



COMUNE DI SAN NICOLÒ GERREI

PROVINCIA SUD SARDEGNA

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

**SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL TRATTO DI STRADA
RICADENTE NEL TERRITORIO COMUNALE - SA SERRA MANNA
LOCALITÀ S.S. 387 DEL GERREI" ALL'ALTEZZA DEL KM 48+210**

Ing. Antonio Orgiana

Ing. Antonio Orgiana

Via C. Battisti 21/A - 09061 ORROLI (SU) - Tel. 0782-847472 - MAIL: antonio.orgiana@gmail.com

Allegato

N° 5a

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

DATA

Maggio 2024

Il Sindaco:

Dott. Stefano Soro

Il Progettista:

Dr. Ing. Antonio Orgiana

Il R.U.P.

Ing. Stefano Tuligi

Il Geologo:

Dott. Geol. Aldo Lorrari

COMUNE DI SAN NICOLÒ GERREI

Provincia Sud Sardegna

SISTEMAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DEL TRATTO DI STRADARICADENTE NEL
TERRITORIO COMUNALE - SA SERRA MANNA
LOCALITÀ S.S. 387 DEL GERREI" ALL'ALTEZZA DEL KM 48+210.

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

1. Premessa.....	2
2. Normativa di riferimento	2
3. Descrizione dell'intervento.	3
4. Localizzazione dell'area interessata dall'intervento.....	4
5. Inquadramento Piano Assetto Idrogeologico . (PA.I.).	5
6. Caratterizzazione sismica del sito.....	7
7. Assetto geologico d'inquadramento;	11
8. Lineamenti geomorfologici	15
9. Situazione litostratigrafica locale	16
10. Schema della circolazione idrica superficiale	18
11. Modello geotecnico.....	19
12. Verifica stabilità del versante	20
13. Conclusioni	27

1. Premessa

Il presente studio, commissionato dall'Amministrazione Comunale di San Nicolò Gerrei, accompagna il progetto di un segmento di strada che collega la strada esistente "Baccu Padenti" con la S.S. 387 in prossimità del KM 48+210. La scelta progettuale proposta, che interessa il nodo d'intersezione tra la strada vicinale, oggi comunale, di "Baccu Padenti" e la SS. 387 in territorio del Comune di San Nicolò Gerrei deriva dall'esigenza e dalla necessità di regolare un accesso mantenuto in esercizio e mai autorizzato, esistente prima che entrasse in vigore il Codice della Strada.

La presente è stata redatta in base ai riferimenti della geologia ufficiale e a elementi acquisiti dallo scrivente mediante studi precedenti nel settore considerato, nonché dal rilevamento geologico effettuato nel agosto 2024.

2. Normativa di riferimento

- Decreto Ministeriale 17.01.2018 Nuove Norme tecniche per le costruzioni.
- Decreto Ministeriale 14.01.2008 Testo Unitario Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Costruzioni Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici "Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni", di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- D.M. 11.03.988 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- Norme Attuazione P.A.I. Regione Sardegna.

3. Descrizione dell'intervento.

La nuova strada ha una lunghezza di 168,71; la pendenza iniziale è del 2%, quella intermedia del 7% e quella del tratto finale dello 0,9%. La larghezza della carreggiata è di ml 4,00 più banchina di ml 0,50 lato Dx e Sx. Fondazione in tout venant di cava spessore 30,00 cm e sovrastante bitumatura con Binder chiuso dello spessore di 7 cm. Lo smaltimento delle acque meteoriche avverrà attraverso una canala ad U con griglia in ghisa posta trasversalmente allo stradello con bocche di lupo laterali collegate con una tubazione in cemento rotocompresso del diametro di 300 mm. Tale tubazione continuerà fino al pozzetto esistente sulla SS 387 dietro il muretto in cls che protegge la cunetta alla francese (vedi tav. 8 e la relazione All. 6 relazione idraulica). Il pozzetto esistente raccoglie le acque della cunetta alla francese della S.S. 387 e con un tubo in cls compresso del diametro di 800 che attraversa la S.S. 387 e le manda al recapito finale "Riu Conzu D'Acqua Vitoria". La strada Baccu Padenti verrà chiusa prolungando il muretto e la cunetta alla francese della SS 387. Per problemi puramente economici, con il presente progetto sarà bitumata solo una parte della carreggiata circa 33 ml e le cunette alla francese da realizzare ml 58 cadauna. E' comunque intendimento dell'amministrazione completare l'intervento di bitumatura e la realizzazione della cunette per tutta la strada, per questo motivo nel Capitolato Speciale di Appalto tali opere sono inserite come lavori opzionali.

Il progetto prevede le seguenti fasi di lavorazione:

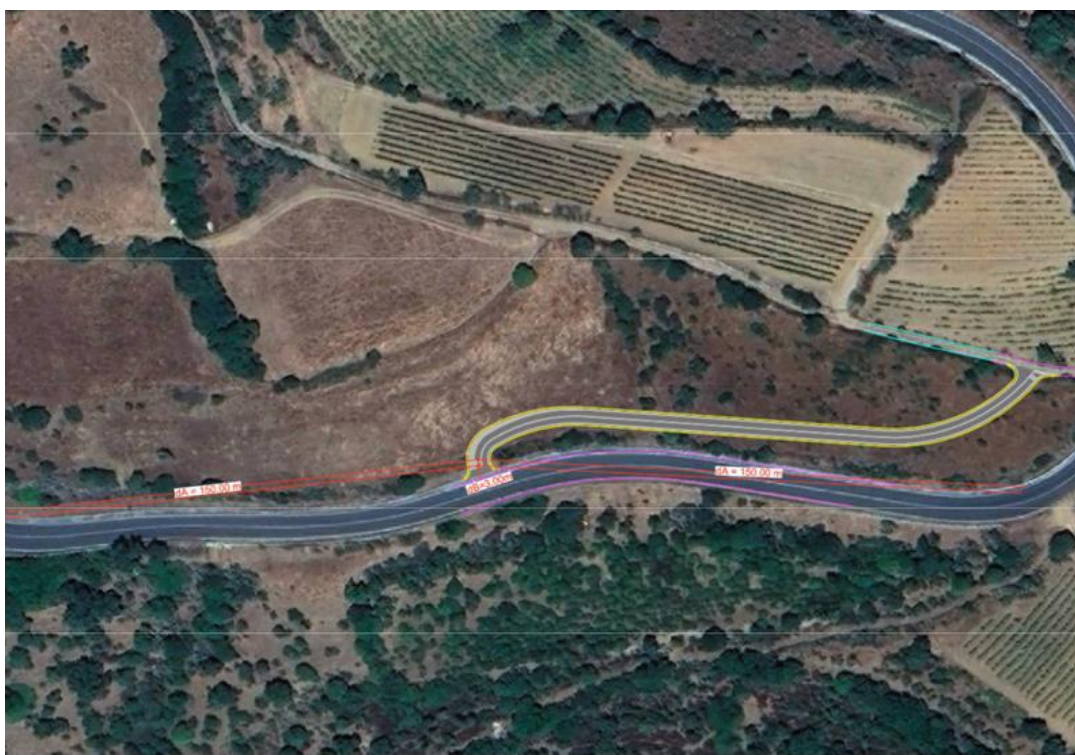
- 1) Scavo di sbancamento stradale;
- 2) Scavo per la realizzazione del cassonetto stradale per uno spessore di 37 cm;
- 3) Scavo a sezione obbligata per tubazione scarico acque bianche;
- 4) Demolizione di codolo in cls;
- 5) Strato di fondazione dello spessore di 30 cm con tout – venant di cava;
- 6) Realizzazione di banchina in terra della larghezza di 50 cm;
- 7) Cunette alla francese per una lunghezza di 58 ml cadauna;
- 8) Pozzetti con caditoie a bocca di lupo con griglie per la raccolta delle acque bianche;
- 9) Tubo in cls rotocompresso per la raccolta delle acque bianche;
- 10) Canaletta ad U con griglia in ghisa e bocche di lupo laterali;
- 11) Stesa dello strato di binder 7 cm per una lunghezza di circa 33 ml;
- 12) Chiusura con muretto e cunetta alla francese della vecchia intersezione (strada Baccu Padenti)

4. Localizzazione dell'area interessata dall'intervento.

L'accesso oggetto d'intervento interessa la strada comunale "Baccu Padenti" e la strada SS. 387 gestita da ANAS S.p.A.

