



PROVINCIA DI AGRIGENTO  
COMUNE DI NARO



SMARTENERGYIT2109 S.R.L.  
COMUNE DI NARO (AG)  
Località Testasecca



REGIONE SICILIA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAIO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, sito in Comune di Naro (AG), località Testasecca, e di potenza nominale di picco DC pari a 11,67 MWp (potenza in immissione pari a 9,50 MWac)  
DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV\_Cummo

## PROGETTO DEFINITIVO

PROCEDURA DI AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE di cui all'art. 12 del D.lgs 387/2003 - Linee Guida Decr. MISE 10/09/2010

PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PRESSO IL MITÈ

ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 ricompreso nell'art. 31, comma 6 del D.Lgs. 77/21.

ELABORATO:	codice identificativo	rev
Relazione Geologica - Tecnica	PD-A.05	0
	denominazione elaborato	

scala

### PROGETTAZIONE DELLE OPERE

<p><b>Progettista incaricato</b></p>  <p>SUNNERG Development s.r.l. Ing. Massimiliano Ceconi <i>Amministratore Unico</i> SUNNERG DEVELOPMENT s.r.l. Via San Pietro all'Orto, 10 - 20121 (MI) P.IVA 11085630967 PEC sunnergdevelopment@legalmail.it</p>		<p><b>Consulenza Geologica</b></p>  <p>GEOINGEGNERIA S.E.T. srls Via Marconi n.127 91014 Castellammare del Golfo (TP) P.IVA 02806000812 Dott. Geol. Antonino Cacioppo</p> 	
<p><b>Consulenza Progettazione civile e inserimento ambientale</b></p> <p>Ing. Vincenzo Agosta</p> 	<p><b>Consulenza Agronomica</b></p> <p>Dott. Agr. Mazzara Vito</p> 	<p><b>Consulenza Progettazione elettrica</b></p> <p>A176 LAB</p> <p>A176LAB srl Via Dante Alighieri n.97 91011 Alcamo (TP) P.IVA 02812750814 Ing. Giovanni Gabellone</p> 	

### COMMITTENTE

	<p>SMARTENERGYIT2109 S.R.L. Piazza Cavour, 1 - 20129 Milano P.IVA: 11813950968, REA MI - 2626137 PEC: smartenergyit2109srl@legalmail.it</p>	firma/timbro committente
---	---	--------------------------

Nome file/documento:						COD.DOCUMENTO FOGLIO	
00	29/11/2022	PRIMA EMISSIONE	A. CACIOPPO	V. AGOSTA	G. GABELLONE	1	DI 1
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO		

**OGGETTO: RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA A SUPPORTO DEL PROGETTO PER LA “REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE MT, SITO IN COMUNE DI NARO (AG), LOCALITÀ TESTASECCA, E DI POTENZA NOMINALE 11,67 MWP (9,50 MWAC) DENOMINAZIONE IMPIANTO - AFV\_CUMMO”**

**DITTA: SMARTENERGYIT2109 S.R.L. Piazza Cavour, 1 – 20129 Milano - P. IVA: 11813950968; REA: MI – 2626137 - PEC: smartenergyit2109srl@legalmail.it**



## 1. PREMESSA

La presente relazione geologica viene redatta in conformità a quanto disposto dal D.M. 17.01.2018 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 20.02.2018 n°42 “Aggiornamento delle Nuove norme tecniche per le costruzioni” ed entrata in vigore dal 22.03.2018 con riferimento alla circolare applicativa del ministero dei LL.PP. n°7 del 21/01/2019.

Il sottoscritto Dott. Antonino Cacioppo, regolarmente iscritto all'Ordine dei Geologi di Sicilia, n°3192, con sede a Castellammare del Golfo (TP) in via Marconi 127, su incarico ricevuto dalla Ditta sopra indicata, ha eseguito, nel territorio di interesse ubicato in località Testasecca, nel territorio comunale di Naro (AG), come concordato



**GEOINGEGNERIA S.E.T. s.r.l.s.**  
Dott. Geol. Antonino Cacioppo  
Via G. Marconi n,127 Castellammare del Golfo (TP)  
Tel. 328.4911173 - georingegneriasrls@gmail.com

congiuntamente al progettista (**comma 6.2.2 delle NTC**), una campagna di rilevamento geologico e geomorfologico unitamente ad una campagna di prospezioni dirette e indirette.

Nello specifico è stata realizzata nei siti prescelti dalla Ditta una campagna di indagini sismiche composta da **n°06 sondaggi sismici passivi con metodologia H.V.S.R.**, svolti al fine di ottenere una caratterizzazione sismica del sito in oggetto, quanto più precisa possibile. Le acquisizioni sismiche sono state localizzate all'interno dei siti di interesse, in maniera da risultare omogeneamente distribuite in funzione dei perimetri delle aree da indagare e della superficie dei siti considerati. Per la localizzazione delle indagini sismiche si rimanda alla relativa planimetria.

Nel sito in oggetto è stata inoltre realizzata una campagna di prospezioni geologiche dirette, attraverso indagini penetrometriche super pesanti, composta da **n°09 sondaggi penetrometrici di tipo D.P.S.H.**, necessaria per una precisa caratterizzazione geologica dei luoghi, nonché finalizzata ad ottenere una corretta modellazione geotecnica e litotecnica quale supporto di base per quanto espresso dal progetto in oggetto.

Il presente lavoro è stato sviluppato sulla base delle conoscenze e delle analisi delle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche, geologiche, geotecniche in situ e geofisiche dell'area suddetta, supportato sia dall'elaborazione di dati bibliografici, che da indagini e rilievi condotti sul territorio. Per far ciò è stato ritenuto opportuno verificare l'assetto strutturale di un intorno significativo dell'area di indagine, nonché una verifica idrogeologica estesa a monte ed a valle del sito. Ciò al fine di consentire una corretta pianificazione del territorio in oggetto ed una valida verifica di compatibilità delle scelte progettuali in relazione alle condizioni sismiche e geomorfologiche proprie del sito indagato, nonché alle caratteristiche morfoevolutive che lo contraddistinguono.

**Come previsto dal comma 6.2.2 delle NTC**, la realizzazione del piano delle indagini geotecniche da eseguire è stata effettuata congiuntamente al progettista attraverso la stesura di un programma adeguato alla caratterizzazione geologica e per la modellazione geotecnica.

In base alle **N.T.C. 2018** si è classificato il sito, su base della divisione dei terreni in 5 classi di suolo compreso tra il piano d'imposta delle fondazioni e la formazione di base rigida, basandosi sulla stima della velocità media delle onde sismiche di taglio nei primi metri di profondità ( **$V_{s_{eq}}$  o  $V_{s_{30}}$** ).

Questa velocità è stata ricavata attraverso le indagini geofisiche eseguite all'interno del lotto, consistenti in una campagna di prospezioni sismiche, come precedentemente evidenziato, con **metodo H.V.S.R.**, al fine di fornire informazioni aggiuntive per la caratterizzazione del sito sulla base dell'analisi delle frequenze di risonanza spettrale del sito e quindi sulla stima del valore di  $V_{s_{eq}}$  o  $V_{s_{30}}$ .



Inoltre, attraverso un dettagliato rilevamento geologico e geomorfologico, è stata presa visione delle condizioni geomorfologiche esistenti al fine di valutare le reali condizioni di fattibilità dell'opera in oggetto. Il rilevamento geologico e geomorfologico di dettaglio è stato eseguito attraverso rilievo G.P.S. su carta aerofotogrammetrica in scala 1:2.000 attraverso indagini eseguite in campagna; successivamente si è proceduto ad un confronto tra le unità strutturali individuate e i modelli strutturali proposti in letteratura geologica.

