

Comune di
COLLESANO
(Città Metropolitana di Palermo)

RELAZIONE GEOLOGICA

**“STUDIO GEOMORFOLOGICO AI SENSI DELL’ART. 15 DELLA L.R.
16/2016 (EX ART. 13 DELLA L. 64/74), relativo al
Progetto di recupero e rifunzionalizzazione di un bene confiscato alla mafia
in c/da Mondoletto da destinare a centro comunale di raccolta (CCR)
nel Comune di Collesano, identificato catastalmente al foglio di mappa n. 42
partt. nn. 177 – 178 – 326 – 327 e 328**

Progettista

Direttore dei lavori

Impresa esecutrice

Il Responsabile Unico del Procedimento

Il Geologo
Dr. Ilarda Gandolfo
(O.R.G.S. n.2087)

INDICE

	Normative di riferimento	1
1	Premessa	2
2	Inquadramento geografico e geomorfologico	4
2.1	Localizzazione geografica.....	4
2.2	Geomorfologia.....	4
3	Geologia	7
4	Idrologia Idrografia ed Idrogeologia	10
4.1	Interferenze con il Piano per l'Assetto Idrogeologico.....	13
5	Tettonica e sismicità	16
5.1	Inquadramento tettonico-strutturale.....	16
5.2	Storia sismica del Comune di Collesano.....	18
5.3	Pericolosità sismica del sito.....	19
5.4	Caratterizzazione sismica del sito di progetto.....	25
6	Caratterizzazione Geotecnica	30
7	Considerazioni conclusive	33

ALLEGATI

ALL.I	Stralcio Tavoleta Topografica I.G.M. in scala 1:25.000
ALL.II	Stralcio Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000
ALL.III	Carta geologica in scala 1:10.000
ALL.IV	Carta con ubicazione delle indagini in scala 1:2.000
ALL.V	Carta geologica in scala 1:2.000
ALL.VI	Carta litotecnica in scala 1:2.000
ALL.VII	Carta geomorfologica in scala 1:2.000
ALL.VIII	Carta idrogeologica in scala 1:2.000
ALL.IX	Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive in scala 1:2.000
ALL.X	Colonne litostratigrafiche ricavate dai sondaggi geognostici
ALL.XI	Stralci cartografia P.A.I. vigente
ALL.XII	Spettri di risposta sismica locale
ALL.XIII	Documentazione fotografica

RELAZIONE GEOLOGICA

Committente: Comune di Collesano.

Tecnico: ILARDA Gandolfo iscritto all'Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia al n°2087 con studio in via Cesare Civello n°74/a Campofelice di Roccella (PA).

Località: Comune di Collesano, c/da "Mondoletto".

Oggetto: Studio geomorfologico ai sensi dell'art. 15 della L.R. 16/2016 (ex art. 13 della L. 64/74), relativo al "Progetto di recupero e rifunzionalizzazione di un bene confiscato alla mafia in c/da Mondoletto da destinare a centro comunale di raccolta (CCR) nel Comune di Collesano, identificato catastalmente al foglio di mappa n. 42 partt. nn. 177 – 178 – 326 – 327 e 328"

Normativa di riferimento

- ✓ **Legge n. 64 del 02/02/1974.**
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- ✓ **D.M. LL.PP. del 11/03/1988.**
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità 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.
- ✓ **Ordinanza P.C.M. n.3274 del 20/03/2003**
Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni
- ✓ **Circolare n. 3/DRA prot. N. 28807 del 20/06/2014**
Studi Geologici per la redazione di strumenti urbanistici
- ✓ **Legge Regionale n. 16 del 10/08/2016**
Recepimento del Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di edilizia approvato con D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380.
- ✓ **Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018),**
pubblicato sul S.O. n. 8 della G.U. del 20 febbraio 2018 n. 42.
- ✓ **Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.**
Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018

1. Premessa

La presente relazione geologica è stata redatta dallo scrivente su incarico ricevuto dal Responsabile dell'Area Tecnica del Comune di Collesano e riguarda il **“Progetto di recupero e rifunzionalizzazione di un bene confiscato alla mafia in c/da Mondoletto da destinare a centro comunale di raccolta (CCR)”**, in variante al Piano Regolatore Generale vigente nel Comune di Collesano, sul lotto di terreno, identificato catastalmente al foglio di mappa n. 42 partt. nn. 177 – 178 – 326 – 327 e 328.

Considerata la tipologia di opere da realizzare, nonché l'urgenza, poiché il progetto in questione rientra tra quelli finanziati nell'ambito del PNNR, per velocizzare i lavori di progettazione esecutiva e per acquisire gli elementi necessari per l'inquadramento geologico ed idrogeologico della zona oggetto di studio, sono stati eseguiti dei sopralluoghi che hanno permesso di definire la successione litostratigrafica dell'immediato sottosuolo, utilizzando all'uopo studi precedenti eseguiti nella stessa area, gli elementi direttamente osservabili in superficie e/o desunti dalla letteratura specializzata, ed ancora, visionando i risultati di diverse indagini dirette ed indirette, a corredo del Piano Regolatore Generale del Comune di Collesano.

Nello specifico, il presente studio geologico è da considerarsi a supporto della redazione della variante al vigente Piano Regolatore Generale per la realizzazione del Centro Comunale di Raccolta, destinato allo stoccaggio temporaneo alla eventuale seconda separazione dei materiali ed alla preparazione delle materie prime seconde da reimpiegare sul mercato. Tale tipologia di impianto per lo stoccaggio provvisorio dei rifiuti, raccolti in modo differenziato, è generalmente aperta al pubblico in orari programmati e l'utente può recarsi all'impianto con mezzi propri per il conferimento dei rifiuti prodotti.

Lo studio geologico in questione è stato eseguito in ottemperanza dell'*art. 15 della L.R. 16/2016 (ex art. 13 della L. 64/74)*, in applicazione del *D.M. 17/01/2018*, e secondo le disposizioni ed i contenuti della *Circolare n. 3/DRA prot. 28807 del 20/06/2014*, riguardante gli studi geologici per la redazione di strumenti urbanistici attuativi – fase di dettaglio (B2).

Nello specifico:

- ✓ per la fase di - indagini integrative (B2a) – indagini: si è fatto riferimento ai risultati di due sondaggi geognostici e delle indagini sismiche eseguite in un lotto di terreno adiacente a quello di progetto;
- ✓ per la fase – cartografie di analisi (B2b): sono state redatte le carte: geologica, litotecnica, geomorfologica ed idrogeologica tutte in scala 1:2.000, secondo le modalità ed il contenuto

disposto dalla suddetta *Circolare n. 3/DRA*.

- ✓ Per la fase cartografie di sintesi (B2c): è stata redatta la carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive in scala di dettaglio ovvero 1:2.000.

Per quanto detto, per una completa esposizione degli argomenti trattati, si allegano i seguenti elaborati:

ALL.I - Stralcio Tavoleta Topografica I.G.M. in scala 1:25.000

ALL.II - Stralcio Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000

ALL.III - Carta geologica in scala 1:10.000

ALL.IV - Carta con ubicazione delle indagini in scala 1:2.000

ALL.V - Carta geologica in scala 1:2.000

ALL.VI - Carta litotecnica in scala 1:2.000

ALL.VII - Carta geomorfologica in scala 1:2.000

ALL.VIII - Carta idrogeologica in scala 1:2.000

ALL.IX - Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive in scala 1:2.000

ALL.X - Colonne litostratigrafiche ricavate dai sondaggi geognostici geognostici

ALL.XI - Stralci cartografia P.A.I. vigente

ALL.XII - Spettri di risposta sismica locale

ALL.XIII - Documentazione fotografica

2. Inquadramento Geografico e Geomorfologico

2.1 Localizzazione geografica

Topograficamente l'area in esame è compresa sul foglio della carta d'Italia in scala 1:100.000 "Termini Imerese", nella Tavoleta Topografica "Scillato", Foglio n° 259, Quadrante I, Orientamento S.E., redatta dall'I.G.M.I. alla scala 1:25.000 (allegato I), e nella Carta Tecnica Regionale C.T.R. 609080 e porzione nella 609070 denominate rispettivamente "Collesano" e "Cozzo Tabarani" (allegato II)

L'area oggetto di studio, ovvero quella di ubicazione del Centro Comunale di Raccolta (CCR), è posta in c/da "Mondoletto", in adiacenza alla S.P. 9bis Collesano-Scillato e distante circa 2,50 km dal centro abitato.

Secondo il vigente Piano Regolatore Generale del Comune di Collesano, l'area in oggetto ricade in Z.T.O. "E" – Verde agricolo.

2.2 Geomorfologia

Le opere previste per l'attuazione del "Progetto" saranno realizzate, come precisato precedentemente in c/da "Mondoletto", in adiacenza alla S.P. 9bis Collesano-Scillato e distante circa 2,50 km dal centro abitato, nel territorio comunale di Collesano Città Metropolitana di Palermo.

L'area di insidenza del CCR, nonché l'intorno, è arrivata al suo più completo equilibrio morfoclimatico, difatti, da tempo, l'assetto e la forma dei luoghi tendono a rimanere costanti ed è semmai, in prevalenza l'attività antropica a modificare il naturale aspetto dei luoghi.

La morfologia generale del comprensorio è caratterizzata da una serie di rilievi collinari costituenti la zona pedemontana della catena montuosa delle Madonie.

La quota dell'area di progetto varia tra i 540,00m s.l.m. nella zona di confine con la *Strada Provinciale n. 9bis* fino ai 507,00 m s.l.m. della parte più a valle del lotto di progetto.

Tale settore del territorio comunale di Collesano, è poco antropizzato, e pertanto mantiene quasi del tutto inalterate le condizioni morfologiche originarie.

I terreni che compongono l'area oggetto di studio risultano prevalentemente di natura argillosa e a luoghi di natura arenaceo-pelitica, con uno spessore variabile tra i 40 e gli 80 cm di suolo agrario e/o terreno di alterazione.

Nel presente studio, il sottoscritto ha cercato di individuare l'assetto geomorfologico dell'area di realizzazione del CCR, e di quella circostante, al fine di valutare con attenzione la presenza di eventuali fenomeni geologici ed idrogeologici che nel tempo possono provocare dei dissesti.

L'area in questione ricade all'interno di un contesto caratterizzato dalla diversa resistenza alla degradazione ed al disfacimento, ovvero all'erosione differenziale dei diversi tipi litologici affioranti.

Tali diversità litologiche, insieme alla variabilità delle caratteristiche strutturali e giaciture, comportano una certa variabilità delle forme epigee in relazione alla diversa resistenza offerta agli attacchi da parte degli agenti esogeni.

L'efficacia morfogenetica degli stessi, infatti, dipende dalla natura litologica dei terreni affioranti, dalle caratteristiche climatiche e dalla presenza più o meno diffusa della vegetazione.

I numerosi rilievi di campagna, eseguiti dallo scrivente in occasione del presente studio, hanno permesso di constatare la mancanza, sul sito in studio, di indizi morfogenetici particolarmente significativi tali da poter compromettere la stabilità globale del sito.

Al fine di definire l'assetto geomorfologico dei luoghi sono stati effettuati più sopralluoghi in modo da avere un quadro globale di tutta l'area.

Per ciò che concerne la zona interessata dallo studio, essa è ubicata a valle della *S.P. n. 9bis Collesano-Scillato* all'altezza del chilometro 3+00, interessando nel complesso un'area a debole pendenza che degrada verso la valle del Fiume "*Imera Settentrionale*".

L'attività erosiva, nella zona, è da imputare ai solo impluvi e/o alle piogge intense che possono interessare l'area in questione. Le acque meteoriche, che rappresentano l'unico agente geomorfologicamente attivo per la loro capacità erosiva, in parte defluiscono naturalmente e per gravità negli impluvi presenti verso valle; in parte, considerata la natura dei litotipi esistenti, defluiscono rapidamente nel sottosuolo alimentando una circolazione idrica sotterranea; infine, in parte vengono incanalate nelle opere di raccolta delle acque bianche realizzate lungo la *S.P. n. 9bis* (cunette e pozzetti di raccolta).

Al fine di valutare con attenzione le caratteristiche geologiche della zona, sono stati presi come riferimento i risultati di n. 2 sondaggi a carotaggio continuo, eseguiti in un'area vicina a quella di progetto, per accertare e ricostruire con esattezza la situazione litostratigrafica di dettaglio dell'area.

Dall'analisi dei carotaggi, nonché dai risultati delle prove di laboratorio ed in situ, eseguite sui terreni di fondazione, è emersa una complessiva idoneità del sito di progetto, alla variante al Piano Regolatore generale in questione, con particolare riferimento alle opere da realizzare nell'ambito del CCR.

Il lotto di progetto ricade all'interno di un'area identificata nel P.A.I. vigente come "*frana complessa*" con stato di attività "*Quiescente*". L'indagine geomorfologica di dettaglio, le indagini

geognostiche dirette e le indagini geofisiche, eseguite nell'area adiacente a quella di progetto, non hanno evidenziato, in atto, la presenza di nessuna forma di dissesto attiva del versante (*vedi allegato VI – Carta geomorfologica di dettaglio in scala 1:2.000 – Cartografia di analisi B2b di cui alla Circolare 3/DRA del 20/06/2014*).

In definitiva, considerato che le strutture esistenti nell'area adiacente non presentano particolari lesioni, viste le discrete condizioni dei litotipi affioranti, considerate le condizioni morfologiche della zona, in atto, sono da escludere fenomeni di instabilità di tipo gravitativo a grande scala, che possono interessare l'area in oggetto o le aree ad esso limitrofe. Inoltre, per le caratteristiche idrogeologiche e geolitologiche dei terreni affioranti nell'area, sono da escludersi fenomeni di sovralluvionamento.

L'area di progetto, come anche evidenziato, negli elaborati cartografici e tecnici contenuti nel Piano per l'Assetto Idrogeologico, redatto dall'Assessorato Regionale del Territorio ed Ambiente, ricade all'interno del “*Bacino idrografico del Fiume Imera Settentrionale (030) – CTR 609080*, ed è interessata da (*allegato 11*):

- “*Frana complessa*” su dissesto geomorfologico “*quiescente*”.
- Pericolosità P1 moderata.

Per quanto riguarda le condizioni topografiche dell'area, il *D.M. 17/01/2018* ovvero l'Aggiornamento alle nuove *N.T.C. 2018* presuppongono l'appartenenza della superficie di progetto, ad una delle seguenti categorie topografiche, secondo quanto meglio riportato nella *tabella 3.2.III*:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	<i>Pendii con inclinazione media $i \geq 15^\circ$</i>
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 $i > 30^\circ$

Nel nostro caso, la pendenza media dell'area di realizzazione del CCR in questione, è vicina ai 15° , e pertanto in via precauzionale l'area di progetto viene attribuita alla **categoria T2**.

3. *Geologia*

Il rilievo geologico costituisce una delle indagini più importanti per la definizione delle caratteristiche geologiche e stratigrafiche di un sito; nel presente lavoro, le osservazioni di superficie unitamente ai dati bibliografici esistenti, ai risultati delle specifiche indagini geognostiche e geofisiche, eseguite direttamente sul lotto di progetto, hanno consentito di redigere una carta geologica in scala 1:10.000 (*allegato III*) ed una carta geologica di dettaglio (*allegato V – carta geologica in scala 1:2.000 - Cartografia di analisi B2b di cui alla Circolare 3/DRA del 20/06/2014*), sia dell'area interessata alla realizzazione del "Progetto", sia delle zone limitrofe, ed hanno permesso di definire i rapporti stratigrafico-strutturali intercorrenti tra le diverse formazioni affioranti.

L'area territoriale in esame, si inquadra in un contesto geologico rappresentato dalla catena Appenninico–Maghrebide caratterizzante la porzione settentrionale della Sicilia.

Nell'area studiata, affiorano terreni diversi per genesi, età e costituzione litologica; le diverse unità stratigrafico – strutturali vengono a sovrapporsi e successivamente ricoperte in discordanza dai terreni Oligo–Miocenici e da quelli Plio-Pleistocenici.

Il rilevamento geologico di superficie, opportunamente esteso ad un'ampia fascia perimetrale esterna rispetto al sito di intervento, ha permesso di ricostruire la successione dei terreni presenti nell'area studiata.

Nell'area di c/da "*Mondoletto*", ovvero dove realizzare il Centro Comunale di Raccolta in progetto, il rilevamento geologico, ha evidenziato la presenza in superficie di un modesto spessore di terreno agrario e/o di alterazione, a cui seguono nel sottosuolo i terreni appartenenti alla Formazione Geologica del "*Flysch Numidico*"; tali terreni poco più a valle del lotto di progetto, sono in contatto tettonico con i terreni afferenti alla Formazione Geologica delle "*Argille varicolori inferiori*". Tale contatto tettonico in superficie è coperto dalla coltre agraria e/o di alterazione superficiale, che dà luogo ad un movimento gravitazionale lento su buona parte del versante.

Sul terreno, nell'area di stretto interesse relativa al progetto in questione, sono state riconosciute, dal basso verso l'alto, le seguenti unità stratigrafico-strutturali:

1. Unità derivanti dalla deformazione dei terreni del "*Dominio Sicilide*" costituite da argille a struttura scagliosa e marne varicolori - Cretaceo (Albiano-Turoniano) -Paleocene (Fm. "*Argille Varicolori Inferiori*").

2. Unità derivanti dalla deformazione dei terreni del “*Dominio Numidico*” costituite da peliti di colore bruno manganesiferi dell’Oligocene superiore – Miocene Inferiore (Fm. “*Flysch Numidico*” - “*Membro di Portella Colla*”);

Lo studio geologico, di insieme e di dettaglio, è stato realizzato conducendo inizialmente la necessaria ricerca bibliografica sulla letteratura geologica esistente, la raccolta ed il riesame critico dei dati disponibili ed infine, si è fatto riferimento ad una serie di indagini dirette ed indirette, eseguite nelle immediate vicinanze dell’area oggetto di intervento.

Entrando nel particolare, la situazione litostratigrafica locale è caratterizzata, dall’alto verso il basso, dall’affioramento di:

1. *Argille Varicolori Inferiori (Cretaceo (Albiano-Turoniano)-Paleocene) (Sigla AVF)*; la formazione è costituita da argille a struttura scagliosa e marne varicolori, spesso caotiche, diaspri e arenarie quarzose e micacee, calcilutiti verdastre con piste di vermi e livelli centimetrici di biocalcareniti macroforaminiferi e frammenti di molluschi. Spessore, difficilmente definibile, è valutato tra 70 e 200 m. Il contenuto fossilifero autoctono è rappresentato da foraminiferi planctonici (biozone a *Rotalipora appenninica*, *Rotaliporabrotzeni*, *Rotaliporareicheli*) ed anche da *Morozovellasp.*. Tra i nannofossili calcarei *Lithaphidites* spp. e *Nannoconus* spp.. Localmente, nei livelli inferiori, affiorano marne nere e argille con calcareniti grigie risedimentate con una ricca macrofauna ad ostreidi (marne ad *Exogyra*, AVFa) ricoprenti l’intervallo Albiano superiore-Cenomaniano. Spessore alcune decine di metri. Intercalazioni di corpi lenticolari (Rocca d’Uoni, Rocca del Drago) costituiti da conglomerati e breccie calcaree grossolane a rudistidi, caprinidi (*Caprina schiosensis*), nerideidi, alveoli nidi ed *Orbitolinasp.*. Nella matrice lutitica *Rotaliporasp.* (breccie e caprinidi, AVFb; Cenomaniano-Turoniano). Spessore 50 m. Limite inferiore di natura meccanica (tettonica) su FYN, su TAV e su POZ. Ambienti sedimentari di pianatale - base di scarpata
2. *Flysch Numidico – Membro di Portella Colla (Sigla FYN2)*; Prevalenti peliti di colore bruno talora manganesifere, con laminazione piano-parallela in cui si intercalano livelli di arenarie quarzose e gradate (FYN2a). Contengono microfaune a foraminiferi planctonici (biozone a *Globorotalia opima opima*, *Globigeninaciperoensis*, *Catapsidraxdissimilis*), e nannofossili calcarei (biozone NP24-25). Intercalati nei livelli inferiori di biocalcareniti risedimentate a macroforaminiferi (*Lepidocyclinaspp.*) (FYN2b) e nei livelli superiori breccie carbonatiche ad elementi mesozoici (megabreccie di San Salvatore). Spessore 100-300 m. Ambiente di scarpata e base di scarpata.

Nel dettaglio, i terreni presenti nell'area direttamente interessata dalla realizzazione delle opere in progetto sono costituiti di un modesto spessore di terreno agrario e/o di alterazione, variabile tra i 40 e gli 80 cm, a cui seguono direttamente i terreni della Formazione di Base alterata ovvero si tratta di peliti di colore bruno manganesifere molto eterogenei a struttura caotica costituiti da elementi litoidi di natura carbonatica eterometrici (2-5 cm mediamente) immersi in matrice limo-argillosa di colore bruno.

La carta geologica di dettaglio (*allegato V*), la carta litotecnica (*allegato VI*), le colonne litostratigrafiche ricavate dai sondaggi geognostici, riportate in *allegato X*, illustrano la situazione stratigrafica di dettaglio dell'area oggetto del "Progetto".

Il rilevamento geologico di superficie dell'area interessata dal "Progetto", unitamente ai dati bibliografici, all'osservazione diretta dei terreni costituenti il substrato di fondazione, ai dati stratigrafici e geotecnici ricavati dalle indagini geognostiche, e prove di laboratorio, nonché ai risultati ottenuti da indagini geofisiche, eseguite in un'area limitrofa a quella di progetto, hanno permesso di redigere una idonea modellazione geologica del sito, commisurata alle finalità progettuali, e alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale dell'area di insidenza del "Progetto" in questione, ovvero dell'area di realizzazione del CCR.

4. *Idrologia Idrografia ed Idrogeologia*

Prima di esporre le condizioni idrografiche ed idrogeologiche del sito di progetto, sarà analizzata la situazione climatologica del territorio, che con i suoi fattori condiziona le modalità di circolazione e persistenza delle acque sia superficiali che profonde.

Il clima della Sicilia è genericamente definito di tipo "*Mediterraneo*" ed è comunemente considerato molto mite.

Nella realtà la posizione geografica dell'isola, che per la sua posizione baricentrica nell'area mediterranea è esposta alle influenze sia delle masse d'aria continentali sia di quelle temperate marittime, e il suo articolato assetto orografico, danno luogo, nei diversi settori, a marcate differenze climatiche.

Il fattore orografico, inoltre, controllando la distribuzione delle piogge, riduce l'effetto mitigatore del mare nelle aree più interne, rendendo le condizioni climatiche fortemente contrastate.

Dal punto di vista pluviometrico il clima può essere considerato "*alternò*" poiché l'80% delle piogge si concentra nel semestre autunno-inverno e solo il 5% cade nel trimestre giugno-luglio-agosto (mese più piovoso gennaio, più secco luglio).

Tale andamento è dovuto al fatto che in estate l'area mediterranea è dominata da un campo di alte pressioni, legato alla espansione dell'anticiclone delle Azzorre, che dà luogo alla circolazione di masse d'aria tropicali marittime, di tipo subsidente, che deviano i percorsi dei cicloni delle medie latitudini verso le regioni dell'Europa settentrionale.

Di contro, in inverno, l'anticiclone tropicale marittimo si sposta verso latitudini più basse esponendo le regioni mediterranee alle perturbazioni provenienti dall'Atlantico.

Nell'area in esame la piovosità media è di circa 650 mm annui, concentrata prevalentemente nell'intervallo autunno-inverno con 250 e 200 mm rispettivamente. Le aree più piovose si localizzano in corrispondenza dei versanti settentrionali della catena (precipitazioni medie annue intorno al 1.000 mm sulle Madonie che raggiungono i 1.300 mm sui Nebrodi e sui Peloritani) che costituisce una barriera nei confronti dei venti dominanti che provengono dai quadranti settentrionali quali il Maestrale, la Tramontana ed il Grecale.

Eseguita la caratterizzazione climatologia dell'area di progetto, analizziamo ora le caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche.

