



GIUSEPPE LO FURNO  
07.10.2024 12:55:02  
GMT+02:00

## COMUNE DI SCORDIA

Città Metropolitana di Catania

RIQUALIFICAZIONE DEL LOTTO DI TERRENO SOGGETTO A VINCOLO D'ESPROPRIO DA ZONA  
"PK AREA DI PARCHEGGIO" A Z.T.O. "C3" – DI ESPANSIONE

COMMITTENTE: Marzullo Grazia

### Relazione geologico/tecnica

Il Tecnico:



---

Dott. Geol. Giuseppe Lo Furno  
Iscri. O.R.G. n. 3473

## Sommario

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Premesse .....                                                                | 3  |
| 2. Parte I (modello geologico di riferimento).....                               | 5  |
| 2.1 Inquadramento di zona .....                                                  | 5  |
| 2.2 Lineamenti geomorfologici.....                                               | 7  |
| 2.2.1 Vincolistica P.A.I. ....                                                   | 8  |
| 2.3 Lineamenti geologici.....                                                    | 11 |
| 2.4 Lineamenti tettonici .....                                                   | 11 |
| 2.4.1 Vincolistica F.A.C. ....                                                   | 12 |
| 2.5 Lineamenti litostratigrafici.....                                            | 13 |
| 2.6 Lineamenti idrogeologici .....                                               | 14 |
| 2.7 Valutazioni sulla stabilità .....                                            | 15 |
| 3. Parte II (modello geotecnico di riferimento) .....                            | 16 |
| 3.1 Azione sismica .....                                                         | 17 |
| 3.2 Dati sul sito e sull'opera in progetto.....                                  | 17 |
| 3.2.1 Vita nominale .....                                                        | 17 |
| 3.2.2 Classi d'uso.....                                                          | 18 |
| 3.2.3 Periodo di riferimento.....                                                | 18 |
| 3.3 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche.....                       | 20 |
| 3.3.1 Categorie di sottosuolo .....                                              | 20 |
| 3.3.2 Condizioni topografiche .....                                              | 21 |
| 3.4 Valutazione dell'azione sismica .....                                        | 21 |
| 3.4.1 Spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali .....            | 21 |
| 3.4.2 Spettro di risposta elastico delle componenti verticali .....              | 23 |
| 3.4.3 Calcolo del Coefficiente sismico.....                                      | 24 |
| 4. Verifica nei confronti degli stati limiti ultimi (SLU).....                   | 25 |
| 5. Modello geotecnico .....                                                      | 29 |
| 6. Valutazioni tecniche sulla fattibilità e modalità esecutive dell'opera? ..... | 30 |
| 7. Sintesi della modellazione geotecnica nella configurazione di progetto .....  | 31 |

## ALLEGATI

## COMUNE DI SCORDIA

Città Metropolitana di Catania

RIQUALIFICAZIONE DEL LOTTO DI TERRENO SOGGETTO A VINCOLO D'ESPROPRIO DA ZONA  
"PK AREA DI PARCHEGGIO" A Z.T.O. "C3" – DI ESPANSIONE

COMMITTENTI: Marzullo Grazia

### Relazione geologico/tecnica

#### 1. Premesse

Per incarico ricevuto dal committente Marzullo Grazia, viene redatta la presente relazione geologico/tecnica relativa alla variante urbanistica proposta del sito ubicato in via Berlinguer - C.da Montagna, nel comune di Scordia (CT).

L'area, catastalmente localizzata nella part. N. 1262 del foglio di mappa 11 del NCT del comune di Scordia, ha estensione areale pari a 1278 m<sup>2</sup>.

Scopo del presente lavoro è quello di inquadrare i lineamenti morfologici, geologici, litostratigrafici, tettonici e di stabilità generale del territorio e al contempo di definire le caratteristiche tecniche dei terreni di fondazione e l'azione sismica di progetto del sito secondo quanto disposto dal D.M. 17 gennaio 2018, "Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>>".

In particolare, scopo del presente lavoro è stato quello di definire:

1. *Il Modello Geologico di Riferimento*
2. *Il Modello Geotecnico di Riferimento*

L'inquadramento del Modello Geologico di Riferimento è stato possibile svilupparlo grazie all'acquisizione dei dati di letteratura ed attraverso un'accurata ricognizione visiva in sito. I dati così ottenuti sono stati ulteriormente integrati da informazioni stratigrafiche possedute in archivio dello scrivente.

I rilievi visivi in sito e le informazioni pregresse sull'area hanno permesso di inquadrare anche le condizioni geostrutturali e morfologiche locali.

Non si è ritenuto opportuno e necessario incrementare la campagna geognostica eseguita in quanto l'area di interesse è caratterizzata da una sostanziale omogeneità litostratigrafica su media scala, tale da non determinare "sorprese geologiche" alla scala degli interventi di progetto.

Il Modello Geotecnico ivi compresa la **categoria del suolo di fondazione**, è stata determinata attraverso i dati di campagne geofisiche effettuate su litologie medesime, non distanti dal sito in esame, al solo scopo principale di determinare la parametrizzazione utile e necessaria all'inquadramento sismologico dell'area ai fini di quanto imposto dalla normativa di cui al D.M. 17 gennaio 2018, "*Aggiornamento delle <<Norme tecniche per le costruzioni>>*".

Detti rilievi, grazie agli estesi affioramenti osservabili, alla qualità dell'indagine eseguita e ai dati stratigrafici in possesso di chi scrive, hanno permesso di identificare, in modo esaustivo, il contesto litologico/stratigrafico e sismo/meccanico nel quale verrà eseguito quanto in oggetto.

Alla luce di quanto sopra scritto, il presente lavoro verrà articolato in due parti:

- **PARTE I** - lineamenti generali a carattere morfologico/morfoevolutivo, geologico, litostratigrafico, tettonico, idrologico, e di stabilità del territorio, finalizzati all'inquadramento del locale Modello Geologico di Riferimento di cui al D.M. 17/01/2018
- **PARTE II** - Discussione dei dati sismostratigrafici e geotecnica di dettaglio finalizzati alla parametrizzazione sismotecnica dei suoli e alla definizione del Modello Geotecnico di Riferimento di cui al D.M. 17/01/2018

## 2. Parte I (modello geologico di riferimento)

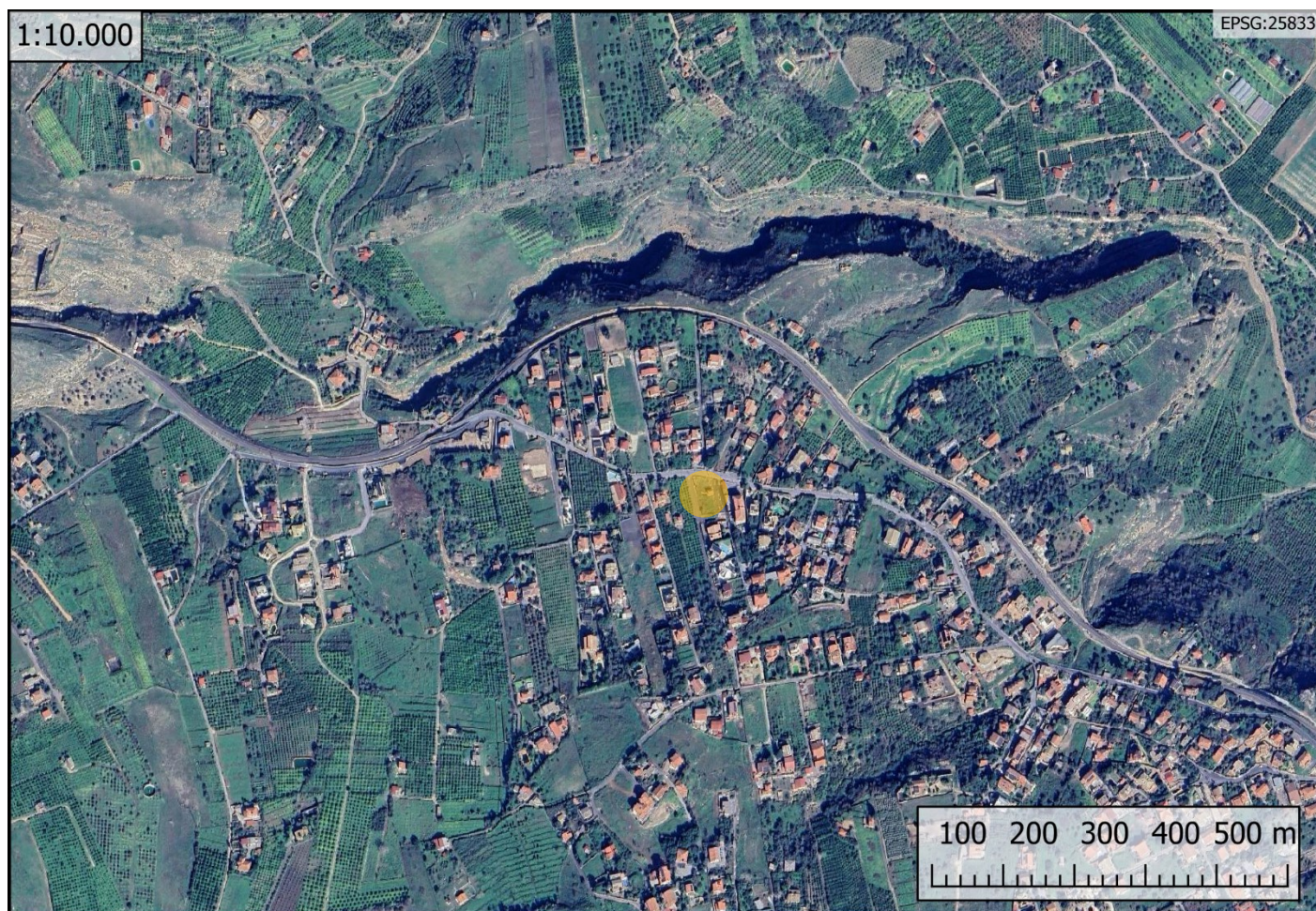
Viene in questa sede sviluppato il Modello Geologico di Riferimento, in ottemperanza alle NTC (D.M. 17/01/2018). In particolare viene definita la ricostruzione concettuale dell'insieme geologico dell'area in esame, considerato nelle tre dimensioni spaziali e nella dimensione tempo, in modo da descrivere compiutamente le caratteristiche geologiche in senso lato del sottosuolo, le correlazioni tra i diversi elementi ed i loro processi evolutivi, nonché le interrelazioni tra l'insieme geologico e l'opera in progetto.