È stata eseguita inoltre un'indagine, in conformità al Decreto Assessoriale del 04 luglio 2000 e ss.mm.ii., riguardante il "Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico", che individua nel contesto dell'organizzazione della difesa del suolo del territorio regionale, aree a rischio idrogeologico "molto elevato" o "elevato", riferendosi in particolar modo ad aree potenzialmente soggette a fenomeni di esondazione e/o a frane a rischio "molto elevato".

### 1.1 FASI DELLO STUDIO

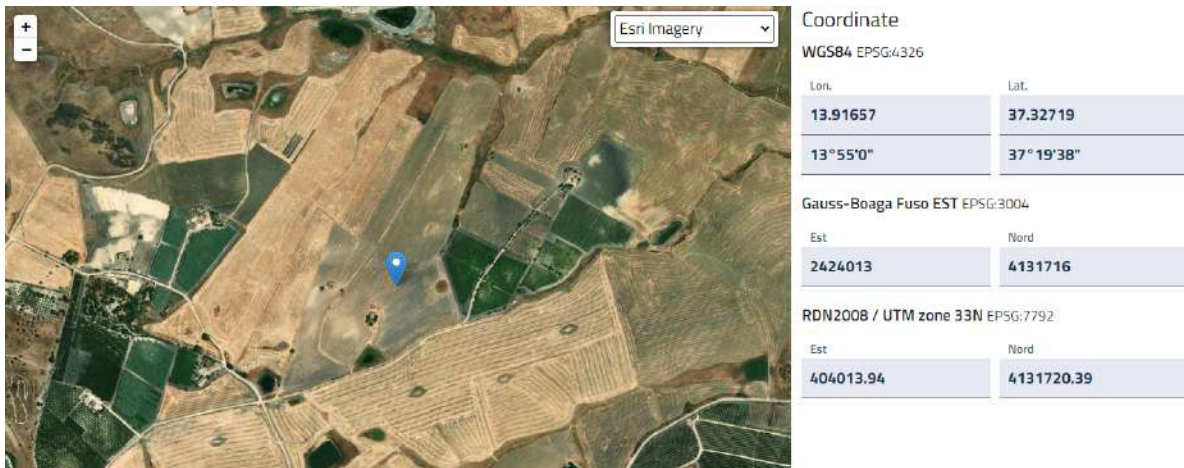
- ricognizioni e sopralluoghi, indagini litologiche e geomorfologiche con misure freatiche e rilievi vari al fine di acquisire nuovi elementi sulle caratteristiche geologiche delle aree interessate;
- analisi delle aree da un punto di vista morfostrutturale atto ad evidenziare la presenza di contatti tettonici quali sovrascorrimenti e faglie nonché le caratteristiche geometriche e cinematiche degli stessi;
- identificazione di situazioni locali che presentino livelli di pericolosità geologica, geomorfologica e sismica tali da influenzare, le scelte progettuali;
- caratterizzazione litotecnica del lotto in esame;
- produzione delle planimetrie e dei supporti cartografici utili ad espletare l'incarico, al fine di consentire un corretto uso del territorio;
- valutazione delle condizioni generali di stabilità del lotto di terreno interessato dal progetto;
- classificazione ai sensi della nuova normativa tecnica sulle costruzioni (NTC-17 gennaio 2018).



## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO

Geograficamente il sito di impianto ricade all'interno del Foglio n°637 "Canicatti" dell'I.G.M.I. in scala 1:50.000, all'interno del Foglio n°271, quadrante I°, orientamento N.E. "Campobello di Licata", dell'I.G.M.I. in scala 1:25.000 e infine all'interno delle sezioni n°637070 "Case San Silvestro" e n°637080 "Sommatino" della Carta Tecnica Regionale della Regione Siciliana, in scala 1:10.000. I siti di impianto, ubicati in località Cummo in territorio comunale di Naro (AG), risultano caratterizzati da perimetri irregolari dalla forma allungata che interessano morfologie prettamente collinari con tipico andamento plano-altimetrico variabile, ovvero caratterizzato da un alternarsi di alti e bassi morfologici con quote comprese tra i valori minimi di circa 285 m nelle porzioni di N-NW e i valori massimi di circa 338 m s.l.m nelle porzioni a SE.

Il sito di progetto è ubicato sul reticolato geografico con le seguenti coordinate riferite ad un punto considerato baricentrico per ogni sottocampo previsto in progetto:



*Coordinate baricentriche riferite rispettivamente al sottocampo 1*



*Coordinate baricentriche riferite rispettivamente al sottocampo 2*



La situazione topografica del territorio comunale di Naro, è caratterizzata da una notevole eterogeneità nelle forme del rilievo, legata alla particolare conformazione e alla notevole estensione del territorio comunale stesso. Quest'ultimo infatti, si estende a partire dalle porzioni più interne, in prossimità del confine provinciale con la Provincia di Caltanissetta, sino a lambire i comuni di Agrigento e Palma di Montechiaro in direzione della costa sud siciliana, determinando dunque con un continuo alternarsi di alti e bassi morfologici.

La conformazione topografica del territorio è strettamente legata alle proprietà reologiche dei litotipi affioranti che influenzano le caratteristiche morfologiche del paesaggio, in base alla differente risposta che i vari litotipi offrono alle azioni erosive, determinando le frequenti variazioni di quota che caratterizzano tale territorio.

La morfologia tipica delle zone dove affiorano i terreni lapidei è rappresentata da apprezzabili rilievi, in particolare, con versanti talora molto acclivi, associati ad ampie fasce detritiche di ricoprimento e alla presenza di valli strette e profonde, mentre laddove prevalgono i litotipi plastici e maggiormente erodibili, si denota la contrapposizione dei paesaggi collinari, dai pendii dolci e poco acclivi. Infine riveste particolare importanza geomorfologica la presenza nelle zone più prossime alla costa delle estese piattaforme di abrasione marina, ormai relitte, a testimonianza di fasi di stazionamento del livello marino a quote differenti rispetto a quella attuale verificatesi nel passato geologico dell'area. Il successivo abbassamento relativo del livello del mare alle quote attuali, ha determinato l'instaurarsi di una profonda fase di incisione fluviale ad opera dei numerosi torrenti che caratterizzano l'area, al fine di raccordarsi con l'attuale linea di costa e determinando le morfologie vallive che riscontriamo oggi.

I siti interessati dal progetto in oggetto, caratterizzati in particolare da un contesto collinare dominato da litologie prettamente argillose con morfologie dalle forme arrotondate e pendenze inferiori ai 15°, risultano ricadere all'interno del bacino idrografico del "Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072), Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071)" così come una porzione del territorio comunale di Naro (circa il 33,8 %).

Il reticolo idrografico, come detto in precedenza, risulta notevolmente influenzato dalle litologie attraversate; nell'intorno dell'area considerata si denota la presenza di segmenti fluviali, organizzati in valloni e canali, poco ramificati che isolano i rilievi collinari, captando le acque di ruscellamento.