L'area in studio è caratterizzata dall'affioramento di terreni diversi che, da un punto di vista idrogeologico, possono essere suddivisi in cinque complessi differenziati in base al tipo ed al grado di permeabilità:

1. terreni ad alta permeabilità;
2. terreni a media permeabilità;

3. terreni a bassa permeabilità;
4. terreni a permeabilità localizzata;
5. terreni scarsamente permeabili;
6. terreni impermeabili.

Il loro “grado di permeabilità” è stato valutato con i dati reperiti dalle prove effettuate a corredo dello studio idrogeologico allegato al P.R.G., e con quelli acquisiti dagli elaborati visionati e dalla letteratura specifica.

1) Terreni ad alta permeabilità:

Comprendono i detriti di falda e le formazioni calcaree e calcaree-dolomitiche dei terreni appartenenti al Dominio Imerese, ovvero: CRI2 – Membro breccie ad Ellipsactinie, CRI4 – Membro delle breccie a Rudiste, SCT – Formazione Scillato, FUN – Formazione Fanusi. I detriti di falda sono caratterizzati da permeabilità primaria per porosità primaria e/o secondaria, in ogni caso, a causa della ristrettezza degli affioramenti e degli spessori non si possono considerare rocce serbatoio.

Le suddette rocce calcaree e calcareo-dolomitiche della Formazione Imerese, sono delle rocce ad alta permeabilità per fessurazione e carsismo, nella quale l’acqua d’infiltrazione, attraverso la vasta rete di fratture e fessure, percola verso il basso; l’azione chimica e meccanica esercitata dalle acque produce un progressivo allargamento delle fessure ed un continuo intrecciarsi delle stesse, per cui tali rocce sono degli ottimi serbatoi sotterranei.

Le suddette rocce costituiscono un enorme serbatoio d’acqua, che alimenta le diverse sorgenti stagionali e perenni, nonché tutte le falde sotterranee.

Su questi ammassi rocciosi, sgorga la sorgente “Favara”, e sono presenti i pozzi “Mora” ed il pozzo “Pigno”; le acque edotte da questi pozzi e sorgenti, sono utilizzate esclusivamente ad uso potabile.

2) Terreni a media permeabilità:

Appartengono a questo complesso: le alluvioni torrentizie e la coltre detritica, caratterizzati da permeabilità primaria.

La permeabilità delle alluvioni torrentizie è variabile in funzione della granulometria, per cui, dal modo in cui è distribuito all’interno del deposito il materiale fine, si ha un aumento o diminuzione di permeabilità con circolazione discontinua e livelli acquiferi sospesi.

Perforazioni effettuate in questi depositi nella valle del Fiume Imera Settentrionale, hanno accertato spessori di alcune decine di metri e la presenza di una falda acquifera in sub-alveo di notevole portata.

La coltre detritica formata da blocchi e brecce calcaree più o meno cementati, hanno anch'essi un tipo di permeabilità primaria per porosità. Su detti terreni, si possono formare delle falde superficiali di limitata portata, che in genere si esauriscono alla fine della stagione piovosa.

Ai terreni a media permeabilità, afferiscono anche i depositi terrazzati (BCP), i depositi continentali conglomeratici, sabbiosi e siltosi associati a colluvi e paleosuoli (BNI), i conglomerati con matrice sabbiosa, stratificati in grossi banchi e livelli sabbiosi grossolani con sporadici episodi conglomeratici (TRV1), ed ancora le sabbie con intercalazioni di livelli conglomeratici (TRV2).

3) Terreni a bassa permeabilità:

Si tratta di terreni caratterizzati da una modesta permeabilità per porosità e fessurazione limitata. Appartengono alla prima categoria le coperture eluvio-colluviali, (AFL/b2). Appartengono alla seconda categoria, ovvero permeabili per fessurazione, le argilliti silicee (CRI/1), le radiolariti e marne a radiolari (CRI/3), le calcilutiti e calcisiltiti con intercalati banchi di biocalcareniti gradate (CAL), ed infine le calcilutiti, calcareniti e marne (POZ).

4) Terreni a permeabilità localizzata:

Questi particolari terreni sono caratterizzati da una permeabilità per porosità e fessurazione, e riguardano alcuni membri e/o strati intercalati su terreni a bassa o completa impermeabilità. Appartengono a questa categoria le facies conglomeratico-arenacee ed arenaceo-sabbiose (FYN/5), le quarzareniti del Flysch Numidico (FYN/5a, FYN/2a), le peliti e peliti sabbiose con intercalazioni metriche e decametriche di arenarie e sabbie e locali livelli conglomeratici (SIC)

Tipo e Grado di permeabilità fortemente variabile da luogo a luogo; dove maggiormente fratturati i livelli arenitici si possono raggiungere valori di permeabilità di 10^{-6} /m/s.

5) Terreni scarsamente permeabili:

Si tratta di terreni scarsamente permeabili, per fessurazione come i calcari-marnosi (TRB) e le calcareniti e calcari organogeni e areniti calcareo-marnose (BAU). Sono

inoltre, scarsamente permeabili per fessurazione e Carsismo le gessareniti alternate a banchi di gesso macrocristallino con intercalazioni argillose (GPQ).

Questi terreni sono scarsamente permeabili in quanto le frequenti intercalazioni di materiale pelitico nei calcari marnosi, e nelle gessareniti nonché la compattezza dei trubi, limitano fortemente la circolazione idrica sotterranea.

6) Terreni impermeabili:

Rientrano in questa categoria, quei terreni che non si lasciano completamente attraversare dalle acque, ovvero si tratta delle Argille varicolori (AVF), delle argille siltose grigio-verdi (TUT/1), delle peliti, argille marnoso-sabbiose e marne sabbiose grigio-azzurre (TRV/3), delle argille brune del Flysch Numidico (FYN/2), delle marne e argille con rari livelli di arenarie (TAV), ed infine delle alternanze di calcilutiti e marne grigio-verdastre (MUF).

L'area di realizzazione del Centro Comunale di Raccolta in progetto è costituita esclusivamente da depositi afferenti alla formazione geologica del “*Flysch Numidico*” ed in particolare si tratta di peliti di colore bruno manganesifere molto eterogenei a struttura caotica costituiti da elementi litoidi di natura carbonatica eterometrici (2-5 cm mediamente) immersi in matrice limo-argillosa di colore bruno. Lo spessore di questi depositi è di diverse centinaia di metri. Sono caratterizzati da una permeabilità molto bassa dove alterati, mentre sono completamente impermeabili laddove integri.

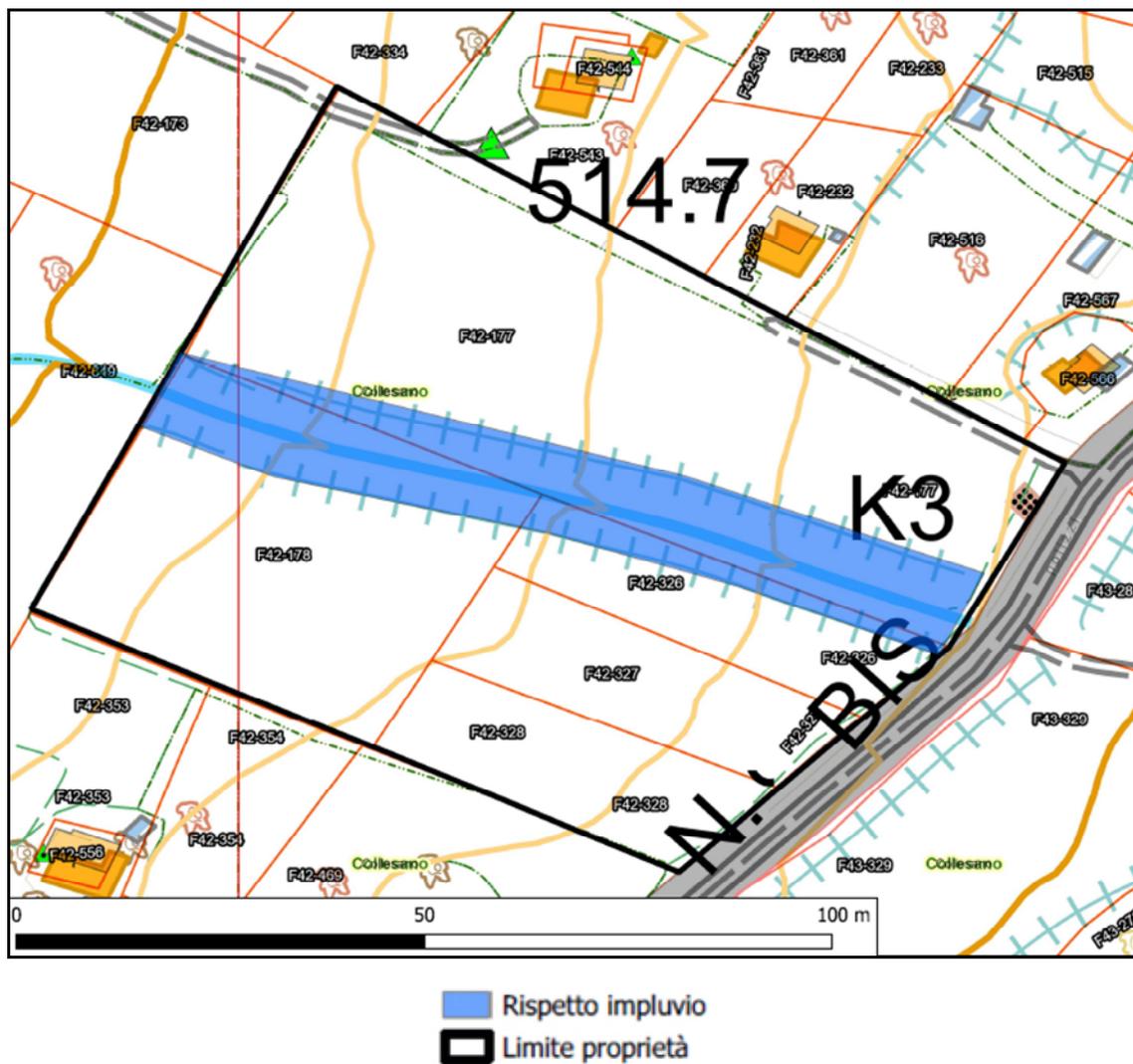
4.1 - Interferenza con in Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

Il lotto di terreno nella disponibilità dell'Amministrazione comunale di Collesano, oggetto del presente intervento, è identificato catastalmente al foglio di mappa n. 42 part. nn. 177 – 178 – 326 – 327 e 328, e ricade all'interno della C.T.R. 609080 denominata “*Cozzo Tabarani*”

Come detto in precedenza il sito di realizzazione del Centro Comunale di Raccolta, ricade all'interno del “*Bacino idrografico del Fiume Imera Settentrionale (030) – CTR 609080*”, e rientra nell'ambito territoriale delle competenze della Regione Siciliana, ovvero dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia.

In particolare, il lotto di progetto è attraversato da un impluvio abbastanza inciso, su cui vengono convogliate le acque di piattaforma della S.P. n.9bis Collesano – Scillato, per il quale, in

ambito della presente progettazione sarà applicato quanto previsto dall'art. 96 c. f) del T.U. sulle opere idrauliche – R.D. 25/07/1904, n.523. Nella successiva immagine, è riportata la fascia di rispetto di 10,00 metri dalla sponda del corso d'acqua, che sarà esclusa dalla progettazione:



Ancora, per quanto riguarda la compatibilità dell'intervento in progetto con il P.A.I., l'area in questione ricade all'interno di una "frana complessa" "Quiescente" che dà luogo ad un livello di pericolosità geomorfologica moderato "P1".

Resta inteso che, ai sensi di quanto previsto dalle Norme di Attuazione del P.A.I. di cui al D.P. n.09/AdB del 06/05/2021, pubblicate sul S.O. della G.U.R.S. n. 22 del 21/05/2021, ed in particolare dall'art. 23.1 "Nelle aree a pericolosità moderata (P1) e bassa (P0), oltre agli interventi di cui ai precedenti articoli 21 e 22, sono ammessi, previa verifica di compatibilità, tutti gli interventi di carattere edilizio e infrastrutturale che non aggravino le condizioni di pericolosità dell'area o ne aumentino l'estensione, in accordo con quanto previsto dagli strumenti urbanistici e Piani di Settore vigenti, conformemente alle prescrizioni generali del presente provvedimento. Nello

specifico, l'intervento in progetto rientra nel quadro normativo di cui all'art. 21.3 comma e) “le opere per la permanenza o la sosta limitata nel tempo di persone, attrezzature leggere amovibili, servizi anche stagionali a supporto della balneazione, percorsi pedonali, aree destinate al tempo libero, alle attività sportive e alla fruizione turistica che non prevedano il pernottamento e non comportino edificazione permanente, purché sia prevista una opportuna mitigazione del rischio atteso”.

Nel caso specifico, trattandosi di una “frana complessa” “quiescente”, come opera di mitigazione del rischio atteso, basta che il Responsabile dell'impianto attivi un sistema di monitoraggio visivo sulle opere realizzate all'interno del lotto di progetto, e che rilevi, con cadenza trimestrale, eventuali movimenti gravitazionali sul versante.

Infine, riguardo al parere di compatibilità geomorfologica, trattandosi di un'area a pericolosità “P1”, lo stesso, ai sensi dell'art. 17 delle N.A. del P.A.I., può essere reso dall'Ente preposto al rilascio del provvedimento finale di autorizzazione e/o concessione.

5. Tettonica e sismicità

5.1 Inquadramento tettonico-strutturale

L'estremità settentrionale tirrenica della Sicilia racchiude assetti orografici molto diversificati, strettamente connessi e controllati da una eterogenea architettura geologico-strutturale. Dal punto di vista geodinamico la complessità e la diversificazione spiccano assieme a eterogenei regimi tettonici e sismici, questi ultimi attivi e a intensità medio-elevata. Uno schema tettonico-geodinamico semplificato del Mediterraneo Centrale in cui si colloca la Sicilia, e in particolare la sua area più orientale interessata dal progetto in questione con $ag > 0,125g$ di riferimento dei contesti territoriali, è mostrato nella figura 1:

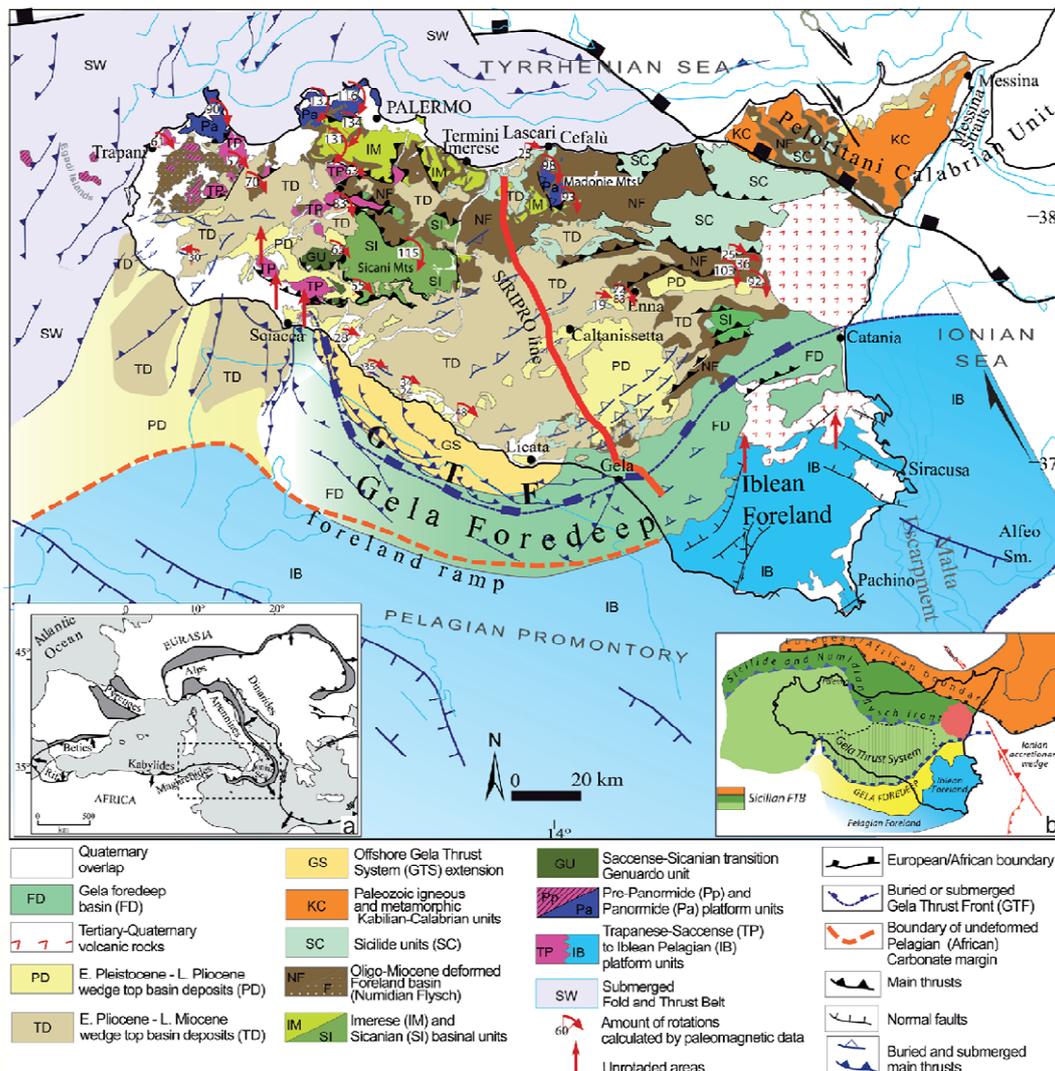


Fig.1 - (Gasparo Morticelli et al., 2015) - Carta strutturale geologica della Sicilia [modificata da Catalano et al., 2013d con riferimento in essa]. I dati paleomagnetici provengono da Channel et al. [1990], Grasso et al. [1987], Speranza et al. [2003]. Le mappe nel riquadro mostrano: a) la mappa tettonica dell'area centrale del Mediterraneo (i bacini di avampaese sono ombreggiati in grigio scuro); b) e principale elemento strutturale della catena siciliana.

La Catena montuosa settentrionale tirrenica assume significato tettonico-sismologico e geodinamico differente, potendo essere distinta per comportamento nel settore più orientale (in estensione) che comprende anche l'area dello Stretto di Messina e l'Arco Calabro, fino alla Piana di Lamezia Terme, e il settore centro-occidentale (in compressione) relativo alla dorsale Nebrodi-Madonie. Questi due settori sono separati da una zona di transizione contraddistinta da importanti meccanismi trascorrenti destri, ad orientazione NO-SE e NNO-SSE, misti a processi estensionali, i quali (entrambi) rappresentano le espressioni più superficiali dell'avanzamento differenziale della Catena sulla crosta africana. Tale zona di svincolo, cosiddetto "*Sistema Sud-Tirrenico*" (*Lentini et al., 1996; Finetti et al., 1996*), che trasferisce verso SE l'edificio Calabro-Peloritano, disegna anche l'andamento della costa tirrenica siciliana.

Pertanto nel settore prospiciente la costa settentrionale della Sicilia l'assetto strutturale è definito da un contesto geodinamico, che si esplica con l'attività di strutture fragili neotettoniche, a prevalente carattere distensivo e trascorrente, attivatesi, e/o riattivatesi a partire dal Serravalliano-Tortoniano, in concomitanza con l'apertura del bacino tirrenico, associato, nel corso del Pliocene, a un regime tettonico che ha causato l'attivazione di un'ampia fascia di taglio trascorrente destro orientata circa E – O che nel Basso Tirreno si estende dall'isola di Ustica alle Eolie (*Selli, 1974; Ghisetti & Vezzani, 1977, 1984; Ghisetti, 1979; Boccaletti et al., 1986; Finetti & Del Ben, 1986; Malinverno & Ryan, 1986; Giunta, 1991; Mauz & Renda, 1995; Nigro & Sulli, 1995; Abate et al., 1998; Nigro, 1998; Nigro & Renda, 1999, 2000, 2001b, 2005*) (*Boccaletti & Dainelli, 1982; Boccaletti et al., 1984, 1990; Renda et al., 2000*).

In particolare, e soprattutto sulla base dell'analisi dei meccanismi focali (*Neri et al., 2005; Guarnieri, 2005; Pepe et al., 2005; Billi et al., 2006; Ferranti et al., 2008; Mattia et al., 2009*) evidenziano e confermano che la Sicilia nordoccidentale e l'*off-shore* tirrenico antistante, rappresentano una zona a prevalente carattere compressivo caratterizzata principalmente da sistemi di faglie sismogenetiche con cinematica variabile da trascorrente a inversa e con direzioni da E-W a NE-SW.

Più in generale *Neri et al., (2008)* hanno messo in evidenza una variazione del regime di stress tettonico e sismogenetico a livello crostale dal settore calabro-meridionale, ancora interessato dalla subduzione, all'area siciliana, ormai in regime di collisione continentale.

La zona di transizione tra questi due domini si colloca nella porzione nord-orientale dell'Isola, ed è rappresentata da una fascia sismogenica orientata circa NNW-SSE, che si estende dalle Isole Eolie al Vulcano Etna, connettendosi alla scarpata ibleo-maltese. In questa zona, lo studio dei meccanismi focali ha evidenziato cinematismi trascorrenti destri, compatibili con un lineamento tettonico,

orientato NNW-SSE e noto come sistema Vulcano-Tindari- Letojanni (*Lanzafame & Bousquet, 1997; Billi et al., 2006*).

Le zone di taglio sismicamente attive sono orientate NO- SE e, danno luogo a dorsali morfologiche controllate strutturalmente e a bacini sedimentari con preservati lembi di deposizioni pleistoceniche sintettoniche (*Ghisetti, 1979; Monaco et al., 1996a; Catalano & Di Stefano, 1997; Lentini et al., 2004; Nigro & Renda, 2005*).