Per la acquisizione del *Modello Geologico di Riferimento*, sono state definite le caratteristiche litostratigrafiche, geologiche e geomorfologiche, mediante sopralluoghi di dettaglio e appositi rilievi geologici di superficie estesi anche alle zone limitrofe, riconoscendo le tipologie più avanti descritte, nonché le condizioni geostrutturali e morfologiche locali.

### 2.1 Inquadramento di zona

L'area su di cui insiste il progetto di variante urbanistica è ubicato all'interno dei limiti amministrativi del comune di Scordia (CT), in un lotto di terreno in Via Berlinguer – c.da Montana.

Per raggiungere il fondo, dal centro abitato di Scordia, bisogna percorrere via Giuseppe Garibaldi, in direzione NNO-SSE, per circa 580 m, proseguire in via Bologna dalla quale si imbecca la SP82, coincidente con via Enrico Berlinguer. Proseguendo in direzione NO, per circa 1,2 km, si raggiunge il terreno oggetto di studio.



*Figura 1 – Ortofoto satellitare con individuazione del terreno (cerchio giallo) oggetto di studio. Scala 1:10.000.*





*Figura 2 – Ortofoto di dettaglio con individuazione dello stabile (polilinea rosa). Scala 1:1.000.*

Con riferimento alla Cartografia Tecnica Regionale l'area di progetto ricade nella CTR SEZIONE N. 640060 e assume le seguenti coordinate medie:

|                   |                      |                      |
|-------------------|----------------------|----------------------|
| <u>WGS84 GMS:</u> | LATITUDINE           | LONGITUDINE          |
|                   | <b>37°18'16.31"N</b> | <b>14°49'23.94"E</b> |

In riferimento, invece, alla cartografia IGM, scala 1:25.000, Il sito ricade nel foglio n. 273-I-NO denominato "Militello in Val di Catania".

## 2.2 Lineamenti geomorfologici

Altimetricamente l'area oggetto di studio si colloca alla quota altimetrica di + 265 m s.l.m. Dal punto di vista morfologico si trova al confine del versante occidentale della piana alluvionale del bacino del lago di Lentini, su di un tabulato calcareo. In detta zona è presente una un'alternanza calcareo-basaltica che denota la presenza di attività vulcanica, in passato, rappresenta il substrato irregolare sulla quale è avvenuta la sedimentazione di tabulati calcarei, scogliere e terrazzi marini, in cui prevale la sedimentazione del carbonato di calcio. Ad una

distanza di circa 300 m, in direzione nord e nord-ovest, è presente una scarpata di circa 30 m di altezza e dalla forte inclinazione. Le pendenze che interessano il fondo, invece, sono poco acclivi ( $<5^\circ$ ), e degradano regolarmente in direzione sud.

Inoltre, l'attuale assetto del sito appare fortemente condizionato e regolarizzato dall'azione antropica che si espleta soprattutto attraverso lo sfruttamento agricolo (*regolarizzazione dei terreni, canali di scolo, ecc.*) e allo sfruttamento urbano-edile, dato che l'area in questione rientra, quasi nella sua totalità, in zona C3 di espansione, secondo il P.R.G. del comune di Scordia. Di fatto, detti interventi antropici hanno regolarizzato ulteriormente la superficie del territorio.

La spianata alluvionale relativa al bacino del lago di Lentini è delimitato a Nord dal decorso del Torrente Ippolito che, insieme ai Torrenti Oxena-Trigona, Barbajanni e Margi, costituiscono i principali lineamenti idrografici che hanno dato origine alla vasta spianata alluvionale compresa tra Scordia e Lentini. Il decorso di detti torrenti risulta regimentato dalla riprofilatura e regolarizzazione degli argini.

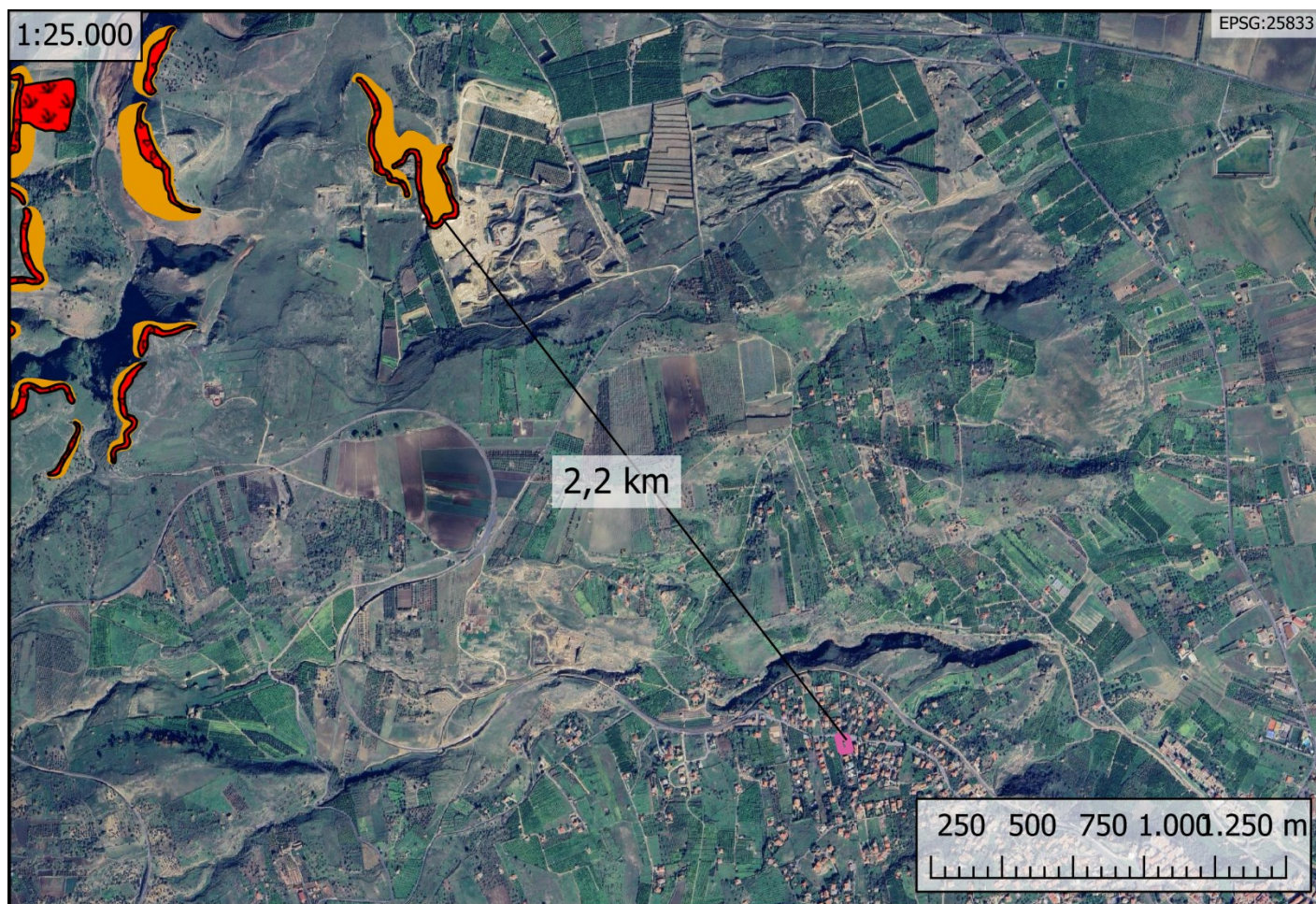
Il corso d'acqua più vicino al fondo è il Torrente Cava, di carattere stagionale, che si imposta, a circa 300 m, alla base della scarpata settentrionale. Tale torrente ha significativamente inciso il territorio e borda la porzione nord-occidentale dell'abitato di Scordia.

L'area di stretto interesse può essere schematicamente distinta in settore di altopiano in cui è presente il fondo in questione e su cui insiste l'uso per civile abitazione, e settore di bassopiano con particolare vocazione allo sfruttamento agricolo dove le acclività poco accentuate fanno assumere al Torrente Cava un profilo pseudo-meandriforme.

#### 2.2.1 Vincolistica P.A.I.

Dai database e dalle carte tematiche del P.A.I. Sicilia si apprende che il fondo in progetto **non** ricade in corrispondenza *né di aree con pericolosità geomorfologica né con pericolosità idraulica*, né tanto meno nelle immediate vicinanze, motivo per cui si può affermare che da questo punto di vista il fondo non ha alcun tipo di vincolo.