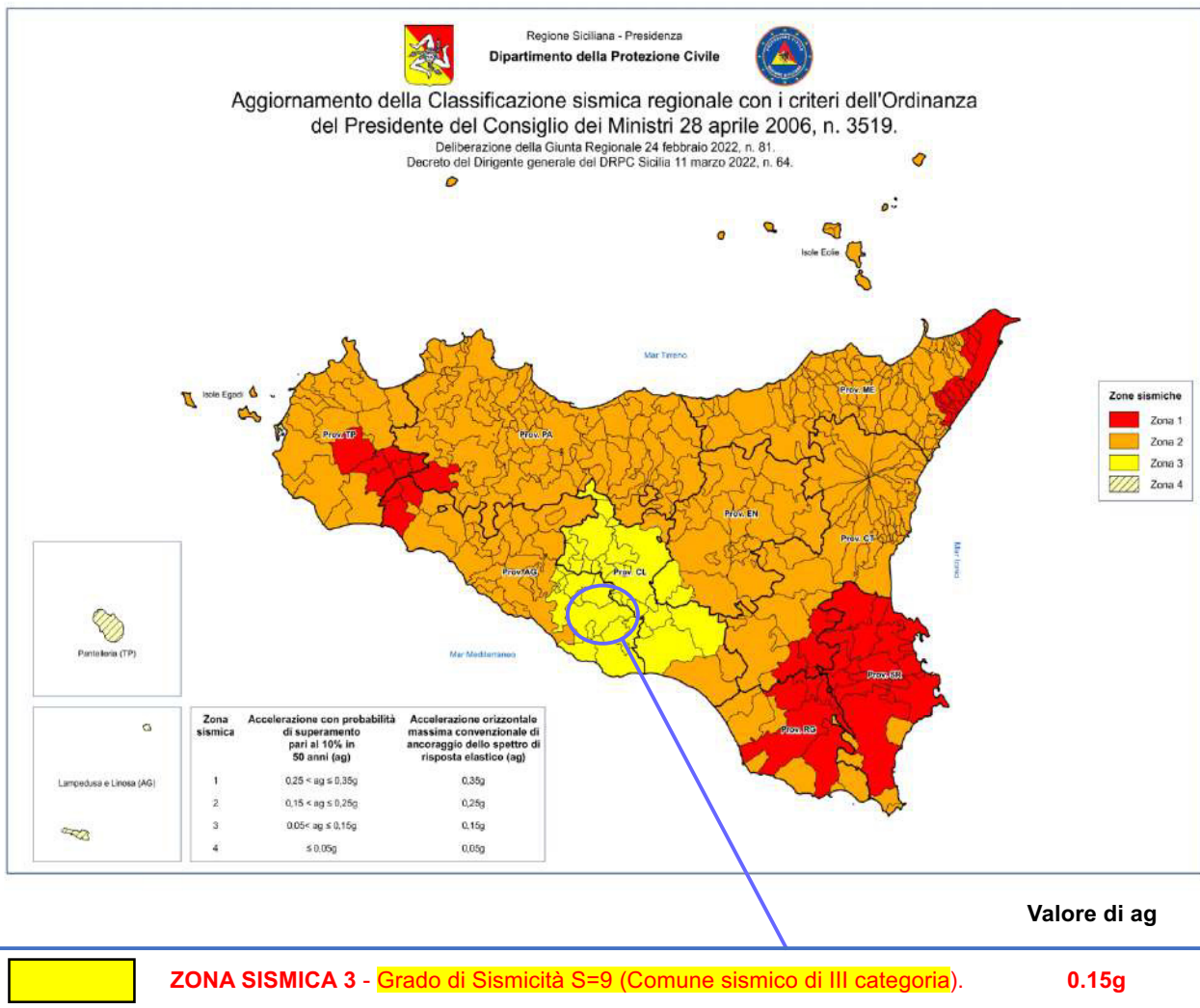
**GEOINGEGNERIA S.E.T. s.r.l.s.**

Dott. Geol. Antonino Cacioppo  
Via G. Marconi 127 - Castellammare del Golfo  
Tel. 328.4911173 @ [geingegneriasrls@gmail.com](mailto:geingegneriasrls@gmail.com)

### 3. REGIME VINCOLISTICO

L'area interessata da quanto previsto in oggetto, **non risulta sottoposta a vincolo per scopi idrogeologici R.D. n°3267 del 30/12/1923**, così come si evince dall'analisi delle carte del vincolo idrogeologico. Tuttavia l'area **ricade parzialmente, nella porzione Nord del sottocampo 1, all'interno della fascia di rispetto di 150 m dai corsi d'acqua di cui all'art.142 lett. c del D.lgs.42/04.**

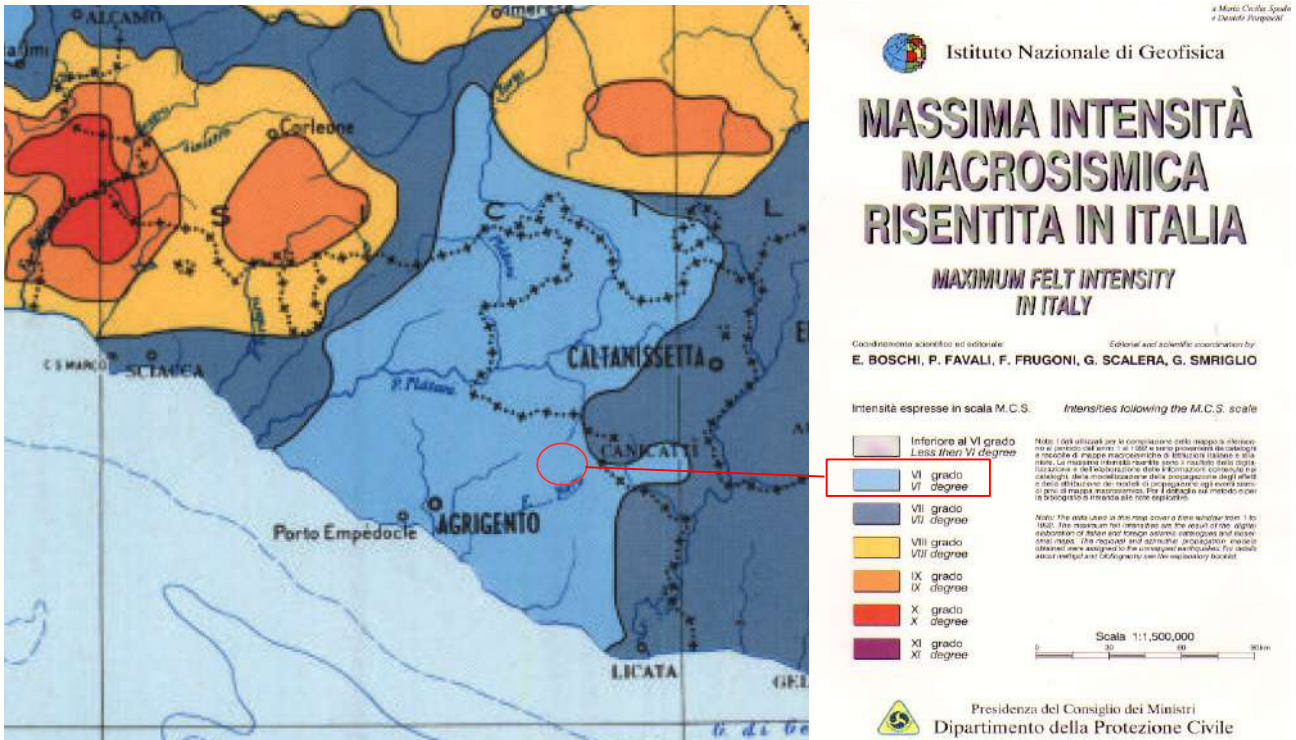
Dal punto di vista della classificazione sismica regionale, i siti in oggetto risultano localizzati interamente all'interno del territorio comunale di Naro (AG), appartenente secondo quanto previsto per le zone sismiche della Regione Siciliana all'interno della cosiddetta **"Zona 3"**, come mostrato in figura.



