profondità di infissione di circa 12 metri che consente, anche in questo caso, il superamento dello strato superficiale di terreno più incoerente e l'ancoraggio in quelli più profondi. I pali, armati longitudinalmente con 21 tondini diam. 24 mm e, trasversalmente con anelli di irrigidimento e staffe a spirale diam. 12 mm, sono collegati in testa da un cordolo continuo avente dimensioni 80x110 cm, armato, a sua volta, con 24 tondini diam. 16 mm e staffe diam. 10 mm ad interasse di 13 cm. Il numero complessivo dei pali trivellati da 100 cm di diametro collocati in quest'area ammonta a 32 unità, posizionati ad un interasse di circa 110 cm, per uno sviluppo complessivo di circa 35,50 metri. La collocazione di questo gruppo di pali immediatamente a valle dell'ultimo piazzale del parcheggio in direzione Sud, come premesso, offre l'occasione per realizzare un ampliamento dello stesso di circa 280 mq di cui si farà una descrizione dettagliata in seguito.

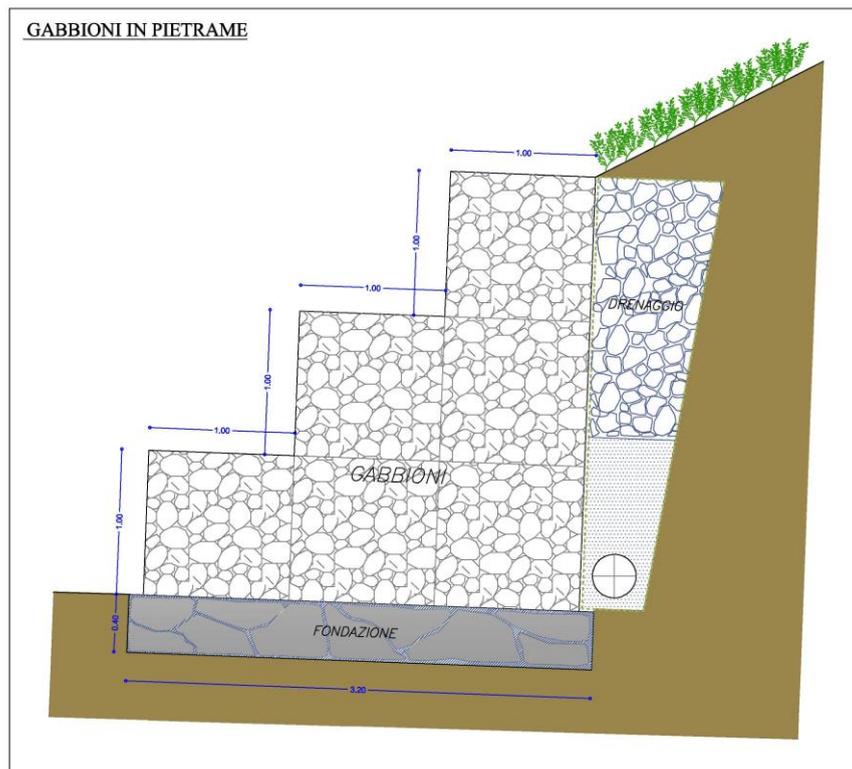
La realizzazione dei pali trivellati si articola fondamentalmente secondo le seguenti fasi:

- Livellazione del piano di posa, con successivo scavo del terreno nei punti preposti, mediante perforazione a trivellazione eseguita con tubo forma ad elica continua.
- Prosecuzione della trivellazione fino al raggiungimento del livello di base prestabilito.
- Una volta raggiunto il livello di base desiderato, si procede al pompaggio di calcestruzzo nella parte bassa del foro, estraendo gradualmente l'elica ed il terreno intrappolato nell'elica stessa.
- Si prosegue, man mano, con il pompaggio di calcestruzzo nel foro, fin quando non si arriverà al riempimento dello stesso ed all'estrazione completa dell'elica e del terreno di risulta.
- A questo punto si potrà calare nel foro la gabbia di armatura precedentemente predisposta e pre - assemblata fuori opera, completando, in tal modo, la realizzazione del singolo palo.
- Si ripeteranno, nella medesima sequenza, le fasi di cui sopra, per ogni palo, fino alla realizzazione del numero di pali previsti.
- Una volta realizzato il corpo verticale dei pali, con le armature longitudinali degli stessi sporgenti rispetto al cls. in modo da poterle collegare al cordolo, si potrà procedere alla realizzazione di quest'ultimo mediante getto di calcestruzzo strutturale armato con tondini longitudinali diam. 16 mm e staffe trasversali diam. 10 mm.