5.2 Storia sismica del Comune di Collesano

Il “*Catalogo dei forti terremoti dal 461 a.C. al 1997*” dell’INGV permette di individuare più di venti forti terremoti con epicentro in Sicilia che, ipotizzando normali leggi di attenuazione dell’Intensità macrosismica, dovrebbero avere avuto a Collesano effetti macrosismici di notevole intensità ($I > 6$ MCS) (*Fig. 2*):

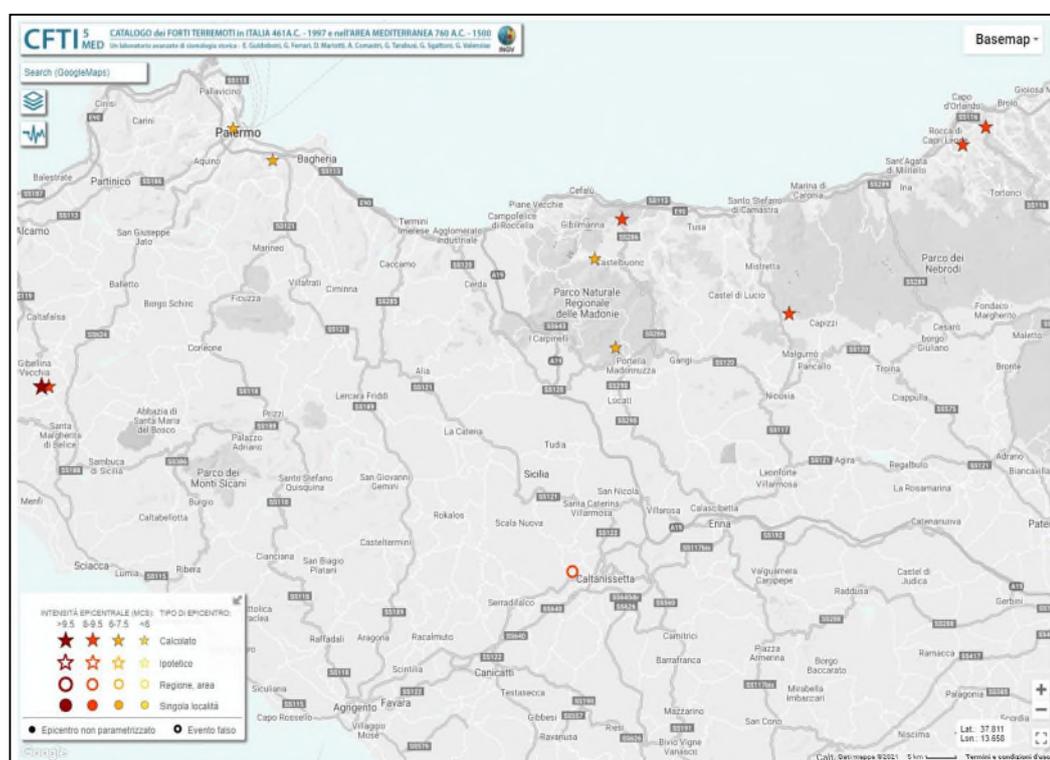


Fig. 2 - *Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Sgattoni G., Valensise G. (2018) – CFTI5Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell’area Mediterranea (760 a.C.-1500). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Doi: <https://doi.org/10.6092/ingv.it-cfti5>*

L’analisi della “storia sismica” è stata eseguita consultando il sito <http://emidius.mi.ingv.it>; nella seguente tabella e nella figura 3 vengono riportati gli eventi sismici storici relativi all’areale di studio, ovvero al Comune di Collesano:

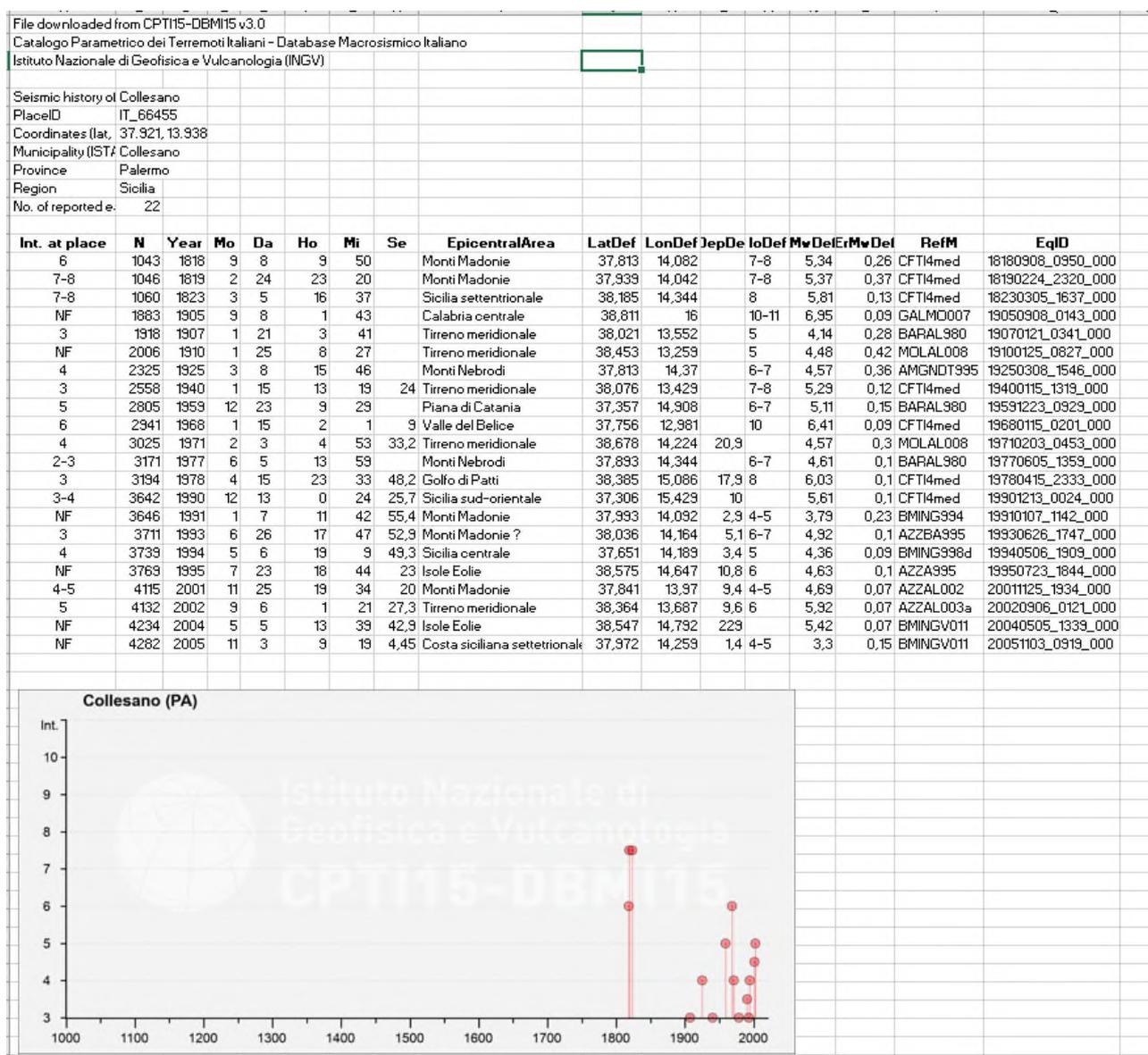


Fig. 3 - (CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes)

Dalla storia sismica si evince che gli eventi che hanno colpito e danneggiato il Comune di Collesano hanno avuto un'intensità variabile tra 3 ed 8 Io.

5.3 Pericolosità sismica del sito

Secondo l'UNDRO (United Nations Disaster Relief Office) con il termine Pericolosità sismica si definisce la probabilità del verificarsi in una determinata area e in un determinato periodo temporale, con una certa eccedenza, lo scuotimento atteso e generato da un evento sismico dannoso per le attività umane con l'insieme degli effetti geologici e geofisici a esso connessi.

Gli elementi fondamentali che concorrono ad una moderna valutazione della “Pericolosità sismica” sono pertanto da ricercare nelle caratteristiche storiche, sismologiche, sismogenetiche, geologiche, relative al territorio analizzato.

Per quanto riguarda la quantificazione della pericolosità si fa riferimento ad alcune grandezze.

La prima è l'intensità sismica, misura della potenzialità distruttiva del terremoto che può essere valutata in modi diversi: sono infatti ben note le Scale *Mercalli Modificata* (MM), *Medvedev-Sponhenar-Karnik* (MSK) e *Mercalli-Cancani-Sieberg* (MCS) che si riferiscono a gradi macrosismici.

Un altro parametro, che viene attualmente molto utilizzato è il valore massimo dell'accelerazione $a(t)$ al suolo (P.G.A.: Peak Ground Acceleration); l'accelerazione è misurata relativamente all'accelerazione di gravità ($g = 9,80 \text{ m/sec}^2$), un valore di $0,1g$ è già capace di generare danni.

Il parametro generalmente usato da Geologi e Geofisici per la quantificazione della pericolosità sismica è l'intensità macrosismica, per cui i valori di pericolosità possono essere espressi con riferimento sia all'uno che all'altro parametro.

Le zone sismiche previste dalle nuove norme vengono definite in base ai valori di accelerazione al suolo.

Dalla storia sismica del territorio si evince che gli eventi che hanno colpito e danneggiato il Comune di Collesano hanno avuto un'intensità variabile tra 3 ed 8 Io.

La magnitudo di un terremoto è l'energia totale scaricata dal sisma.

Un sisma di una certa magnitudo genera alla base di una costruzione una certa accelerazione sismica (espressa convenzionalmente come fattore dell'accelerazione di gravità) che può variare in relazione alla distanza, alla conformazione degli strati rocciosi di fondazione, alla morfologia e alle caratteristiche dell'onda.

Magnitudo e accelerazione sono comunque in relazione, ma ai fini edificatori è più importante definire l'accelerazione sismica di progetto o PGA (Parametro di scuotimento sismico).

Con l'emanazione della *OPCM 3274/2003*, seguita dall' *Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519* e quindi dalle norme tecniche (NTC-2018), è stata introdotta un'importante evoluzione in materia di progettazione antisismica. Il territorio nazionale viene riclassificato in 4 zone sismiche a pericolosità decrescente, abbandonando il concetto di “categoria” e superando il problema dei limiti amministrativi.

Le zone sismiche previste dalle nuove norme vengono definite in base ai valori di accelerazione sismica al suolo a_g (accelerazione orizzontale massima su suolo di Cat. A) che sostituisce il coefficiente S.

La pericolosità sismica del territorio italiano viene espressa in termini di accelerazione massima del suolo come frazione dell'accelerazione di gravità (g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli molto rigidi ($V_{s,eq} > 800$ m/sec – Cat A).

I valori base attribuiti di a_g per ciascuna zona del territorio siciliano sono quelli riportati nella tabella seguente e nella *figura 4*.

La mappa riportata in *Fig. 4* mostra come il comune di Collesano ricada in un'area con PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, cioè periodo di ritorno 475 a, compresa principalmente fra 0.200 g e 0.175 g. Questa è una scelta di parametri convenzionale e in particolare è il valore di riferimento per l'Eurocodice 8 (EC8), nel quale vengono stabilite le norme per il progetto e la costruzione di strutture.

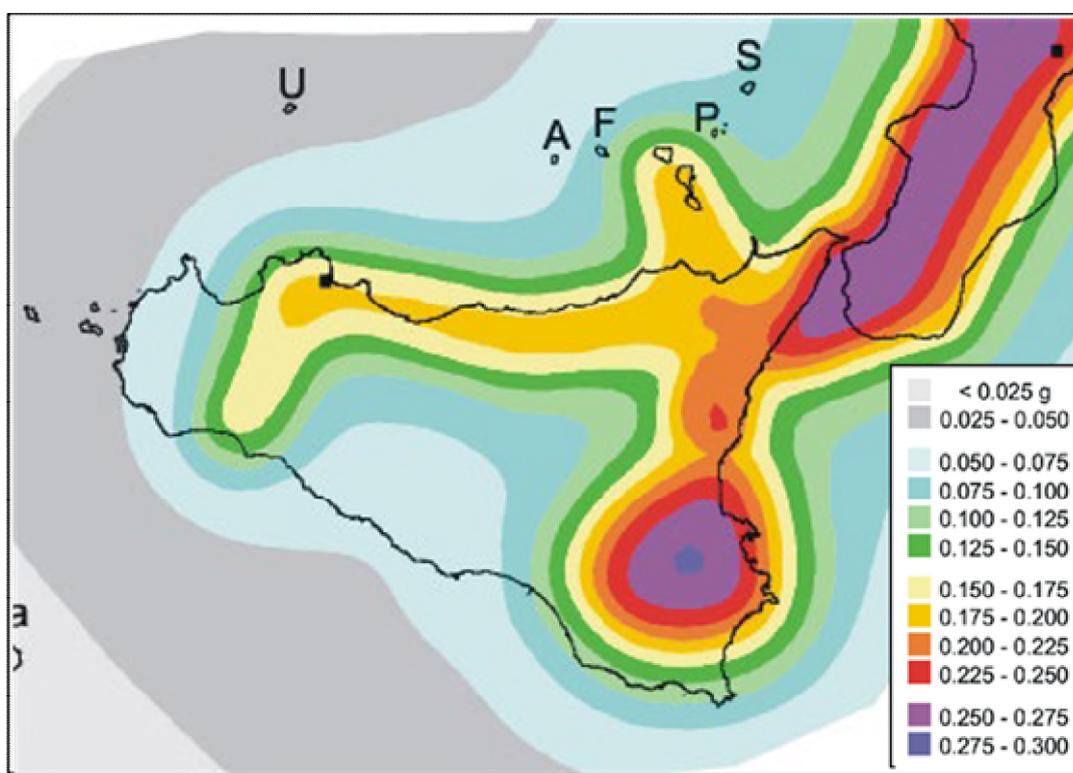


Fig. 4 – Mappa della pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima al suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_{S>800}$ m/s), Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All.1b; estratta da: <http://zonesismiche.mi.ingv.it>

Zona 1	E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti	$a_g = 0.35g$
Zona 2	In questa zona possono verificarsi forti terremoti	$a_g = 0.25g$
Zona 3	In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari	$a_g = 0.15g$
Zona 4	E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari	$a_g = 0.05g$

Tabella 1 - Valori massimi di accelerazione su roccia

Di fatto con l'introduzione della zona 4, nella quale è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica, sparisce il territorio "non classificato".

L'attuazione dell'*Ordinanza n.3274 del 2003* ha permesso di ridurre notevolmente la distanza fra la conoscenza scientifica consolidata e la sua traduzione in strumenti normativi e ha portato a progettare e realizzare costruzioni nuove e più sicure, anche con l'uso di tecnologie innovative. Il nuovo studio di pericolosità, allegato all'*Ordinanza PCM n. 3519*, ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag), da attribuire alle 4 zone sismiche.

Nella figura 5 sono riportate le zone sismiche in cui è suddiviso il territorio della Regione Siciliana, con evidenziate anche le aree ricadenti in 2° categoria nelle quali gli studi relativi alle strutture strategiche devono essere condotti con un grado di approfondimento simile a quello della zona 1

Vista l'elevata pericolosità sismica, il comune di Collesano risulta inserito in Zona Sismica 2 (Fig. 5).

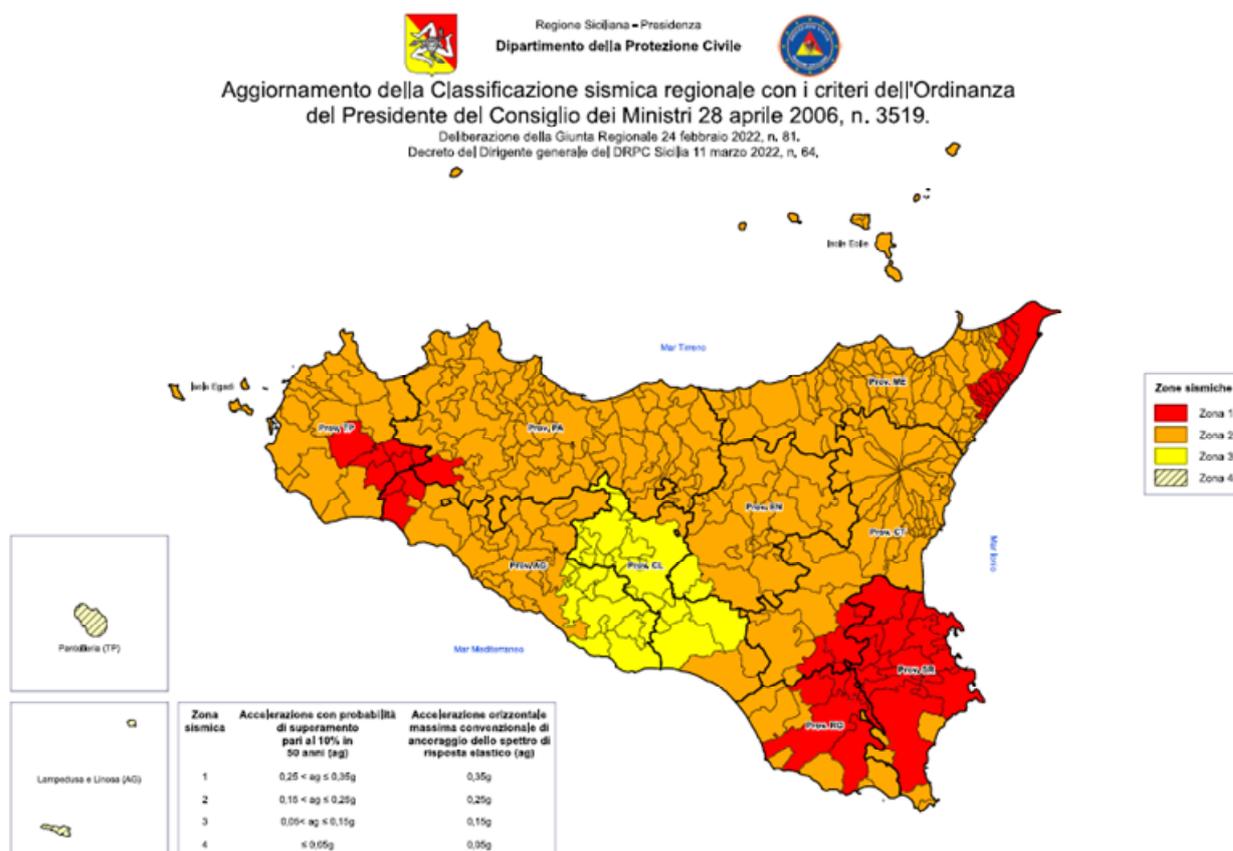


Figura 5 – Classificazione sismica dei Comuni della Regione Siciliana, redatta con i criteri dell'OPCM 28 aprile 2006, n. 3519, aggiornata con la delibera della Giunta Regionale della Sicilia n. 81 del 24/02/2022, ed allegata al Decreto 11 marzo 2022, n. 64

L'INGV, insieme al Dipartimento nazionale della Protezione Civile, ha sviluppato il Progetto S1 nell'ambito del quale è stata predisposta la mappa nazionale di pericolosità sismica dove vengono forniti, in una griglia regolare con passo $0,05^\circ$, i parametri di accelerazione al suolo in 'g' (accelerazione di gravità) con probabilità di superamento in 50 anni in funzione del periodo di ritorno (81%, 63%, 50%, 39%, 30%, 22%, 10% 5% e 2% rispettivamente corrispondenti a periodi di ritorno di 30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975, e 2475 anni).

I parametri significativi della pericolosità sismica sono disponibili, in forma interattiva, sul sito istituzionale del Progetto S1 dell'INGV.

Il sistema permette di ottenere anche, per ciascun nodo della griglia, il dettaglio in forma grafica e tabellare dell'analisi di disaggregazione (cioè, il contributo delle possibili coppie di valori di magnitudo-distanza alla pericolosità del sito), nonché i valori medi di magnitudo.

La *figura 6*, e i dati tabellati sono stati integralmente scaricati dal sito per il comune di Collesano tra 3 nodi della griglia di pericolosità sismica:

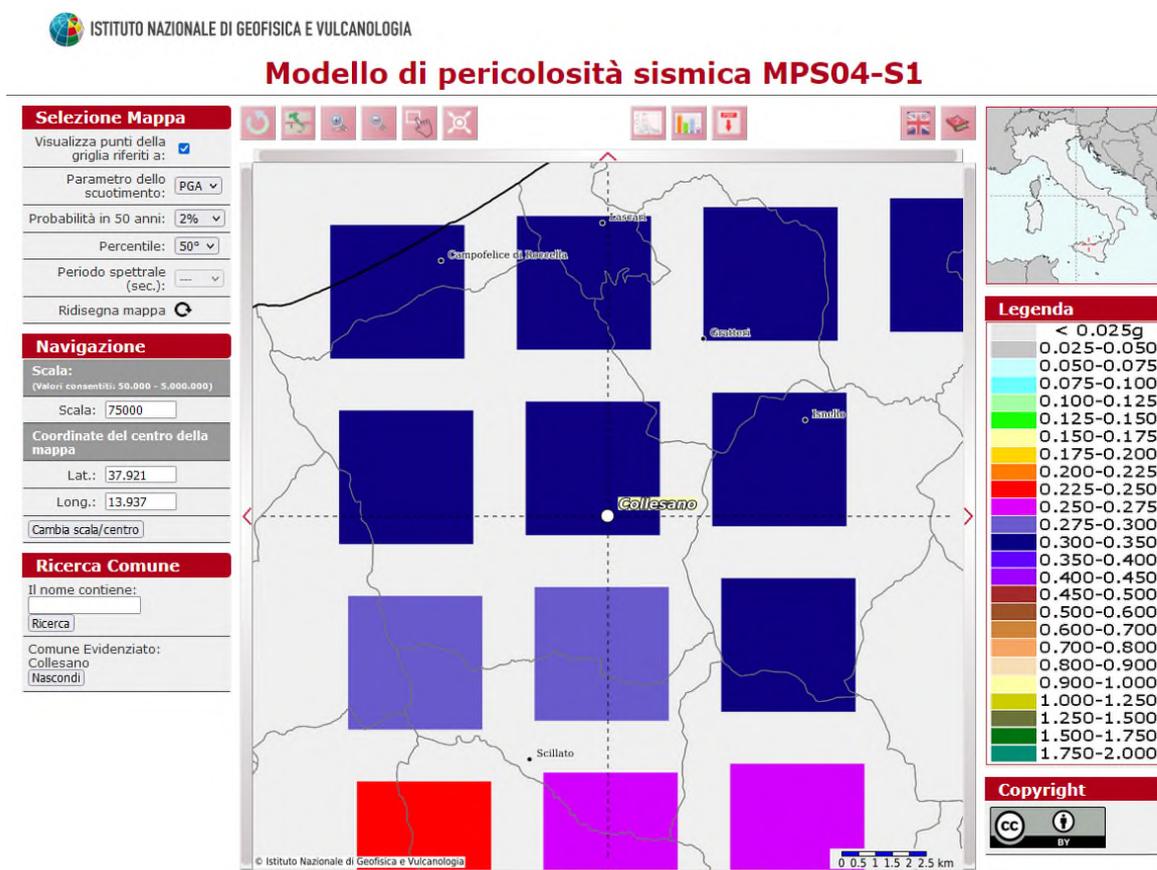


Figura 6 – Es. griglia di pericolosità sismica per il sito (Lat. 37.992-Long. 13.886) con probabilità in 50 anni al 2% e percentile al 50

Le tabelle che seguono riportano i valori della pericolosità sismica relativi al comune di Collesano, questa è espressa in termini di accelerazione orizzontale massima al suolo (PGA) con

probabilità di eccedenza del 2, 5, 10, 22, 30% in 50 anni, su suoli rigidi ($VS > 800$ m/s), come previsto dall'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519, All. 1b, estratta da: <http://zonesismiche.mi.ingv.it>. Le stime di PGA sono state determinate con la tecnica di analisi statistica degli effetti stimati sulla base dei dati contenuti nei cataloghi sismici, proposta da Cornell (Cornell, 1968; Bender & Perkins, 1987; Gruppo di Lavoro MPS, 2004) e la loro incertezza è espressa mediante percentili, considerando il catalogo un campione rappresentativo dell'intera popolazione di eventi possibili con effetti significativi nel luogo.

Parametro di scuotimento PGA _(g)	(Coordinate del punto lat: 37.984, lon: 13.870)				
	Probabilità in 50 anni/periodo di ritorno				
	2%	5%	10%	22%	30%
	ANNI				
	2475	475	475	201	140
16° percentile	0.0366	0.0503	0.0643	0.0790	0.0947
50° percentile	0.0484	0.0653	0.0792	0.0943	0.1100
84° percentile	0.0497	0.0675	0.0823	0.0980	0.1149
Parametro di scuotimento PGA _(g)	(Coordinate del punto lat: 37.984, lon: 13.934)				
	Probabilità in 50 anni/periodo di ritorno				
	2%	5%	10%	22%	30%
	ANNI				
	2475	975	475	201	140
16° percentile	0.0339	0.0507	0.0647	0.0794	0.0951
50° percentile	0.0488	0.0656	0.0795	0.0946	0.1103
84° percentile	0.0503	0.0680	0.0828	0.0984	0.1152

Parametro di scuotimento PGA _(g)	(Coordinate del punto lat: 37.934, lon: 13.870)				
	Probabilità in 50 anni/periodo di ritorno				
	2%	5%	10%	22%	30%
	ANNI				
	2475	975	475	201	140
16° percentile	0.323	0.0482	0.0614	0.0760	0.0912
50° percentile	0.0473	0.0634	0.0771	0.0916	0.1068
84° percentile	0.0487	0.0657	0.0799	0.0955	0.1117

Parametro di scuotimento PGA _(g)	(Coordinate del punto lat: 37.9344, lon: 13.933)				
	Probabilità in 50 anni/periodo di ritorno				
	2%	5%	10%	22%	30%
	ANNI				
	2475	975	475	201	140
16° percentile	0.0332	0.0495	0.0631	0.0777	0.0931
50° percentile	0.0482	0.0646	0.0783	0.0931	0.1085
84° percentile	0.0496	0.0669	0.0814	0.0971	0.1134

Parametro di scuotimento PGA _(g)	(Coordinate del punto lat: 37.884, lon: 13.870)				
	Probabilità in 50 anni/periodo di ritorno				
	2%	5%	10%	22%	30%
	ANNI				
	2475	975	475	201	140
16° percentile	0.0291	0.0423	0.0544	0.0671	0.0806
50° percentile	0.0445	0.0587	0.0711	0.0838	0.0976
84° percentile	0.0459	0.0608	0.0742	0.0882	0.1026

Parametro di scuotimento PGA _(g)	(Coordinate del punto lat: 37.884, lon: 13.933)				
	Probabilità in 50 anni/periodo di ritorno				
	2%	5%	10%	22%	30%
	ANNI				
	2475	975	475	201	140
16° percentile	0.0303	0.0444	0.0568	0.0703	0.0845
50° percentile	0.0457	0.0602	0.0732	0.0865	0.1007
84° percentile	0.0471	0.0627	0.0764	0.0910	0.1061

5.4 Caratterizzazione sismica del sito di progetto

L'entrata in vigore del *D.M. 17/01/2018*, ovvero dell' "Aggiornamento delle Norme Tecniche sulle Costruzioni" oggi (*N.T.C. 2018*), nonché l'applicazione degli Stati Limiti Ultimi, ha cambiato il quadro classificativo sismico del territorio italiano. In particolare, le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, (di categoria A come definita al § 3.2.2) nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_c(T)$ con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_v , come definite al § 3.2.1, nel periodo di riferimento V_r , come definito nel §2.4

A tale scopo, vengono utilizzate le possibilità offerte dalla definizione della "pericolosità sismica italiana", recentemente prodotta e messa a disposizione in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Nell'Aggiornamento alle *N.T.C. 2018*, tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento" V_R , e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento del periodo di riferimento" P_{V_R} .

Ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto, nei modi previsti dal *D.M. 17/01/2018* ovvero dall'Aggiornamento alle *N.T.C. 2018*, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita convenzionalmente facendo riferimento ad un sito rigido (di categoria "A") con superficie topografica orizzontale (di categoria "T1"), in condizioni di campo libero, cioè in assenza di manufatti.

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata $P_{v,r}$, si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione.

Ai fini del *D.M. 17/01/2018*, le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento $P_{V,R}$, nel periodo di riferimento V_R a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito.
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- T_C^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In *allegato XII* alla presente relazione, si riportano i valori dei suddetti parametri, in riferimento all'area di insistenza delle opere in questione, e secondo le prefissate specifiche di progetto.

Per la caratterizzazione dei suddetti parametri, ai fini della determinazione dell'azione sismica di progetto, sono stati considerati i risultati di una campagna di indagine geofisiche (prove *M.A.S.W. Multichannel Analysis of Surface Waves*), eseguite durante la fase di realizzazione di un fabbricato per civile abitazione, poco distante dall'area di intervento.

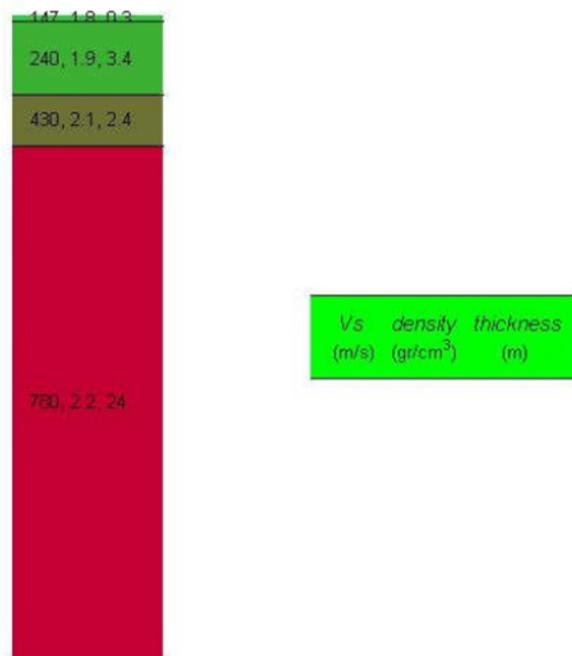
Tali indagini, sono state ritenute dal sottoscritto, sufficientemente valide per l'identificazione della categoria di sottosuolo, e per la valutazione del volume significativo di terreno interagente con l'opera in questione.

Masw_1

Sismostrato	Spessore (m)	Vp (m/s)	Vs (m/s)	Densità (gr/cm ³)	Mod. di Poisson	Mod. di Taglio (MPa)	Mod. di Compressione (MPa)	Mod. di Young (MPa)	Mod di Lamè (MPa)
I	0,3	382,0	147,0	1,82	0,41	39,0	213,0	111,0	187,0
II	3,4	624,0	240,0	1,94	0,41	112,0	606,0	316,0	532,0
III	2,4	1063,0	430,0	2,07	0,40	382,0	1827,0	1073,0	1573,0
IV	23,9	1927,0	780,0	2,21	0,40	1347,0	6424,0	3776,0	5526,0

Il modello geofisico elaborato consente di estrapolare una colonna sismostratigrafica sito-specifica, riportata di seguito:

Modello a 4 sismostrati-Masw_1



Colonna sismostratigrafica

Come si evince dall'indagine *M.A.S.W.* eseguita, i terreni di fondazione dell'area sulla quale dovrà essere realizzati il C.C.R., afferiscono alla categoria "B" di cui alla tabella 3.2.II (*Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato*) del D.M.17/01/2018 ovvero dell'Aggiornamento alle N.T.C. 2018:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> , caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio, $V_{s,30}$, superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce teneri 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 dei valori della velocità equivalente ($V_{s,30}$) compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori ai 30m, 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	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente $V_{s,30}$ 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.

Tenendo conto degli spessori litologici presunti nel sito in esame e considerando, verosimilmente, **la profondità del substrato rigido a circa 7 m**, sulla base dei valori della velocità V_s dei sismostrati individuati e ponendo $H=24$, si ricava un valore di $V_{seq}=24/(\sum h_i/V_{si}) = 572 \text{ m/s}$.

Da queste valutazioni, in base a quanto stabilito dalle Nuove Norme Tecniche di cui al *D.M. 17/01/2018*, è possibile assegnare al terreno di fondazione una

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO DI TIPO “B”.

Stabilita la categoria di sottosuolo, che nello specifico è la “**B**”, valutate le caratteristiche della superficie topografica di appartenenza dell’area in questione “**T2**”, si passa alla determinazione degli spettri di risposta attesi.

Prima di passare alla determinazione dell’azione di progetto, si precisa, che per la finalità del presente studio, nonché per le caratteristiche topografiche dell’area, non si ritiene necessario applicare dei coefficienti riduttivi sia per l’amplificazione stratigrafica che per quella topografica.

La determinazione degli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto, per un generico sito del territorio nazionale, si articola in tre fasi:

- FASE 1 – individuazione della pericolosità del sito (sulla base dei risultati del progetto S1 – INGV);
- FASE 2 – scelta della strategia di progettazione;
- FASE 3 – Determinazione dell’azione di progetto.

I risultati di calcolo, riportati qui di seguito, sono stati ottenuti mediante l’applicazione del software “*GeoStru PS Advanced*”, commercializzato dalla ditta software “*GEOSTRU*”, e da me personalmente verificati ed accettati, e potranno essere impiegati dal progettista in fase di calcolo e/o di verifica, di tutte le opere annesse e connesse al presente progetto.

6. Caratterizzazione Geotecnica

Il progetto in questione prevede la realizzazione di un Centro Comunale di Raccolta, destinato allo stoccaggio temporaneo alla eventuale seconda separazione dei materiali ed alla preparazione delle materie prime seconde da reimpiegare sul mercato. Tale tipologia di impianto per lo stoccaggio provvisorio dei rifiuti, raccolti in modo differenziato, è generalmente aperta al pubblico in orari programmati e l'utente può recarsi all'impianto con mezzi propri per il conferimento dei rifiuti prodotti.

Nello specifico, saranno realizzate opere viarie, una serie di strutture amovibili, con opere accessorie di contenimento di modesta entità, una pesa ed un ufficio. Sarà inoltre realizzata un'ampia area a verde quale opera di mitigazione sull'ambiente. Tutte le opere realizzate considerano le fasce di rispetto previste dalla normativa di settore, con particolare riferimento alla distanza dalla *Strada Provinciale S.P. 9bis* e rispetto della fascia di inedificabilità per la presenza del corso d'acqua all'interno del lotto, nonché tutte le altre norme di carattere locale previste dalle Norme Tecniche del vigente P.R.G.

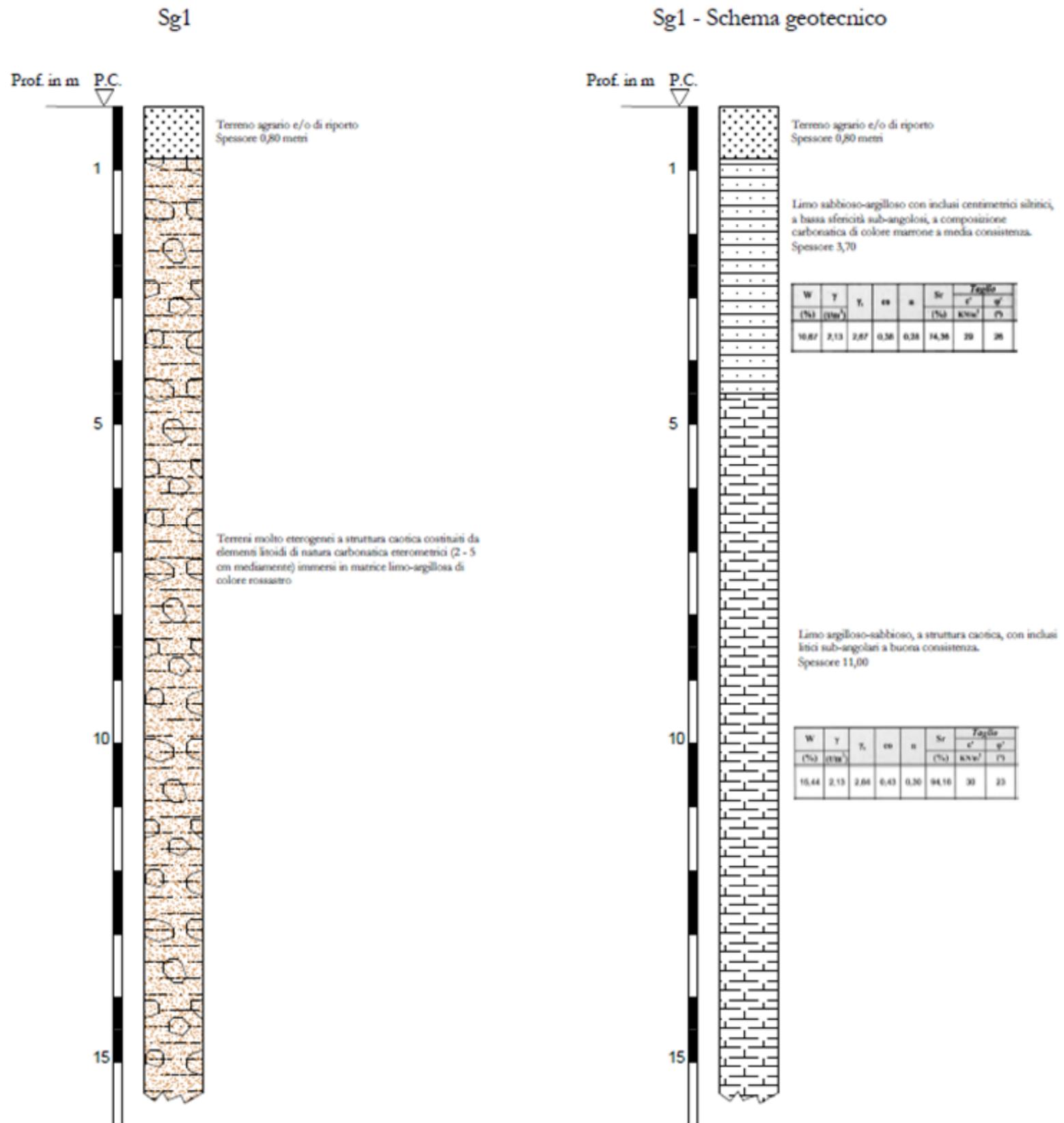
Ciò premesso, ai fini della caratterizzazione dei parametri geotecnici dei terreni di realizzazione delle opere in progetto, si è fatto riferimento ai risultati delle analisi e prove di laboratorio eseguite, sui campioni prelevati da due sondaggi geognostici, realizzati in un lotto vicino a quello di progetto, in occasione della realizzazione di un fabbricato per civile abitazione, che insiste su analoghi terreni.

Durante la suddetta campagna di indagini geognostiche sono stati prelevati i seguenti campioni:

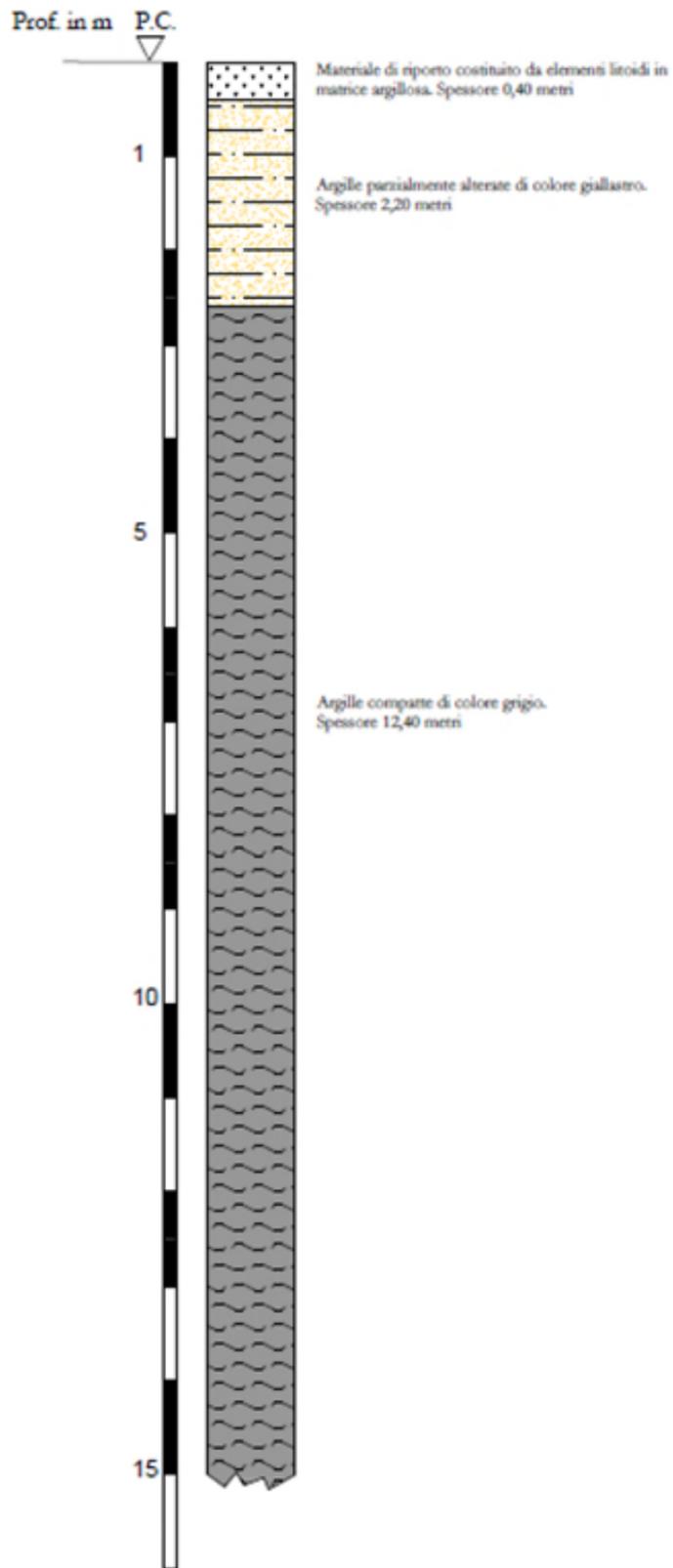
Sond.	Camp.	prof. (m)
S 1	CR 1	4,20 - 4,50
S 1	CI 1	11,80 - 12,50
S 2	CI 1	4,00 - 4,40
S 2	CR 1	10,00 - 10,30

Di seguito, si riporta uno schema geotecnico dei terreni di progetto, con i relativi parametri:

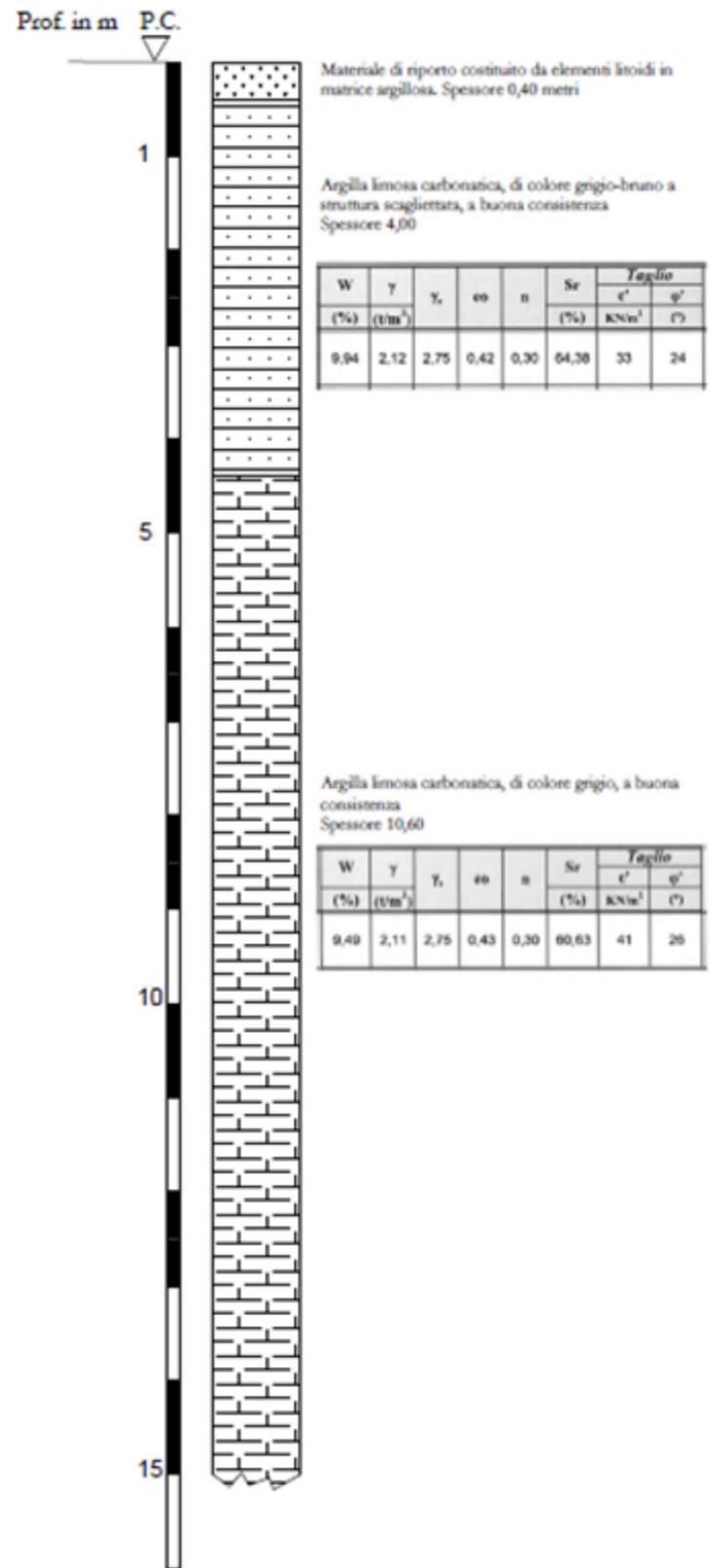
I risultati integrali delle analisi e prove, eseguite presso il laboratorio "*Meccanica Terre e Rocce*", del Geol. Filippo Furia, via C. Colombo n. 69 – Troina (EN), regolarmente autorizzato ad eseguire e certificare prove sulle terre ai sensi del *D.P.R. n. 380/2001, art. n. 59* e munito di regolare autorizzazione rilasciata in data 30/09/2019 dal Ministero delle Infrastrutture – Consiglio superiore dei Lavori Pubblici, sono riportati in allegato alla presente relazione geologica.



Sg2



Sg2 - Schema geotecnico



7. *Considerazioni conclusive*

La presente relazione geologica è stata redatta dallo scrivente su incarico ricevuto dal Responsabile dell'Area Tecnica del Comune di Collesano e riguarda il **“Progetto di recupero e rifunzionalizzazione di un bene confiscato alla mafia in c/da Mondoletto da destinare a centro comunale di raccolta (CCR)”**, in variante al Piano Regolatore Generale vigente nel Comune di Collesano, sul lotto di terreno, identificato catastalmente al foglio di mappa n. 42 partt. nn. 177 – 178 – 326 – 327 e 328.

Considerata la tipologia di opere da realizzare, nonché l'urgenza, poiché il progetto in questione rientra tra quelli finanziati nell'ambito del PNNR, per velocizzare i lavori di progettazione esecutiva e per acquisire gli elementi necessari per l'inquadramento geologico ed idrogeologico della zona oggetto di studio, sono stati eseguiti dei sopralluoghi che hanno permesso di definire la successione litostratigrafica dell'immediato sottosuolo, utilizzando all'uopo studi precedenti eseguiti nella stessa area, gli elementi direttamente osservabili in superficie e/o desunti dalla letteratura specializzata, ed ancora, visionando i risultati di diverse indagini dirette ed indirette, a corredo del Piano Regolatore Generale del Comune di Collesano.

Nello specifico, il presente studio geologico è da considerarsi a supporto della redazione della variante al vigente Piano Regolatore Generale per la realizzazione del Centro Comunale di Raccolta. Il progetto in questione prevede la realizzazione di un Centro Comunale di Raccolta, destinato allo stoccaggio temporaneo alla eventuale seconda separazione dei materiali ed alla preparazione delle materie prime seconde da reimpiegare sul mercato. Tale tipologia di impianto per lo stoccaggio provvisorio dei rifiuti, raccolti in modo differenziato, è generalmente aperta al pubblico in orari programmati e l'utente può recarsi all'impianto con mezzi propri per il conferimento dei rifiuti prodotti.

Il presente studio geologico ha portato alle seguenti conclusioni:

- la zona di ubicazione del “Progetto” in questione topograficamente ricade nella Tavoletta Topografica *Scillato*”, Foglio n° 259, Quadrante I, Orientamento S.E., redatta dall'I.G.M.I. alla scala 1:25.000, e nella Carta Tecnica Regionale C.T.R. 609080 e porzione nella 609070 denominate rispettivamente *“Collesano”* e *“Cozzo Tabarani”*.
- Nell'area in esame, dalla valutazione delle cartografie di analisi (B2b), ovvero della carta geologica, litotecnica geomorfologica ed idrogeologica di dettaglio in scala 1:2.000, (*vedi allegati V, VI, VII e VIII*) nonché dalla valutazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni affioranti, si escludono fenomeni di instabilità di tipo gravitativo a grande scala, che possano interessare il sito di progetto o le aree ad esso immediatamente adiacenti. Per

quanto riguarda le condizioni topografiche dell'area, secondo quanto stabilito dal *D.M.17/01/2018* ovvero *dell'Aggiornamento alle N.T.C. 2018, tabella 3.2.III*, la pendenza media dell'area di realizzazione del CCR in questione, è vicina ai 15°, e pertanto in via precauzionale l'area di progetto viene attribuita alla categoria "T2".

- Per quanto riguarda le interferenze con il P.A.I., come detto in precedenza il sito di realizzazione del Centro Comunale di Raccolta, ricade all'interno del "*Bacino idrografico del Fiume Imera Settentrionale (030) – CTR 609080*", e rientra nell'ambito territoriale delle competenze della Regione Siciliana, ovvero dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia. L'area di progetto ricade all'interno di una "*frana complessa*" "*Quiescente*" che dà luogo ad un livello di pericolosità geomorfologica moderato "P1".