**CARTA DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA** - Individuazione delle zone sismiche ai sensi del D.L. 112/98, art. 93 – 1g ed art. 94 – 2a. Secondo la Normativa Sismica, Ordinanza 3274 del 20/03/03, successivo Decreto del 14/09/05 sulle N.T.C. e Deliberazione n. 81 del 24 febbraio 2022 "Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia - Applicazione dei criteri dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519" Valori di accelerazione orizzontale ag (ag/g) di ancoraggio dello spettro di risposta elastico.



Come si evince dalla relazione sismica allegata e dall'analisi della precedente Carta della Classificazione Sismica, il sito in oggetto ricade all'interno del territorio comunale di Castellammare del Golfo, ovvero in una porzione di territorio classificato come **zona sismica di III categoria con grado di sismicità S = 9**.



Secondo l'I.N.G.V., il sito rientra tra le aree classificate come appartenenti al VI grado della scala delle intensità (esprese in scala M.C.S.) secondo la Mappa della Massima Intensità Macrosismica Risentita in Italia, edita dal Dipartimento della Protezione Civile.

Sempre secondo l'I.N.G.V., vista la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, l'area in oggetto in termini di accelerazione massima del suolo risulta avere valori di  $A_g = 0,050 - 0,075$  (riferita ai suoli rigidi di Cat. A). Per precisazioni si rimanda alla relazione sismica allegata.

Per quanto concerne gli studi esistenti sulla pericolosità geologica a scala regionale e locale, riferendoci allo studio della cartografia tematica, sul **“Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico” (P.A.I.)** si può asserire che la zona in esame ricade nell'area territoriale compresa all'interno del **“Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072), Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071)”**.

Dall'analisi delle relative cartografie tematiche, riferite alla Pericolosità e al Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione, si evince che **l'area di progetto non ricade all'interno di specifica mappatura relativa al Rischio e alla Pericolosità Idraulica per Fenomeni di Esondazione**.





Inoltre, l'area considerata **non risulta ricadere nelle aree interessate da eventuale esondazione in relazione alla presenza dell'invaso Gibbesi**, così come si evince dalla Carta delle Aree di Esondazione per manovra di scarico e ipotetico collasso dello sbarramento Gibbesi n°55, in scala 1:10.000, per i Comuni di Naro e Sommatino.

Dal punto di vista dei dissesti che caratterizzano l'area e delle conseguenti condizioni di Pericolosità e di Rischio Geomorfologico che ne derivano, si evidenzia, secondo quanto riportato dal **Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) per gli aspetti geomorfologici del "Bacino idrografico tra Fiume Palma e Fiume Imera Meridionale (71) e Fiume Imera Meridionale (72)"**, che l'area oggetto di intervento:

- non rientra in aree interessate da Dissesti**, così come si evince dall'analisi delle Carte dei Dissesti n°54 e n°55, entrambe in scala 1:10.000 per i Comuni di Caltanissetta, Delia, Naro, Sommatino.
- non rientra tra le aree a Pericolosità e Rischio Geomorfologico**, così come si evince dalle Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico n°54 e n°55, entrambe in scala 1:10.000 per i Comuni di Caltanissetta, Delia, Naro, Sommatino.

**Pertanto in ottemperanza al Decreto pubblicato in G.U.R.S. n.25 del 01/06/2007 sulla individuazione delle aree a "Rischio di dissesto idrogeologico", si sottolinea che il sito in questione sotto l'aspetto geomorfologico, non ricade in aree soggette a Pericolosità e Rischio, come sottolineato in precedenza.**

L'area in questione **non risulta essere sottoposta a Vincolo Paesaggistico** ai sensi della L. 1497/39. Inoltre il sito **non risulta ricadere all'interno della perimetrazione di siti protetti appartenenti alla rete Natura 2000.**



#### 4. GEOLOGIA E STRATIGRAFIA

La caratterizzazione geologica della zona in esame è stata effettuata estendendo il rilevamento geologico ad una fascia più ampia dell'area interessata dagli impianti considerati ed integrando le osservazioni ricavate dal rilievo di superficie con dati estrapolati dalla letteratura.

Pertanto è stato eseguito un rilievo preliminare atto a ricostruire le successioni litostratigrafiche principali (Formazioni) assegnate per dominio paleogeografico d'appartenenza, successivamente sono stati descritti i litotipi affioranti.

L'assetto geologico dell'area di pertinenza degli impianti in progetto, è stato studiato estendendo il rilevamento geologico alle zone limitrofe, ed integrando le osservazioni ricavate dal rilievo di superficie con gli studi geologici precedenti.

Prima di passare alla descrizione geologico-strutturale dell'area in oggetto, è necessario fornire una breve introduzione sull'inquadramento geologico regionale con particolare riferimento alla macroarea compresa tra il settore centro-orientale della Sicilia e il bacino del Mediterraneo. Tale porzione risulta interessata dall'affioramento di una parte dell'Orogene Appenninico-Maghrebide che costituisce un segmento delle catene perimediteranee la cui evoluzione è il risultato di una serie di processi legati alla convergenza tra Africa ed Europa nell'intervallo Cretacico superiore-Quaternario. I processi di convergenza tra i due blocchi principali, complicati dall'interposizione di microplacche continentali (ALVAREZ, 1976; OGNIBEN, 1985; GUERRERA *et alii*, 1993), sarebbero stati marcati da una prima subduzione, nel Cretacico superiore-Eocene, di litosfera oceanica tetidea al di sotto della placca africana (dominio australpino) o di una placca mesomediterranea (calabride), con conseguente collisione continentale nell'Eocene-Oligocene e formazione di una catena eoalpina Europa-vergente (HACCARD *et alii*, 1972; AMODIO-MORELLI *et alii*, 1976; BOCCALETTI *et alii*, 1977; TORTORICI, 1983).

Successivamente, nel Paleogene-Miocene inferiore, si sarebbe verificata una seconda subduzione di litosfera assottigliata di pertinenza africana al di sotto del margine europeo e/o calabride, seguita da processi collisionali con conseguente formazione della catena appenninico-maghrebide Africa-vergente e, nel Neogene-Quaternario, dall'apertura del bacino tirrenico al retro (MOSTARDINI & MERLINI, 1986; CELLO *et alii*, 1989; ROURE *et alii*, 1990; MONACO *et alii*, 1998; CATALANO *et alii*, 2004a). In questo contesto i principali elementi strutturali che caratterizzano il sistema orogenico della catena appenninico-maghrebide sono costituiti da un dominio di avampaese, un dominio di catena ed infine dal dominio tirrenico.

- 1 AVAMPAESE. Il dominio d'avampaese è rappresentato da diversi settori di pertinenza afroadiatica i quali differiscono tra loro sia per le caratteristiche crostali che per le coperture sedimentarie. Questi, separati da importanti strutture crostali, s'identificano nel Blocco Pelagiano, nel Blocco Apulo e nel Bacino Ionico;
- 2 Il dominio di catena (Fig. 2) comprende l'Appennino Meridionale, che presenta un andamento generale NO-SE, e la Catena Maghrebide che invece mostra un andamento circa E-O.



- 3 Il dominio tirrenico è caratterizzato da una crosta assottigliata fino ad oceanica e si sviluppa nelle aree interne rispetto al sistema orogenico, da cui è delimitato da strutture orientate da NO-SE a N-S lungo il margine dell'Appennino meridionale e dell'Arco Calabro ed E-O lungo il margine siciliano.