Pericolosità geomorfologica Dissesti per Tipologia

2

3

Crollo e/o ribaltamento

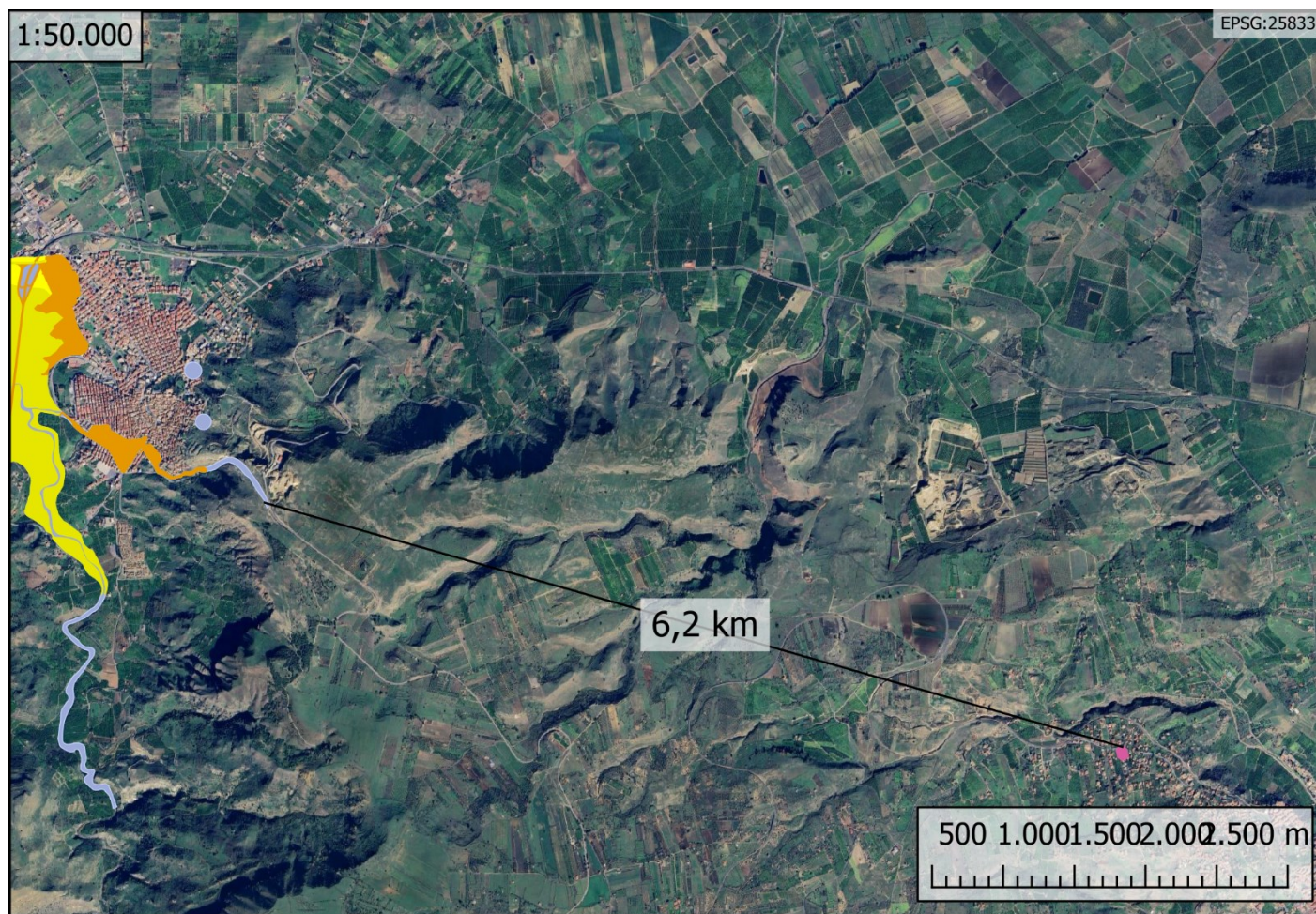
Area a franosità diffusa

Dissesti per Attività

Attivo

Figura 3 – Ortofoto satellitare con sovrapposizione dei fenomeni gravitativi più vicini all'area di interesse (polilinea rosa). Scala 1:25.000.





Rischio idraulico

Siti di attenzione idraulica

- R1
- R2
- R3

*Figura 4 – Ortofoto satellitare con sovrapposizione delle aree a rischio allagamento più vicine all'area di interesse (polilinea rosa). Scala 1:50.000.*

### **2.3 Lineamenti geologici**

Il territorio di Scordia-Lentini va inserito in un contesto geologico regionale che da letteratura scientifica va sotto il titolo di “Settore Nord Orientale Ibleo”. Ciò che è possibile osservare attualmente in affioramento è per lo più il risultato di eventi accaduti durante il Pliocene ed il Pleistocene, epoche in cui, sinteticamente, tale settore rimaneva sommerso contrariamente alle aree centrali già emerse.

Tali condizioni hanno fatto sì che quest’area geologica rappresentasse il bacino di sedimentazione (dalle profondità irrisorie) dei prodotti provenienti dallo smantellamento dei settori già emersi.

In concomitanza a questa fase di sedimentazione, quindi di petrogenesi, si aveva attività vulcanica che si alternava ad eventi subaerei e sottomarini. A conferma di ciò si hanno proprio gli affioramenti dei prodotti di entrambe le fasi.

Parte di questi prodotti venivano poi coperti da sedimenti marini calcarenitici, prima, e argilloso limosi in una seconda fase sedimentaria. Questi due eventi di sedimentazione possono ritrovarsi o in eteropia laterale o in successione stratigrafica.

Durante il Pleistocene Superiore e l’Olocene si originarono dei terrazzi fluviali e marini, attualmente dislocati a varie quote e, nell’Olocene Superiore, si attestarono delle aree alluvionali.

Precisamente l’opera in progetto è ubicata sui sedimenti marini calcarenitici di cui le caratteristiche descrittive e fisico-meccaniche saranno descritte nei capitoli che seguiranno.

In base a quanto ottenuto dal rilevamento geologico-tecnico si può affermare che l’area di progetto si attesta proprio su delle calcareniti massive pleistoceniche (spessore di circa 30 m) che sovrastano i prodotti vulcanici, da collocarsi, temporalmente, nel Pliocene medio-superiore.

### **2.4 Lineamenti tettonici**

In concomitanza alle sopra descritte fasi di sedimentazione, si ebbe una fase tettonica distensiva di subsidenza che portò ad un ulteriore e parossistica emersione, questa volta coinvolgendo anche il settore ibleo in cui ricade l’area in progetto. Questo ciclo tettonico determina la formazione dei principali lineamenti tettonici attualmente riscontrabili in fase di rilievo di campagna. I lineamenti sono pressoché orientati secondo una direzione di massima NE – SO.



Concordanti con tali direttrici tettoniche sono, per l'appunto, i lineamenti dislocativi che possono essere rilevati a piccola scala nel settore in studio. In particolare questa è collocata nella porzione del margine settentrionale di un'ampia struttura tettonica che in letteratura scientifica prende il nome di "Graben di Scordia-Lentini".

Tuttavia bisogna precisare che nell'area in studio ad una distanza di circa 500 m dal sito di progetto affiora la faglia primaria dal nome "Salto di primavera" che appartiene al sistema sopra citato e che ha per l'appunto orientamento congruente a quello del Graben Scordia-Lentini.

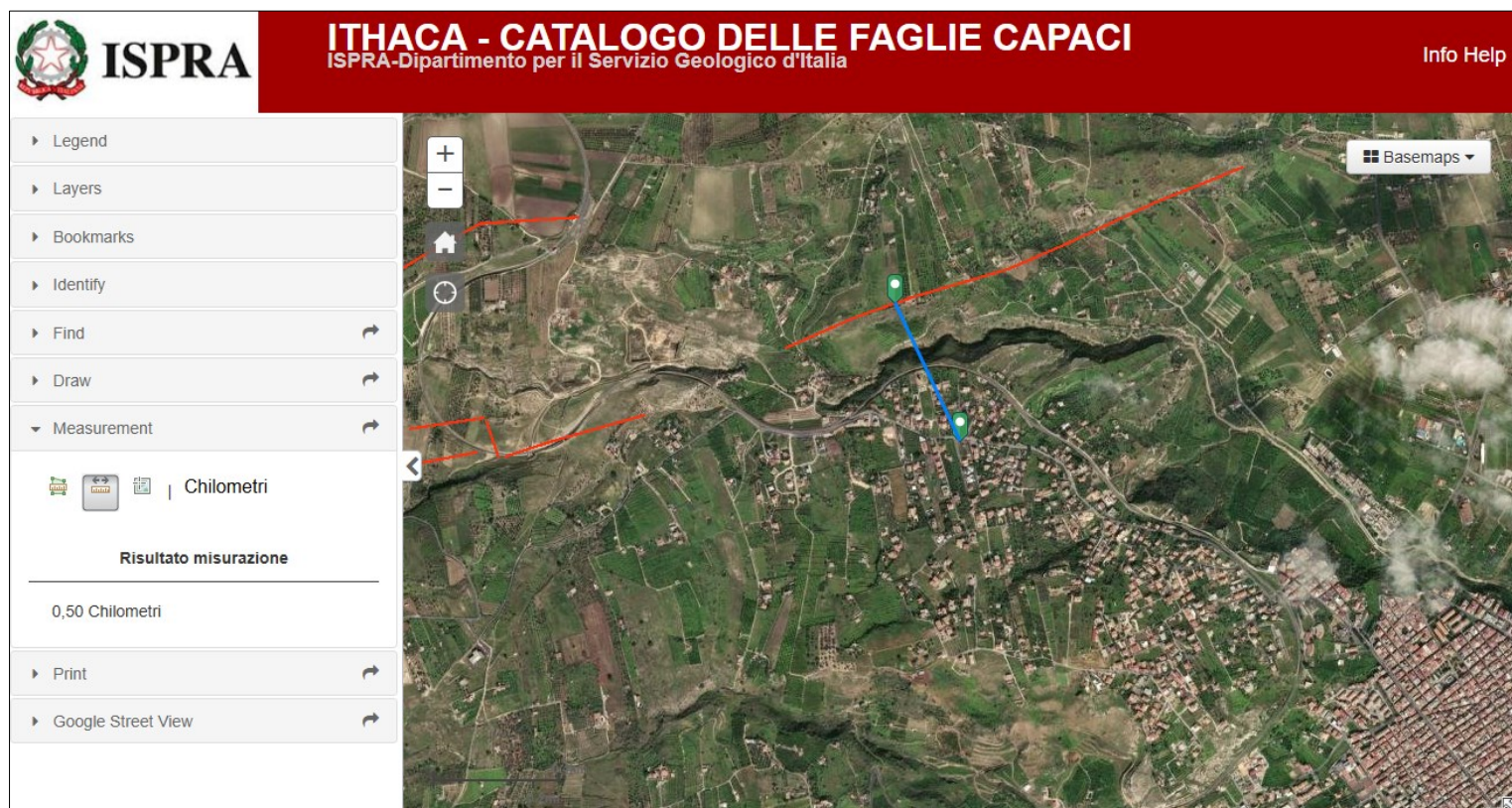


Figura 5 – Ortofoto satellitare con sovrapposizione delle faglie attive e capaci catalogate nel progetto ITHACA dell'Ispra.