Resta inteso che, ai sensi di quanto previsto dalle Norme di Attuazione del P.A.I. di cui al *D.P. n.09/AdB del 06/05/2021*, pubblicate sul *S.O. della G.U.R.S. n. 22 del 21/05/2021*, ed in particolare dall'*art. 23.1* "*Nelle aree a pericolosità moderata (P1) e bassa (P0), oltre agli interventi di cui ai precedenti articoli 21 e 22, sono ammessi, previa verifica di compatibilità, tutti gli interventi di carattere edilizio e infrastrutturale che non aggravino le condizioni di pericolosità dell'area o ne aumentino l'estensione, in accordo con quanto previsto dagli strumenti urbanistici e Piani di Settore vigenti, conformemente alle prescrizioni generali del presente provvedimento*. Nello specifico, l'intervento in progetto rientra nel quadro normativo di cui all'*art. 21.3 comma e)* "*le opere per la permanenza o la sosta limitata nel tempo di persone, attrezzature leggere amovibili, servizi anche stagionali a supporto della balneazione, percorsi pedonali, aree destinate al tempo libero, alle attività sportive e alla fruizione turistica che non prevedano il pernottamento e non comportino edificazione permanente, purché sia prevista una opportuna mitigazione del rischio atteso*".

Nel caso specifico, trattandosi di una "*frana complessa*" "*quiescente*", come opera di mitigazione del rischio atteso, basta che il Responsabile dell'impianto attivi un sistema di monitoraggio visivo sulle opere realizzate all'interno del lotto di progetto, e che rilevi, con cadenza trimestrale, eventuali movimenti gravitazionali sul versante.

Infine, riguardo al parere di compatibilità geomorfologica, trattandosi di un'area a pericolosità "P1", lo stesso, ai sensi dell'*art. 17 delle N.A. del P.A.I.*, può essere reso dall'Ente preposto al rilascio del provvedimento finale di autorizzazione e/o concessione.

- Il lotto di progetto è attraversato da un impluvio abbastanza inciso, su cui vengono convogliate le acque di piattaforma della *S.P. n.9bis Collesano – Scillato*, per il quale, in

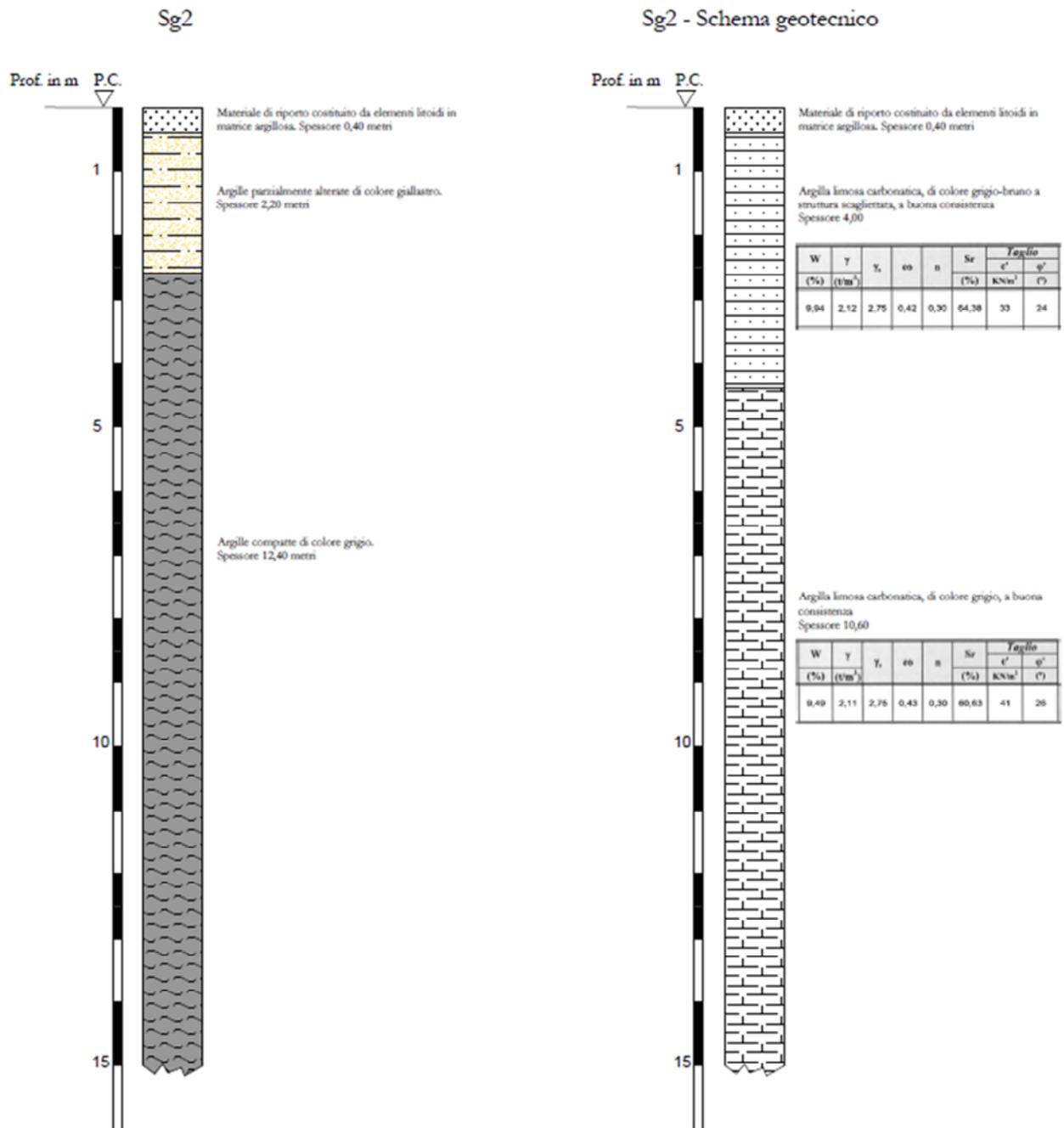
ambito della presente progettazione sarà applicato quanto previsto dall'*art. 96 c. f) del T.U. sulle opere idrauliche – R.D. 25/07/1904, n.523.*

- Per quanto riguarda la circolazione idrica sotterranea, durante la fase di realizzazione dei sondaggi geognostici, non sono state rilevate falde freatiche o livelli idrici di circolazione sotterranea. Si raccomanda, comunque, in fase di realizzazione esecutiva di eseguire degli opportuni drenaggi nelle eventuali strutture di contenimento da realizzare, poiché, in occasione di eventi meteorici di una certa importanza, potrebbe verificarsi una sovrassaturazione dei terreni alterati più superficiali, creando un sovraccarico degli stessi, con aumento delle pressioni neutre. Pertanto, particolare attenzione deve essere rivolta a tale fenomeno, intervenendo con dei drenaggi sulle opere di contenimento da realizzare, ai fini di indurre le pressioni neutre a valori prossimi allo zero. (*vedi allegato VII carta idrogeologica in scala 1:2.000 – cartografie di analisi (B2b) di cui alla Circolare 3/DRA del 20/06/2014*).

- Al fine di determinare la categoria di sottosuolo, di cui alla tabella 3.2.II del D.M.17/01/2018 ovvero dell'Aggiornamento alle N.T.C. 2018, sono stati considerati i risultati di una indagine del tipo M.A.S.W. (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) eseguita in un lotto di terreno adiacente a quello di progetto. Tale indagine, è stata ritenuta dal sottoscritto, sufficientemente valida per l'identificazione della categoria di sottosuolo, e per la valutazione del volume significativo di terreno interagente con le opere in progetto. I terreni di fondazione dell'intero lotto di progetto, possono essere attribuiti alla **categoria "B"** di cui alla suddetta tabella, ovvero: *"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.*

- Ai fini della determinazione del modello geotecnico del terreno di fondazione, trattandosi di interventi di modesta rilevanza, in un'area ben conosciuta e studiata dal punto di vista geotecnico, in ottemperanza a quanto previsto dal paragrafo 6.2.2 del D.M. 17/01/2018 ovvero dall'Aggiornamento alle N.T.C. 2018, la progettazione può essere basata su precedenti indagini e prove documentate, ferma restando la piena responsabilità del progettista su ipotesi e scelte progettuali;

- In base alle caratteristiche stratigrafiche riscontrate nella campagna geognostica, eseguita nell'area vicina a quella di progetto, può essere adottato il seguente schema geotecnico di riferimento per il calcolo degli elementi strutturali in progetto:



- I terreni costituenti il lotto di “Progetto”, possono essere raggruppati nelle due seguenti unità litotecniche, di cui nelle rispettive tabelle, si riportano le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche:

<i>Profondità</i>	<i>Unità</i>	γ (kN/m ³)	φ °	c' (kN/m ²)
		Peso di volume	Angolo di attrito interno	Coesione drenata
0,00 – 0,60	TA	Asportazione completa e/o completo superamento		
0,60 – 4,70	AL	20,88	26°	29
Falda assente				

- La caratterizzazione sismica dell'area di progetto, (Lat N. 37,904968° - Long. E 13,917329) di cui in *allegato XII* se ne riportano integralmente i risultati, nonché la determinazione degli spettri di risposta, è stata eseguita mediante l'applicazione del software "GeoStru PS advanced", commercializzato dalla ditta software "GEOSTRU", e da me personalmente verificati ed accettati, e potranno essere impiegati dal progettista in fase di calcolo degli elementi strutturali in progetto, e di tutte le opere annesse e connesse, il tutto in rispetto ed in applicazione del *D.M. 17/01/2018* ovvero dell'*Aggiornamento alle Norme Tecniche per Costruzioni 2018*.

Il presente studio geologico, è stato eseguito in applicazione di quanto previsto dal *D.M. 17/01/2018 - Aggiornamento alle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018)*, ed in applicazione della *Circolare n. 3/DRA del 20/06/2014*, relativamente alla parte (B) Strumenti Urbanistici Attuativi – Fase di Dettaglio (B2).

Nello specifico;

- è stata eseguita la cartografia in scala 1:2.000 riguardante il posizionamento delle indagini geognostiche e sismiche (*allegato III*) considerate nel presente studio (fase B2a);
- è stata redatta la cartografia di analisi (B2b), ed in particolare sono state redatte:
 - la carta geologica in scala 1:2.000 (*allegato V*), con allegate colonne stratigrafiche (*allegato X*) caratteristiche dell'area di progetto;
 - la carta litotecnica in scala 1:2.000 (*allegato VI*), in cui sono riportati i litotipi interessati raggruppati in base alle loro caratteristiche fisico-meccaniche;
 - la carta geomorfologica in scala 1:2.000 (*allegato VII*), dove sono state indicate le aree a potenziale pericolosità geomorfologica rilevate dalle cartografie ufficiali del P.A.I., ovvero dal Piano per l'Assetto Idrogeologico, (*allegato XI*), e quelle rilevate dal dettagliato rilievo di superficie;

- la carta idrogeologica in scala 1:2.000 (*allegato VIII*), con la classificazione dei terreni in funzione della permeabilità.
- è stata eseguita la cartografia di sintesi (B2c) ovvero la carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive in scala 1:2.000 (*allegato IX*), in cui sono state evidenziate tutte le analisi di dettaglio svolte, fornendo al progettista le indicazioni in merito alla corretta scelta delle soluzioni progettuali da adottare nella realizzazione delle opere di urbanizzazione e di tutti i futuri insediamenti costruttivi.

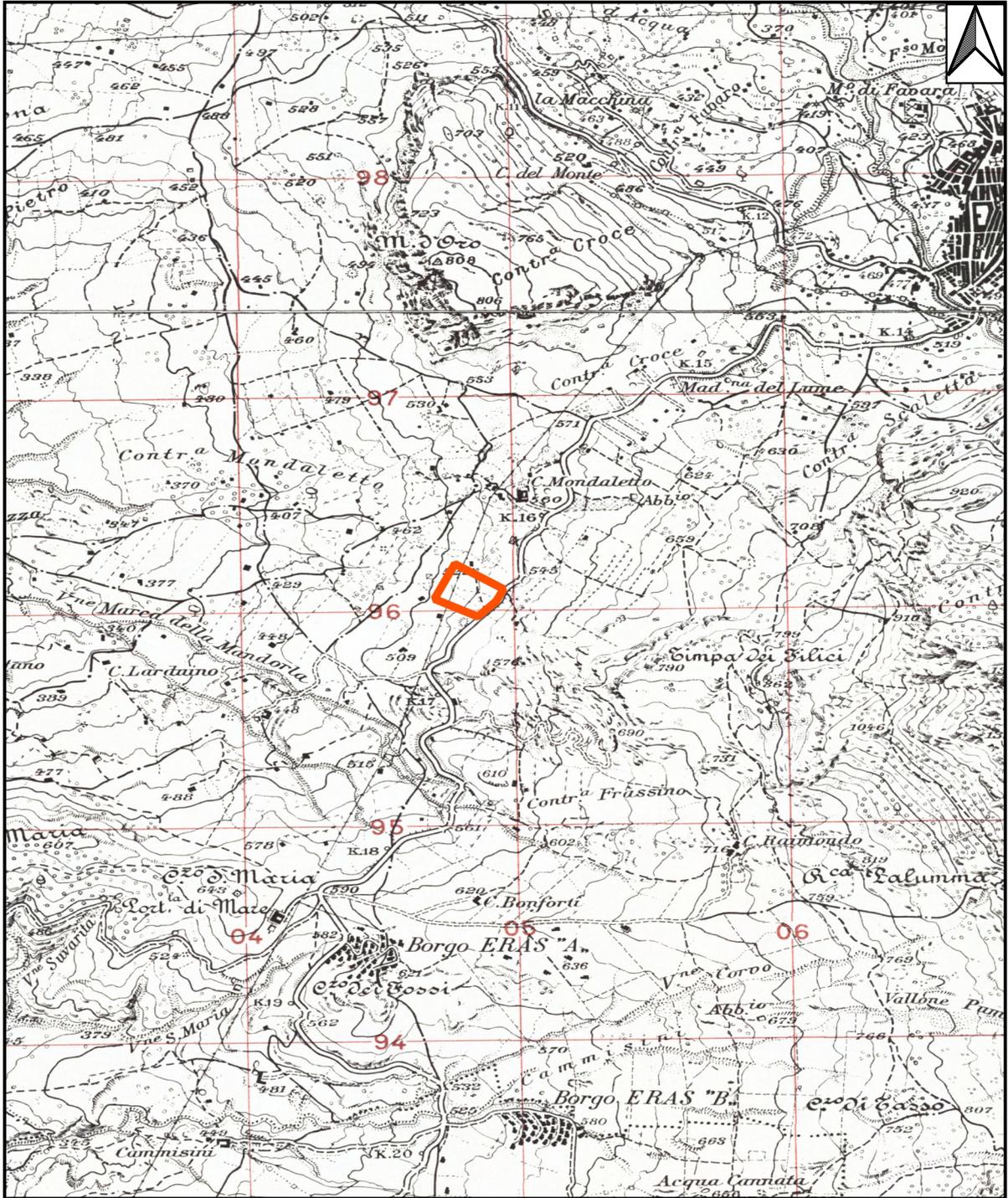
Il presente studio di *Fase di Dettaglio (B2)*, di cui alla *Circolare n. 3/DRA del 20/06/2014*, è stato condotto sull'area di progetto nonché in un intorno significativo dell'ubicazione del "Progetto", tale da garantire un buon grado di attendibilità dei risultati ottenuti.

Per tutto quanto esposto, a parere dello scrivente, l'area di "Progetto", è idonea alle finalità progettuali, nel rispetto delle indicazioni contenute nel presente studio

Campofelice di Roccella, ottobre 2024

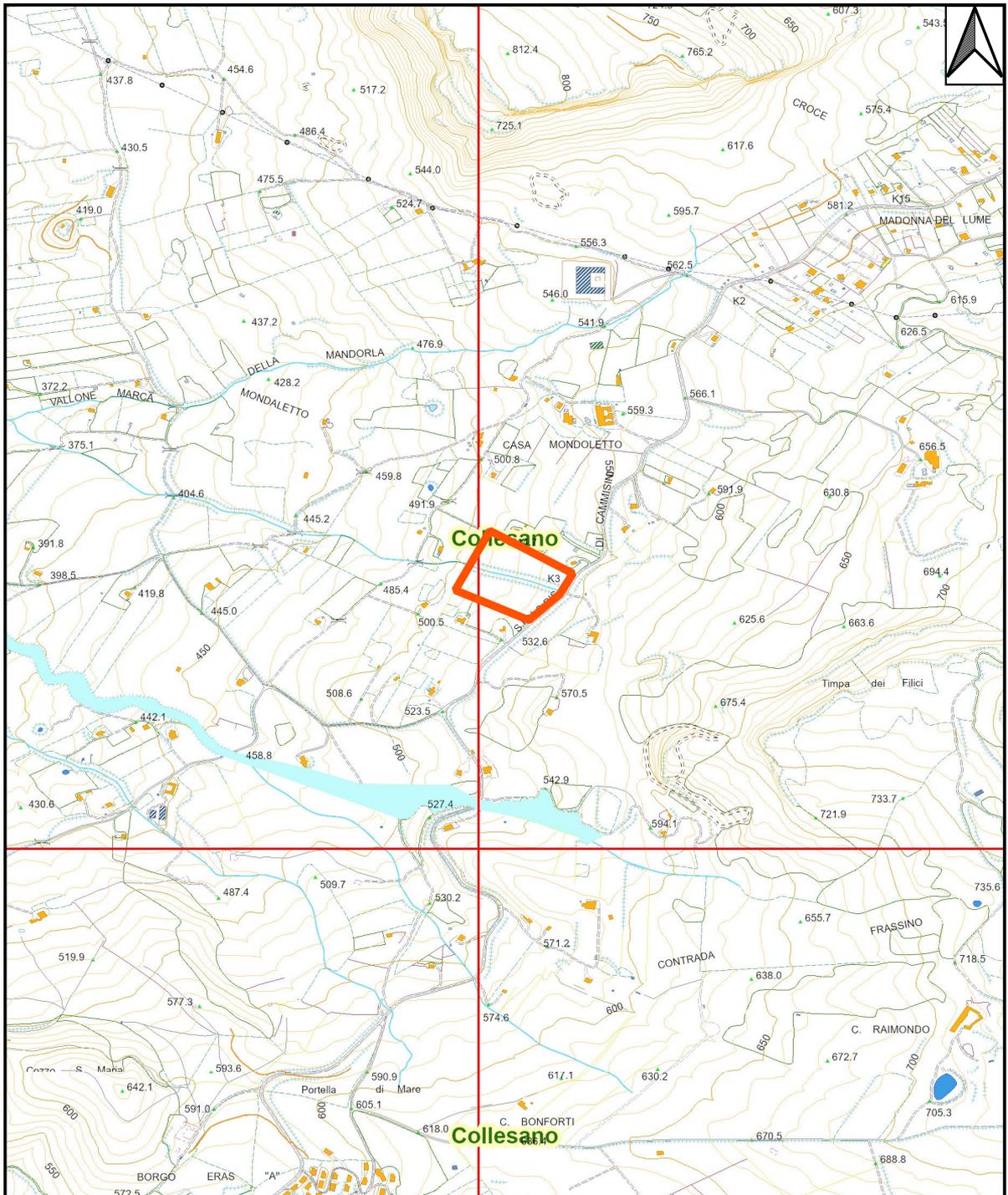
Il Geologo
Dr. Gandolfo Ilarda
(O.R.G.S. n. 2087)

ALLEGATO I
Stralcio Tavoleta Topografica I.G.M.
(scala 1:25.000)



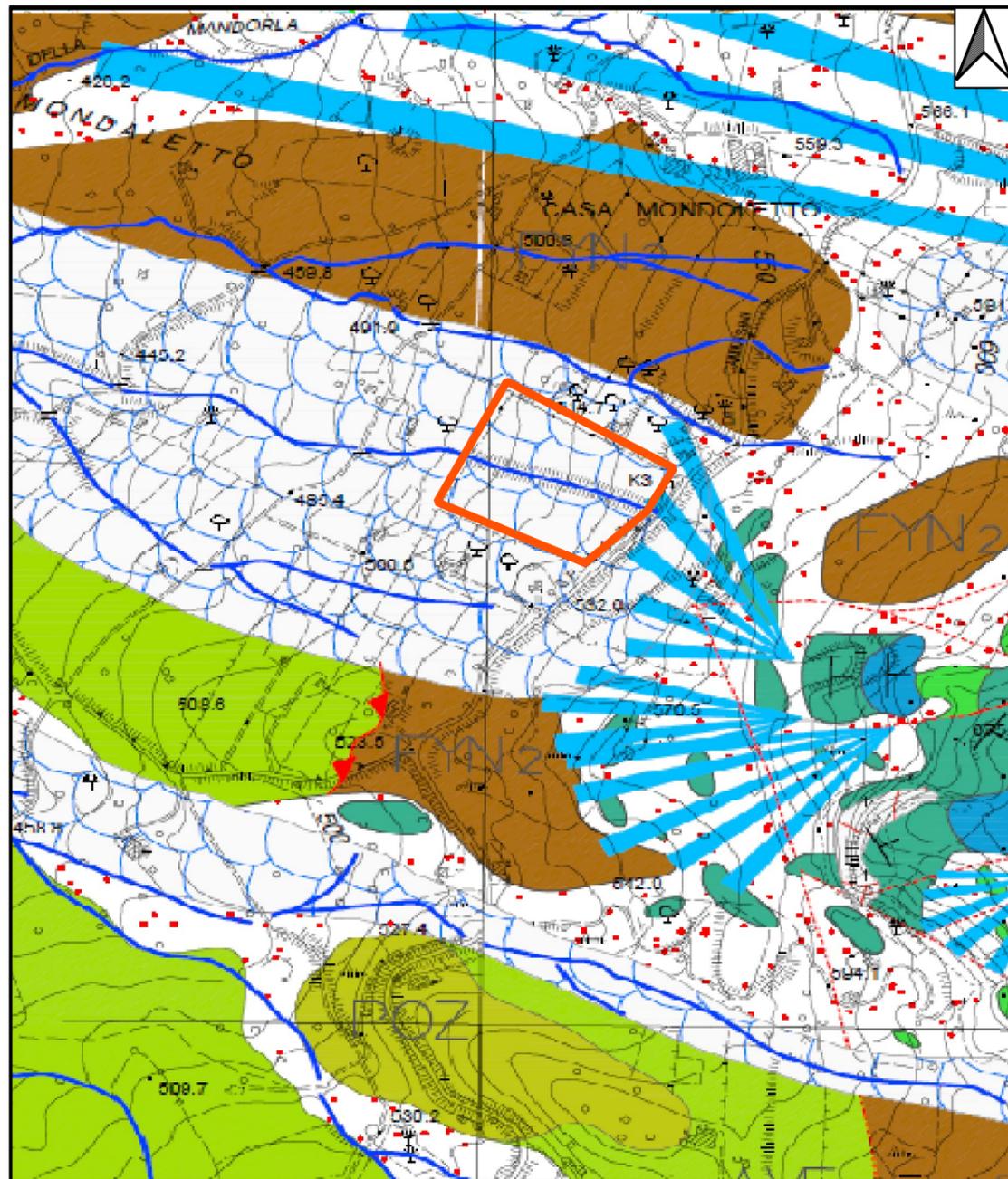
 Area di studio

ALLEGATO II
Stralcio Carta Tecnica Regionale
(scala 1:10.000)



 Area di studio

ALLEGATO III
Carta Geologica
(scala 1:5.000)