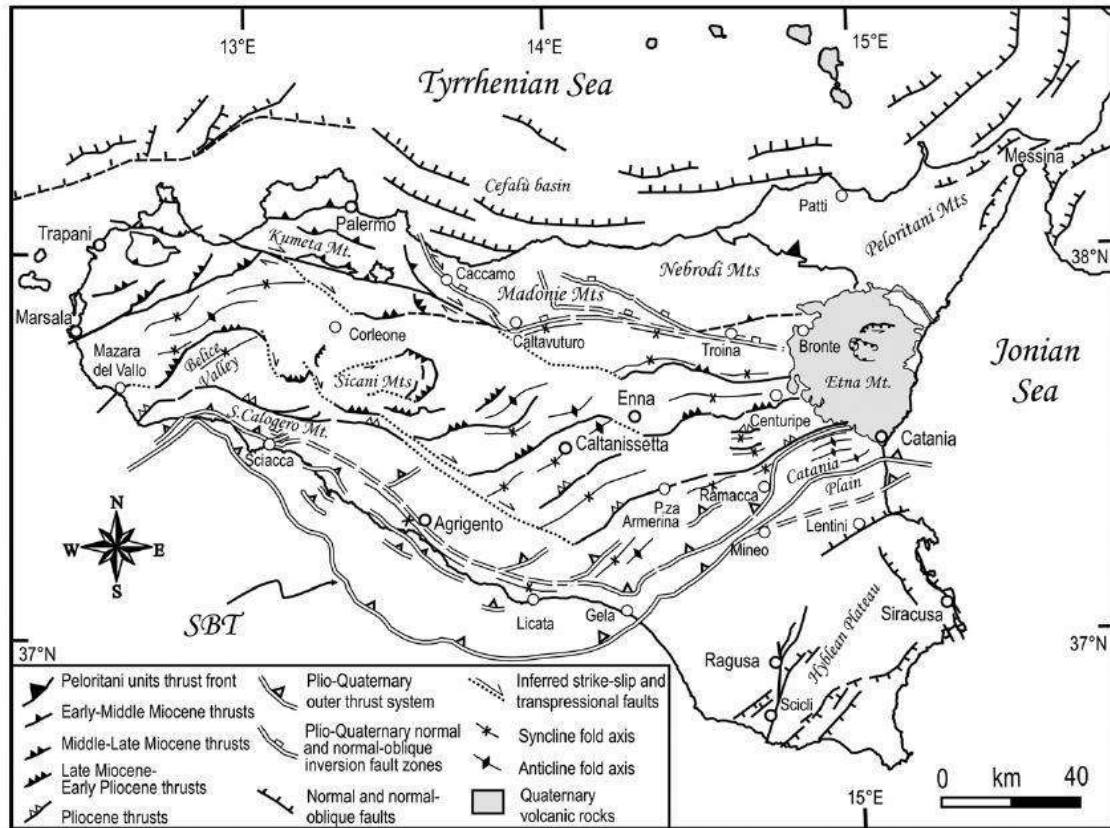


Fig. 2. Structural map of Sicily (this map and all others in the paper are drawn in Italy Lambert Conformal Conic projection, using 13.0, 42.0, 39.0 and 45.0 as central meridian, latitude of origin and standard parallels, respectively). The various tectonic elements have been mainly derived from sheet n° 6 of the Structural Model of Italy, scale 1:500,000 (Bigi et al., 1991), integrated and updated with information from more local geological-structural maps and specific papers (Amodio-Morelli et al., 1976; Ghisetti and Vezzani, 1984; Cristofolini et al., 1985; Locardi and Nicolich, 1988; Ben Avraham et al., 1990; Torelli et al., 1991; Catalano et al., 1994; Lentini et al., 1994; Gamberi and Argnani, 1995; Grasso et al., 1995; Lavecchia et al., 1995; Lentini et al., 1995; Monaco et al., 1996; Torelli et al., 1998; Lickorish et al., 1999; Nigro and Renda, 1999; Bello et al., 2000; Del Ben and Guarnieri, 2000; Monaco and Tortorici, 2000; Monaco et al., 2000; Nicolich et al., 2000; Nigro and Renda, 2000; Pepe et al., 2000; Renda et al., 2000; Bonardi et al., 2001; Nigro and Renda, 2001a,b; Serri et al., 2001; Guarnieri et al., 2002; Nigro and Renda, 2002; Guarnieri and Carbone, 2003; Monaco et al., 2003; Tavarnelli et al., 2003; Catalano et al., 2004; Grasso, 2004; Guarnieri, 2004; Marani and Gamberi, 2004; Messina et al., 2004; Patacca and Scandone, 2004).

#### Carta strutturale delle Sicilia

Con particolare dettaglio alla porzione di territorio in cui si inseriscono i siti di progetto, essa risulta interessata dalle unità appartenenti ai terreni depositatesi nella “Fossa di Caltanissetta” caratterizzati generalmente da un comportamento plastico tipico dei depositi argillosi. Le indagini penetrometriche effettuate nell’area in oggetto e la risposta dei litotipi attraversati, unitamente al rilevamento geologico eseguito *in situ* confermano tale contesto geolitologico.



## 5. LITOLOGIA

La serie stratigrafica locale, come riportato in precedenza è stata ricostruita sulla base di un dettagliato rilevamento geologico di campagna e dei risultati dei sondaggi geognostici direttamente acquisiti in campo attraverso le indagini penetrometriche eseguite nei siti in esame. Il contesto litologico risulta coerente con quanto riportato dalla carta litologica – Tav n°02 in scala 1:50.000 del Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072), Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071). Essendo le caratteristiche geologiche e geomorfologiche pressoché uniformi all'interno dell'area di interesse della Ditta, la descrizione della serie stratigrafica locale, di seguito esposta, è indicativa delle intere aree distinte in situ.

In particolare distinguiamo dall'alto verso il basso, si distinguono:

### Dati medi della stratigrafia dell'area omogenea NW:

- 0,00 – 4,83 m: **Limo Argilloso**, da poco a moderatamente consistente, con NSPT di 4,19, caratterizzato da graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e talora caratterizzato da lenti di argilla poco sabbiosa, a profondità > di 4,60 m, consistente, con NSPT di 8,99.

### Dati medi della stratigrafia dell'area omogenea SE:

- 0,00 – 3,10 m: **Limo Argilloso**, moderatamente consistente, con NSPT di 7,52;
- 3,10 – 3,70 m: **Argilla Marnosa**, da molto a estremamente consistente, con NSPT di 23,60;
- > 3,70 m: **Limo Argilloso**, consistente, con NSPT di 8,99.



## 6. IDROGEOLOGIA

L'assetto idrogeologico dell'area oggetto di studio è il risultato dell'interazione delle caratteristiche idrodinamiche delle litologie affioranti ed in sottosuolo e della situazione geologica e/o tettonica.

In base a tali considerazioni si può distinguere il complesso idrogeologico affiorante, caratterizzato da termini litologici simili aventi una comprovata unità spaziale e giacitura, un tipo di permeabilità prevalente comune ed un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto (Civita, 1973). È pertanto stata individuata l'unità litostratigrafica presente in base alle caratteristiche idrogeologiche.

### □ **Complesso dei depositi limo-argillosi**

Il complesso dei depositi limo-argillosi riscontrato in affioramento caratterizza i siti in oggetto. Esso presenta una permeabilità variabile in base alle componenti considerate, anche se globalmente questo complesso rappresenta una formazione idrogeologica con permeabilità relativamente bassa.

