

**CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

*Il Tecnico*

**Dott. Geol. Agostino Scalercio**



**Storia delle Revisioni**

Rev. 00	01/03/2021	Prima Emissione del Documento

Elaborato	Verificato	Approvato
 WE ENGINEERING <b>Green &amp; Green S.r.l.</b>		

## 1 SOMMARIO

1.	PREMESSA .....	3
1.1	GENERALITÀ.....	3
1.2	SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE DI INDAGINE .....	3
1.3	RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE .....	4
2.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO .....	7
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	11
3.1.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE GENERALE .....	11
3.2.	ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO LOCALE .....	16
4.	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	19
4.1.	GEOMORFOLOGIA DELL’AREA DI PROGETTO .....	19
5.	VINCOLI TERRITORIALI .....	22
6.	IDROGEOLOGIA.....	30
6.1.	CLIMA .....	30
6.2.	ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE.....	35
7.	INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	41
8.	CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI .....	41
8.1.	SISMICITÀ E TETTONICA ATTIVA .....	41
8.1.1.	<i>IE SORGENTI SIMOGENETICHE.....</i>	<i>41</i>
8.1.2.	<i>ITHACA – DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI.....</i>	<i>47</i>
8.2.	MACROZONAZIONE SISMICA .....	49
8.3.	SISMICITÀ STORICA.....	51
8.3.1.	<i>TERREMOTO DI REGGIO CALABRIA E MESSINA DEL 1908.....</i>	<i>54</i>
8.3	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE .....	57
9.	LIQUEFAZIONE .....	60
10.	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO .....	62
11.	CATEGORIA TOPOGRAFICA .....	64

12.	SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI .....	64
13.	LITOSTRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	74
14.	CONCLUSIONI .....	75

 <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 3 a 76

## 1. PREMESSA

### 1.1 GENERALITÀ

La presente relazione ha come finalità la caratterizzazione geologico-tecnica del sito interessato dal progetto CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – CABINA PRIMARIA MESSINA\_RIVIERA (ME), nel comune di Messina.

Il lavoro è stato svolto in ottemperanza al DM 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”.

La presente relazione si completa con i seguenti allegati ed elaborati grafici, cui si rimanda per maggiori dettagli:

PROGETTO DEFINITIVO	
Titolo	Scala
Carta Geologica	1:3000
Carta Litotecnica	1:3000
Carta Geomorfologica	1:4000

**Tabella 1 – Allegati alla Relazione Geologica**

Nel corpo della relazione viene descritto l’assetto geologico-litostatigrafico-idrogeologico, geomorfologico e sismico del sito destinato agli interventi in progetto.

È stata, quindi, verificata la compatibilità degli interventi da un punto di vista ambientale e nei confronti dell’assetto geomorfologico-idrogeologico del territorio, nonché con gli eventuali vincoli territoriali presenti, al fine di soddisfare gli adempimenti emergenti dalla normativa nazionale e regionale, ovvero in ottemperanza al “Piano Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI)”.

In fase esecutiva, le ipotesi e le prescrizioni contenute nella presente relazione dovranno essere necessariamente verificate. Se il confronto tra i dati forniti dalla presente relazione e quelli provenienti da osservazioni dirette dovesse evidenziare differenze sostanziali, nel pieno rispetto del D.M. 17/01/2018, le indagini dovranno essere necessariamente integrate e le opere adeguate alle eventuali criticità riscontrate.

### 1.2 SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE DI INDAGINE

L’obiettivo del lavoro è stato quello di fornire una visione d’insieme delle caratteristiche generali del sito investigato ed un modello geologico-tecnico di dettaglio; in particolare, lo studio è stato impostato seguendo quelle che sono le direttive ministeriali e regionali, allo scopo di:

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM –  IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 4 a 76

- definire le principali caratteristiche geologiche;
- definire i lineamenti geomorfologici del territorio e la loro tendenza evolutiva;
- definire il profilo litostratigrafico del sito in esame e le relative caratteristiche geotecniche;
- ricostruire lo schema di circolazione idrica sotterranea e superficiale, ovvero i caratteri idrogeologici e idraulici;
- definire il comportamento dei terreni nei confronti del rischio sismico.

Detto ciò, lo studio è stato sviluppato in successione logico-temporale, nell'ottica del progressivo affinamento della conoscenza delle caratteristiche, da quelle più generali a quelle di dettaglio.