#### 2.4.1 Vincolistica F.A.C.

Per la vincolistica delle Faglie Attive e Capaci si è fatto riferimento alle "Linee guida Faglie Attive e Capaci (2015)", alle indicazioni fornite dagli uffici competenti e al portale GIS offerto dal sito dell'ISPRA con il progetto ITHACA.

Come già precisato nel precedente capitolo il sito di progetto ricade fuori dalle fasce di rispetto relative alle F.A.C. volendo immaginare che sulla faglia sia stato applicato un livello di studio basso (principio della sottostimazione), ovvero con buffer di 200 m per lato rispetto al corpo principale della faglia.

## 2.5 Lineamenti litostratigrafici

Nel presente paragrafo verranno richiamati i risultati dei rilievi visivi condotti in sito integrati dalle informazioni stratigrafiche acquisite da altri lavori di ricerca collocati nel territorio limitrofo. Il tutto integrato dai già citati studi in possesso allo scrivente.

I rilievi e le indagini citate hanno fornito precise e dettagliate indicazioni circa la natura dei terreni affioranti nel circondario.

Di seguito si procederà a fornire un inquadramento generale sulle caratteristiche stratigrafiche dell'area di interesse, con specifico riferimento agli spessori di terreno che assumono particolare significato ai fini del progetto in esame.

Nell'area di progetto, a meno del terreno agrario/colluviale, sono differenziabili dall'alto in basso i seguenti litotipi:

1. *Sedimenti marini di natura calcarenitica*
2. *Basamento vulcanico*

### Terreno agrario / colluvio

Oltre alla porzione vegetale è costituito da sabbie e limi con rare ghiaie, generato dall'alterazione delle sottostanti litologie. Lo spessore è di 1,1 m.

### Sedimenti marini di natura calcarenitica

Calcareniti e sabbie giallastre e calciruditi organogene massive o a stratificazione incrociata con livelli e lenti di conglomerati più frequenti alla base.

In corrispondenza dell'area di progetto le calcareniti si presentano di colore biancastro con partimenti sabbiosi decimetrici.

Lo spessore di queste due litologie è funzione della morfologia originaria del bacino di sedimentazione e della distanza dalla originaria linea di costa nonché funzione della distanza dai centri di emissione di tipo vulcanico.

Si stima che sul sito in questione questo litotipo abbia uno spessore di circa 30 m.

### Basamento vulcanico

Il locale basamento (bedrock) è costituito da una potente successione di origine vulcanica di prevalente ambiente sottomarino.

Trattasi di una successione irregolare di lave e vulcanoclastiti.

Le lave solitamente si presentano di colore grigio o grigio rossastro, alterate e friabili, con originaria fessurazione di tipo colonnare; intensamente fratturate da azione secondaria dovuta all'alterazione che ha provocato diffusi lineamenti variamente orientati.

Talora le lave si presentano di colore nerastro molto tenaci e poco alterate ma intensamente e fittamente fratturate.



Le variazioni di aspetto e consistenza delle lave sono frutto sia della modalità e ambiente di messa in posto delle stesse che dell'originario chimismo del magma.

Le lave sono solitamente associate a vulcanoclastiti, tipiche di ambiente sottomarino.

Le vulcanoclastiti rappresentano il prodotto di effusioni ed esplosioni sottomarine in ambiente marino poco profondo.

Il brusco raffreddamento di colate a chimismo basico, determinava il frantumarsi delle stesse in minutissimi frammenti che andavano a sedimentarsi, insieme ai prodotti delle esplosioni vulcaniche, formando una tipica stratificazione, perfettamente osservabile in affioramento, che prende il nome di ialoclastiti.

Questi ammassi, diagenizzati e costipati e consolidati, assumono aspetto e consistenza di tipo lapidea, subendo, come tali i processi di alterazione e fratturazione secondaria che caratterizzano gli ammassi prettamente lavici.

I rilievi condotti dallo scrivente su un'area molto più vasta di quella in studio e i dati provenienti da perforazioni profonde effettuate nel territorio, permettono di affermare che nell'area di progetto il basamento di origine vulcanica raggiunga uno spessore di oltre 300 m.

La distribuzione areale degli affioramenti costituiti dai litotipi sopradescritti viene riportata su apposito allegato corografico (scala 1: 10.000), dove viene indicata anche la posizione dell'area in oggetto.

## 2.6 Lineamenti idrogeologici

A meno della copertura di materiale detritico/colluviale, sia il litotipo calcarenitico che il basamento vulcanoclastitico di sedime, risultano caratterizzati da buona permeabilità. Trattasi infatti, rispettivamente, di ammassi rocciosi dotati di apprezzabile porosità e fessurazione, dotati entrambe di elevata permeabilità che favorisce una facile permeazione delle acque meteoriche verso livelli profondi fino a raccordarsi alla locale falda freatica confinata, mediamente ubicata a profondità di **oltre 250 m** dal piano campagna. Localmente, laddove si verifica il passaggio tra la formazione calcarenitica ed il complesso vulcanico, è possibile rinvenire piccoli volumi di acqua, posti, dunque, ad una profondità maggiore di 30 m dal piano campagna.

Inoltre, è stata condotta una prova di permeabilità in sito da cui è stato estrapolato un valore di permeabilità  $k$  delle calcareniti pari a  $2,65 \cdot 10^{-5}$  m/s.

Quanto detto consente di affermare che la quota di imposta di eventuali fondazioni sarà sicuramente tale da non presentare interferenze con la locale falda freatica profonda.

Tali condizioni idrogeologiche fanno sì che le acque di precipitazione tendano essere smaltite rapidamente dal litotipo di sedime verso livelli più profondi fino a raccordarsi al locale acquifero contenuto nelle facies laviche di base, preservando le fondazioni da realizzare da eventuali sottospinte idrauliche.

## 2.7 Valutazioni sulla stabilità

Le valutazioni sulla stabilità dell'area di progetto devono essere guidate dalle caratteristiche morfologiche, litologiche e di permeabilità dei terreni ivi affioranti.

Si è detto che la locale morfologia risulti essere poco acclive e favorevolmente influenzata dall'intervento antropico finalizzato allo sfruttamento urbanistico che ne ha ulteriormente mitigato l'originario aspetto.

Si è anche detto che nelle vicinanze e a significativa distanza dell'area di progetto non esistono incisioni vallive, né altri lineamenti morfoevolutivi tali da poter influenzare, in tempi correlabili alla scala delle normali attività umane, lo sfruttamento del territorio, dato che la scarpata settentrionale è posta ad una distanza di 300 m.

Così come già affermato, la locale morfologia evidenzia una monotona e modesta inclinazione verso sud che tende a far defluire rapidamente dall'area di progetto le acque di precipitazione, verso aree poste molto al di fuori di quella di progetto.

Si evidenzia anche che i principali lineamenti idrografici di zona decorrono a distanza ( $\geq 300$  m) significativamente cautelativa rispetto al sito di progetto, il quale rimanendo posizionato ad una quota di oltre 30,00 metri superiore rispetto alla quota di fondo valle, risulta preservato rispetto ad eccezionali e non prevedibili ondate di piena.

In funzione di quanto affermato si può affermare che in condizioni di normali e statisticamente verificabili condizioni pluviometriche, le incisioni vallive e gli altri lineamenti morfoevolutivi di zona, non sono tali da poter influenzare negativamente, in tempi correlabili alla scala delle normali attività umane, lo sfruttamento del territorio.

Quindi, la locale morfologia e le sue potenziali **evoluzioni morfodinamiche**, incidono in modo poco significativo sulla stabilità dell'area.

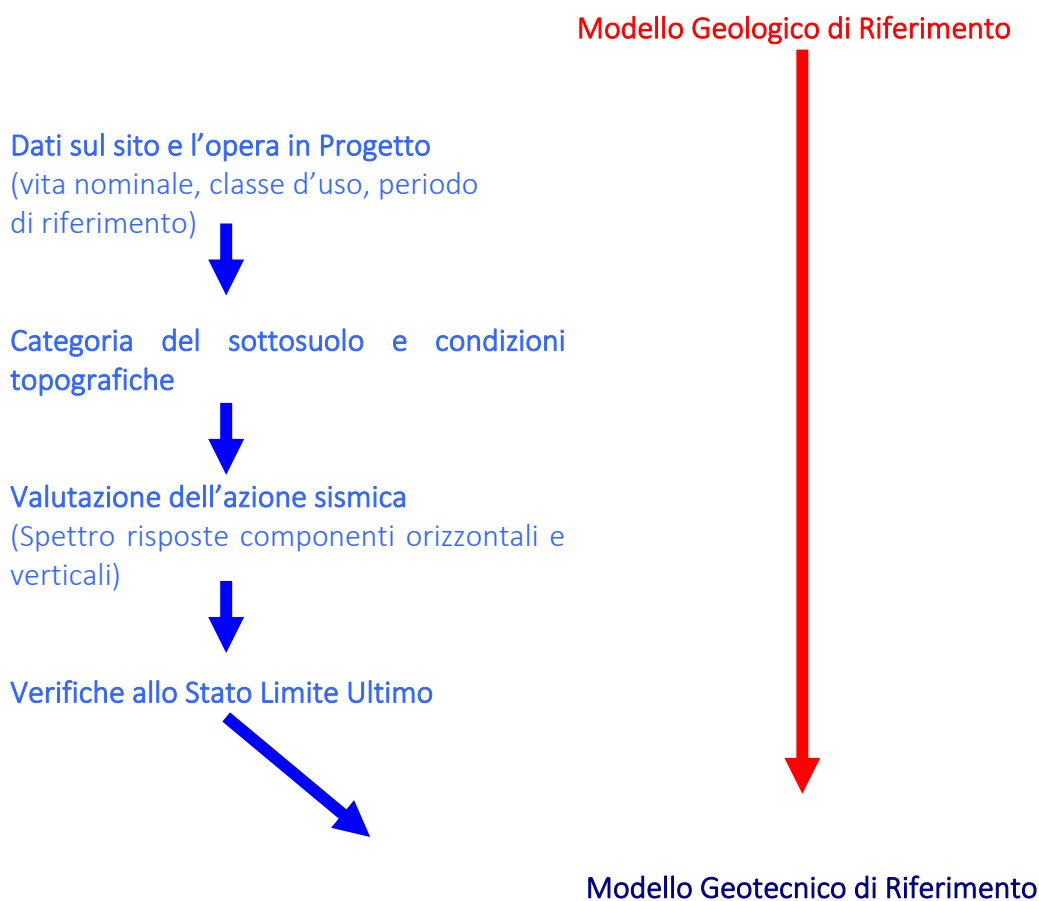
Analogamente, la litologia del sedime di fondazione (*calcarenite*) è costituita da terreni lapidei consistenti e dotati di buone caratteristiche fisico/meccaniche.