La variabilità in termini di permeabilità è legata alla presenza di porzioni maggiormente sabbiose o limo-sabbiose con permeabilità bassa e alla presenza di unità prettamente argillose o argilloso-marnose con permeabilità da molto bassa a impermeabile. La circolazione idrica sotterranea risulta piuttosto limitata, a causa dell'assetto geologico-stratigrafico e delle suddette condizioni di permeabilità.

Tali caratteri si riflettono sulle specifiche dei luoghi interessati, caratterizzati dalla numerosa presenza di numerosi laghetti e specchi d'acqua per la raccolta idrica, i quali risultano di facile realizzazione considerando la scarsa conducibilità idrica dei terreni che caratterizzano l'intorno. I valori del coefficiente di permeabilità  $k$  risulta compreso tra:  $10^{-7} < k < 10^{-5}$  cm/s (vedi tabella dei coefficienti di permeabilità).

Tabella 1. Permeabilità dei terreni.

k (cm/s)	10 <sup>2</sup>	10	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>
k (m/s)	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>
Classi di permeabilità	EE	Elevata	Buona	Discreta	Bassa	BB	Impermeabile					
Tipi di terreno	Ghiaie pulite	Sabbie grossolane pulite e miscele di sabbie e ghiaie			Sabbie fini	Miscele di sabbie e limi	Limi argillosi e argille limose, fanghi argillosi	Argille omogenee e compatte				
Determinazione diretta di K	Prove dirette in situ mediante pompaggio											
	Infiltrimetri – Permeametri a carico costante											
Determinazione indiretta di K	Permeametri a carico variabile											
	Analisi granulometrica (applicabile a sabbie e ghiaie pulite)						Prove di consolidamento					

**Non è stata riscontrata la presenza di falda superficiale all'interno del complesso del corpo idrogeologico precedentemente descritto, tale da interferire con le opere in oggetto.**



## 7. INDAGINI ESEGUITE PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO

Il modello geologico è stato definito sulla base delle indagini geognostiche dirette e indirette effettuate *in situ*, oltre che attraverso un dettagliato rilevamento geologico di campo e di superficie, tenendo conto degli spaccati naturali presenti in prossimità del sito.

### 7.1 SONDAGGI SISMICI H.V.S.R.

Per la conoscenza litostratigrafica del sottosuolo e per la classificazione sismica dei terreni in esame si è ricorso all'esecuzione di n°06 sondaggi sismici passivi H.V.S.R. ai fini di una precisa caratterizzazione sismica del sito in oggetto. Per la sintesi dei risultati si rimanda alla relazione sismica allegata.

### 7.2 SONDAGGI PENETROMETRICI SUPERPESANTI D.P.S.H.

Per una corretta correlazione tra stratigrafia sismica e litostratigrafia, oltre che per una stima diretta dei parametri geotecnici propri dei litotipi ricadenti nell'area di progetto, si è provveduto ad eseguire un'indagine penetrometrica composta da n°09 sondaggi penetrometrici superpesanti D.P.S.H., svolta ai fini di una precisa caratterizzazione geologica, oltre che per un'accurata modellazione geotecnica e litotecnica quale supporto di base a quanto espresso in oggetto.



## 8. CONSIDERAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE

Così come previsto dal **D.M. 17.01.2018**, è stato possibile ricostruire l'esatta successione litostratigrafica locale, nonché ottenere una conoscenza diretta dei terreni e dunque risalire quindi alle caratteristiche fisiche e meccaniche, attraverso le prospezioni sismiche e penetrometriche eseguite *in situ* correlate alle conoscenze litostratigrafiche e bibliografiche di cui si è in possesso.

I seguenti parametri geotecnici sono stati ricavati confrontando i dati bibliografici con quelli estrapolati dalle prove geognostiche effettuate *in situ* e alle evidenze e agli spaccati naturali del terreno riscontrati in fase di rilievo e rilevamento geologico.

Essi sono pertanto indicativi e devono essere valutati in fase esecutiva.

### Dati medi della stratigrafia dell'area omogenea Nord, Sud ed Est:

- 0,00 – 4,83 m: **Limo Argilloso**, da poco a moderatamente consistente, con NSPT di 4,19, caratterizzato da graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità e talora caratterizzato da lenti di argilla poco sabbiosa, a profondità > di 4,60 m, consistente, con NSPT di 8,99.

### Dati medi della stratigrafia dell'area omogenea Ovest:

- 0,00 – 3,10 m: **Limo Argilloso**, moderatamente consistente, con NSPT di 7,52;
- 3,10 – 3,70 m: **Argilla Marnosa**, da molto a estremamente consistente, con NSPT di 23,60;
- > 370 m: **Limo Argilloso**, consistente, con NSPT di 8,99.

Per ulteriori parametri geotecnici e geofisici si rimanda alla relazione relativa alle indagini geofisiche che seguono. Le conoscenze geologiche e stratigrafiche locali confermano questa classificazione.

**Si ritiene che la stabilità globale della zona può considerarsi sufficiente, e che i terreni siano idonei per la posa di fondazioni, escludendo gli strati alterati ed interamente i terreni di eventuale substrato di alterazione pedogenetica.**



## 9. PERICOLOSITA' SISMICA E GEOLOGICA

Il territorio del comune di Naro (AG), in prossimità dei siti in oggetto, come detto in precedenza, rientra tra le zone sismiche della Regione Siciliana e, più precisamente, in zona sismica di III categoria. Per quanto riguarda le caratteristiche della superficie topografica, la porzione di sito in oggetto che sarà interessato dalla progettazione, ricadente in località Cummo, è da catalogare come appartenente alla **categoria topografica T1**.

Categorie topografiche	Caratteristiche della superficie topografica Tabella 3.2.IV delle N.T.C., D.M. del 17 gennaio 2018
<b>T1</b>	<b>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media <math>i \leq 15^\circ</math></b>
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base, inclinazione med. $15^\circ < i < 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base, inclinazione med. $i > 30^\circ$

Il valore massimo del coefficiente di amplificazione topografica **St** che va assegnato al sito, varia in funzione delle morfologie presenti ed alla presenza o meno di creste nelle aree in prossimità dei luoghi da valutare. Queste evidenze rendono possibile una valutazione sulla focalizzazione delle onde sismiche.

Per quanto riguarda gli "effetti di sito" dovuti alle situazioni geologiche e morfologiche relativi alle condizioni locali l'area non rientra in nessuna degli scenari di modificazione del segnale sismico in arrivo al sito su roccia.

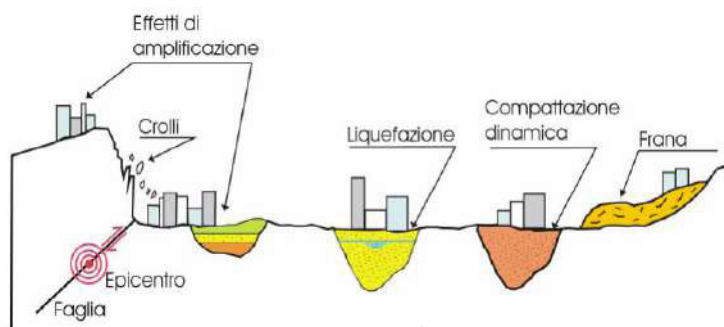
Categorie topografiche	Ubicazione dell'opera o dell'intervento Tabella 3.2.VI delle N.T.C., D.M. del 17 gennaio 2018	St
<b>T1</b>	-	<b>1</b>
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Pertanto il valore massimo da assegnare al **coefficiente di amplificazione topografica St** è pari ad **1,0**. Il sito inoltre non rientra in nessuno degli scenari di pericolosità sismica locale sotto indicati:

- Scorrimenti di faglia;
- Instabilità di pendii;
- Liquefazione di sabbie sature;
- Amplificazione sismica;
- Addensamento di terreni a grana grossa;
- Subsidenza dei terreni molli a grana fine.