Dall'immagine sottostante si possono meglio evincere posizionamento ed estensione dei



3. Prolungamento dei gabbioni già esistenti alla base del versante, per circa 18 metri, ad integrazione delle opere di difesa in terra rinforzata; a contenimento e salvaguardia del piede del versante ricompreso fra la strada provinciale ed il piazzale grande del parcheggio sono già attualmente presenti molteplici e lunghe file di gabbioni in pietrame in cui, lo stato di conservazione e l'assenza di deformazioni di rilievo, denota una buona stabilità dei terreni. Come detto, ad integrazione delle terre armate sopra descritte che vanno a prolungare il rilevato che attualmente ospita il piazzale principale del parcheggio, il progetto prevede, immediatamente a monte del rilevato ed al piede del versante, la realizzazione di gabbionate in pietrame per una lunghezza di circa 18 metri; i gabbioni, realizzati con pietrame contenuto in elementi a scatola di filo metallico in acciaio zincato, sono disposti su tre file alla base, su due file, nella parte intermedia, ed una fila in sommità, per cui presentano una larghezza, alla base, di 3 metri ed un'altezza complessiva anch'essa di 3 metri. La struttura così determinata è dotata di un piano di fondazione realizzato in cls gettato in opera e scheggioni di cava di pietra calcarea con altezza di circa 40 cm. La parte retrostante dei gabbioni è dotata di vespaio di drenaggio in materiale arido. Nello stralcio planimetrico precedente si può meglio evincere anche la posizione dei gabbioni rispetto al resto dell'area; si allega inoltre un particolare inerente le caratteristiche e lo schema realizzativo delle nuove gabbionate.



4. Come premesso al precedente punto 2. , le opere di difesa sopra descritte, poste al piede del versante, si trovano praticamente in prosecuzione dell'attuale piano su cui si sviluppa il piazzale grande del parcheggio; ciò consente, una volta costruiti i pali con altezza complessiva tale da pareggiare il piano esistente, di realizzare facilmente un prolungamento del terrapieno che, attualmente, ospita la parte bassa del parcheggio per farne, mediante adeguata pavimentazione, un vero e proprio ampliamento del piazzale di cui sopra. In considerazione di quanto detto, allo scopo di consentirne la fruizione, il progetto prevede che l'ampliamento così ottenuto venga dotato di un'adeguata pavimentazione carrabile e di opere di protezione sui lati a valle dello stesso; per quanto riguarda le opere di protezione si prevede di realizzare un parapetto costruito con le stesse modalità e materiali con cui sono realizzati i parapetti esistenti nel resto del parcheggio, quindi con pilastri in blocchi di tufo squadrati, aventi lato di circa 40/50 cm ed altezza di circa 1 metro, intervallati a ringhiere in ferro inquadrato all'interno dei pilastri, in pannelli di lunghezza media pari a 2 metri. Il parapetto così costruito sarà ancorato ad un cordolo di base, avente sezione trasversale di 60x28 cm realizzato in cls armato, e sarà posizionato lungo i bordi Ovest e Sud dell'ampliamento per una lunghezza rispettivamente di 13.11 e 18.63 metri. Tutta l'area di ampliamento sarà poi dotata di un'adeguata pavimentazione carrabile costituita da una massiciata stradale formata con materiali inerti di varia pezzatura dello spessore di circa 15 cm, da una fondazione stradale in misto granulare stabilizzato avente spessore di circa 20 cm, da uno strato di conglomerato bituminoso per strato di collegamento (Binder) di circa 5 cm, da uno strato finale di conglomerato bituminoso per strato di usura del tipo drenante; l'area asfaltata occupa circa 250 mq, mentre altri 20 mq circa dell'ampliamento saranno occupati da un marciapiede realizzato con piastrelle di porfido sviluppato in prosecuzione di quello esistente. L'opera sarà completata realizzando, oltre ai manufatti sopra elencati, opere di drenaggio e, sul fronte dei pali rivolti verso valle, opere di mitigazione mediante sagomatura delle scarpate e rinverdimento delle stesse.

Nell'ambito di queste lavorazioni, viste, inoltre, le condizioni di forte degrado del tappeto di usura sul piazzale principale del parcheggio, si provvederà alla scarifica dei primi 5 cm di tale asfalto ed alla realizzazione, anche in quest'area, di uno strato di conglomerato bituminoso per strato di usura del tipo drenante.