L'accesso si trova al Km 48 + 210 della SS 387 in località "Sa Serra Manna" in territorio del comune di San Nicolò Gerrei. Il sito ricade nel vigente P.U.C. in zona "E5a/Agro-Pastorale" e interessa i terreni catastalmente distinti al Foglio 14 mappali 16 e 117.

Fig.4.1 Ubicazione intervento su foto aerea



Il sito risulta individuato nella seguente cartografia:

- Carta Geologica d'Italia in scala 1: 100.000: Foglio n° 226" Mandas"
- Tavolette edite dall'I.G.M. in scala 1: 25.000 :Foglio n° 548-sez. 2 "San Nicolò Gerrei "
- C. T.R. della Sardegna in scala 1:10.000 sezione n°548-120 " San Nicolò Gerrei"

5. Inquadramento Piano Assetto Idrogeologico . (PA.I.).

In riferimento al Piano di assetto idrogeologico redatto ai sensi della legge n.183/1989 e del decreto- legge n.180/1998, e approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n.67 del 10/07/2006, aggiornamento 2022, l'area risulta inclusa tra quelle definite **Hg2** ossia "Aree a pericolosità da frana media", mentre non sussiste alcun vincolo per quanto riguarda il pericolo idraulico.

Si riporta di seguito l'estratto cartografico di riferimento (fonte R.A.S.).

Fig.5.1 Stralcio carta pericolosità da frana (Fonte RAS)

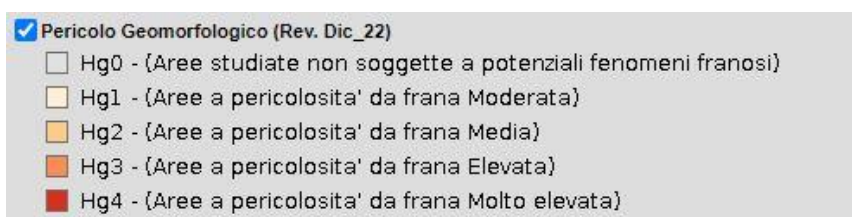
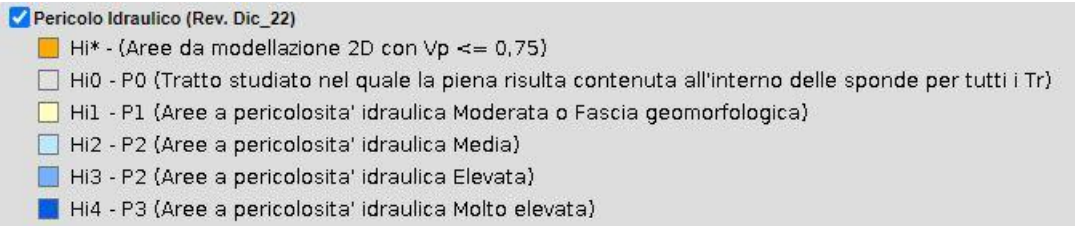


Fig.5.2 Stralcio carta pericolosità idraulica (Fonte RAS)



Gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità da frana molto elevata, elevata e media sono effettivamente realizzabili soltanto subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello Studio di compatibilità geologica e geotecnica. Lo S.C.G.G dell'intervento in progetto sarà inviato agli uffici di competenza.

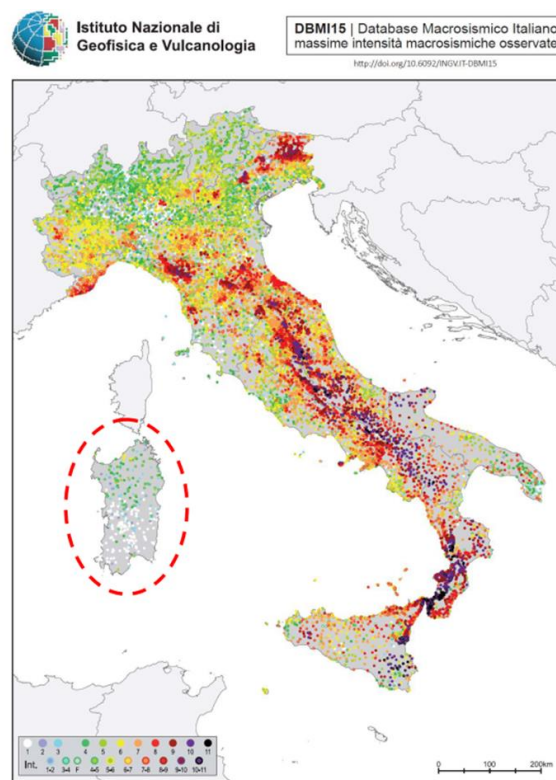
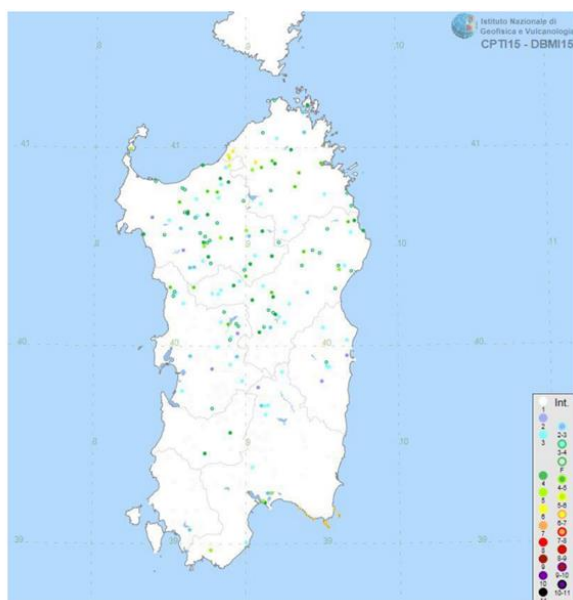
6. Caratterizzazione sismica del sito

Secondo la nuova classificazione sismica del territorio nazionale, definita con Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003, e le successive Ordinanze P.C.M. n° 3519 del 28/04/2006 e D.G.R.T. n° 431 del 19/06/2006, il territorio del Comune di San Nicolò Gerrei è considerato in Zona Sismica 4.

Sismicità Storica

La caratterizzazione sismica dell'area ha avuto come base la consultazione dei dati sugli eventi sismici del passato. Questi dati sono stati recuperati sia nel Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015, sia nel Database Macrosismico Italiano 2015.

Di seguito si riporta due mappe con la localizzazione dei terremoti storici dell'Isola. Si evidenzia che l'area oggetto del presente studio presenta una sismicità bassa, non è caratterizzata da particolari eventi sismici.



Pericolosità sismica di base

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) D.M. 20/02/2018 introduce il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. La "pericolosità sismica di base", più semplicemente definita pericolosità sismica, costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita su un reticolo di riferimento e per diversi intervalli di riferimento (periodo di ritorno).

Il reticolo di riferimento delle NTC 2018 suddivide l'intero territorio italiano in maglie elementari di circa 10 Km per 10 Km, per un totale di 10751 nodi, definiti in termini di coordinate geografiche (Tabella A1 delle NTC 2018).

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno (T_r) considerati dalla pericolosità sismica, sono forniti tre parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto:

ag accelerazione orizzontale massima attesa al bedrock con superficie topografica

Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

Tc* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La pericolosità sismica dipende dalla posizione della struttura rispetto ai nodi del reticolo di riferimento.