### 1.3 RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE

La presente relazione e gli studi ad essa associati sono redatti in conformità a quanto previsto dalla normativa tecnica, fra cui di seguito sono elencati i principali riferimenti:

- ✓ R.D.3267/23: "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani".
- ✓ L. 08/08/1985 n. 431: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale (G.U. 22 agosto 1985, n. 197)";
- ✓ Decreto Ministero dei Lavori Pubblici n. 47 (11 marzo 1988) "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- ✓ Circolare Min. LL.PP: 24 settembre 1988 n° 30483: "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- ✓ L. 18/05/89 n. 183: "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".
- ✓ D.P.C.M. 23/03/1990: "Atto di indirizzo e coordinamento al fini della elaborazione e adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 5 a 76

- ✓ L. 07/08/1990 n.253: "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- ✓ L. 06/12/91 n. 394: "Legge quadro sulle aree protette";
- ✓ Eurocodice 8 – Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, Strutture di contenimento ed Aspetti geotecnici (1998).
- ✓ Circolare Ministero Lavori Pubblici 24 settembre 1988 n.30483 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione". (Pres. Cons. Superiore — Servizio Tecnico Centrale).
- ✓ L. 05/01/1994 n. 37: "Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche L. 5 gennaio 1994, n. 36. Disposizioni in materia di risorse idriche";
- ✓ D.P.R. 14/04/1994: "Delimitazione bacini";
- ✓ D.P.R. 18/07/1995: "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino";
- ✓ L.R. 29/11/1996 n.35: "Costituzione dell'Autorità di Bacino Regionale in attuazione della legge 18 maggio 1989, n. 183 e successive modificazioni ed integrazioni";
- ✓ D.M. 14/02/1997: "Direttive tecniche per l'individuazione perimetrazione, da parte delle regioni delle aree a rischio idrogeologico";
- ✓ L.R. del 03/08/1998 n°267: "Programma Regionale di difesa del suolo";
- ✓ D.L. 11/06/1998, n. 180: "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- ✓ L. 03/08/1998 n. 267: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- ✓ D.L. 11/05/99 n. 152: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva CEE 91/271 e 91/676";
- ✓ L. 13/07/1999 n. 226 (G.U. 14.07.1999, n. 112): "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto - legge 13 maggio 1999, n.132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile." (in vigore dal 15.7.1999);
- ✓ L. 183/89, dell'art. 1, comma 1, del D.L 279/2000, convertito con modificazioni della L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo,

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM –  IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 6 a 76

normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa del rischio idrogeologico del territorio siciliano”;

- ✓ D.G.R. 31/07/2002 n.20: “Approvazione/Adozione Linee Guida PAI”.
- ✓ D.P.R 6 giugno 2001 n. 380: “Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”;
- ✓ Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica (ordinanza n. 3274 – Allegati 1, 2 e 3);
- ✓ D.G.R n. 47 del 10/02/2004 – “Prime disposizioni per l'attuazione dell'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”;
- ✓ Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 14/01/2008 pubblicate sulla G.U. n° 29 del 04.02.2008.
- ✓ Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” di cui al DM 14/01/2008. Circolare 02/02/2009 n° 617 C.S.LL.PP.
- ✓ O.P.C.M. 13/11/2010 n. 3907: “Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico”;
- ✓ DM 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni.

È necessario ricordare che le norme stesse tengono conto del fatto che, lo studio in fase di progetto, non è sufficiente per definire nei dettagli la reale situazione geologico-tecnica. È necessario pertanto che, in base a quanto disposto dalle norme medesime, sia da eseguirsi, in relazione alle esigenze della fase costruttiva, il controllo delle ipotesi di progetto attraverso i dati ottenuti con verifiche nel corso dei lavori.

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 7 a 76

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L'area oggetto del presente studio ricade nel territorio comunale di Messina, alla località Zuccaro, e si sviluppa intorno a circa 70-80 m di quota sul livello del mare, poco a nord-ovest dell'area litorale di Sant'Agata, in adiacenza della strada provinciale che dalla costa conduce al centro abitato di Faro Superiore.

Per la redazione del presente documento sono stati consultati ed utilizzati una serie di pagine web e di tematismi tecnici, ed in particolare sono state utilizzati i livelli WMS e WCS disponibili sul sito del GeoPortale Nazionale, i livelli WMS e gli shapefile disponibili sul Sistema Informativo Territoriale della Regione Sicilia, ivi comprese le tematiche della pericolosità e del rischio idraulico e da frana. Non risulta disponibile per l'area in oggetto la cartografia geologica CarG in scala 1:50000, Foglio 588 "Villa San Giovanni", mentre risulta l'adiacente Foglio 601 "Messina" e le relative Note Illustrative, utilizzate per la definizione generale del contesto geologico. Importante fonte di conoscenza geologica è data dalla Carta Geologica Della Provincia di Messina di Lentini et al. (1999), riportata nel Piano Territoriale Paesaggistico. Si è inoltre fatto uso dello Studio Geologico allegato allo Schema di Massima del Piano Regolatore Generale della Città di Messina, redatto dal dott. Geol. Paolo Pino.

formato vettoriale scaricabile. Di seguito un elenco delle fonti cartografiche.