Anche il comportamento idrologico dei terreni è tale da non determinare ristagni idrici permanenti tali da poter innescare all'interno dei terreni di sedime pericolose sovrappressioni interstiziali, tali da farne scadere significativamente le caratteristiche fisico-meccaniche.

### 3. Parte II (modello geotecnico di riferimento)

In ottemperanza alle NTC (D.M. 17/01/2018), viene di seguito inquadrato il cosiddetto Modello Geotecnico di Riferimento.

L'individuazione del Modello Geotecnico di Riferimento costituirà il prodotto finale di una serie di passaggi propedeutici e/o integrativi alla sua formazione. Questi passaggi, in parte già sviluppati (Modello Geologico di Riferimento), vengono schematizzati di seguito e sviluppati nei paragrafi che seguono:



Quanto riportato di seguito è uno studio effettuato sul possibile immobile realizzabile a seguito della riqualificazione urbanistica del lotto in esame in zona d'espansione C.



### 3.1 Azione sismica

Per quanto concerne il calcolo dell'azione sismica di progetto, l'entrata in vigore delle NTC2018 ne stabilisce la definizione a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica viene infatti definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido su superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$  con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$ , nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Pertanto ai fini di del calcolo secondo la vigente normativa, le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$ , a partire dei 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.

I calcoli che seguono sono stati elaborati mediante *Documento Excel Spettri-NCT* fornito dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e mediante il software online per la parametrizzazione sismica offerto da *Geostru* ( <https://geoapp.eu/parametrisismici2018/> ) che definisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti orizzontale e verticale delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale.

### 3.2 Dati sul sito e sull'opera in progetto

#### 3.2.1 Vita nominale

Per Vita Nominale di un'opera strutturale VN si intende il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. I valori di VN per i diversi tipi di opere sono riportati nella seguente tabella e deve essere precisata nei documenti di progetto.

*Tabella 2 – Valori minimi della Vita nominale VN di progetto per i diversi tipi di costruzione*

| TIPI DI COSTRUZIONE                             | Vita Nominale<br>VN (anni) |
|-------------------------------------------------|----------------------------|
| Costruzioni temporanee e provvisorie            | 10                         |
| Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari | 50                         |
| Costruzioni con livelli di prestazioni elevati  | 100                        |

Nel caso in studio si assume  $VN \rightarrow 50$  anni.

### 3.2.2 Classi d'uso

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 così definite:

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

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

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

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 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.

Nel caso in studio, trattandosi di **Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali**, si assume la **Classe II**.

### 3.2.3 Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso  $C_U$ :

$$VR = VN \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella.

| Classe d'uso       | I   | II  | III | IV  |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| Coefficiente $C_U$ | 0,7 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |

Nel caso in questione  $VR = 50 \cdot 1 = 50$

Come scritto nelle NTC2018, secondo quanto riportato nell'allegato A del D. M. 14/01 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$ ) viene effettuata direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 nell'allegato B del D. M. 14/01 2008 di seguito elaborate con software della GeoStru).

Tutto il territorio Nazionale è stato suddiviso mediante una griglia di calcolo (passo  $0,05^\circ$ , pari a circa 5,5 Km, in latitudine e longitudine) i cui punti vengono individuati da codici numerici (**ID**).

Le coordinate geografiche del sito di riferimento, espresse in gradi decimali sono:

| Latitudine | Longitudine |
|------------|-------------|
| 37.304496  | 14.823374   |

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia ultimi che di esercizio, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio (SLE) dinamici sono:

- Stato Limite di Operatività (SLO)
- Stato Limite di Danno (SLD)

Gli stati di limite ultimi (SLU) dinamici sono:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)

Le probabilità di superamento nel periodo  $P_{VR}$ , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella 3.2.I delle NTC2018 di seguito riportata:

*Tabella 3 – Probabilità di superamento  $P_{VR}$  in funzione dello stato limite considerato*

| Stati limite              |     | $P_{VR}$ : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_R$ |
|---------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------|
| Stati Limite di esercizio | SLO | 81%                                                                    |
|                           | SLD | 63%                                                                    |
| Stati Limite Ultimi       | SLV | 10%                                                                    |
|                           | SLC | 5%                                                                     |

Pertanto, in base ai valori dei parametri sopra indicati, vengono forniti nella seguente tabella i valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$ , per i periodi di ritorno  $T_R$  associati a ciascun Stato Limite

Tabella 4 – Parametri per periodi di ritorno

| STATO LIMITE | TR (anni) | $a_g$ (g) | $F_0$ | $T_c$ (s) |
|--------------|-----------|-----------|-------|-----------|
| SLO          | 30        | 0,046     | 2,465 | 0,261     |
| SLD          | 50        | 0,064     | 2,507 | 0,268     |
| SLV          | 475       | 0,246     | 2,275 | 0,424     |
| SLC          | 975       | 0,355     | 2,342 | 0,470     |

### 3.3 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

#### 3.3.1 Categorie di sottosuolo

Viene di seguito valutata, l'influenza delle condizioni geolitologiche e morfologiche locali, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto secondo quanto previsto dalle NTC2018.

La classificazione del sottosuolo si effettua mediante approccio semplificato, basato sulle condizioni stratigrafiche e sui valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (m/s).

Tabella 5 – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato

| CATEGORIA | DESCRIZIONE                                                                                                                                                                                                                                                 | $V_{s,eq}$ (m/s) |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>A</b>  | <i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione con spessore massimo pari a 3 m.</i>                                                                                              | > 800            |
| <b>B</b>  | <i>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.</i>                                                         | 360÷800          |
| <b>C</b>  | <i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.</i>       | 180÷360          |
| <b>D</b>  | <i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità.</i> | 100÷180          |
| <b>E</b>  | <i>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.</i>                                                                              | 100÷360          |

I terreni costituenti il sedime di fondazione del sito oggetto di studio risultano costituiti da litotipi calcarenitici/calciruditici che si protraggono nel sottosuolo per più di 10 m; quindi, in profondità, a circa 30 m, si passa ad una sequenza vulcanica/vulcanoclastica.



In riferimento ai dati da letteratura per la medesima formazione calcarenitica, effettuata nel territorio di Scordia, si assume un valore di  $V_{s,eq}$  compreso tra 360 e 800 m/s e, quindi, si assume:

### ***Sottosuolo di Categoria B***

#### **3.3.2 Condizioni topografiche**

Viene di seguito definita, mediante la sottostante tabella, la categoria topografica del territorio in esame, riferita a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, che dovranno essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

*Tabella 6 – Categorie topografiche*

| CATEGORIA | CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA                                                                    |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>T1</i> | <i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>\leq 15^\circ</math></i>      |
| T2        | Pendii con inclinazione media $> 15^\circ$                                                                      |
| T3        | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ |
| T4        | Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $> 30^\circ$                    |

Nel caso in esame, l'area su cui insiste il sito d'interesse, caratterizzato da pendenze scarsamente acclivi ( $5^\circ$  in media), impone l'acquisizione di valori d'inclinazione pari a:  $i \leq 15\%$ .

Si assume, pertanto, la categoria **T1**.

#### **3.4 Valutazione dell'azione sismica**

##### **3.4.1 Spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali**

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione è espresso da una forma spettrale riferita ad uno smorzamento convenzionale del 5%, moltiplicato per il valore di  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale. Sia la forma spettrale che il valore di  $a_g$  variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  precedentemente espresso.

Lo spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali, quale che sia la probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  considerata, viene definito dalle seguenti espressioni:

|                    |                                                                                                                                            |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $0 \leq T < T_B$   | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$ |
| $T_B \leq T < T_C$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$                                                                                                |
| $T_C \leq T < T_D$ | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$                                                             |
| $T_D \leq T$       | $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot (T_C \cdot T_D / T^2)$                                                                    |

Di cui:

$T$  = periodo di vibrazione

$S_e$  = accelerazione spettrale

$S$  = fattore che tiene conto della categoria del suolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione:  $S = S_s \cdot S_T$  Essendo:

|                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $S$ = Coefficiente di amplificazione stratigrafica (di seguito definito)                                                                                                                           |
| $S_T$ = Coefficiente di amplificazione topografica (di seguito definito)                                                                                                                           |
| $\eta$ = fattore che altera lo spettro elastico per smorzamenti viscosi convenzionali $\xi$ diversi dal 5% mediante la seguente relazione: $\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55$                  |
| $F_0$ = Fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, su sito di riferimento rigido orizzontale, ed ha valore minimo pari a 2,2.                                                      |
| $T_C$ = Periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro dato da:<br>$T_C = C_C \cdot T_C^*$<br>dove $C_C$ è un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo. |
| $T_B$ = Periodo corrispondente all'inizio del tratto dello spettro ad accelerazione costante dato da: $T_B = T_C/3$                                                                                |
| $T_D$ = Periodo corrispondente all'inizio del tratto a spostamento costante dello spettro espresso in secondi mediante la relazione: $T_D = 4,0 \cdot a_g/g + 1,6$                                 |

### Amplificazione stratigrafica

Per le categorie di suolo B, C, D ed E i coefficienti  $S_s$  (Amplificazione Stratigrafica) e  $C_C$  (Coeff. Funz. Categoria Suolo) possono essere calcolati in funzione dei valori di  $F_0$  e  $T_C^*$  mediante le espressioni fornite nella sottostante tabella, in particolare per i terreni appartenenti alla categoria "E" si avrà:

Tabella 7 – Espressione di  $S_s$  e di  $C_C$

| Categoria suolo | $S_s$                                                   | $C_C$                        |
|-----------------|---------------------------------------------------------|------------------------------|
| A               | 1,00                                                    | 1,00                         |
| B               | $1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,20$ | $1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$ |
| C               | $1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,50$ | $1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$ |
| D               | $0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,80$ | $1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$ |
| E               | $1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot a_g/g \leq 1,60$ | $1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$ |

## Amplificazione topografica

Per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella seguente tabella, in funzione delle categorie topografiche in precedenza definite e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Tabella 8 – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$

| Categoria Topografica | Ubicazione dell'opera o dell'intervento    | $S_T$ |
|-----------------------|--------------------------------------------|-------|
| T1                    | -                                          | 1,0   |
| T2                    | In corrispondenza della sommità del pendio | 1,2   |
| T3                    | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,2   |
| T4                    | In corrispondenza della cresta del rilievo | 1,4   |

Pertanto, vengono di seguito definiti i parametri dello spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali per i diversi Stati Limite:

assumendo

- Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$  pari a

5%

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

Si avrà:

Tabella 9 – Valori componenti orizzontali

|     | $C_U$ | $a_g$<br>[g] | $F_o$ | $T_c^*$<br>[s] | $S_s$ | $C_c$ | $S_T$ | $S$   | $\eta$ | $T_B$<br>[s] | $T_C$<br>[s] | $T_D$<br>[s] |
|-----|-------|--------------|-------|----------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------------|--------------|--------------|
| SLO | 1     | 0,046        | 2,465 | 0,261          | 1,200 | 1,440 | 1,000 | 1,200 | 1,000  | 0,125        | 0,376        | 1,786        |
| SLD | 1     | 0,064        | 2,507 | 0,268          | 1,200 | 1,430 | 1,000 | 1,200 | 1,000  | 0,128        | 0,383        | 1,856        |
| SLV | 1     | 0,247        | 2,275 | 0,424          | 1,180 | 1,310 | 1,000 | 1,180 | 1,000  | 0,185        | 0,555        | 2,587        |
| SLC | 1     | 0,355        | 2,342 | 0,470          | 1,070 | 1,280 | 1,000 | 1,070 | 1,000  | 0,201        | 0,602        | 3,021        |

### 3.4.2 Spettro di risposta elastico delle componenti verticali

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali è definito dalle seguenti espressioni:

|                    |                                                                                                   |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $0 \leq T < T_B$   | $S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot [T/T_B + 1/\eta \cdot F_V \cdot (1 - T/T_B)]$ |
| $T_B \leq T < T_C$ | $S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V$                                                    |
| $T_C \leq T < T_D$ | $S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot (T_C/T)$                                      |
| $T_D \leq T$       | $S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_V \cdot (T_C \cdot T_D/T^2)$                          |

Nelle quali  $T$  ed  $S_{ve}$  sono rispettivamente il periodo di vibrazione ed accelerazione spettrale verticale e  $F_V$  è il fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima, in termini di accelerazione orizzontale massima del terreno  $a_g$  su sito di riferimento rigido orizzontale, mediante la relazione:

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot (a_g/g)^{0,5}.$$

I valori di  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $S$  e  $\eta$  sono già stati definiti, mentre i valori di  $S_s$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  e  $T_D$  sono parametri indipendenti dalla categoria di sottosuolo e vengono di seguito definiti:

assumendo sempre

- Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$  pari a

5%

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

si avrà:

Tabella 10 – Valori componenti verticali

|     | $C_U$ | $a_g$<br>[g] | $F_v$ | $S_s$ | $q$   | $S_T$ | $S$   | $\eta$ | $T_B$<br>[s] | $T_C$<br>[s] | $T_D$<br>[s] |
|-----|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------------|--------------|--------------|
| SLO | 1     | 0,046        | 2,465 | 0,261 | 1,000 | 1,440 | 1,000 | 1,000  | 1,000        | 0,050        | 0,150        |
| SLD | 1     | 0,064        | 2,507 | 0,268 | 1,000 | 1,430 | 1,000 | 1,000  | 1,000        | 0,050        | 0,150        |
| SLV | 1     | 0,247        | 2,275 | 0,424 | 1,000 | 1,310 | 1,000 | 1,000  | 1,000        | 0,050        | 0,150        |
| SLC | 1     | 0,355        | 2,342 | 0,470 | 1,000 | 1,280 | 1,000 | 1,000  | 1,000        | 0,050        | 0,150        |

### 3.4.3 Calcolo del Coefficiente sismico

L'azione sismica di progetto viene opportunamente incrementata attraverso il coefficiente di amplificazione topografica precedentemente determinato. Vengono di seguito determinate le componenti orizzontale e verticale di tale forza esprimendole come segue:

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| $F_h = K_h \times W$ | $F_v = K_v \times W$ |
|----------------------|----------------------|

dove:

|                                         |                                  |
|-----------------------------------------|----------------------------------|
| $K_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$ | Coefficiente sismico orizzontale |
| $K_v = 0,5 \cdot K_h$                   | Coefficiente sismico verticale   |

dove:

$W$  = volume terreno potenzialmente instabile

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

$g$  = accelerazione di gravità

L'accelerazione massima attesa al sito può essere valutata con la relazione:

|                                                   |
|---------------------------------------------------|
| $a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g$ |
|---------------------------------------------------|

dove:

$S$  = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica ( $S_s$ ) e dell'amplificazione topografica ( $S_T$ ), in precedenza definiti;

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

I valori di  $\beta_s$  risultano di seguito tabellati:

Tabella 11 – Coefficienti di riduzione di accelerazione massima attesa al sito

|                      | CATEGORIA DI SOTTOSUOLO |            |
|----------------------|-------------------------|------------|
|                      | A                       | B, C, D, E |
|                      | $\beta_s$               | $\beta_s$  |
| $0,2 < a_g \leq 0,4$ | 0,30                    | 0,28       |
| $0,1 < a_g \leq 0,2$ | 0,27                    | 0,24       |
| $a_g \leq 0,1$       | 0,20                    | 0,20       |

I valori dei parametri  $S_s$ ,  $S_T$ , e  $a_g$ , sono stati definiti e calcolati precedentemente e, per completezza, sono riassunti nella seguente tabella, mentre il valore di  $\beta_s$  risulta definito in funzione della Categoria di sottosuolo e del valore di  $a_g$ .

Tabella 12 – Valori utili per il calcolo dei coefficienti sismici

|           | SLO     | SLD     | SLV     | SLC     |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| $S_s$     | 1,20    | 1,20    | 1,180   | 1,070   |
| $S_T$     | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| $a_g$     | 0,046 g | 0,064 g | 0,246 g | 0,355 g |
| $\beta_s$ | 0,20    | 0,20    | 0,28    | 0,28    |

In riferimento ai suddetti valori si ottiene:

Tabella 13 – Coefficienti sismici

|                   | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| $K_h$             | 0,011 | 0,015 | 0,082 | 0,106 |
| $K_v$             | 0,006 | 0,008 | 0,041 | 0,053 |
| $A_{max} (m/s^2)$ | 0,547 | 0,753 | 2,857 | 3,729 |

#### 4. Verifica nei confronti degli stati limiti ultimi (SLU)

In funzione dei concetti espressi sopra, relativi alle condizioni di progetto, di seguito si procederà alla verifica nei confronti degli Stati Limite Ultimi

Ai fini della verifica nei confronti degli Stati di Limite Ultimi SLU, nelle condizioni progettuali suggerite (terreno di sedime), deve essere rispettata la condizione:  $E_d \leq R_d$  dove:

- $E_d$  è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni (*di competenza del calcolista*)
- $R_d$  è il valore di progetto della resistenza del sistema **geotecnico**



### Azioni

I coefficienti parziali  $\gamma_F$  relativi alle azioni sono indicati nella seguente tabella (Tab. 6.2.I. del D.M. 14/01/2008). Si precisa che il terreno e l'acqua costituiscono carichi permanenti (strutturali) nell'eventualità in cui, nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell'opera con le loro caratteristiche di peso, resistenza e rigidezza.

| CARICHI                    | EFFETTO     | Coefficiente parziale $\gamma_F$ | EQU | A1 (STR) | A2 (GEO) |
|----------------------------|-------------|----------------------------------|-----|----------|----------|
| Permanenti                 | Favorevole  | $\gamma_{G1}$                    | 0.9 | 1.0      | 1.0      |
|                            | Sfavorevole |                                  | 1.1 | 1.3      | 1.0      |
| Permanenti non strutturali | Favorevole  | $\gamma_{G2}$                    | 0.0 | 0.0      | 0.0      |
|                            | Sfavorevole |                                  | 1.5 | 1.5      | 1.3      |
| Variabili                  | Favorevole  | $\gamma_{Qi}$                    | 0.0 | 0.0      | 0.0      |
|                            | Sfavorevole |                                  | 1.5 | 1.5      | 1.3      |

### Resistenze

La Resistenza  $R_d$ , viene in questa sede determinata in modo analitico per il terreno di **fondazione** costituito da materiale vulcanico. Non si necessita di terreno di bonifica per posa delle fondazioni in quanto sono previsti lavori di sbancamento per asportare i livelli superficiali allentati e poco compatti (circa 0,5 m). Facendo riferimento ai valori dei parametri geotecnici per esso individuati, divisi per il coefficiente parziale  $\gamma_m$  specificato nella seguente tabella (Tab. 6.2 II del D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018) e che viene di seguito illustrata:

| PARAMETRO GEOTECNICO                 | PARAMETRO AL QUALE APPLICARE IL COEF. PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_m$ |                         |
|--------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
|                                      |                                                | M1                               | M2                      |
| Angolo resist. al taglio ( $\phi'$ ) | $\tan \phi'$                                   | $\gamma_{\phi'} = 1,0$           | $\gamma_{\phi'} = 1,25$ |
| Coesione eff. ( $C'$ )               | $C'$                                           | $\gamma_{C'} = 1,0$              | $\gamma_{C'} = 1,25$    |
| Peso dell'unità di volume $\gamma$   | $\gamma$                                       | $\gamma_{\gamma} = 1,0$          | $\gamma_{\gamma} = 1,0$ |