Le NTC 2018 definiscono l'azione sismica considerando un periodo di ritorno (T_r) che è funzione della probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale (PVr) nel periodo di riferimento dell'opera (V_r). Il periodo di riferimento dell'opera (V_r) è dato dal prodotto della vita nominale (V_n) intesa come numero di anni nel quale l'opera è utilizzata allo scopo a cui è stata destinata e il coefficiente d'uso C_u funzione della classe d'uso. Di seguito si riporta la tabella di riferimento per la vita nominale per ciascuna tipologia di opera e le classi d'uso con i parametri di riferimento:

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

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

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Tab. 2.4.II – Valori del coefficiente d'uso C_u

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Categoria di sottosuolo.

Secondo quanto indicato dalla Tab. 3.2.II delle NTC 2018 è la B: "Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s

tab. 3.2.II- *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato*

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di <i>velocità delle onde di taglio</i> superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti , caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	Deposit i di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Deposit i di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Condizioni topografiche

Secondo la più recente revisione delle Norme Tecniche in vigore, per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tab. 3.2.III – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Trattandosi di una zona con inclinazione maggiore di 15° , si associa al sito di riferimento una categoria topografica T2.

La progettazione della struttura farà riferimento ai seguenti parametri:

Parametri sismici

Categoria sottosuolo	B
Categoria topografica	T2
Vita nominale	50
Classe d'uso (Cu)	1

Di seguito si riportano i valori di accelerazione di picco e altri parametri di riferimento per la progettazione sismica (Tali parametri vengono forniti dall'INGV in corrispondenza di un reticolo di 10751 punti definito tramite le coordinate di latitudine e longitudine che ricopre tutto il territorio nazionale).

	Prob. Superamento(%)	Tr (anni)	ag (g)	Fo (-)	Tc*(S)
Operatività (SLO)	81	30	0.0186	2.610	0.273
Danno (SLD)	63	50	0.0235	2.670	0.296
Salvaguardia della Vita (SLV)	10	475	0.0500	2.880	0.340
Previsione dal collasso (SLC)	5	975	0.0603	2.980	0.372

ag = accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo =valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

Tc*= valore di riferimento per la determinazione del periodo d'inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

7. Assetto geologico d'inquadramento;

L'area oggetto ha subito nei tempi geologici un'evoluzione assai complessa, la maggior parte del substrato roccioso è costituito dal complesso scistoso metamorfico appartenente all'era Paleozoica, le successive testimonianze geologiche sono attribuite ai sedimenti appartenenti al Cenozoico e in ultimo ai depositi relativi all'era quaternaria.

L'area di sedime è caratterizzata prevalentemente da litotipi metamorfici e sedimentari di età Paleozoica, con limitata presenza di coperture terziarie e quaternarie. Le principali formazioni litostratigrafiche affioranti, dalla più antica alla più recente sono le seguenti:

- **PALEOZOICO**

UNITÀ TETTONICA DEL SARRABUS

Arenarie di San Vito

Si tratta di una formazione costituita da un'alternanza irregolare, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti e metasiltiti con laminazioni piano-parallele ed incrociate. Rappresentano i depositi più antichi affioranti nelle Falde esterne nella Catena ercinica. Le arenarie di San Vito sono intensamente deformate e mostrano una scistosità che generalmente trapianta la stratificazione, annullando molte delle strutture sedimentarie.

UNITÀ TETTONICA DEL GERREI

Affiora estesamente a nord dell'area d'intervento. E' caratterizzata, oltre che da una potente successione terrigena essenzialmente arenaceo-argillosa e quarzitica, e dal complesso vulcano dell'Ordoviciano medio.

Scisti a graptoliti auct.

Durante il Siluriano la trasgressione marina si estende uniformemente su vaste aree e la sedimentazione marina prosegue per tutto il Devoniano durante il quale si stabilisce una piattaforma pelagica con deposizione di tipo carbonatico. La successione che poggia con contatto netto e concordante sui metasedimenti dell'Ordoviciano superiore, inizia con metapeliti e metasiltiti spesso carboniose, con resti di graptoliti. Nel territorio di S. Nicolò gli "Scisti a graptoliti" Auct. passano verso l'alto e lateralmente a una successione caratterizzata da un'alternanza centimetrica regolare di metapeliti, metasiltiti carbonatiche e metacalcari grigi ("Scisti a tentaculiti" Auct.), che contengono tentaculiti e conodonti.

Porfiroidi Auct.

La successione vulcanica (Ordoviciano medio), deposta a seguito dei movimenti tettonici a carattere compressivo riferibili all'orogenesi Caledoniana è rappresentata alla base da originarie rare lave andesitiche e da abbondanti metasedimenti, derivati dal rimaneggiamento delle stesse, sottostanti una successione di metavulcaniti acide.

I porfiroidi sono costituiti in particolare da metarioliti e metariodaciti a grossi fenocristalli di feldspato potassico, che possono arrivare a 7-8 cm di grandezza. Alla scala dell'affioramento mostrano un colore che varia dal grigio scuro al verde, talvolta rossastro per alterazione, con struttura marcatamente occhiadina, conferita dai fenocristalli di kfs e quarzo.

Argilloscisti di Rio Canoni

Gli Argilloscisti di Rio Canoni sono riferibili a un ambiente di piattaforma terrigena poco profonda che si è instaurata dopo gli eventi vulcanici dell'Ordoviciano medio. Nell'Ordoviciano superiore (inizia un nuovo ciclo sedimentario marino con una trasgressione marina che determina la sommersione dei rilievi generati dai movimenti tettonici caledoniani. La successione comprende due principali insiemi litostratigrafici (dal basso verso l'alto): metarenarie e metaconglomerati quarzosi massivi, costituiti quasi

esclusivamente da quarzo vulcanico proveniente dal rimaneggiamento dei sottostanti "Porfiroidi; metapeliti grigio-verdastre e metasiltiti carbonatiche fossilifere, ben stratificate, in strati decimetrici e centimetrici, appartenenti alla formazione degli Argilloscisti di Rio Cannoni. Il contenuto paleontologico è dato da una tipica fauna bentonica comprendente resti di briozoi, crinoidi, brachiopodi, gasteropodi, trilobiti.

Metarcose di Genna Mesa

Si tratta di una successione costituita e conosciute in passato come areniti feldspatiche, sono delle metarcose metarenarie quarzose di colore biancastro di spessore metrico, il loro spessore è assai variabile fino a banchi dell'ordine del metro.

- **CENOZOICO**

Formazione di Ussana

È ben rappresentata nel territorio di S. Nicolò Gerrei, costituendo una fascia continua che va da SW a NE dell'abitato; La composizione dei sedimenti rispecchia quella del substrato che viene rimaneggiato; nei dintorni dell'abitato di S. Nicolò i conglomerati e le brecce sono costituiti principalmente da elementi derivati dal basamento cristallino paleozoico (rocce scistose, arenarie e porfidi).

- **QUATERNARIO**

Depositi olocenici

I termini ascrivibili al quaternario sono costituiti essenzialmente da depositi sedimentari, formati a spese delle rocce preesistenti e differenziabili in base alla litologia ed alla genesi.

Sono rappresentati prevalentemente da depositi detritici eluviali e colluviali. I depositi detritici colluviali ed eluviali presenti alla base dei versanti e nelle piccole valli, sono costituiti da ciottoli eterometrici a spigoli vivi immersi in una matrice sabbioso-argillosa hanno potenza ed estensione areale molto variabili. In prossimità degli impluvi, questi depositi presentano un certo grado di arrotondamento; la loro formazione è da ricondurre all'attività erosiva, di

8. Lineamenti geomorfologici

La morfologia dell'area rispecchia le complesse vicende geologiche succedutesi nel tempo. L'origine delle formazioni rocciose presenti è assai remota; buona parte di queste formazioni sono state oggetto di una prolungata opera di alterazione, erosione e disgregazione che ha addolcito le forme, e attenuato i dislivelli dei rilievi.