- GeoPortale Nazionale, servizi di consultazione WMS: [Servizio WMS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](#)
- GeoPortale Nazionale, servizi di scaricamento dati vettoriali WFS: [Servizio di scaricamento WFS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](#)
- GeoPortale Nazionale, servizi di scaricamento dati raster WCS: [Servizio di scaricamento WCS - Geoportale Nazionale \(minambiente.it\)](#)
- Carta Geologica d'Italia in scala 1:50.000 ISPRA, Foglio 601 "Messina" e relative Note Illustrative: [Ispra: Carta Geologica d'Italia 1:50.000 \(isprambiente.gov.it\)](#)
- Servizi cartografici Regione Sicilia: [Sistema Informativo Territoriale Regionale \(regione.sicilia.it\)](#)
- Carta Geologica Della Provincia di Messina di Lentini et al. (1999), in Piano Territoriale Paesaggistico, Ambito 9 Messina, Tavola 3 Geologia.
- Mappe di pericolosità sismica [Modello di pericolosità sismica MPS04 \(ingv.it\)](#)
- Database delle faglie capaci [Viewer Progetto ITHACA \(isprambiente.it\)](#)
- Aree sismogenetiche [DISS - Web Gis \(ingv.it\)](#)
- Informazioni sulla sismicità storica [CPTI15-DBMI15 v3.0 \(ingv.it\)](#)

- Studio Geologico Schema di Massima del Piano Regolatore Generale della Città di Messina, redatto dal dott. Geol. Paolo Pino (2018)
- Cartografia PAI [P.A.I. - Regione Siciliana](#)



**Figura 1: Inquadramento territoriale dell'area di studio su base CTR (Zona sud-Area cabina, con progetto in magenta).**



**Figura 2: Inquadramento territoriale dell'area di studio su base CTR (Zona sud-Area cabina, con progetto in magenta).**



**Figura 3: Inquadramento territoriale dell'area di studio; in magenta gli elementi di progetto (immagine tratta da Google Earth).**

 T E R N A   G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 11 a 76

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

#### 3.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – STRUTTURALE GENERALE

L'inquadramento geologico generale è stato largamente tratto dalle note illustrative del Foglio CarG in scala 1:50.000 601 "Messina", che presenta la medesima cornice geologico-strutturale generale, rientrando nel medesimo contesto tettono-strutturale.

I Monti Peloritani e il Massiccio dell'Aspromonte rappresentano la terminazione meridionale di un elemento crostale denominato Arco Calabro-Peloritano (ACP) (Amodio Morelli et alii, 1976). Questo rappresenta un segmento dell'Orogene Appenninico-Maghrebide, esteso dall'Appennino al Nord-Africa ed è costituito da un edificio a falde di sovrascorrimento, in cui si possono distinguere un sistema a *thrust* pellicolare Africa-vergente, composto da falde appartenenti al basamento, sovrapposto ad un ulteriore sistema a thrust, a sua volta in ricoprimento su un sistema profondo. Il primo appartiene alla Catena Kabilo-Calabride e si estende dalla costa settentrionale dell'Africa all'ACP. Il secondo rappresenta la Catena Appenninico-Maghrebide, un thrust belt affiorante con continuità dal Nord-Africa (alture del Tell) attraverso la Sicilia e la Calabria ionica sino all'Appennino meridionale.

Pertanto l'ACP è elemento di raccordo tra le direttrici tettoniche NO-SE dell'Appennino meridionale e quelle E-O delle Maghrebidi siciliane e corrisponde al tratto di massima distorsione dell'Orogene Appenninico-Maghrebide, in progradazione verso la fossa Ionica. La segmentazione dell'orogene, la torsione dell'arco e la sua migrazione verso SE sono connesse all'apertura del Tirreno con velocità ed entità di espansione massima nella parte meridionale, alla rotazione antioraria della penisola italiana e alla subduzione della placca ionica.

L'ACP comprende una serie di falde, alcune delle quali conservano una copertura meso-cenozoica e sono costituite da un basamento cristallino pre-mesozoico, e che presentano analogie più o meno marcate con l'elemento austro-alpino delle Alpi, ma che non sono presenti in 'Appennino e nelle Maghrebidi siciliane.