Applicando i coefficienti parziali  $\gamma_m$ , di cui sopra alla voce **M2**, ai parametri geotecnici competenti i terreni in sito si ottengono i seguenti risultati:

| PARAMETRO AL QUALE<br>APPLICARE IL COEFFICIENTE<br>PARZIALE | VALORE DEL<br>PARAMETRO | VALORI CORRETTI CON APPLICAZIONE DEI<br>COEFFICIENTI PARZIALI $\gamma_m$ |                            |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Tan ( $\phi'$ ) (con $\phi' = 38,0^\circ$ )                 | 0,78                    | $0,78 / 1,25 = 0,62$                                                     | Arctan 0,62= <b>31,8°</b>  |
| Coesione eff. (C')                                          | 0,00 T/m <sup>2</sup>   | $0,00/1,25 = 0,00$                                                       | <b>0,0 T/m<sup>2</sup></b> |
| Peso dell'unità di volume $\gamma$                          | 1,9 T/m <sup>3</sup>    | $1,9/1,00 = 1,9$                                                         | <b>1,9 T/m<sup>3</sup></b> |

I valori di angolo di attrito interno, di coesione e di peso dell'unità di volume sono stati tratti da lavori in possesso dello scrivente in contesti litologici *identici* a quelli di progetto (piano di posa → calcareniti / calciruditi).

Verifiche agli Stati di Limite Ultimi per le strutture di fondazione

Fondazioni Superficiali su terreno di sedime

La profondità del piano di posa della fondazione è stata scelta e giustificata in relazione alle caratteristiche e alle prestazioni della struttura in elevazione, alle caratteristiche del sottosuolo e alle condizioni ambientali.

Il piano di fondazione è stato posizionato sotto la coltre di terreno di copertura superficiale immaginandolo posizionato su terreno di sedime con buone caratteristiche fisiche e meccaniche, protetto da opere di drenaggio atte a smaltire le sovrappressioni interstiziali, anche se considerato il litotipo si ha una probabilità praticamente nulla del verificarsi di tali sovrappressioni.

Le verifiche devono essere effettuate almeno nei confronti dei seguenti stati limite:

SLU di tipo geotecnico (GEO)

- collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno
- collasso per scorrimento sul piano di posa
- stabilità globale

SLU di tipo strutturale (STR)

- raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali

I coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche degli stati di limite ultimi per le fondazioni superficiali sono indicati nella seguente tabella (Tab. 6.4.I del D.M. 14/01/2008 e D.M. 17/01/2018).

| VERIFICA          | COEFFICIENTE PARZIALE (R1) | COEFFICIENTE PARZIALE (R2) | COEFFICIENTE PARZIALE (R3) |
|-------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Capacità portante | $\gamma_R = 1.0$           | $\gamma_R = 1.8$           | $\gamma_R = 2.3$           |
| Scorrimento       | $\gamma_R = 1.0$           | $\gamma_R = 1.1$           | $\gamma_R = 1.1$           |

#### Verifiche di sicurezza

I diversi gruppi di coefficienti di sicurezza parziali sono scelti nell'ambito di due approcci progettuali distinti e alternativi. Nel primo approccio progettuale (Approccio 1) sono previste due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti: la prima combinazione (C1) è generalmente più severa nei confronti del dimensionamento strutturale delle opere a contatto con il terreno, mentre la seconda combinazione (C2) è generalmente più severa nei riguardi del dimensionamento geotecnico.

Nel secondo approccio progettuale (Approccio 2) è prevista un'unica combinazione di gruppi di coefficienti, da adottare sia nelle verifiche strutturali sia nelle verifiche geotecniche.

Vengono di seguito riepilogati i valori dei coefficienti parziali in funzione dei diversi approcci progettuali, la cui scelta è di stretta competenza del calcolista.

| APPROCCIO PROGETTUALE | $\gamma_{G1}$ | $\gamma_{G2}$ | $\gamma_{Qi}$ | $\gamma_{\phi'}$ | $\gamma_{C'}$ | $\frac{\gamma}{\gamma}$ | $\gamma_R$ | $\phi^\circ$ | $\frac{C'}{T/m^2}$ | $\frac{\gamma}{T/m^3}$ |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|------------------|---------------|-------------------------|------------|--------------|--------------------|------------------------|
| A1-C1<br>(A1M1R1)     | 1.0/1.3       | 0.0/1.5       | 0.0/1.5       | 1                | 1             | 1                       | 1          | 38°          | 0,0                | 1,9                    |
| A1-C2<br>(A2M2R2)     | 1.0/1.0       | 0.0/1.3       | 0.0/1.3       | 1.25             | 1.25          | 1                       | 1.8/1.1    | 31,8°        | 0,0                | 1,9                    |
| A2<br>(A1M1R3)        | 1.0/1.0       | 0.0/1.3       | 0.0/1.3       | 1                | 1             | 1                       | 2.3/1.1    | 36°          | 0,0                | 1,9                    |

Nelle ultime 3 colonne sono elencati i parametri fisici e meccanici rivalutati a seconda dei diversi tipi di approccio progettuale

## 5. Modello geotecnico

Sulla base delle prospezioni geofisiche, integrate dalle conoscenze personalmente acquisite nel territorio ibleo in generale, nel territorio di Scordia in particolare, dalle elaborazioni tecniche svolte nei precedenti paragrafi, viene di seguito definito il Modello Geotecnico a cui il calcolista può fare riferimento nella progettazione delle opere e degli interventi che interagiscono con il terreno.

In particolare, i principali dati riepilogati nella tabella che segue sono riferiti alle calcareniti / calciruditi compatte semilapidee costituenti il **sedime** di appoggio dei manufatti in progetto.

| <b>Unità Geotecnica di fondazione: <i>calcareniti / calciruditi compatte semilapidee</i></b>       |            |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------|
| <b>PARAMETRI</b>                                                                                   |            |       |
| Peso di volume ( $T/m^3$ )                                                                         | $\gamma_d$ | 1,90  |
| Angolo di attrito interno                                                                          | $\phi_k$   | 38°   |
| Angolo di attrito interno (ridotto con l'applicazione del Coefficiente parziale ( $\gamma\phi'$ )) | $\phi_d$   | 31,8° |
| Coesione ( $kN/m^2$ )                                                                              | $C'$       | 0.00  |
| Coefficiente di Winkler ( $Kg/cm^3$ )                                                              | $K_s$      | > 15  |

Per quanto riguarda il valore del coefficiente di Winkler (sottofondo dinamico  $K_s$ ), vista la difficoltà oggettiva della determinazione diretta, si propone l'utilizzo della tabella qui di seguito riportata (CESTELLI - GUIDI "Geotecnica e tecnica delle fondazioni"):

- Roccia coer. norm. cons. ....1 - 5 Kg /cmc
- Roccia coer. sovr. cons.....15 - 25 Kg/cmc
- Sabbia molto compatta .....> 15 Kg/cmc
- Sabbia compatta .....15 - 7.5 Kg/cmc
- Sabbia med. compatta .....7.5 - 3 Kg/cmc
- Sabbia med. sciolta .....3 - 1.25 Kg/cmc
- Sabbia sciolta .....1.25 - 0.4 Kg/cmc
- Sabbia e ghiaia compatta .....10 - 30 Kg/cmc

Tenuto conto che i materiali costituenti il sedime fondazionale dell'opera sono rappresentati da calcareniti / calciruditi compatte semilapidee si reputa opportuno adottare un valore del coefficiente di reazione verticale pari a:

$$K_s = > 15 \text{ Kg/cm}^3$$

## 6. Valutazioni tecniche sulla fattibilità e modalità esecutive dell'opera

Di fatto, nello sviluppo del presente lavoro non sono emersi fattori ostativi ai fini della realizzazione delle opere di progetto, in quanto è stato verificato che:

- la stabilità di zona è sufficientemente garantita sia nelle condizioni dello stato di fatto che in quelle di possibile progetto anche in caso di sollecitazioni simiche; trattasi, infatti di un'area a sostanziale morfologia regolare con media pendenza, interessata da interventi antropici che l'hanno ulteriormente regolarizzata; inoltre, all'interno dell'area di progetto non sono presenti impluvi, incisioni né lineamenti morfoevolutivi nelle immediate vicinanze degni di nota. Analogamente, la litologia è costituita da terreni piuttosto consistenti e dotati di buone caratteristiche fisico/meccaniche (*vedi avanti*). Anche il comportamento idrogeologico dei terreni è tale da non determinare ristagni idrici permanenti tali da poter innescare all'interno dei terreni di sedime pericolose sovrappressioni interstiziali, tali da farne scadere significativamente le caratteristiche fisico-meccaniche.
- I terreni presenti sulla verticale della zona, in particolare i terreni di sedime, sono costituiti (*a meno della modesta copertura di terreno agrario*) da calcareniti e calciruditi compatte semilapidee, il cui spessore, in base a quanto emerso anche dall'indagine MASW, è di circa 30 m; al di sotto di queste si sviluppa per centinaia di metri un'alternanza vulcanica / vulcanoclastica con sovrapposizione di prodotti subaerei e prodotti sottomarini.
- Le condizioni di eventuale progetto, che non interverranno con modifiche sull'attuale stato dei luoghi, non inficeranno la stabilità finale dei luoghi e con essi del contesto morfolitologico generale.