Il contesto morfologico è caratterizzato da rilievi modesti e vallate di origine tettonica e fluviale. L'area di progetto è ubicata in prossimità della linea di cresta tra le quote di 470 e 480 m s.l.m. e presenta pendenza regolare con morbido raccordo sui versanti. Dai sopralluoghi e dall'analisi cartografica non si evidenziano fenomeni d'instabilità dei versanti. La circolazione idrica superficiale non risulta organizzata ma si sviluppa per ruscellamento diffuso, solo in casi di forti eventi pluviali si possono attivare canali attualmente ricoperti dalla scarsa vegetazione. La componente antropica del paesaggio è piuttosto forte nell'area essendo questa una zona a carattere agro-pastorale, sono quindi presenti sistemazioni del terreno di ausilio alla coltivazione.

9. Situazione litostratigrafica locale

Lo studio dell'area in esame è stato impostato partendo da una ricerca bibliografica, dopodiché è stato eseguito un rilevamento di dettaglio atto a verificare la corrispondenza dei dati trovati in bibliografia con quelli reali.

Nell'area in esame è possibile riscontrare la stratigrafia del terreno mediante l'ausilio dei tagli del versante nell'area adiacente, in modo particolare nei tagli stradali della strada statale a valle dell'area d'intervento.

L'osservazione ha permesso la ricostruzione della situazione geologica del substrato che è caratterizzato dalla presenza dei seguenti orizzonti litologici:




Coltre detritica

Rappresenta il prodotto di alterazione e di disfacimento, rimasto in posto o trascinato e rimaneggiato dalle acque di corrivazione, del complesso di base. Esso è costituito da un materiale arenaceo, misto da un suolo limoso inglobante elementi ciottolosi. Lo spessore è assai limitato; raggiunge in alcuni punti lo spessore di 2/3 cm.

Formazione di Ussana

La formazione di Ussana è orizzonte costituito da conglomerato grossolano ed eterometrico derivata dalla completa alterazione di scistoso-metamorfica del paleozoico. Lo spessore è variabile da pochi metri a potenze superiori ai 10 mt.

Fig.9.1 Colonna stratigrafica area d'intervento

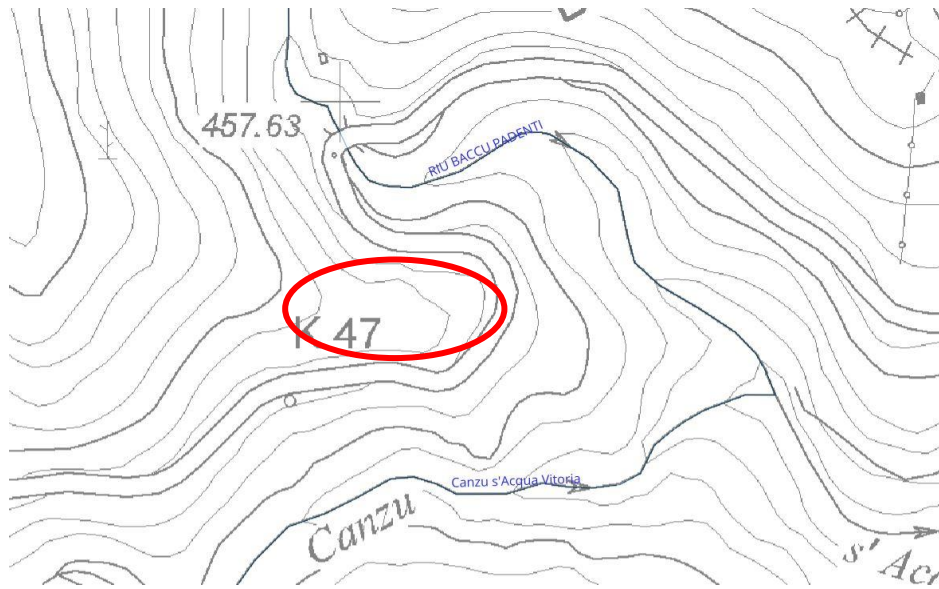
Profondita'	Stratigrafia	Descrizione
0.30		Terreno vegetale color nocciola a matrice limo-sabbiosa con scheletro sabbioso
2/3		Depositi detritici costituiti da ciottoli eterometrici a spigoli vivi immersi in una matrice sabbioso-argillosa
		Formazione di Ussana- conglomerati e le breccie costituiti principalmente da elementi derivati dal basamento cristallino paleozoico (rocce scistose, arenarie e porfidi).

P_SUDSAR - P_SUDSAR - 1 - 2025-02-13 - 0003996

10. Schema della circolazione idrica superficiale

La zona oggetto di studio ricade nello spartiacque che delimita i bacini idrografici del Rio Canzu S'Acqua Vitoria e Rio Baccu Padenti.

Fig.10.1 Reticolo idrografico su C.T.R.



I suddetti corsi d'acqua, mostrano uno spiccato regime torrentizio con portate modeste nel periodo autunnale e scarse o nulle in quello estivo, fortemente condizionante dall'entità delle precipitazioni caratterizzate da un valore medio annuo di circa 1000 mm calcolato sulla base dei dati registrati nelle stazioni pluviometriche limitrofe all'area di studio. I deflussi seguono pertanto fedelmente le vicende degli afflussi meteorici e sono influenzati non solo dalla loro entità, ma anche e soprattutto dalla loro distribuzione nell'anno. Vista l'orografia, le aree d'intervento sono non esondabile delle acque dei corsi fluviali che attraversano il settore considerato.

11. Modello geotecnico

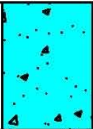

Al fine di determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dalle opere in progetto, sono stati utilizzati i valori ricavati dalla letteratura e dati provenienti da litologie simili.

Sono state individuate 2 differenti UNITÀ:

UNITÀ 1- Rappresenta la copertura detritico-terrigena di origine eluvio-colluviale. Questa copertura ha uno spessore variabile ma con spessore massima di 2/3 mti è costituita principalmente da un materiale arenaceo, misto da un suolo limoso inglobante elementi ciottolosi a spigoli vivi.

UNITÀ 2 – È costituita dal conglomerato costituiti principalmente da elementi derivati dal basamento cristallino paleozoico (rocce scistose, arenarie e porfidi). Da un punto di vista geotecnico può considerato come un terreno sovra consolidato, dotato di notevole attrito scarsa coesione.

Il modello geotecnico, costituito due unità è schematizzato nella tabella sottostante. Nella colonna a destra sono indicati i principali parametri geotecnici utilizzati nei calcoli seguenti.

Schema stratigrafico e parametri geotecnici definiti per le singole unità		
Unità 1 - Depositi detritici costituiti da ciottoli eterometrici a spigoli vivi immersi in una matrice sabbioso-argillosa		$\gamma = 1835 \text{ Kg/m}^3$; $\varphi = 22-25^\circ$ C = 0.00 kg/cm^2
Unità 2 - Formazione di Ussana- conglomerati e le breccie costituiti principalmente da elementi derivati dal basamento cristallino paleozoico (rocce scistose, arenarie e porfidi).		$\gamma = 1900 \text{ Kg/m}^3$; $\varphi = 28-33^\circ$ C = $0.10-0.15 \text{ Kg/cm}^2$

P_SUDSAR - P_SUDSAR - 1 - 2025-02-13 - 0003996

La verifica è stata eseguita lungo la sezione di progetto (Sez 6) ed estesa alla porzione a monte e a valle del manufatto in progetto