Da T. Crespellani –Università degli Studi di Firenze

Per quanto concerne gli studi esistenti sulla pericolosità geologica a scala regionale e locale, riferendoci allo studio della cartografia tematica, sul **“Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico” (P.A.I.)** si può asserire che la zona in esame ricade nell’area territoriale compresa all’interno del **“Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072), Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071)”**.

Dall’analisi delle relative cartografie tematiche, riferite alla Pericolosità e al Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione, si evince che **l’area di progetto non ricade all’interno di specifica mappatura relativa al Rischio e alla Pericolosità Idraulica per Fenomeni di Esondazione.**

Inoltre, l’area considerata **non risulta ricadere nelle aree interessate da eventuale esondazione in relazione alla presenza dell’invaso Gibbesi**, così come si evince dalla Carta delle Aree di Esondazione per manovra di scarico e ipotetico collasso dello sbarramento Gibbesi n°55, in scala 1:10.000, per i Comuni di Naro e Sommatino.

Dal punto di vista dei dissesti che caratterizzano l’area e delle conseguenti condizioni di Pericolosità e di Rischio Geomorfologico che ne derivano, si evidenzia, secondo quanto riportato dal **Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.) per gli aspetti geomorfologici del “Bacino idrografico del Fiume Lenzi - Baiata”**, che l’area oggetto di intervento:

- non rientra in aree interessate da Dissesti**, così come si evince dall’analisi delle Carte dei Dissesti n°54 e n°55, entrambe in scala 1:10.000 per i Comuni di Caltanissetta, Delia, Naro, Sommatino.
- non rientra tra le aree a Pericolosità e Rischio Geomorfologico**, così come si evince dalle Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico n°54 e n°55, entrambe in scala 1:10.000 per i Comuni di Caltanissetta, Delia, Naro, Sommatino.

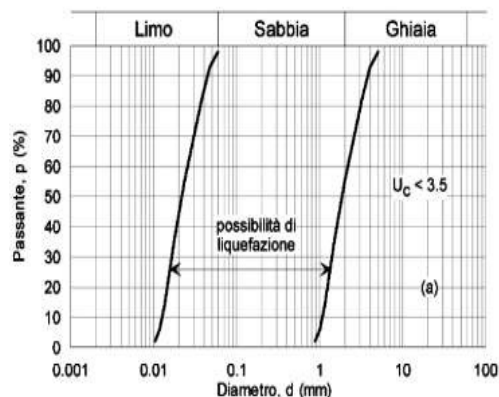
**Pertanto in ottemperanza al Decreto pubblicato in G.U.R.S. n.25 del 01/06/2007 sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, si sottolinea che il sito in questione sotto l’aspetto geomorfologico, non ricade in aree soggette a Pericolosità e Rischio, come sottolineato in precedenza.**



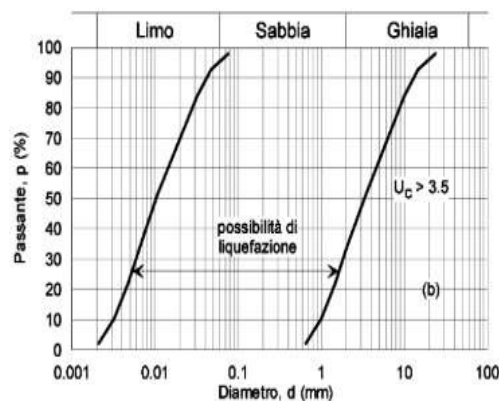
### 9.1 LIQUEFACIBILITÀ

La verifica a liquefacibilità può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$  dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella figura (parte a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in figura (parte b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



a)



b)

**Nel nostro caso, da conoscenze geologiche progresse riguardanti l'area geologica significativa in oggetto, la profondità media stagionale della falda è ampiamente superiore a 15 m dal piano campagna. Pertanto si può escludere esistenza di litotipi soggetti a liquefazione, secondo quanto previsto dal punto 7.11.3.4.2 delle NTC ed è quindi possibile omettere la verifica alla liquefacibilità.**



## 10. MICROZONAZIONE SISMICA LOCALE E STIMA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE

Esistono in letteratura diversi metodi per la stima dell'amplificazione sismica in superficie a carattere locale, alcune si basano sull'uso di modelli numerici complessi, che portano allo sviluppo di programmi di calcolo utilizzati per valutare gli effetti di sito sia in condizioni monodimensionali (SHAKE) sia bidimensionali (FLUSH e QUAD 4).

Per una stima più semplificata esistono alcune metodologie basate sulle caratteristiche litostratigrafiche e sulla velocità di propagazione delle onde S nei livelli "superficiali" dei terreni (30 m sono ritenuti essere significativi). Il metodo di Midorikawa (1987) è consigliato nella letteratura per microzonazione sismica di 2° livello; il fattore di amplificazione di picco è calcolato nel seguente modo:

$$Fa = 68 \cdot V_s^{-0.6} \rightarrow \text{per } V_s < 1100 \text{ m/s}$$

$$Fa = 1 \rightarrow \text{per } V_s \geq 1100 \text{ m/s}$$

$$a_{\max}(g) = a_{\text{bedrock}} \cdot Fa$$

Dove:

$V_s$  è la velocità media calcolata nei livelli superficiali fino ad una profondità massima di 30 m o di quella equivalente.

$a_{\max}$  rappresenta l'accelerazione massima di picco sul suolo.

Nel nostro caso, considerando il valore di  $V_{s30}$  ottenuto ed il valore del fattore di amplificazione, applicando lo stesso ai valori di accelerazione massima attesa al sito, con tempo di ritorno massimo si ottengono i seguenti risultati:

$$V_{s30} = 308,00 \text{ m/s}$$

$$Fa = 2,1846$$

SLD:  $a_{\text{bedrock}} = 0,2794 \text{ g/10}$  (fonte <http://www.ingegneriasoft.com>) per un  $Tr = 50$  anni.

$$\text{LSD: } a_{\max}(g) = a_{\text{bedrock}} \times Fa = 0,5985 \text{ m/s}^2$$

SLV:  $a_{\text{bedrock}} = 0,6165 \text{ g/10}$  (fonte <http://www.ingegneriasoft.com>) per un  $Tr = 476$  anni.

$$\text{LSV: } a_{\max}(g) = a_{\text{bedrock}} \times Fa = 1,3206 \text{ m/s}^2$$

Nella scelta dell' $a_{\text{bedrock}}$ , si è preso in considerazione il valore relativo al nodo ricadente nel quadrante in oggetto, che presenta i valori più alti di  $a_{\text{bedrock}}$ , relativi prima ad un  $Tr$  di 50 anni con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800 \text{ m/s}$ ; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14/09/2005), e poi anche ad un  $Tr$  di 476 anni, valore quest'ultimo più cautelativo, che è suggerito per edifici di rilevanza maggiore.