LEGENDA

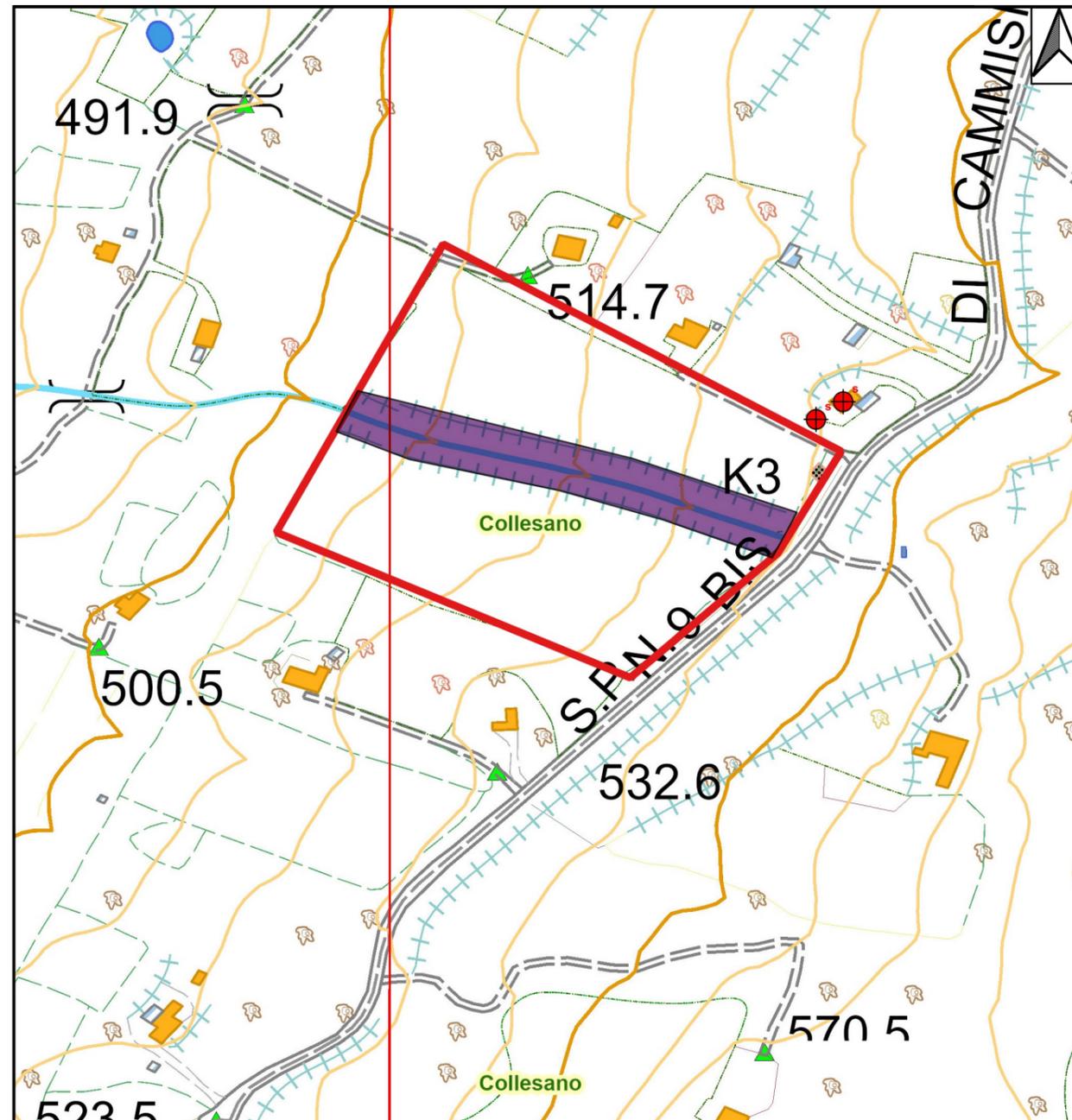
-  Limite stratigrafico
-  Faglia (a tratti incerta)
-  Sovrascorrimento (a tratti incerto)
-  Quiescente
-  Detriti di falda
-  Conoide
-  Area di studio

FLYSCH NUMIDICO MEMBRO DI PORTELLA COLLA (FYN2)
Prevalenti peliti di colore bruno talora manganesifere, con laminazione piano-parallela in cui si intercalano livelli di arenarie quarzose e gradate (FYN2a). Contengono microfaune a foraminiferi planctonici (biozone a *Globorotalia opima opima*, *Globigeninaciperoensisciperoensis*, *Catapsidraxdissimilis*), e nannofossili calcarei (biozone NP24-25). Intercalati nei livelli inferiori di biocalcareniti risedimentate a macroforaminiferi (*Lepidocyclinasp.*) (FYN2b) e nei livelli superiori breccie carbonatiche ad elementi mesozoici (megabreccie di San Salvatore). Spessore 100-300 m. Ambiente di scarpata e base di scarpata.

FORMAZIONE POLIZZI (POZ)
Calcolutiti e calcari marnosi grigio biancastri in strati decimetrico- centimetrici a luoghi sottilmente laminati, alternati a livelli marnoso-argillosi grigiastri e talvolta violacei a foraminiferi planctonici (biozone a *Truncorotaloidesrohri*, *Globigerinathekasemiinvoluta*, *Turborotaliacerroazulensis* s.l.) e nano fossili calcarei (biozone NP 17- NP 20); talora le marne sono grigio nerastre e bituminose. A luoghi sono presenti intercalazioni lenticolari di biocalcareniti risedimentate con macroforaminiferi (nummuliti, alveoline e discocycline). Spessore 20-170 m. Limite inferiore discordante (di natura meccanica) su AVF. Ambiente di scarpata e bacino pelagico.
EOCENE MEDIO-SUPERIORE

ARGILLE VARICOLORI INFERIORI (AVF)
Argille struttura scagliosa e marne varicolori, spesso caotiche, diaspri e arenarie quarzose e micacee, calcolutiti verdastre con piste di vermi e livelli centimetrici di biocalcareniti macroforaminiferi e frammenti di molluschi. Spessore, difficilmente definibile, è valutato tra 70 e 200 m. Il contenuto fossilifero autoctono è rappresentato da foraminiferi planctonici (biozone a *Rotalipora appenninica*, *Rotaliporabrotzeni*, *Rotaliporareicheli*) ed anche da *Morozovellasp.*. Tra i nannofossili calcarei *Lithaphiditesp.* e *Nannoconussp.*. Localmente, nei livelli inferiori, affiorano marne nere e argille con calcareniti grigie risedimentate con una ricca macrofauna ad ostreidi (marne ad *Exogyra*, AVFa) ricoprenti l'intervallo Albiano superiore-Cenomaniano. Spessore alcune decine di metri
Intercalazioni di corpi lenticolari (Rocca d'Uoni, Rocca del Drago) costituiti da conglomerati e breccie calcaree grossolane a rudistidi, caprinidi (*Caprina schiosensis*), nerideidi, alveoli nidi ed *Orbitolinasp.*. Nella matrice lutitica *Rotaliporasp.* (breccie e caprinidi, AVFb; Cenomaniano-Turoniano). Spessore 50 m.
Limite inferiore di natura meccanica (tettonica) su FYN, su TAV e su POZ. Ambienti sedimentari di piana batiale - base di scarpata. CRETACEO (Albiano-Turoniano)-PALEOCENE

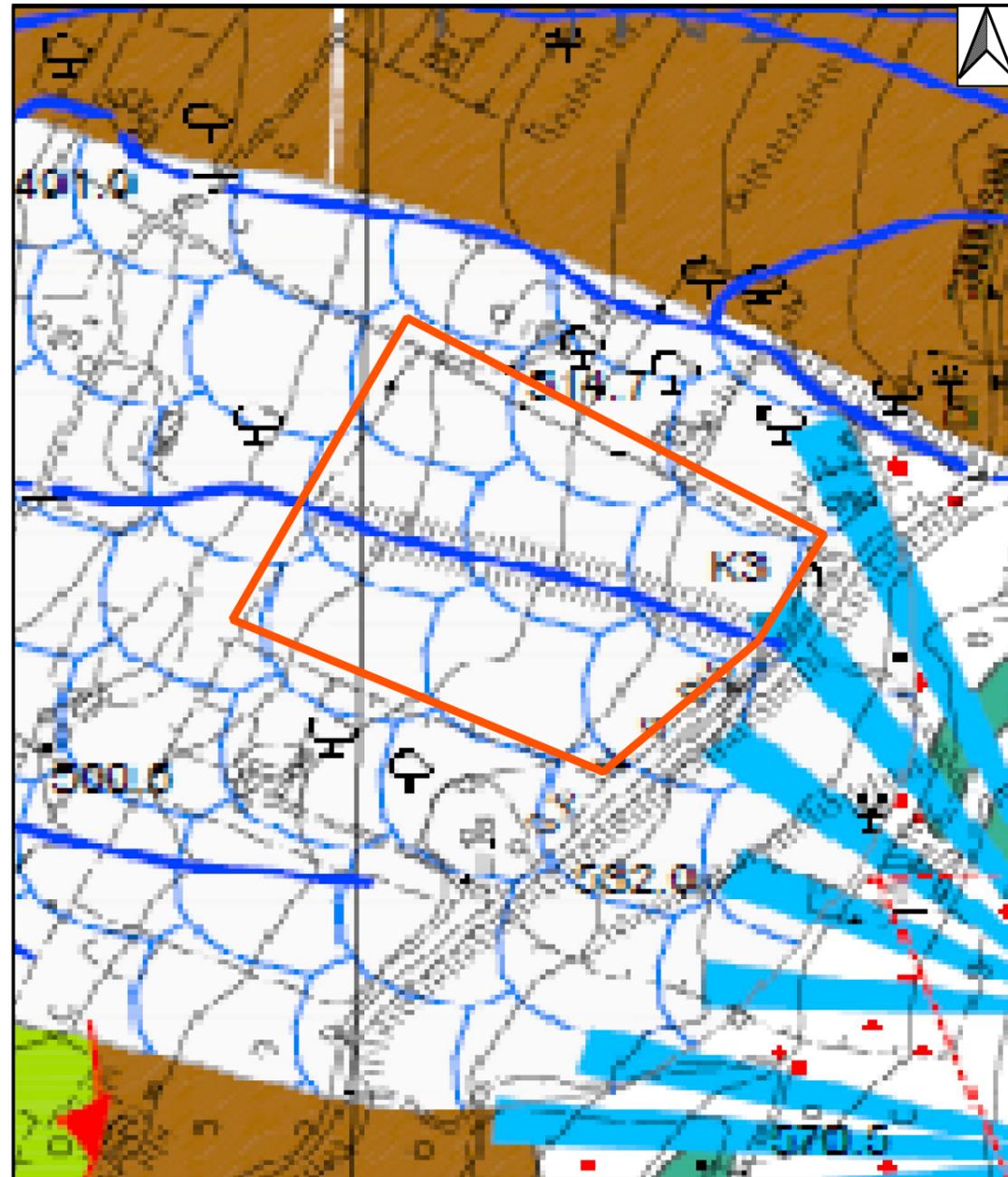
ALLEGATO IV
Carta con Ubicazione delle Indagini
(scala 1:2.000)



LEGENDA

-  Area di studio
- Sondaggi
-  S1
-  S2
-  Rispetto impluvio

ALLEGATO V
Carta Geologica
(scala 1:2.000)



LEGENDA

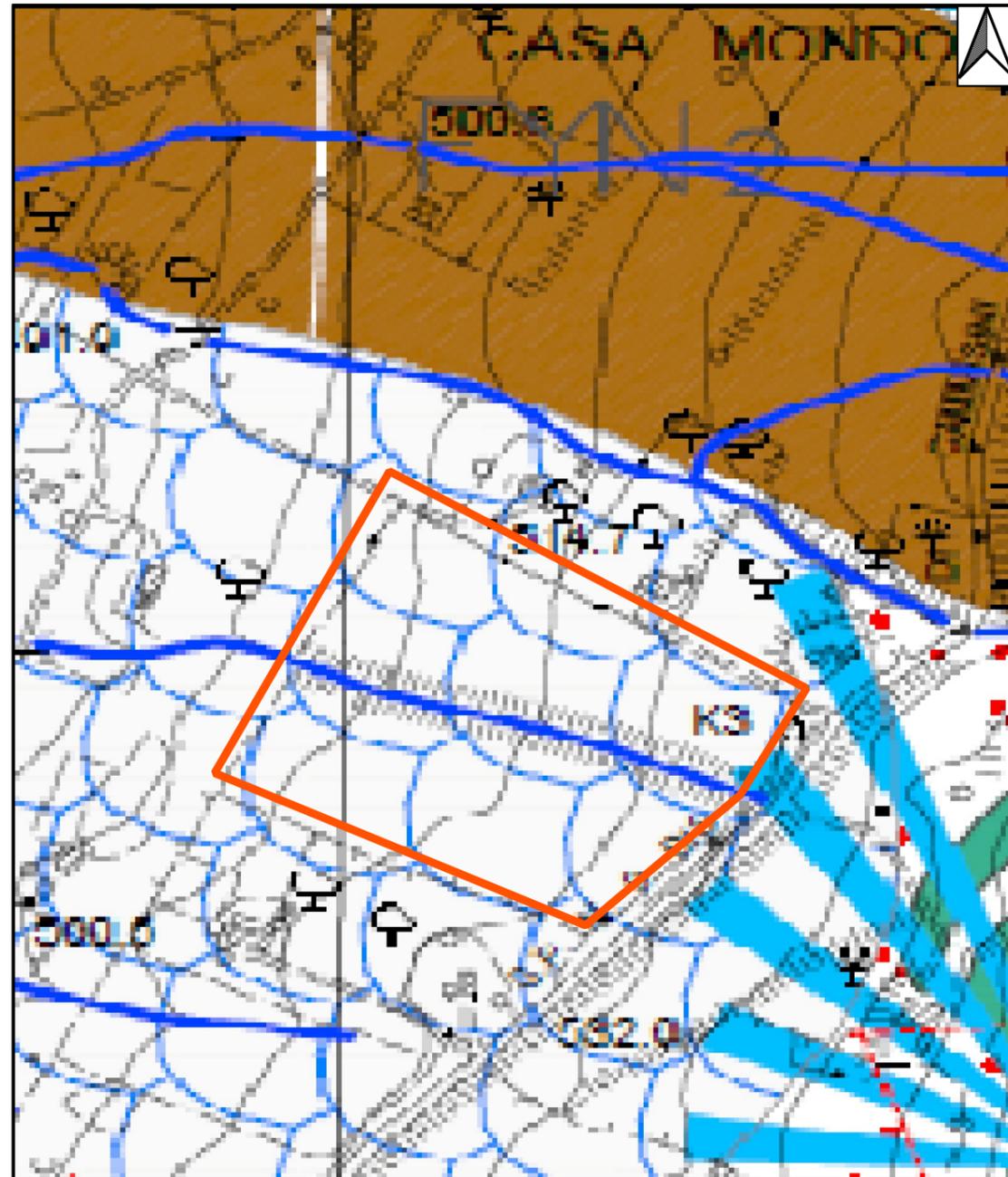
-  Limite stratigrafico
-  Faglia (a tratti incerta)
-  Sovrascorrimento (a tratti incerto)
-  Quiescente
-  Detriti di falda
-  Conoide
-  Area di studio

FLYSCH NUMIDICO MEMBRO DI PORTELLA COLLA (FYN2)
Prevalenti peliti di colore bruno talora manganesifere, con laminazione piano-parallela in cui si intercalano livelli di arenarie quarzose e gradate (FYN2a). Contengono microfaune a foraminiferi planctonici (biozone a *Globorotalia opima opima*, *Globigeninaciperoensisciperoensis*, *Catapsidraxdissimilis*), e nannofossili calcarei (biozone NP24-25). Intercalati nei livelli inferiori di biocalcareni risedimentate a macroforaminiferi (*Lepidocyclinaspp.*) (FYN2b) e nei livelli superiori breccie carbonatiche ad elementi mesozoici (megabreccie di San Salvatore). Spessore 100-300 m. Ambiente di scarpata e base di scarpata.

FORMAZIONE POLIZZI (POZ)
Calcolutiti e calcari marnosi grigio biancastri in strati decimetrico- centimetrici a luoghi sottilmente laminati, alternati a livelli marnoso-argillosi grigiastri e talvolta violacei a foraminiferi planctonici (biozone a *Truncorotaloidesrohri*, *Globigerinathekasemiinvoluta*, *Turborotaliacerroazulensis* s.l.) e nano fossili calcarei (biozone NP 17- NP 20); talora le marne sono grigio nerastre e bituminose. A luoghi sono presenti intercalazioni lenticolari di biocalcareni risedimentate con macroforaminiferi (nummuliti, alveoline e discocycline). Spessore 20-170 m. Limite inferiore discordante (di natura meccanica) su AVF. Ambiente di scarpata e bacino pelagico.
EOCENE MEDIO-SUPERIORE

ARGILLE VARICOLORI INFERIORI (AVF)
Argille struttura scagliosa e marne varicolori, spesso caotiche, diaspri e arenarie quarzose e micacee, calcolutiti verdastre con piste di vermi e livelli centimetrici di biocalcareni macroforaminiferi e frammenti di molluschi. Spessore, difficilmente definibile, è valutato tra 70 e 200 m. Il contenuto fossilifero autoctono è rappresentato da foraminiferi planctonici (biozone a *Rotalipora appenninica*, *Rotaliporabrotzeni*, *Rotaliporareicheli*) ed anche da *Morozovellasp.*. Tra i nannofossili calcarei *Lithaphiditespp.* e *Nannoconuspp.*. Localmente, nei livelli inferiori, affiorano marne nere e argille con calcareniti grigie risedimentate con una ricca macrofauna ad ostreidi (marne ad *Exogyra*, AVFa) ricoprenti l'intervallo Albiano superiore-Cenomaniano. Spessore alcune decine di metri
Intercalazioni di corpi lenticolari (Rocca d'Uoni, Rocca del Drago) costituiti da conglomerati e breccie calcaree grossolane a rudistidi, caprinidi (*Caprina schiosensis*), nerideidi, alveoli nidi ed *Orbitolinasp.*. Nella matrice lutitica *Rotaliporaspp.* (breccie e caprinidi, AVFb; Cenomaniano-Turoniano). Spessore 50 m.
Limite inferiore di natura meccanica (tettonica) su FYN, su TAV e su POZ. Ambienti sedimentari di piana batiale - base di scarpata. CRETACEO (Albiano-Turoniano)-PALEOCENE

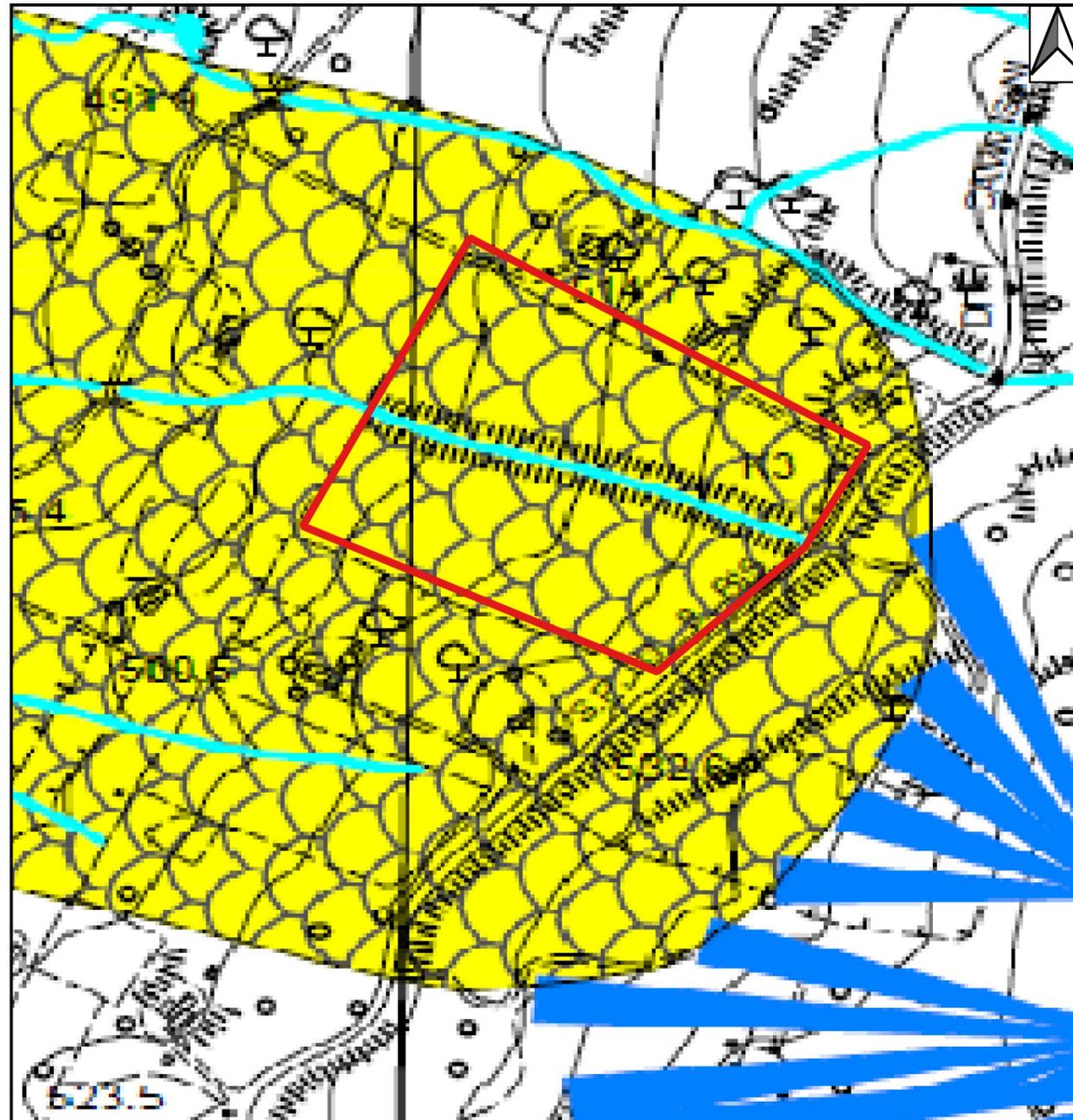
ALLEGATO VI
Carta Litotecnica
(scala 1:2.000)



LEGENDA

-  Limite stratigrafico
-  Faglia (a tratti incerta)
-  Sovrascorrimento (a tratti incerto)
-  Quiescente
-  Detriti di falda
-  Conoide
-  Area di studio
-  Peliti di colore bruno

ALLEGATO VII
Carta Geomorfologica
(scala 1:2.000)