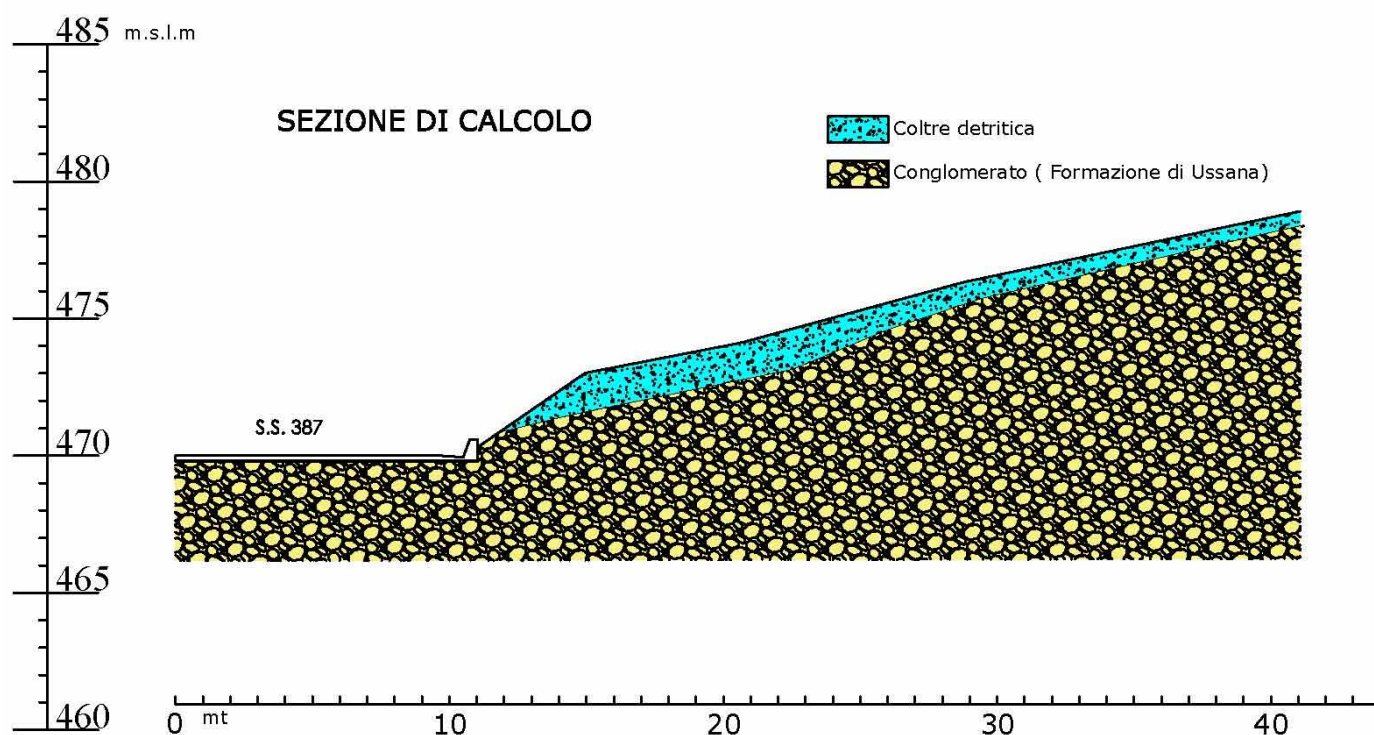
[illegible]

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. In particolare il programma esamina un numero di superfici che dipende dalle impostazioni fornite e che sono riportate nella corrispondente sezione. Il processo iterativo permette di determinare il coefficiente di

sicurezza di tutte le superfici analizzate. Il metodo, può essere utilizzato per la verifica della stabilità di pendii con geometria qualunque, con superfici di scivolamento circolari, piane o costruite arbitrariamente per punti tramite l'introduzione diretta delle coordinate.

Ne deriva quindi una piena applicabilità sia nei casi di pendii in frana, permettendo di eseguire la verifica lungo le superfici di scorrimento che meglio approssimano quella riconosciuta con le indagini, sia negli altri casi con l'esame di superfici di scorrimento cinematicamente possibili in numero sufficiente per ricercare la superficie alla quale corrisponda, nel caso considerato, il coefficiente di sicurezza più basso.

Nel caso in oggetto la verifica è stata eseguita lungo le superfici di scorrimento cinematicamente possibili, in un numero sufficiente per ricercare la superficie critica alla quale corrisponde il grado di sicurezza più basso. Allo scopo di individuare le "superfici di scorrimento cinematicamente possibili", cui corrisponda il coefficiente di sicurezza più basso, l'analisi è stata eseguita ponendo lungo il profilo topografico del versante, un intervallo di valori di ascisse a valle (all'interno del quale partiranno le superfici di calcolo) e a monte (dove si chiuderanno le superfici stesse) delle superfici di scivolamento circolari che si vogliono calcolare. Nella figura successiva è rappresentata la sezione di calcolo.



Per maggiore chiarezza di esposizione, si riporta la tabella 1, estratta dalla letteratura (Marsan e Romeo, 1997) nella quale sono indicati gli intervalli del fattore di sicurezza che definiscono le diverse condizioni di stabilità:

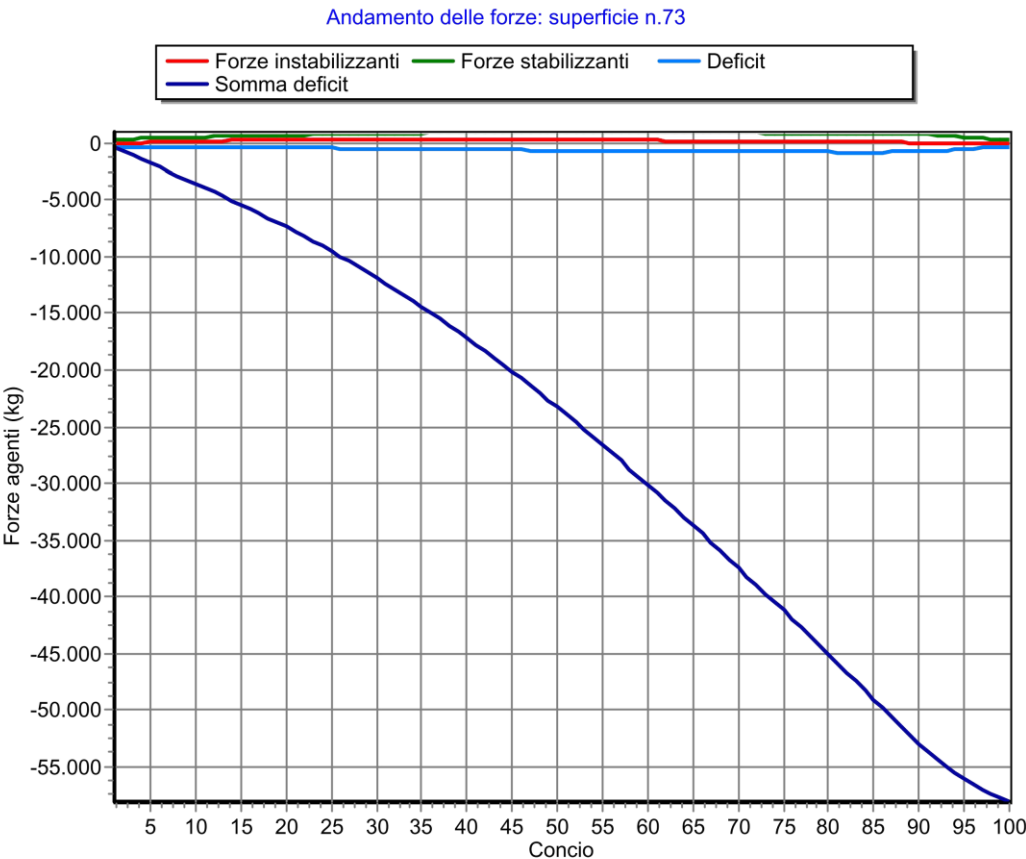
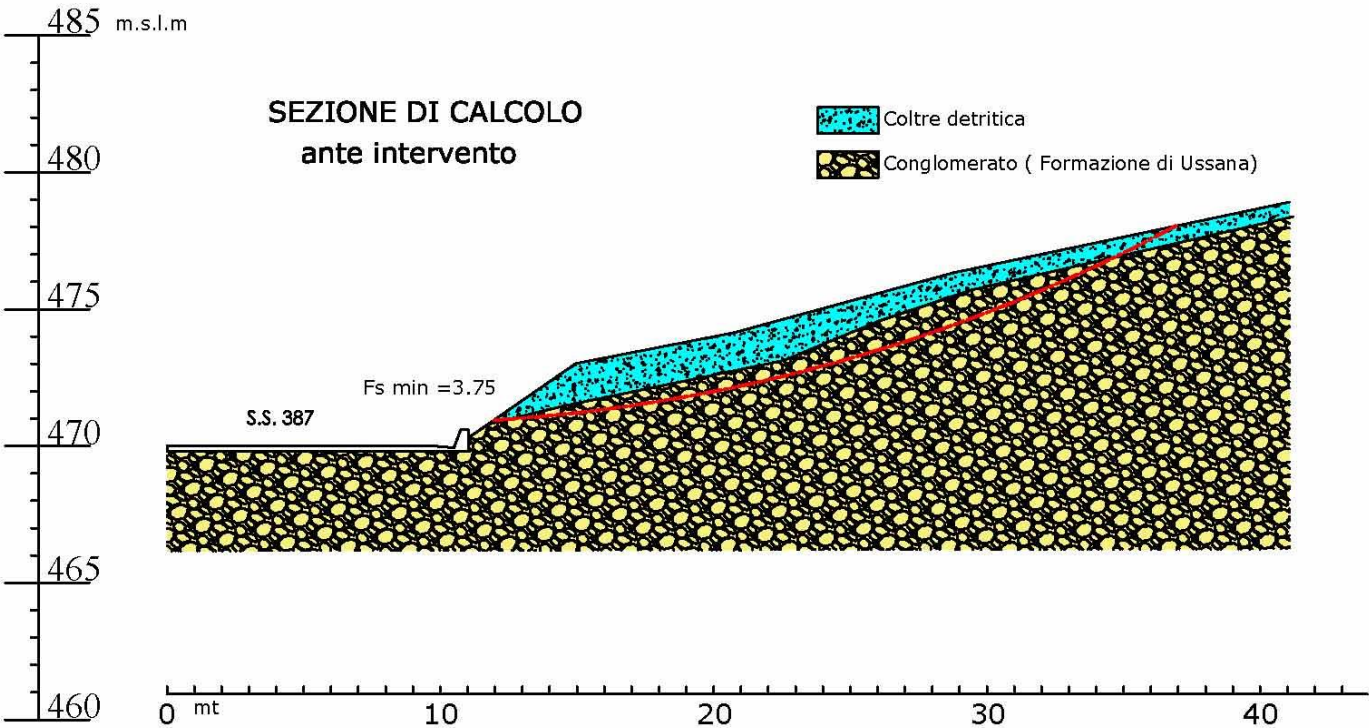
Tabella 1. (fonte Marsan e Romeo 1997)