**GEOINGEGNERIA S.E.T. s.r.l.s.**

Dott. Geol. Antonino Cacioppo

Via G. Marconi 127 - Castellammare del Golfo

Tel. 328.4911173 @ [georingegneriasrls@gmail.com](mailto:georingegneriasrls@gmail.com)

## 11. CONCLUSIONI

Il presente studio ha permesso di definire i lineamenti geologici, geomorfologici, idrogeologici, geotecnici e sismici dell'area in esame. Da quanto esposto si evince quanto segue:

- I terreni di sedime presentano discrete proprietà meccaniche i cui parametri geotecnici sono stati ottenuti dalla bibliografia correlati con le prove sismiche e geognostiche eseguite in situ, in accordo con quanto previsto dal D.M. 17.01.2018; in fase esecutiva dovranno essere eseguite delle indagini geotecniche specifiche.
- Dal punto di vista morfologico, l'area in esame è caratterizzata da un andamento morfologico collinare caratterizzato da una superficie topografica la cui pendenza media risulta **inferiore ai 15°**.
- Dal punto di vista **geologico-tecnico**, non sono state evidenziate particolarità tecniche tali da modificare l'assetto geomorfologico e lo stato di equilibrio attuale oltre quella appena citata.
- Il sito, sulla base della caratterizzazione geologica, geomorfologica e idrogeologica trattata, nel rispetto delle normative vigenti, risulta idoneo alla realizzazione delle opere in progetto; inoltre esse non costituiscono un elemento di disturbo per l'assetto complessivo dei luoghi; al fine di mantenere l'equilibrio vigente in sito, dovranno essere privilegiate soluzioni che minimizzano le operazioni di scavo e di riporto in maniera da rispettare l'attuale morfologia dello stesso.
- Dall'analisi dei dati sismici, lo studio sismico evidenzia l'appartenenza dei terreni costituenti il sottosuolo, in riferimento alla **N.T.C. 2018** tali terreni sono classificabili alla “**categoria di suolo di fondazione C**” considerando il valore più basso del range di valori ottenuti in quanto ritenuto maggiormente cautelativo. Si specifica che i risultati delle elaborazioni risultano comunque abbastanza concordanti e riferibili alle categorie di sottosuolo comprese tra B e C quali terreni di fondazione ai sensi delle NTC 18. Per i dettagli si rimanda alla relazione sismica allegata.
- Sempre in relazione al valore più basso del range di valori ottenuti, è stata ottenuta una velocità di propagazione delle onde sismiche S entro 30 metri dal piano di fondazioni che risulta essere pari a:  
 **$V_{s30} = 308,00$  m/s.**
- Si può escludere esistenza di litotipi soggetti a liquefazione, secondo quanto previsto dal punto 7.11.3.4.2 delle NTC; è possibile omettere la verifica alla liquefacibilità.



- Sotto l'aspetto della **pericolosità sismica e geologica** (che è risultata essere bassa) non esistono elementi che possono impedire la realizzazione di opere a scopo edificatorio nell'area studiata; in fase di progettazione esecutiva, per le verifiche strutturali agli stati limite bisognerà tener conto dei valori di accelerazione sismica massima al suolo, valutata attraverso lo studio di microzonazione sismica locale.
  
- La **categoria topografica** a cui appartiene il sito è la **T1**, mentre il valore massimo del **coefficiente di amplificazione topografico St** da assegnare è di **1,0**.

Per quanto concerne gli studi esistenti sulla pericolosità geologica a scala regionale e locale, riferendoci allo studio della cartografia tematica, sul **“Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico” (P.A.I.)** si può asserire che la zona in esame ricade nell'area territoriale compresa all'interno del **“Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (072), Area territoriale tra il Bacino Idrografico del F. Palma e il Bacino Idrografico del F. Imera Meridionale (071)”**.

Dall'analisi delle relative cartografie tematiche, riferite alla Pericolosità e al Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione, si evince che **l'area di progetto non ricade all'interno di specifica mappatura relativa al Rischio e alla Pericolosità Idraulica per Fenomeni di Esondazione**.

Inoltre, l'area considerata **non risulta ricadere nelle aree interessata da eventuale esondazione in relazione alla presenza dell'invaso Gibbesi**, così come si evince dalla Carta delle Aree di Esondazione per manovra di scarico e ipotetico collasso dello sbarramento Gibbesi n°55, in scala 1:10.000, per i Comuni di Naro e Sommatino.

Dal punto di vista dei dissesti che caratterizzano l'area e delle conseguenti condizioni di Pericolosità e di Rischio Geomorfologico che ne derivano, si evidenzia, secondo quanto riportato dal **Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) per gli aspetti geomorfologici del “Bacino idrografico tra Fiume Palma e Fiume Imera Meridionale (71) e Fiume Imera Meridionale (72)”**, che l'area oggetto di intervento:

- non rientra in aree interessate da Dissesti**, così come si evince dell'analisi delle Carte dei Dissesti n°54 e n°55, entrambe in scala 1:10.000 per i Comuni di Caltanissetta, Delia, Naro, Sommatino.
  
- non rientra tra le aree a Pericolosità e Rischio Geomorfologico**, così come si evince delle Carte della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico n°54 e n°55, entrambe in scala 1:10.000 per i Comuni di Caltanissetta, Delia, Naro, Sommatino.

**Pertanto in ottemperanza al Decreto pubblicato in G.U.R.S. n.25 del 01/06/2007 sulla individuazione delle aree a “Rischio di dissesto idrogeologico”, si sottolinea che il sito in questione sotto l'aspetto**



**geomorfologico, non ricade in aree soggette a Pericolosità e Rischio, come sottolineato in precedenza.**

Per quanto concerne la caratterizzazione litotecnica dei litotipi interessati presenti nell'area in oggetto, a seguire si riportano dati ottenuti dalle indagini geognostiche dirette e indirette effettuate *in situ*:

Dati medi della stratigrafia dell'area omogenea Nord, Sud ed Est:

Descrizione	Prof. Strato (m)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione drenata (1/5 Cu) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Limo Argilloso	0,00 + 4,83	0,17	0,03	21,20	da poco a moderatamente consistente	1,75	1,87

Dati medi della stratigrafia dell'area omogenea Ovest:

Descrizione	Prof. Strato (m)	Coesione non drenata (Kg/cm <sup>2</sup> )	Coesione drenata (1/5 Cu) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angolo di resistenza al taglio (°)	Tipo	Peso unità di volume (t/m <sup>3</sup> )	Peso unità di volume saturo (t/m <sup>3</sup> )
Limo argilloso	0,00 + 4,83	0,31	0,06	22,15	moderat. consistente	1,84	1,90
Argilla marnosa	3,10 – 3,70	0,90	0,18	26,74	da molto a estrem. consistente	2,08	2,35
Limo Argilloso	> 3,70	0,36	0,072	22,57	consistente	1,94	2,13

**Detto ciò si fa monito al tecnico di disporre eventuali fronti di scavi, sbancamenti, trincee e scavi eseguiti nel terreno, con angolo che non superi l'angolo di natural declivio del terreno sopra indicato, se non con opportune armature dei fronti di scavo stessi.**

**In conformità con quanto sopra affermato infine, si ritiene possibile la realizzazione delle opere in oggetto a condizione che vengano seguita le indicazioni progettuali e realizzative, oltre al corretto utilizzo dei parametri per l'applicazione del D.M. Del 17.01.2018.**

**Ad ogni modo si auspica, in fase esecutiva, di instaurare una stretta e continua collaborazione tra D.L. e consulente Geologo.**

Castellammare del Golfo, lì Novembre 2022

GEOINGEGNERIA S.E.T. s.r.l.s.  
IL GEOLOGO



**GEOINGEGNERIA S.E.T. s.r.l.s.**  
Dott. Geol. Antonino Cacioppo  
Via G. Marconi 127 - Castellammare del Golfo  
Tel. 328.4911173 @ [georingegneriasrls@gmail.com](mailto:georingegneriasrls@gmail.com)