5. L'ultima tipologia di interventi previsti, riguarda, infine, la sistemazione di una strada esistente a valle del parcheggio che, si innesta sul piazzale piccolo e, costeggiando in parte il piede del piazzale grande in direzione Sud, piega, poi, in direzione Ovest, verso un'area edificata, ai piedi del centro storico, in cui, tra l'altro è localizzato il fosso utilizzato come punto di recapito delle acque raccolte dalla rete di progetto. La strada, attualmente sterrata e lunga circa 125 metri, sarà sistemata mediante creazione di un cassonetto avente sezione trasversale di 300x30 cm, che sarà successivamente riempito e compattato con fondazione in misto granulare stabilizzato; non saranno aggiunti altri

strati di pavimentazione in quanto la strada dovrà continuare ad essere sterrata. Il tutto sarà completato, infine, mediante collocazione, lungo il tracciato, di una staccionata in pali di Pino nordico tondi, impregnati in autoclave. L'intervento di sistemazione sommaria di tale strada si rende necessario in primo luogo perchè la stessa è, in parte, sede delle tubazioni di convogliamento delle acque raccolte nel versante al punto di recapito, in secondo luogo perché risulta essere strettamente funzionale al cantiere, in quanto parte della stessa sarà percorsa dai mezzi d'opera per il raggiungimento dell'area collocata al piede delle opere di difesa. Nelle planimetrie allegate in precedenza si possono meglio evincere la collocazione e lo sviluppo di tale strada.

6 CONCLUSIONI

Gli interventi previsti, basati su un'attenta analisi del sito e delle problematiche, nonché su un approfondito studio geologico e geomorfologico dell'area, si configurano complessivamente come lavori di drenaggio e consolidamento dell'area, ad integrazione e completamento delle numerose opere di difesa e mitigazione del rischio idrogeologico già presenti nell'area, cercando di limitare le problematiche che tendono generalmente ad aggravare i dissesti in atto, quali il libero ruscellamento delle acque meteoriche, nonché proteggendo le aree più sensibili mediante interventi di contenimento che siano, vista la collocazione in ambito urbano, integrati il più possibile con il contesto territoriale e poco impattanti.

7 QUADRO ECONOMICO

La stima della spesa complessiva, relativa all'intervento di cui al presente progetto definitivo, ammonta ad **€ 440.597,66** per lavori ed **€ 16.714,72**, non assoggettabili a ribasso, per la sicurezza, per un totale di **€ 457.312,38**. L'importo complessivo dell'opera comprensivo delle somme a disposizione dell'amministrazione, ammonta ad **€ 682.630,00** ripartito come illustrato nel quadro economico che si allega di seguito.

Il computo metrico estimativo è stato redatto applicando i prezzi del prezzario LL.PP. Lazio 2020.

COMUNE DI CAVE (CITTA' METROPOLITANA DI ROMA)			
"LAVORI PER LA MESSA IN SICUREZZA DEL VERSANTE IN DISSESTO IDROGEOLOGICO IN LOCALITA' FOSSATO			
QUADRO ECONOMICO			
	DESCRIZIONE VOCI		
A	LAVORI		
A.1	Importo lavori soggetto a ribasso d'asta	€ 440 597,66	
A.2	Oneri sicurezza non soggetti a ribasso d'asta	€ 16 714,72	€ 457 312,38
B	SOMME A DISPOSIZIONE DELLA STAZIONE APPALTANTE		
B.1)	Imprevisti	€ 22 865,62	
B.2)	Spese tecniche		
B.2.1)	Progettazione Definitiva	€ 20 190,62	
B.2.2)	Progettazione Esecutiva	€ 7 758,21	
B.2.3)	Direzione dei lavori	€ 18 121,12	
B.2.4a)	Coordinamento sicurezza in fase di progettazione	€ 5 123,42	
B.2.4b)	Coordinamento sicurezza in fase di esecuzione	€ 12 808,56	
B.2.5)	Collaudo statico e/o tecnico amministrativo	€ 3 476,66	
B.2.6)	Consulenza Agronomo	€ 1 576,29	
B.3)	Spese per Indagini Geologiche, Geotecniche e Geofisiche	€ 15 000,00	
B.4)	Funzioni RUP	€ 9 146,25	
B.5)	Oneri per Espropri e servitù - Costi di registro	€ 22 000,00	
B.7)	Spese amministrative	€ 4 106,34	
B.8)	Spese per pubblicità, gara, commissioni giudicatrici e ove previsto per opere artistiche (Legge 717 del 1974 e ss.mm.ii.)	€ 4 573,12	
B.9)	Contenziosi/Accelerazione/Variazione prezzi	€ 8 691,66	
B.10)	Cassa previdenziale su B.2 = 4%	€ 2 762,20	
B.12)	I.V.A. Su Indagini, Spese tecniche ed Oneri previdenziali (22% su B.2, B.3 e B.10)	€ 19 099,76	
B.13)	I.V.A. Sui Lavori (10% su A.1+A.2)	€ 45 731,24	
B.14)	I.V.A. su Imprevisti (10% su B.1)	€ 2 286,56	
B	SOMMANO B		€ 225 317,62
	TOTALE GENERALE (A+B)		€ 682 630,00