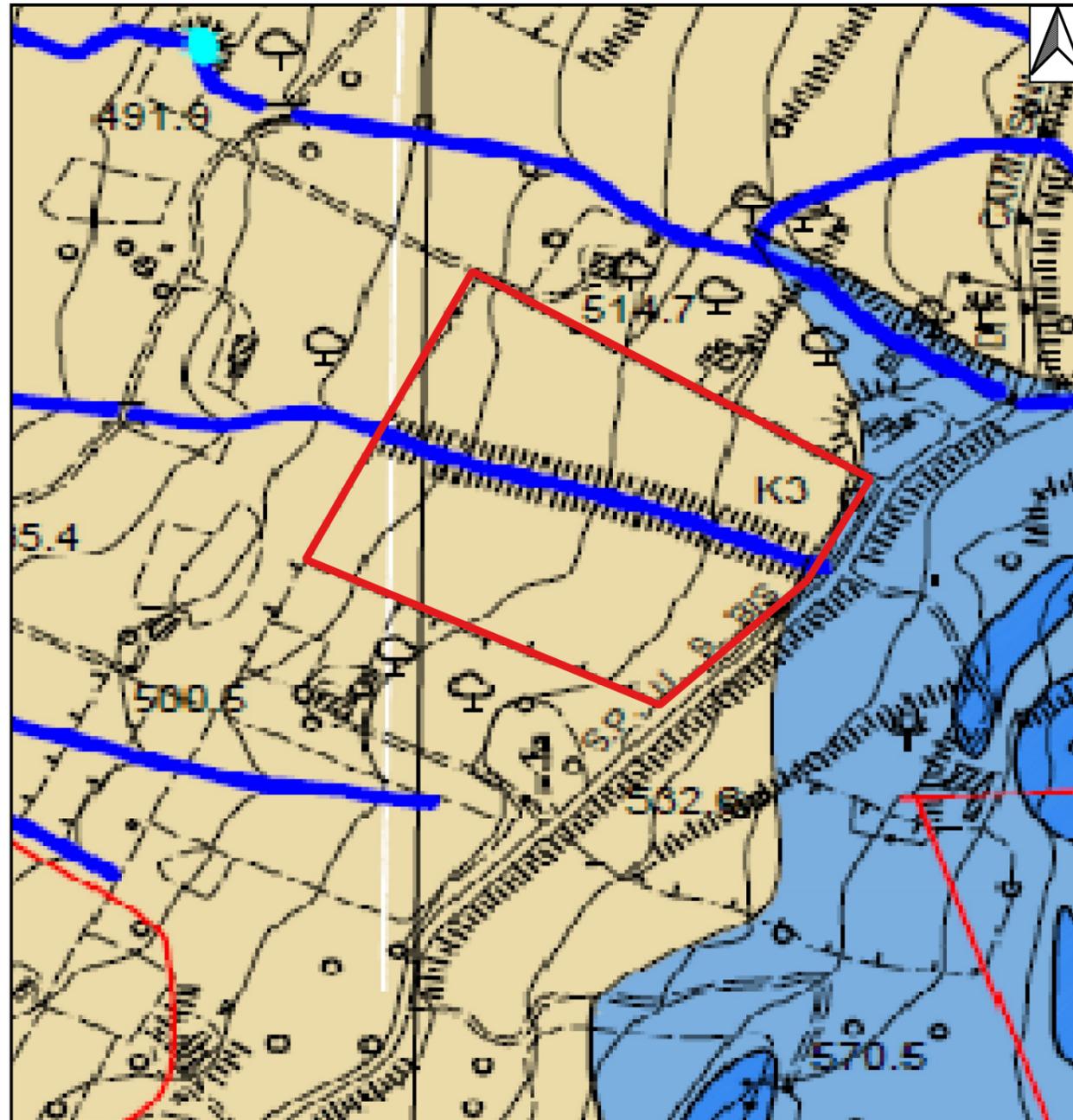
LEGENDA

-  Area di studio
-  Quiescente
-  Conoide

ALLEGATO VIII
Carta Idrogeologica
(scala 1:2.000)

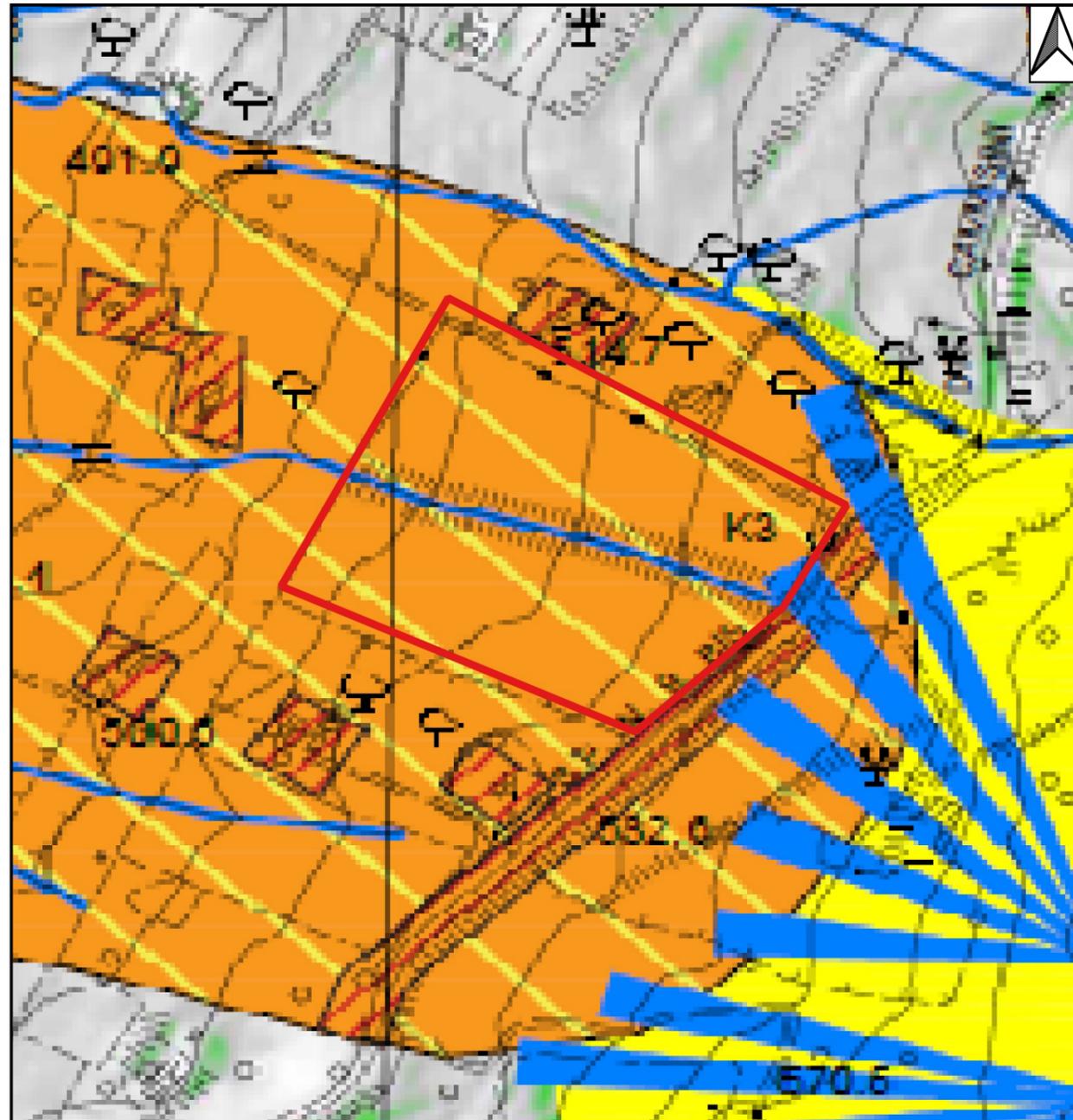
LEGENDA

-  Area di studio
-  Bacini naturali e/o artificiali
-  TERRENI IMPERMEABILI:
Argille varicolori (AVF), argille siltose grigio-verdi (TUT1), peliti, argille marnoso-sabbiose e marne sabbiose grigio-azzurre (TRV3), le argille brune del Flysch Numidico (FYN2), marne e argille con rari livelli di arenarie (TAV), alternanze di calcilutiti e marne grigio-verdastre (MUF).
 $10^{-8} < K < 10^{-10} \text{ m/s}$
-  TERRENI A MEDIA PERMEABILITA' :
Porosità: alluvioni torrentizie (AFLb), detrito di falda (AFLa3);
Porosità e Fessurazione: depositi marini litorali (SIT) e terrazzati (BCP), depositi continentali conglomeratici, sabbiosi e siltosi associati a colluvi e paleosuoli (BNI), conglomerati con matrice sabbiosa, stratificati in grossi banchi e livelli sabbiosi grossolani con sporadici episodi conglomeratici (TRV1), sabbie con intercalazione di livelli conglomeratici (TRV2).
 $10^{-3} < k < 10^{-5} \text{ m/s}$
-  TERRENI AD ALTA PERMEABILITA':
Fessurazione e Carsismo: litotipi calcarei (CRI2, CRI4, SCT,PNBb) e calcareo-dolomitici (FUN, DIS);
 $10^{-2} < k < 10^{-4} \text{ m/s}$
-  Limite tettonico



ALLEGATO IX
Carta delle prescrizioni ed indicazioni esecutive
(scala 1:2.000)

LEGENDA



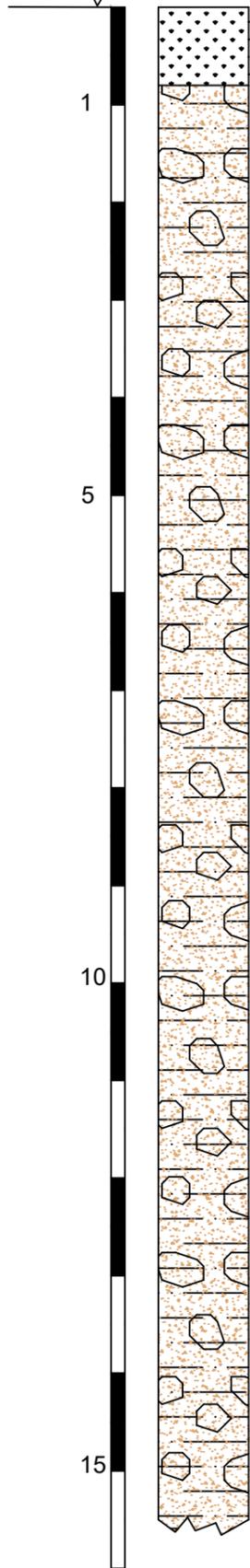
-  Area di studio
-  **PERICOLOSITA' GEOLOGICHE**
Aree interessate da pericolosità geomorfologica connessa a fenomeni franosi.
-  Aree interessate da rischio geomorfologico connessa a fenomeni franosi.
-  **SUSCETTIVITÀ D'USO CONDIZIONATA AREE CON DISCRETA SUSCETTIVITÀ ALL'EDIFICAZIONE**
Aree interessate da frane quiescenti e soliflusso generalizzato, di pendenza variabile, su substrato argilloso.
Si fanno rientrare in questa classe gli accumuli detritici di versante, rappresentati da fasce, falde e conoidi (inattive) e le alluvioni di fondovalle.
-  Aree stabili di media acclività ($15^\circ < P < 30^\circ$) su substrato argilloso, granulare e lapideo.
-  Aree ad alta acclività ($P > 30^\circ$) Aree potenzialmente o moderatamente instabili di media e alta pendenza su substrato argilloso, granulare o lapideo.
-  Conoidi

ALLEGATO X
Colonne litostratigrafiche
Ricavate dai sondaggi geognostici

Area sondaggio 1

Sg1

Prof. in m P.C.

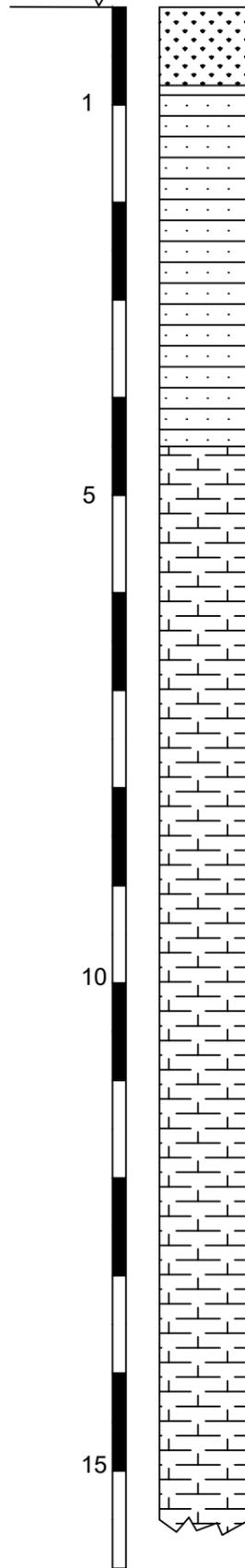


Terreno agrario e/o di riporto
Spessore 0,80 metri

Terreni molto eterogenei a struttura caotica costituiti da elementi litoidi di natura carbonatica eterometrici (2 - 5 cm mediamente) immersi in matrice limo-argillosa di colore rossastro

Sg1 - Schema geotecnico

Prof. in m P.C.



Terreno agrario e/o di riporto
Spessore 0,80 metri

Limo sabbioso-argilloso con inclusi centimetrici siltici, a bassa sfericità sub-angolosi, a composizione carbonatica di colore marrone a media consistenza.
Spessore 3,70

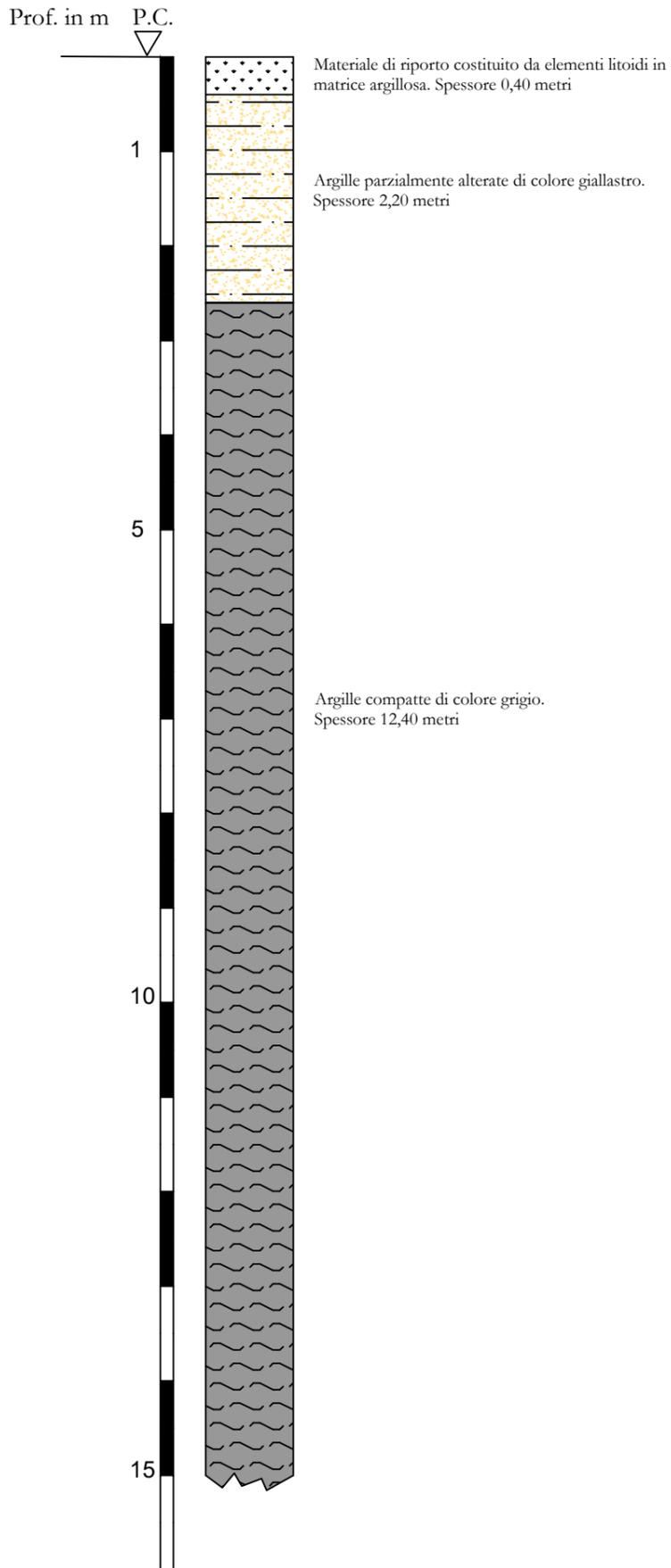
W (%)	γ (t/m^3)	γ_s	e_0	n	Sr (%)	Taglio	
						c' KN/m ²	ϕ' (°)
10,67	2,13	2,67	0,38	0,28	74,36	29	26

Limo argilloso-sabbioso, a struttura caotica, con inclusi litici sub-angolari a buona consistenza.
Spessore 11,00

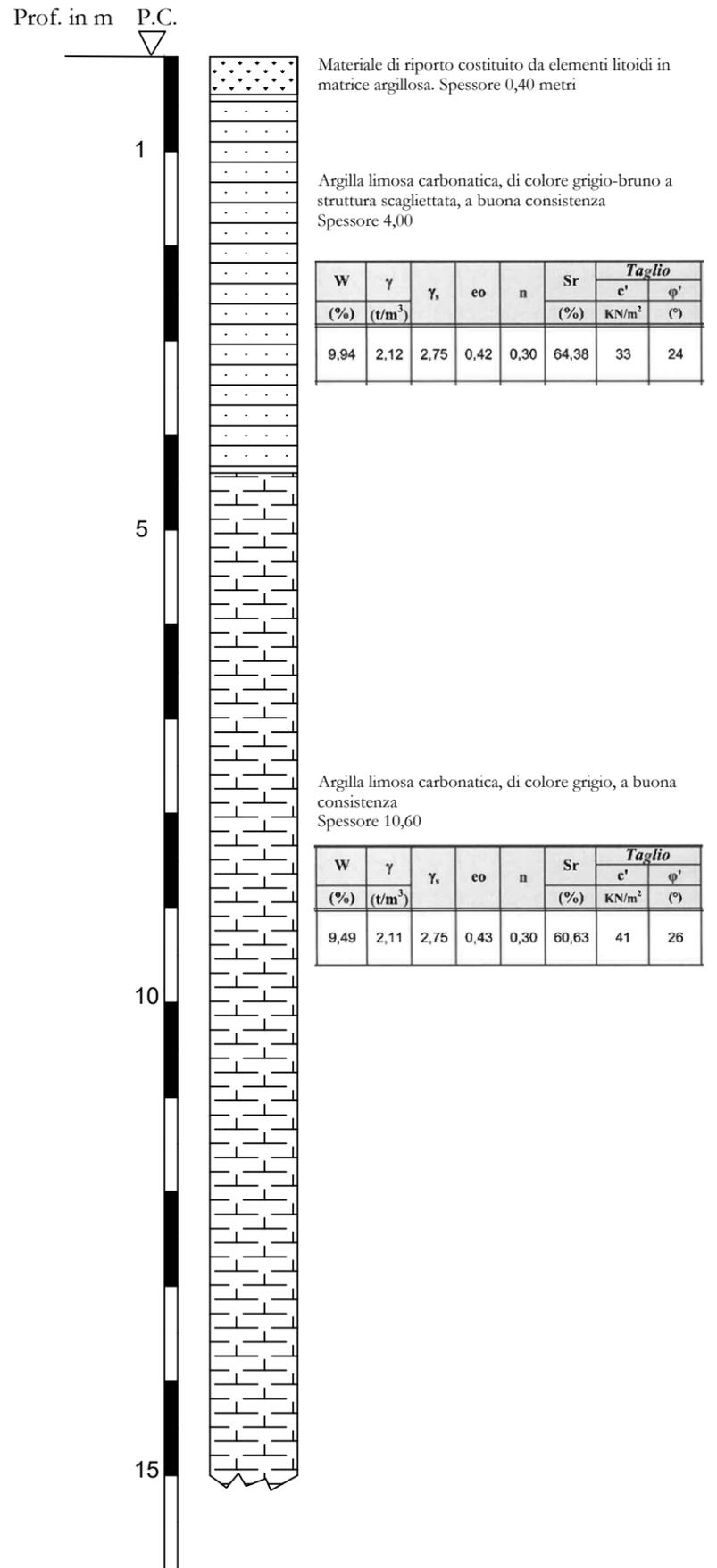
W (%)	γ (t/m^3)	γ_s	e_0	n	Sr (%)	Taglio	
						c' KN/m ²	ϕ' (°)
15,44	2,13	2,64	0,43	0,30	94,16	30	23

Area sondaggio 2

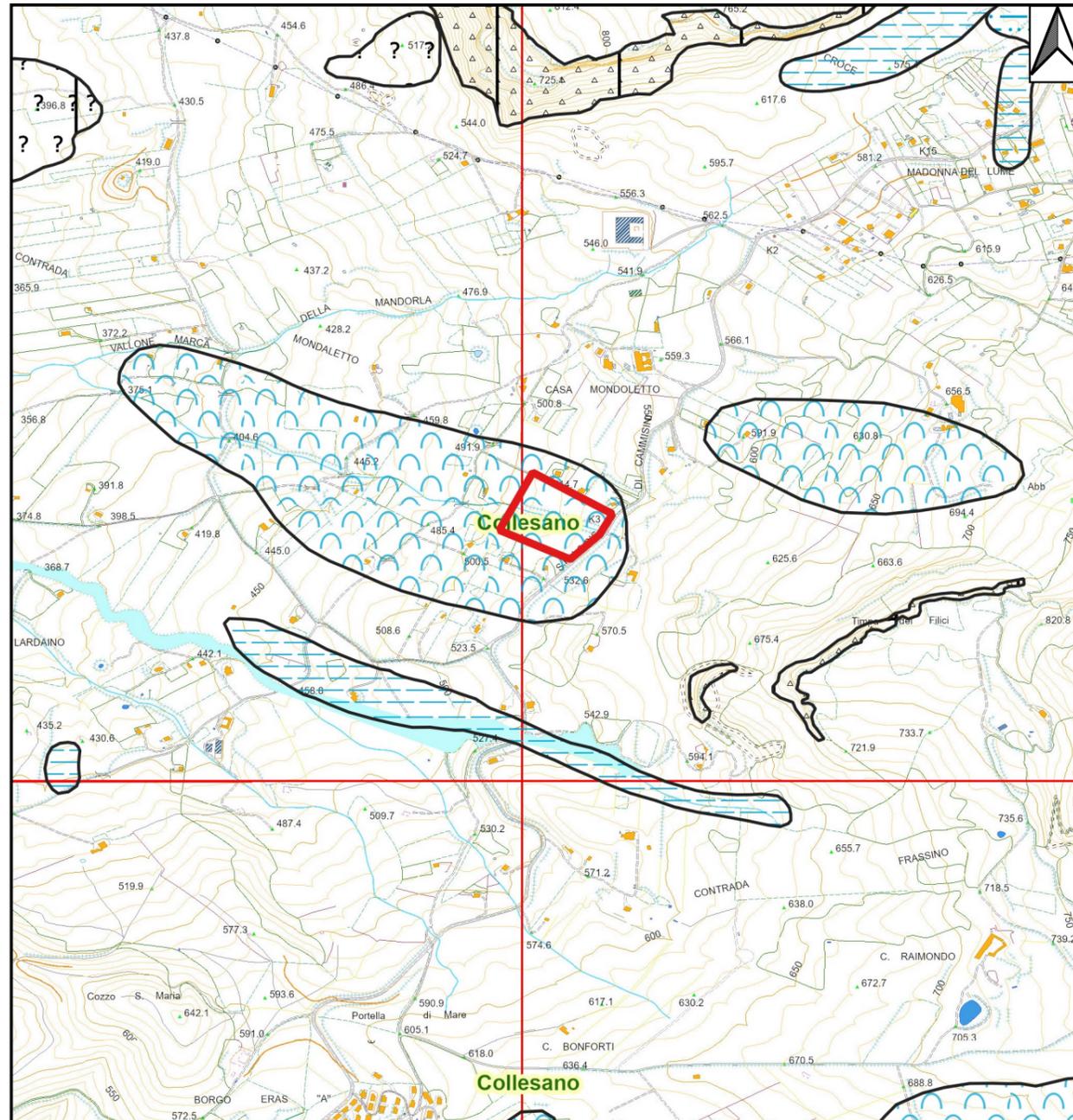
Sg2



Sg2 - Schema geotecnico



ALLEGATO XI
Stralcio Cartografia P.A.I. - Dissesti
 (scala 1:10.000)



LEGENDA

- ▭ Area di studio
- DISSESTI**
- △ Crollo e/o ribaltamento
- ⋯ Calanco
- ⋯ Dissesti dovuti qad erosione accelerata
- ⋯ Colamento rapido
- ⋯ Sprofondamento
- ⋯ Scorrimento
- ⋯ Frana complessa
- ⋯ Espansione laterale o deformazione gravitativa
- ⋯ Colamento lento
- ⋯ Area a franosità diffusa
- ⋯ Deformazione superficiale lenta

ALLEGATO XII
Spettri di risposta sismica locale



Geol. Ilarda Gandolfo C.FISC: LRDGDL71L30G792L P.IVA: 04809610829	Via: via C. Civello n. 74/a 90010 Campofelice di Roccella - Palermo Tel: - 349-3136397 Email: ilardagandolfo@gmail.com
--	---

Realizzazione CCR

	Data: novembre 2024
	Il committente Comune di Collesano
	Il Tecnico Geol. Ilarda Gandolfo
	Il Progettista
Pericolosità sismica	

1 PREMESSA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare il *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, dopo aver definito le relative *probabilità di superamento* è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la *pericolosità sismica di base* per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

2 VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nel **DM 17 gennaio 2018**-Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \cdot C_U \quad (2.1)$$

dove:

V_R = periodo di riferimento

V_N = vita nominale

C_U = coefficiente d'uso

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC 2018, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità.