Intervalli del coefficiente di sicurezza che definiscono le diverse condizioni di stabilità		
<i>F_s range</i>	Condizioni di stabilità	Misure precauzionali
>1.50	Stabile	Nessuna
1.50 ÷ 1.30	Potenzialmente instabile a lungo termine	Campagna periodica di rilevamento e schemi di intervento e stabilizzazione
1.30 ÷ 1.00	Potenzialmente instabile a medio termine	Reti di monitoraggio, esecuzione di opere di bonifica e stabilizzazione
1.00 ÷ 0.80	Instabile a breve termine	Monitoraggio in tempo reale ed approntamento piani di evacuazione
<0.80	Collasso incipiente	Sgombero immediato

Per i calcoli sono stati utilizzati i parametri geomeccanici riportati nei paragrafi precedenti. La verifica è stata alla presenza di azione sismica.

Dai risultati riportati nei seguenti report si evince il versante risulta stabile in tutte le condizioni verificate è più precisamente:

- **Ante intervento - coefficiente sicurezza = 3.75**
- **Post intervento - coefficiente sicurezza = 1.75**



Committente: Amministrazione Comunale San Nicolò Gerrei

Località: SS 387 Km 48+210

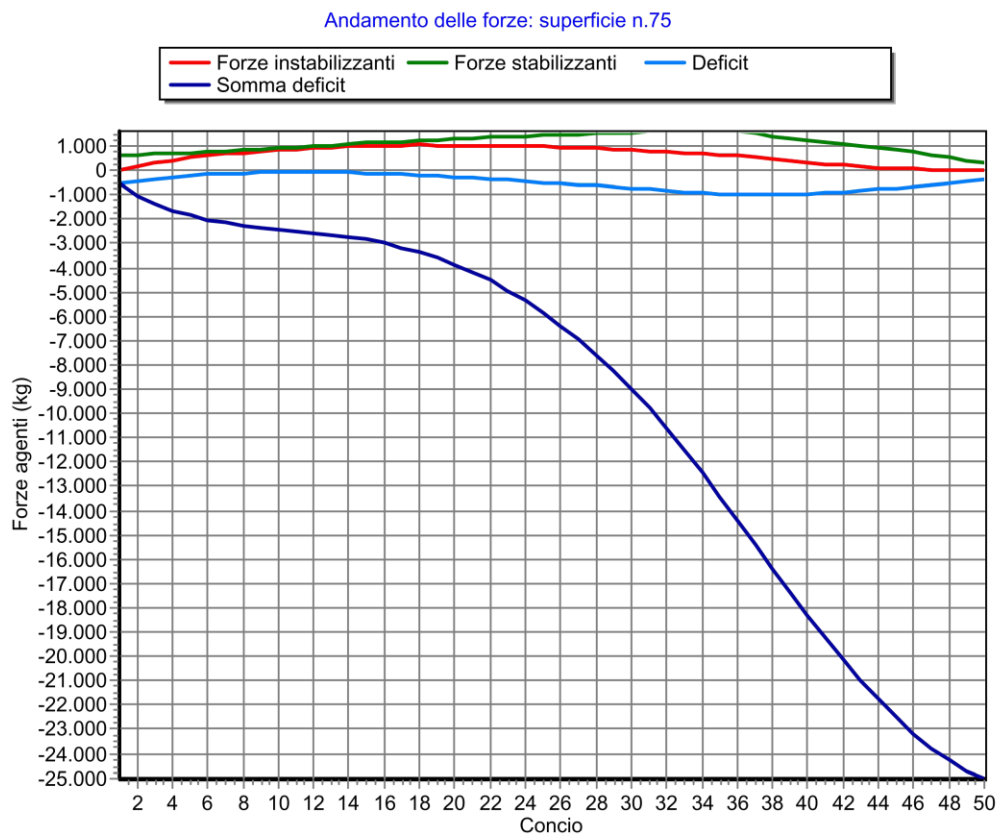
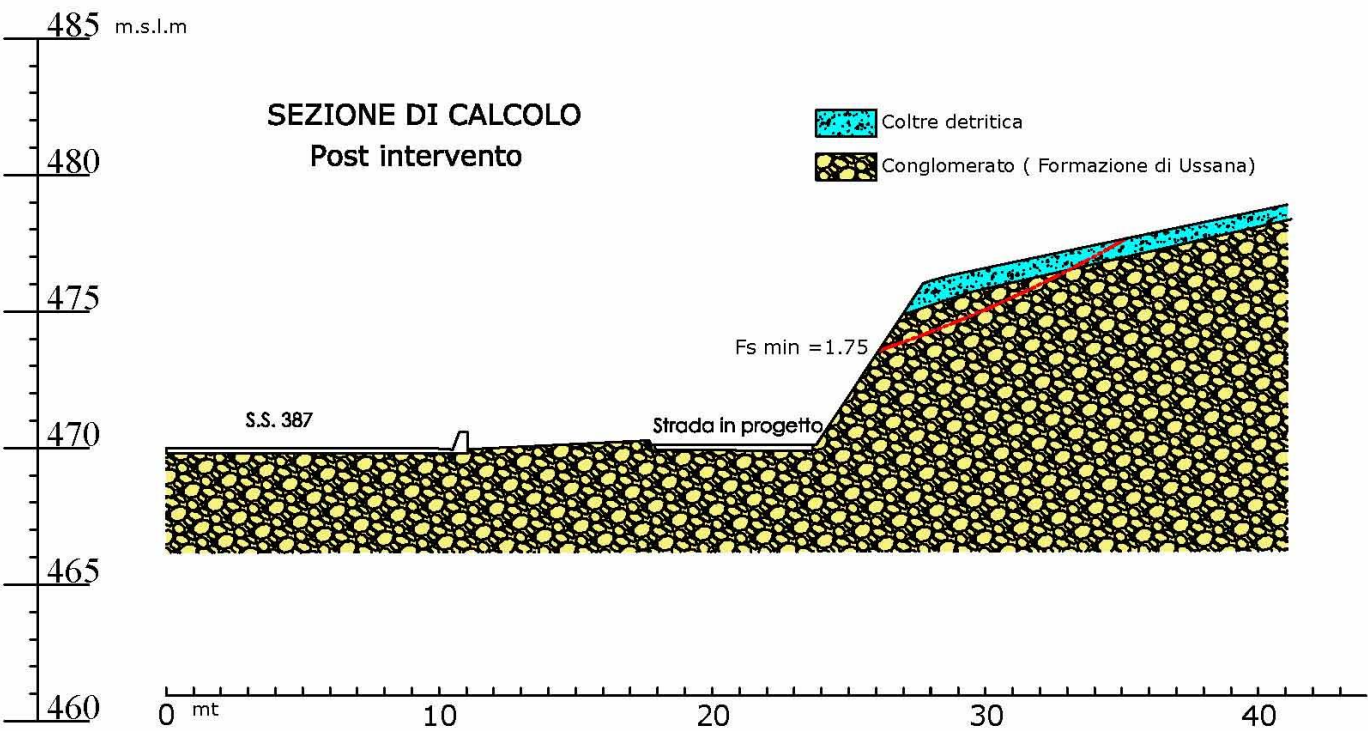
Data: Agosto 2024