## 7. Sintesi della modellazione geotecnica nella configurazione di progetto

| <b>Unità Geotecnica di fondazione: <i>calcareniti / calciruditi compatte semilapidee</i></b>       |             |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|
| <b>PARAMETRI</b>                                                                                   |             |       |
| Peso di volume ( $T/m^3$ )                                                                         | $\gamma_d$  | 1,90  |
| Angolo di attrito interno                                                                          | $\varphi_k$ | 38°   |
| Angolo di attrito interno (ridotto con l'applicazione del Coefficiente parziale $\gamma\varphi'$ ) | $\varphi_d$ | 31,8° |
| Coesione ( $kN/m^2$ )                                                                              | $C'$        | 0,00  |
| Coefficiente di Winkler ( $Kg/cm^3$ )                                                              | $K_s$       | > 15  |

Inoltre, per l'area di progetto, si ricordano:

- Coordinate di progetto

| Latitudine       | Longitudine      |
|------------------|------------------|
| 37.3026444444444 | 14.8099638888889 |

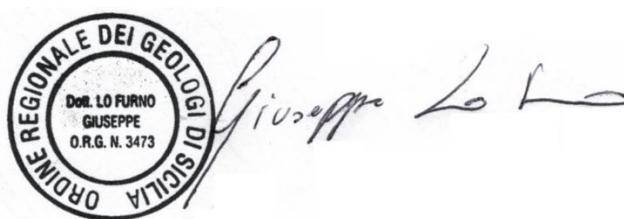
- VSeq comprese tra 360 e 800 m/s** da cui categoria di suolo **"B"**
- Condizioni topografiche **T1** da cui Coefficiente Topografico **1,0**

Il coefficiente sismico e l'accelerazione massima prevista sul sito

|                   | SLO   | SLD   | SLV   | SLC   |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|
| $K_h$             | 0,011 | 0,015 | 0,082 | 0,106 |
| $K_v$             | 0,006 | 0,008 | 0,041 | 0,053 |
| $A_{max} (m/s^2)$ | 0,547 | 0,753 | 2,857 | 3,729 |

In ultimo si evidenzia che data la natura e consistenza del terreno di sedime e la sua elevata permeabilità, sono da escludere fenomeni di liquefazione dei terreni anche in virtù della locale assenza di falda.

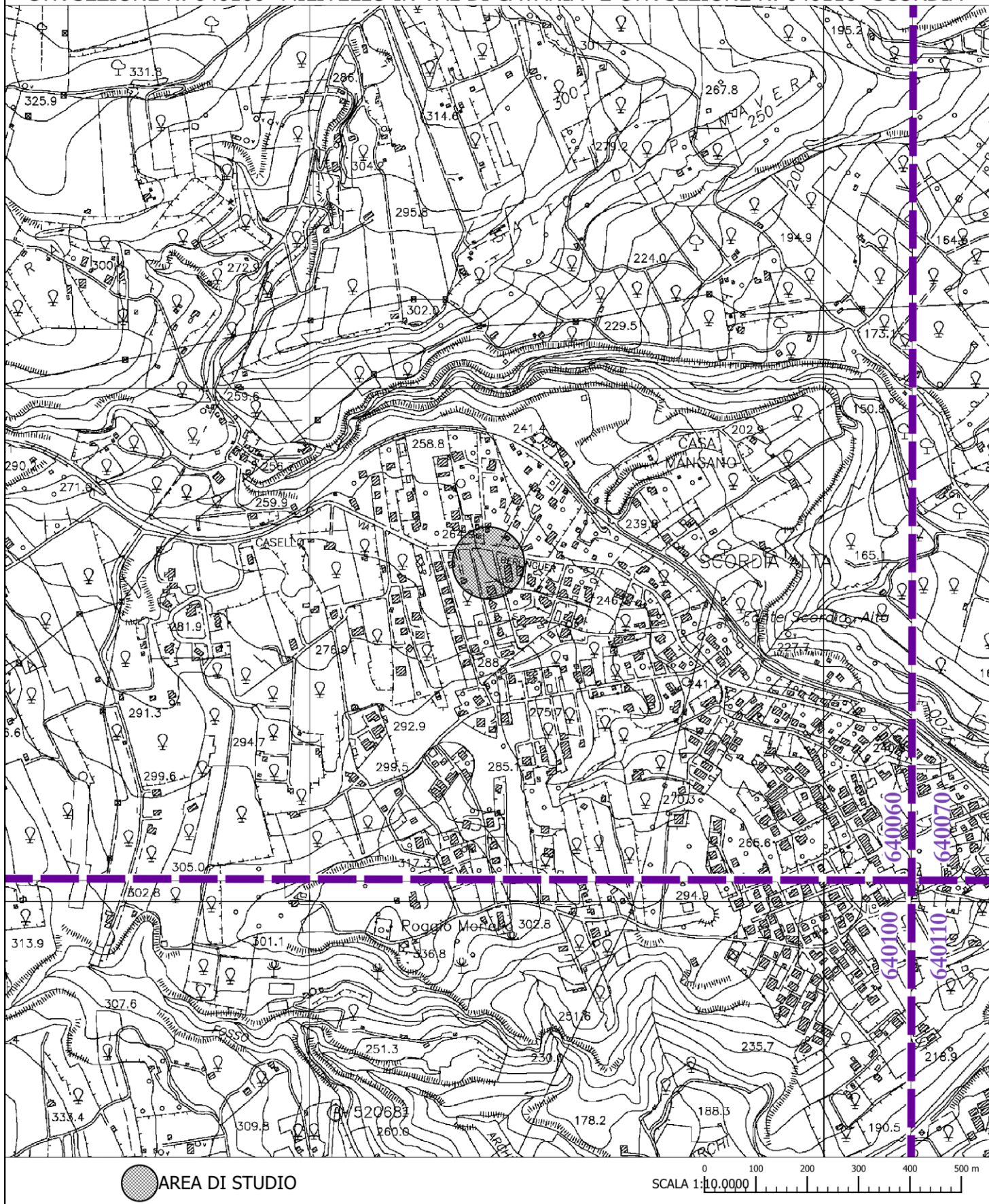
IL GEOLOGO



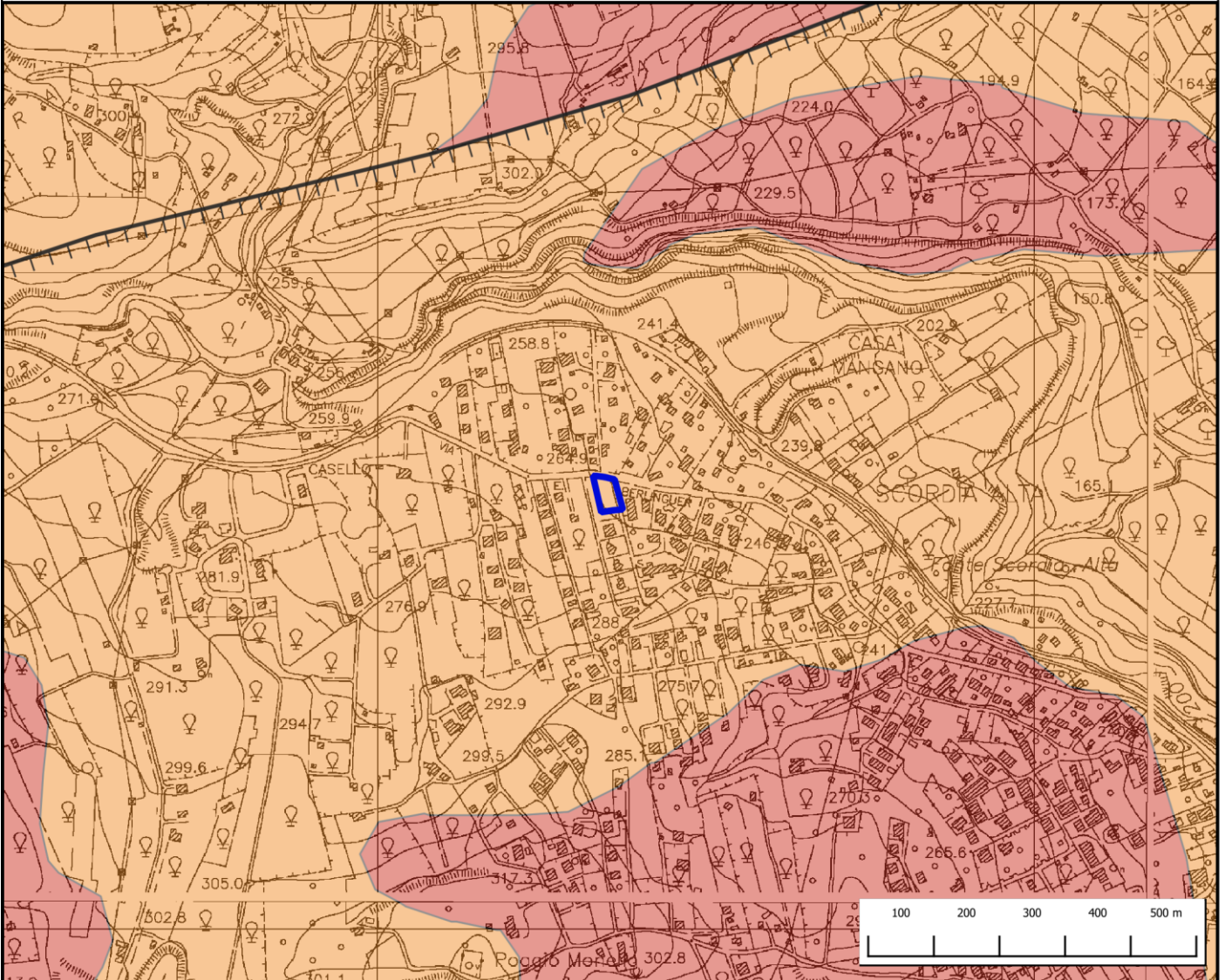
Dott. Geol. *Giuseppe Lo Furno*  
(O.R.G. 3473)



CTR SEZIONE N. 640060 "SCORDIA ALTA", CTR SEZIONE N. 640070 "CASTELLANA"  
CTR SEZIONE N. 640100 "MILITELLO IN VAL DI CATANIA" E CTR SEZIONE N. 640110 "SCORDIA"







Qc - Calcareniti e sabbie giallastre e calciruditi organogene massive o a stratificazione incrociata con livelli e lenti di conglomerati

Pleistocene inferiore

Pv - Vulcaniti basiche submarine e subaree

Pliocene medio - superiore

⌐ Faglia diretta

- Limite di proprietà