I valori minimi di V_N da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati nella Tab. 2.1. Tali valori possono essere anche impiegati per definire le azioni dipendenti dal tempo.

Tab. 2.1 – 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	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Nel caso specifico $V_N = 50$ anni.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC 2018 prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

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. $C_U = 1.0$;

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. $C_U = 1.5$;

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. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso $C_U = 1$.

Ricavati i valori di V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$$V_R = 50 * 1 = 50 \text{ anni.}$$

3 STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC 2018 prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività** (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno** (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita** (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento* P_{VR} (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di a_g prefissata (a_g = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/T_R$ (T_R = periodo di ritorno).

Tabella 3.1- Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$P_{VR} = 81\%$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$P_{VR} = 63\%$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$P_{VR} = 10\%$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$P_{VR} = 5\%$

Fissati V_R e P_{VR} associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra P_{VR} (probabilità) e T_R (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è $V_R = 50$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Tabella 3.2- Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	$T_R = 30$
Stato limite di esercizio: danno	SLD	$T_R = 50$
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	$T_R = 475$
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	$T_R = 975$

4 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, nelle NTC 2018, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (a_g) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC 2018 si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione "Mappe interattive della pericolosità sismica".

Secondo le NTC 2018 le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno T_R (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** alle NTC08:

a_g = accelerazione orizzontale massima;

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C^* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

a_g , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

F_0 e T_C^* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'Allegato B delle NTC08 (a cui le NTC 2018 fanno riferimento), per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Tabella 4.1- Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

ID	LON	LAT	$T_R = 30$			$T_R = 50$			$T_R = 72$			$T_R = 101$		
			a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*	a_g	F_0	T_C^*
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g , F_0 , T_C^*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre p_1 , p_2 è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno T_{R1} , T_{R2} .

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 p_i}{\sum_{i=1}^4 d_i} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (a_g, F_o, TC^*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.

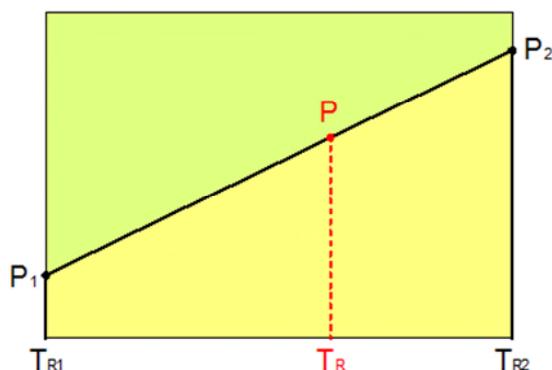


Figura 4.1 - Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella Figura 4.2

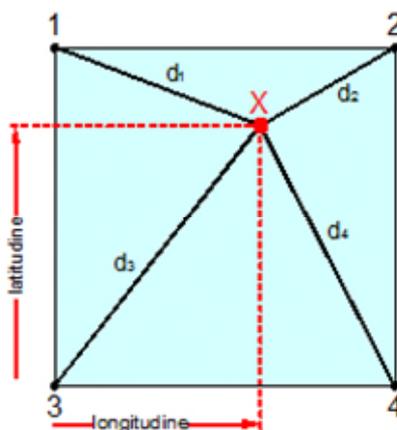


Figura 4.2 - Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(\text{lat}\beta) \cdot \sin(\text{lat}\alpha) + \cos(\text{lat}\beta) \cdot \cos(\text{lat}\alpha) \cdot \cos(\text{lon}\alpha - \text{lon}\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $lat\alpha$, $lon\alpha$, $lat\beta$ e $lon\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.

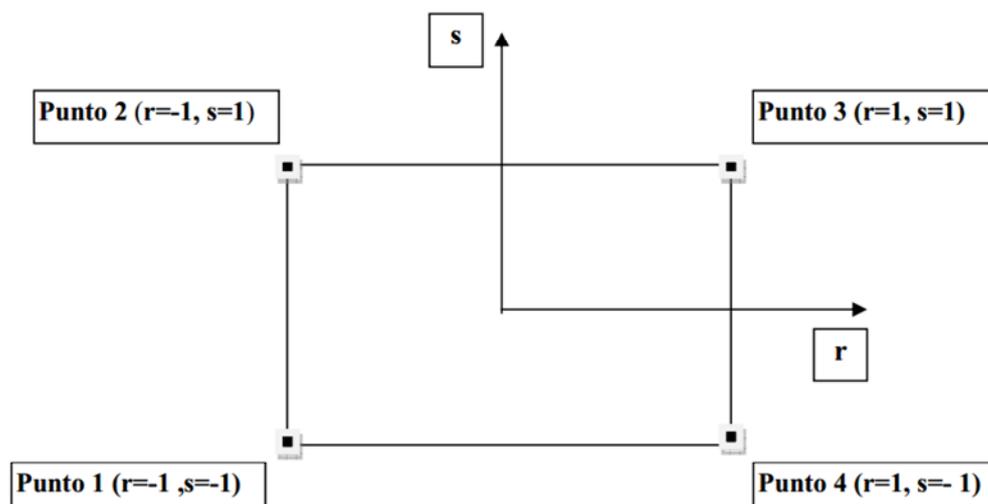


Figura 4.3 - Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1-r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1-r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1+r) \cdot (1+s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1+r) \cdot (1-s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot x_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot x_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot x_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot x_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot y_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot y_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot y_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot y_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s , si determinano i parametri a_g, F_0, T_C^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i \cdot p_i = [(1-r) \cdot (1-s) \cdot p_1 + (1-r) \cdot (1+s) \cdot p_2 + (1+r) \cdot (1+s) \cdot p_3 + (1+r) \cdot (1-s) \cdot p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

5 Pericolosità sismica di sito

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

5.1 Coefficienti sismici

I coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (T_R) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1-P_{VR})} \quad (5.1)$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R non può essere inferiore a 35 anni.

5.2 Stabilità dei pendii e fondazioni

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_s \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.2)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.3)$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{\max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella tabella 5.1.

Tabella 5.1- Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0.2 < a_g(g) \leq 0.4$	0.30	0.28
$0.1 < a_g(g) \leq 0.2$	0.27	0.24
$a_g(g) \leq 0.1$	0.20	0.20

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.4)$$

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_S \leq 1.80$) è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E). e del rapporto a_g/g . S_T (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

$$\mathbf{T1: } S_T = 1.0; \mathbf{T2: } S_T = 1.20; \mathbf{T3: } S_T = 1.20; \mathbf{T4: } S_T = 1.40.$$

5.3 Fronti scavo e rilevati

Il comportamento in condizioni sismiche dei fronti di scavo e dei rilevati può essere analizzato con gli stessi metodi impiegati per i pendii naturali; specificamente mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi avanzati di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso W del volume di terreno potenzialmente instabile. Le componenti orizzontale e verticale di tale forza devono essere ricavate in funzione delle proprietà del moto atteso nel volume di terreno potenzialmente instabile e della capacità di tale volume di subire spostamenti senza significative riduzioni di resistenza.

In mancanza di studi specifici, le componenti orizzontale e verticale della forza statica equivalente possono esprimersi come

$$F_h = k_h \cdot W \text{ ed } F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v rispettivamente pari ai coefficienti sismici orizzontale e verticale definiti nel § 7.11.3.5.2 e adottando i seguenti valori del coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito:

$\beta_s = 0.38$ nelle verifiche dello stato limite ultimo (SLV)

$\beta_s = 0.47$ nelle verifiche dello stato limite di esercizio (SLD).

Nelle verifiche di sicurezza si deve controllare che la resistenza del sistema sia maggiore delle azioni (condizione [6.2.1]) impiegando lo stesso approccio di cui al § 6.8.2 per le opere di materiali sciolti e fronti di scavo, ponendo pari all'unità i coefficienti parziali sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e impiegando le resistenze di progetto calcolate con un coefficiente parziale pari a $\gamma_R = 1.2$.

Si deve inoltre tener conto della presenza di manufatti interagenti con l'opera.

5.4 Muri di sostegno

Per i muri di sostegno pendii i coefficienti k_h e k_v sono così determinati:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right) \quad (5.5)$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \quad (5.6)$$

Con:

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno assume valore unitario altrimenti assume i valori riportati di seguito.

$\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di in Figura 5.2.

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.7)$$

S è il coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

5.5 Paratie

In mancanza di studi specifici, a_h (accelerazione orizzontale) può essere legata all'accelerazione di picco a_{max} attesa nel volume di terreno significativo per l'opera mediante la relazione:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} \quad (5.8)$$

dove:

g è l'accelerazione di gravità;

k_h è il coefficiente sismico in direzione orizzontale;

$\alpha \leq 1$ è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera. Può essere ricavato a partire dall'altezza complessiva H della paratia e dalla categoria di sottosuolo mediante il diagramma in Figura 5.1:

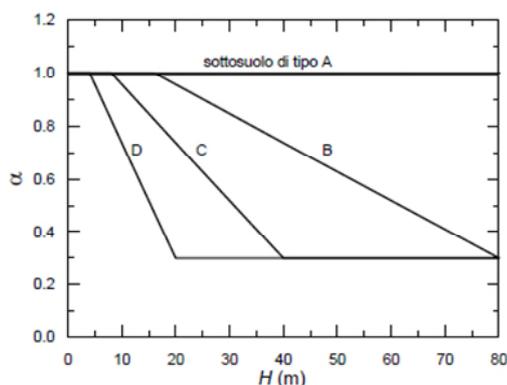


Figura 5.1 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità α .

Per il sottosuolo di categoria E si utilizzano le curve dei sottosuoli C o D in dipendenza dei valori assunti dalla velocità equivalente V_s . Per la valutazione della spinta nelle condizioni di equilibrio limite passivo deve porsi $\alpha = 1$.

Il valore del coefficiente β può essere ricavato dal diagramma riportato in Figura 5.2, in funzione del massimo spostamento u_s che l'opera può tollerare senza riduzioni di resistenza.

Per $u_s = 0$ si ha $\beta = 1$; $u_s \leq 0.005 \cdot H$

Se $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$ deve assumersi $k_h = 0.2 \cdot a_{max}/g$

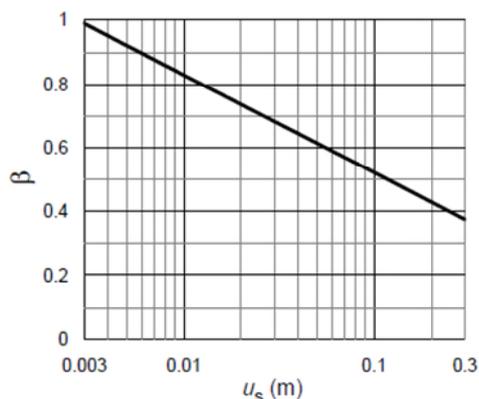


Figura 5.2 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento β .

L'accelerazione di picco a_{\max} è valutata mediante un'analisi di risposta sismica locale, ovvero come

$$a_{\max} = S_S \cdot S_T \cdot a_g \quad (5.9)$$

dove:

S è il coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

PERICOLOSITÀ SISMICA

Descrizione: Realizzazione CCR
 Committente: Comune di Collesano
 Località: c/da Mondoletto
 Data: 10/09/2024

Vita nominale (V_n): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (C_u): 1
 Periodo di riferimento (V_r): 50 [anni]

Periodo di ritorno (T_r) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (T_r) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (T_r) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (T_r) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Superficie rigata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 37,9049683 [°]
 Longitudine (WGS84): 13,9173298 [°]
 Latitudine (ED50): 37,9060287 [°]
 Longitudine (ED50): 13,9181738 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]
1	46293	37,884330	13,869810
2	46294	37,884090	13,932940
3	46072	37,934090	13,933280
4	46071	37,934330	13,870070

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,044	2,363	0,249
SLD	50	0,059	2,370	0,266
	72	0,071	2,352	0,274
	101	0,084	2,351	0,281
	140	0,098	2,345	0,286
	201	0,115	2,346	0,291
SLV	475	0,162	2,370	0,307
SLC	975	0,211	2,431	0,312
	2475	0,286	2,510	0,324

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,352	0,251
SLD	50	0,060	2,367	0,267
	72	0,073	2,344	0,275
	101	0,087	2,341	0,281
	140	0,101	2,340	0,285
	201	0,118	2,342	0,291
SLV	475	0,167	2,372	0,300
SLC	975	0,217	2,429	0,311
	2475	0,295	2,510	0,325

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,048	2,328	0,254
SLD	50	0,065	2,330	0,266
	72	0,078	2,325	0,272
	101	0,093	2,319	0,277
	140	0,109	2,318	0,281
	201	0,127	2,322	0,287
SLV	475	0,179	2,379	0,295
SLC	975	0,231	2,425	0,309
	2475	0,312	2,511	0,325

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,047	2,335	0,250
SLD	50	0,063	2,336	0,265
	72	0,077	2,325	0,272
	101	0,092	2,321	0,277
	140	0,107	2,319	0,281
	201	0,125	2,323	0,287
SLV	475	0,177	2,376	0,295
SLC	975	0,229	2,422	0,309
	2475	0,309	2,508	0,324

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,047	2,344	0,252
SLD	50	0,062	2,352	0,267
SLV	475	0,172	2,375	0,299
SLC	975	0,222	2,427	0,310

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica:

T2: Pendii con inclinazione media maggiore di 15°

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,067	0,089	0,247	0,315
kv	0,033	0,045	0,124	0,157
amax [m/s ²]	0,657	0,873	2,423	3,086
Beta	1,000	1,000	1,000	1,000

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,018	0,059	0,088
kv	0,007	0,009	0,030	0,044
amax [m/s ²]	0,657	0,873	2,423	3,086
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

Muri di sostegno NTC 2018

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,042	0,094	--
kv	--	0,021	0,047	--
amax [m/s ²]	0,657	0,873	2,423	3,086
Beta	--	0,470	0,380	--

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,042	0,094	--
kv	--	0,021	0,047	--
amax [m/s ²]	0,657	0,873	2,423	3,086
Beta	--	0,470	0,380	--

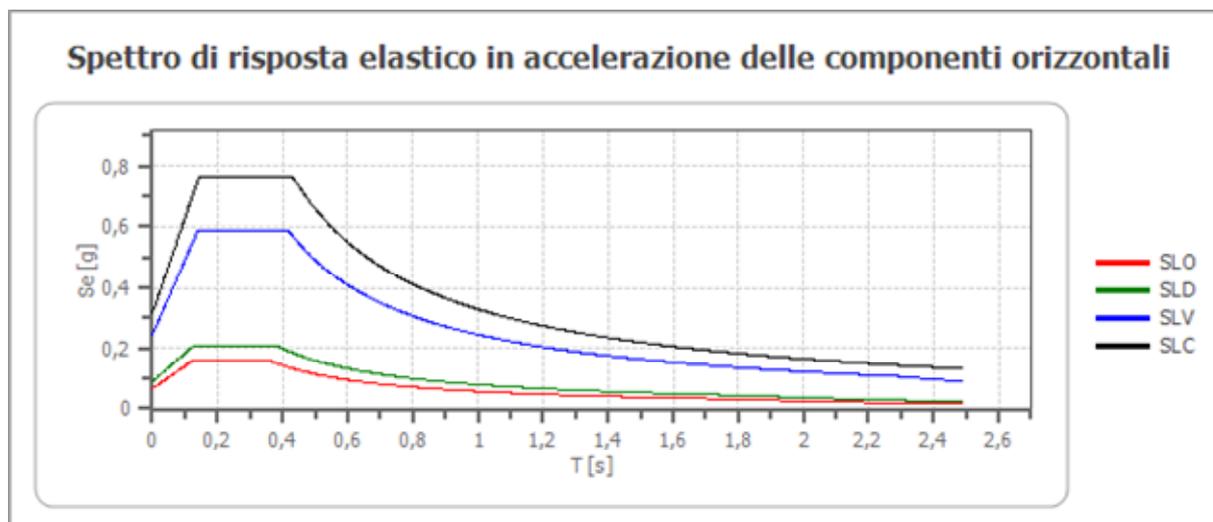
Paratie NTC 2018

Altezza paratia (H): 3,0 [m]

Spostamento ammissibile us: 0,015 [m]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,052	0,069	0,192	0,244
kv	--	--	--	--
amax [m/s ²]	0,657	0,873	2,423	3,086
Beta	0,776	0,776	0,776	0,776

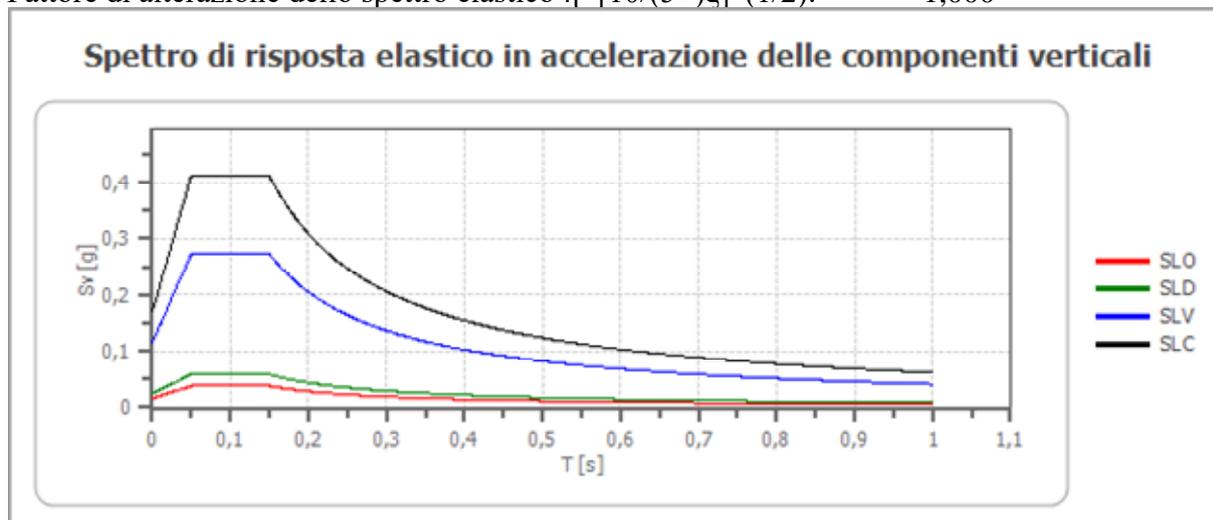
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,047	2,344	0,252	1,200	1,450	1,200	1,440	1,000	0,122	0,365	1,786	0,067	0,157
SLD	1,0	0,062	2,352	0,267	1,200	1,430	1,200	1,440	1,000	0,127	0,381	1,847	0,089	0,209
SLV	1,0	0,172	2,375	0,299	1,200	1,400	1,200	1,440	1,000	0,139	0,418	2,286	0,247	0,587
SLC	1,0	0,222	2,427	0,310	1,180	1,390	1,200	1,416	1,000	0,144	0,431	2,489	0,315	0,764

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$: 1,000



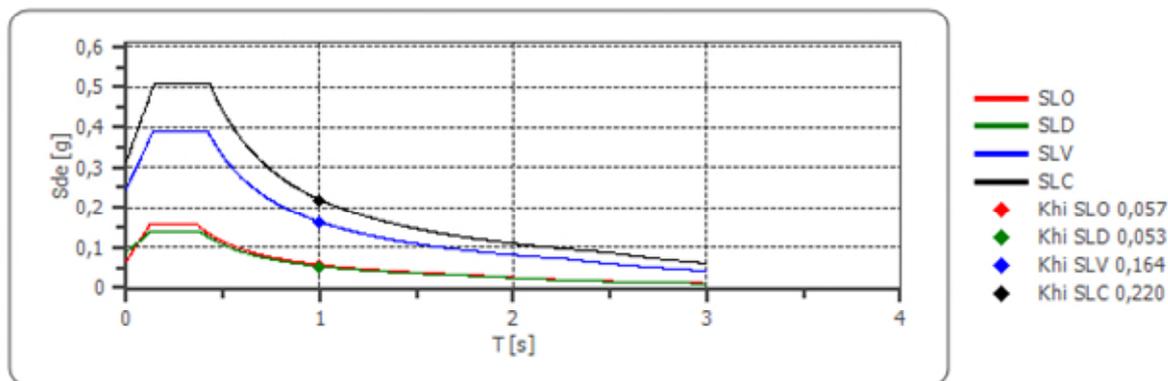
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(T B) [g]
SLO	1,0	0,047	2,344	0,252	1	1,450	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,038
SLD	1,0	0,062	2,352	0,267	1	1,430	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,025	0,059
SLV	1,0	0,172	2,375	0,299	1	1,400	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,115	0,273
SLC	1,0	0,222	2,427	0,310	1	1,390	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,170	0,412

Spettro di progetto

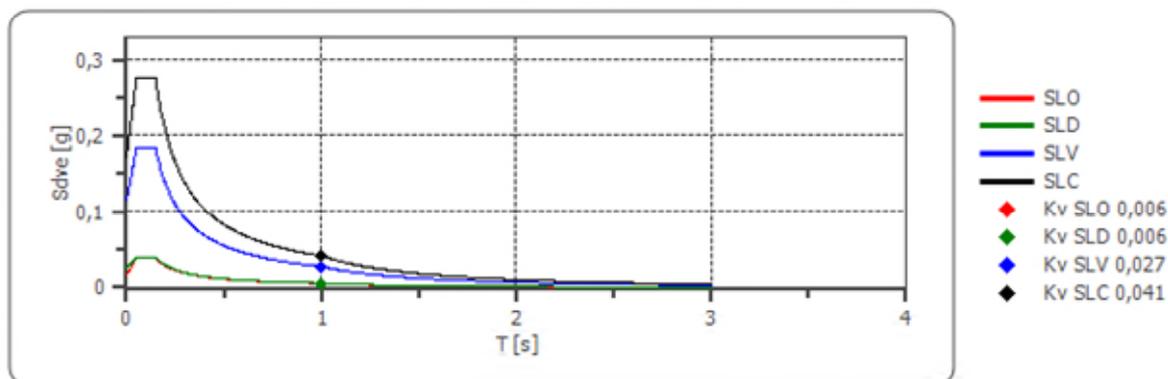
Fattore di struttura spettro orizzontale q : 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q : 1,50
 Periodo fondamentale T: 1,00 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,057	0,053	0,164	0,220
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,006	0,006	0,027	0,041

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(T B) [g]
SLO orizz ontal e	1,0	0,047	2,344	0,252	1,200	1,450	1,200	1,440	1,000	0,122	0,365	1,786	0,067	0,157
SLO vertic ale	1,0	0,047	2,344	0,252	1,200	1,450	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,016	0,038
SLD orizz ontal e	1,0	0,062	2,352	0,267	1,200	1,430	1,200	1,440	1,500	0,127	0,381	1,847	0,089	0,140
SLD vertic ale	1,0	0,062	2,352	0,267	1,200	1,430	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000	0,025	0,039
SLV orizz ontal e	1,0	0,172	2,375	0,299	1,200	1,400	1,200	1,440	1,500	0,139	0,418	2,286	0,247	0,391
SLV vertic ale	1,0	0,172	2,375	0,299	1,200	1,400	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000	0,115	0,182
SLC orizz ontal e	1,0	0,222	2,427	0,310	1,180	1,390	1,200	1,416	1,500	0,144	0,431	2,489	0,315	0,509
SLC vertic ale	1,0	0,222	2,427	0,310	1,180	1,390	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000	0,170	0,275

Indice

Pericolosità sismica.....	11
Parametri di pericolosità sismica.....	12
Pericolosità sismica di sito.....	15
Coefficienti sismici.....	15
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali.....	16
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali.....	16
Spettro di progetto.....	17
Indice.....	21

ALLEGATO XIII
Documentazione fotografica



Foto 1 – Vista dall'alto dell'area di Progetto



Foto 2 – Vista dall'alto dell'area di Progetto



Foto 3 – Sezione geolitologica sui terreni affioranti nell'area



Foto 4 – Particolare dei terreni affioranti nell'area