Riferimenti:

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm du (m)	
73	3,761	Janbu semplificato		12,03	15,982										
			1	12,287	15,983	0,26	0,3	0,025	0	0	0	0	29,3	0,12	0
			2	12,544	15,985	0,26	0,4	0,075	47,6	0	0	0	29,3	0,12	0
			3	12,802	15,989	0,26	0,8	0,124	142,79	0	0	0	29,3	0,12	0
			4	13,059	15,993	0,26	1	0,174	237,99	0	0	0	29,3	0,12	0
			5	13,316	15,999	0,26	1,4	0,223	333,19	0	0	0	29,3	0,12	0
			6	13,574	16,007	0,26	1,6	0,271	428,38	0	0	0	29,3	0,12	0
			7	13,831	16,015	0,26	1,9	0,319	523,58	0	0	0	29,3	0,12	0
			8	14,088	16,026	0,26	2,3	0,367	618,77	0	0	0	29,3	0,12	0
			9	14,345	16,037	0,26	2,5	0,415	713,97	0	0	0	29,3	0,12	0
			10	14,603	16,05	0,26	2,9	0,462	809,16	0	0	0	29,3	0,12	0
			11	14,86	16,063	0,26	3	0,509	904,36	0	0	0	29,3	0,12	0
			12	15,117	16,079	0,26	3,5	0,542	951,96	0	0	0	29,3	0,12	0
			13	15,375	16,096	0,26	3,6	0,556	951,96	0	0	0	29,3	0,12	0
			14	15,632	16,114	0,26	4,2	0,563	951,96	0	0	0	29,3	0,12	0
			15	15,889	16,133	0,26	4,3	0,569	999,56	0	0	0	29,3	0,12	0
			16	16,146	16,155	0,26	4,7	0,574	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			17	16,404	16,177	0,26	4,9	0,58	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			18	16,661	16,2	0,26	5,3	0,585	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			19	16,918	16,225	0,26	5,5	0,589	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			20	17,176	16,251	0,26	5,8	0,594	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			21	17,433	16,279	0,26	6,2	0,598	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			22	17,69	16,308	0,26	6,4	0,601	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			23	17,947	16,339	0,26	6,8	0,605	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			24	18,205	16,37	0,26	6,9	0,608	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			25	18,462	16,403	0,26	7,4	0,61	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			26	18,719	16,437	0,26	7,5	0,613	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			27	18,977	16,474	0,26	8	0,614	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			28	19,234	16,511	0,26	8,2	0,616	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			29	19,491	16,55	0,26	8,6	0,617	1094,75	0	0	0	29,3	0,12	0
			30	19,748	16,59	0,26	8,8	0,618	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			31	20,006	16,631	0,26	9,2	0,618	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			32	20,263	16,674	0,26	9,5	0,618	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			33	20,52	16,718	0,26	9,7	0,62	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			34	20,778	16,764	0,26	10,1	0,624	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			35	21,035	16,81	0,26	10,3	0,63	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			36	21,292	16,859	0,26	10,7	0,635	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			37	21,549	16,909	0,26	10,8	0,64	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			38	21,807	16,96	0,26	11,4	0,644	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			39	22,064	17,013	0,26	11,5	0,648	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			40	22,321	17,067	0,26	12	0,652	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			41	22,579	17,122	0,26	12,1	0,656	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			42	22,836	17,18	0,26	12,5	0,659	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			43	23,093	17,238	0,26	12,8	0,661	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			44	23,35	17,298	0,26	13,1	0,664	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			45	23,608	17,359	0,26	13,4	0,666	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			46	23,865	17,422	0,26	13,7	0,667	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			47	24,122	17,486	0,27	14,1	0,669	1189,95	0	0	0	29,3	0,12	0
			48	24,38	17,552	0,27	14,2	0,669	1237,55	0	0	0	29,3	0,12	0
			49	24,637	17,619	0,27	14,7	0,67	1237,55	0	0	0	29,3	0,12	0
			50	24,894	17,687	0,27	14,8	0,67	1237,55	0	0	0	29,3	0,12	0
			51	25,151	17,758	0,27	15,4	0,67	1237,55	0	0	0	29,3	0,12	0
			52	25,409	17,829	0,27	15,5	0,669	1189,95	0	0	0	29,3	0,12	0
			53	25,666	17,903	0,27	16	0,668	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			54	25,923	17,977	0,27	16,1	0,666	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			55	26,181	18,054	0,27	16,5	0,664	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			56	26,438	18,131	0,27	16,8	0,662	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			57	26,695	18,211	0,27	17,1	0,66	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			58	26,952	18,292	0,27	17,5	0,656	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			59	27,21	18,374	0,27	17,7	0,653	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			60	27,467	18,458	0,27	18,1	0,649	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			61	27,724	18,543	0,27	18,3	0,645	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			62	27,982	18,63	0,27	18,8	0,64	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			63	28,239	18,718	0,27	18,9	0,635	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			64	28,496	18,809	0,27	19,4	0,63	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			65	28,753	18,901	0,27	19,6	0,624	1142,35	0	0	0	29,3	0,12	0
			66	29,011	18,994	0,27	20	0,615	1094,75	0	0	0	29,3	0,12	0
			67	29,268	19,089	0,27	20,2	0,605	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			68	29,525	19,186	0,27	20,6	0,594	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			69	29,783	19,284	0,28	20,9	0,583	1047,15	0	0	0	29,3	0,12	0
			70	30,04	19,384	0,28	21,2	0,572	999,56	0	0	0	29,3	0,12	0
			71	30,297	19,486	0,28	21,6	0,56	951,96	0	0	0	29,3	0,12	0
			72	30,554	19,589	0,28	21,8	0,547	951,96	0	0	0	29,3	0,12	0

POST INTERVENTO



Committente: Amministrazione Comunale San Nicolò Gerrei

Località: SS 387 Km 48+210

Data: Agosto 2024

Riferimenti:

Analisi di stabilità: riepilogo delle superficie con coefficiente di sicurezza minimo

Superf.	Fs minimo	Metodo di calcolo	Concio	X base m	Y base m	Lunghez za m	Inclina zione °	Volume mc	Peso kg	Altezza falda m	Carichi N	Carichi T	Phi (°)	C(kg/cm du (m)
75	1,789	Janbu semplificato	1	23,063	15,592									
			2	23,322	15,594	0,26	0,5	0,048	47,88	0	0	0	29,3	0,12
			3	23,581	15,601	0,26	1,5	0,144	191,53	0	0	0	29,3	0,12
			4	23,84	15,612	0,26	2,5	0,239	383,07	0	0	0	29,3	0,12
			5	24,099	15,628	0,26	3,5	0,333	574,6	0	0	0	29,3	0,12
			6	24,358	15,648	0,26	4,5	0,425	766,13	0	0	0	29,3	0,12
			7	24,616	15,673	0,26	5,4	0,517	909,78	0	0	0	29,3	0,12
			8	24,875	15,702	0,26	6,4	0,607	1053,43	0	0	0	29,3	0,12
			9	25,134	15,735	0,26	7,4	0,696	1244,97	0	0	0	29,3	0,12
			10	25,393	15,774	0,26	8,4	0,784	1388,62	0	0	0	29,3	0,12
			11	25,652	15,817	0,26	9,4	0,87	1532,27	0	0	0	29,3	0,12
			12	25,911	15,864	0,26	10,4	0,956	1723,8	0	0	0	29,3	0,12
			13	26,169	15,917	0,26	11,4	1,04	1867,45	0	0	0	29,3	0,12
			14	26,428	15,974	0,27	12,4	1,123	2011,1	0	0	0	29,3	0,12
			15	26,687	16,036	0,27	13,4	1,205	2202,64	0	0	0	29,3	0,12
			16	26,946	16,102	0,27	14,5	1,285	2346,29	0	0	0	29,3	0,12
			17	27,205	16,174	0,27	15,5	1,331	2394,17	0	0	0	29,3	0,12
			18	27,463	16,251	0,27	16,5	1,333	2394,17	0	0	0	29,3	0,12
			19	27,722	16,332	0,27	17,5	1,325	2394,17	0	0	0	29,3	0,12
			20	27,981	16,419	0,27	18,6	1,315	2394,17	0	0	0	29,3	0,12
			21	28,24	16,512	0,27	19,6	1,305	2394,17	0	0	0	29,3	0,12
			22	28,499	16,609	0,28	20,7	1,293	2346,28	0	0	0	29,3	0,12
			23	28,758	16,712	0,28	21,7	1,279	2298,4	0	0	0	29,3	0,12
			24	29,016	16,821	0,28	22,8	1,264	2298,4	0	0	0	29,3	0,12
			25	29,275	16,936	0,28	23,9	1,248	2250,52	0	0	0	29,3	0,12
			26	29,534	17,056	0,29	24,9	1,23	2202,64	0	0	0	29,3	0,12
			27	29,793	17,183	0,29	26	1,21	2202,63	0	0	0	29,3	0,12
			28	30,052	17,315	0,29	27,1	1,189	2154,75	0	0	0	29,3	0,12
			29	30,311	17,454	0,29	28,3	1,166	2106,87	0	0	0	29,3	0,12
			30	30,569	17,6	0,3	29,4	1,142	2058,99	0	0	0	29,3	0,12
			31	30,828	17,753	0,3	30,5	1,116	2011,1	0	0	0	29,3	0,12
			32	31,087	17,912	0,3	31,7	1,088	1963,22	0	0	0	29,3	0,12
			33	31,346	18,08	0,31	32,8	1,058	1915,33	0	0	0	29,3	0,12
			34	31,605	18,254	0,31	34	1,026	1867,45	0	0	0	29,3	0,12
			35	31,864	18,437	0,32	35,2	0,992	1771,69	0	0	0	29,3	0,12
			36	32,122	18,628	0,32	36,4	0,956	1723,79	0	0	0	29,3	0,12
			37	32,381	18,828	0,33	37,7	0,918	1675,9	0	0	0	29,3	0,12
			38	32,64	19,037	0,33	38,9	0,878	1580,14	0	0	0	29,3	0,12
			39	32,899	19,256	0,34	40,2	0,835	1484,37	0	0	0	29,3	0,12
			40	33,158	19,485	0,35	41,5	0,789	1388,61	0	0	0	29,3	0,12
			41	33,417	19,725	0,35	42,8	0,741	1292,84	0	0	0	29,3	0,12
			42	33,675	19,976	0,36	44,2	0,69	1197,08	0	0	0	29,3	0,12
			43	33,934	20,241	0,37	45,6	0,635	1101,31	0	0	0	29,3	0,12
			44	34,193	20,518	0,38	47	0,578	1005,54	0	0	0	29,3	0,12
			45	34,452	20,811	0,39	48,5	0,516	909,78	0	0	0	29,3	0,12
			46	34,711	21,119	0,4	50	0,451	814,01	0	0	0	29,3	0,12
			47	34,97	21,445	0,42	51,6	0,381	670,36	0	0	0	29,3	0,12
			48	35,228	21,791	0,43	53,2	0,307	526,71	0	0	0	29,3	0,12
			49	35,487	22,159	0,45	54,8	0,227	383,06	0	0	0	29,3	0,12
			50	35,746	22,565	0,48	57,5	0,139	191,53	0	0	0	29,3	0,12
				36,005	22,972	0,48	57,6	0,047	47,88	0	0	0	29,3	0,12
			33	31,605	18,254	0,31	34	1,026	1867,45	0	0	0	29,3	0,12
			34	31,864	18,437	0,32	35,2	0,992	1771,69	0	0	0	29,3	0,12
			35	32,122	18,628	0,32	36,4	0,956	1723,79	0	0	0	29,3	0,12
			36	32,381	18,828	0,33	37,7	0,918	1675,9	0	0	0	29,3	0,12
			37	32,64	19,037	0,33	38,9	0,878	1580,14	0	0	0	29,3	0,12
			38	32,899	19,256	0,34	40,2	0,835	1484,37	0	0	0	29,3	0,12
			39	33,158	19,485	0,35	41,5	0,789	1388,61	0	0	0	29,3	0,12
			40	33,417	19,725	0,35	42,8	0,741	1292,84	0	0	0	29,3	0,12
			41	33,675	19,976	0,36	44,2	0,69	1197,08	0	0	0	29,3	0,12
			42	33,934	20,241	0,37	45,6	0,635	1101,31	0	0	0	29,3	0,12
			43	34,193	20,518	0,38	47	0,578	1005,54	0	0	0	29,3	0,12
			44	34,452	20,811	0,39	48,5	0,516	909,78	0	0	0	29,3	0,12
			45	34,711	21,119	0,4	50	0,451	814,01	0	0	0	29,3	0,12
			46	34,97	21,445	0,42	51,6	0,381	670,36	0	0	0	29,3	0,12
			47	35,228	21,791	0,43	53,2	0,307	526,71	0	0	0	29,3	0,12
			48	35,487	22,159	0,45	54,8	0,227	383,06	0	0	0	29,3	0,12
			49	35,746	22,565	0,48	57,5	0,139	191,53	0	0	0	29,3	0,12
			50	36,005	22,972	0,48	57,6	0,047	47,88	0	0	0	29,3	0,12

13. Conclusioni

L'area interessata dal progetto è geologicamente caratterizzata da una coltre detritica di sotto alla quale si estende la formazione di Ussana, un conglomerato costituito principalmente da elementi derivati dal basamento cristallino paleozoico (rocce scistose, arenarie e porfidi).

Vista la tipologia dell'opera e le caratteristiche geologiche, geotecniche, geomorfologiche e idrogeologiche del sito si può affermare che non esistano particolari motivazioni d'inidoneità all'effettuazione dei lavori ipotizzati in fase progettuale, infatti:

- Il terreno di fondazione è idoneo a sopportare i carichi trasmessi dalle opere in progetto;
- Dall'elaborazione dei dati litologico - tecnici si è potuti arrivare a verificare la stabilità del pendio. I risultati mostrano che il pendio è stabile anche in condizione post-intervento;
- la situazione geomorfologica risulta stabile e non sono presenti fenomeni morfologici che possono pregiudicare la stabilità del manufatto in progetto;

Dott. Geologo Aldo Lorrari