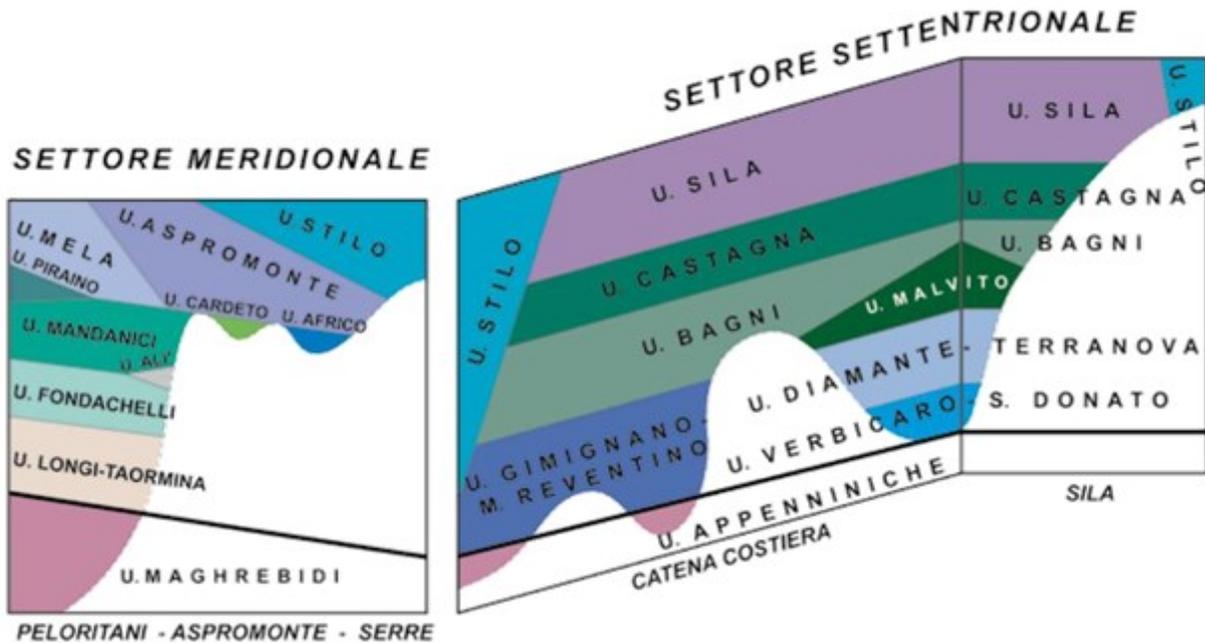
Per diversi autori l'ACP rappresenta un frammento di catena eo-alpina Europa vergente, formato da elementi derivati da crosta oceanica (Tetide centrale) e da crosta continentale africana, successivamente coinvolto nella costruzione della catena Africa-vergente appenninico-maghrebide. Gli autori non considerano però l'Arco come un unico elemento cinematico di primo ordine, ma distinguono in esso due settori, settentrionale e meridionale, rispettivamente a nord e a sud della Linea Soverato-Valle del Mesima, caratterizzati da evoluzione tardo-alpina differente. Il Settore settentrionale comprende la Catena Costiera, il Massiccio della Sila e le Serre settentrionali.

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM –  IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 12 a 76

Il Settore meridionale comprende i Massicci delle Serre e dell'Aspromonte e la Catena dei Monti Peloritani.

Il Settore meridionale, che costituisce il basamento dell'area messinese, è rappresentato da diverse unità tettoniche alpine, costituite da un basamento cristallino e da resti di coperture sedimentarie. Dall'Oligocene superiore al Pliocene-Pleistocene, tali domini sono stati coinvolti nella tettonogenesi lungo il fronte Maghrebide, impilandosi, con vergenza meridionale, sull'avampaese di "tipo africano". L'ordine geometrico di sovrapposizione risultante è pertanto dall'alto verso il basso: Unità di Stilo, Unità dell'Aspromonte, Unità di Mandanici, Unità di Fondachelli, Unità di Longi-Taormina.

Nei Monti Peloritani non è presente l'Unità di Stilo, affiorante solo in Calabria e rappresentante l'unità più alta in tutto l'Arco. Inoltre in Calabria meridionale affiorerebbero, in finestra tettonica, terreni precedentemente ascritti all'Unità di Mandanici (Unità di Cardeto, Bonardi et alii, 1980b) e all'Unità di Fondachelli (Unità di Africo, Bonardi et alii, 1979). Il riconoscimento di altre unità tettoniche alpine (Unità del Mela, Messina et alii, 1992), ha imposto una revisione geologica dei Monti Peloritani mirante alla ridefinizione della geometria dell'edificio suddetto, all'omogeneizzazione della nomenclatura delle unità tettoniche e dei litotipi costituenti i basamenti fino ad oggi diversificati dai ricercatori. La caratterizzazione litologica e la storia evolutiva dei basamenti cristallini, sulla base dei nuovi elementi geologici, mineralogici e petrologici recentemente acquisiti vengono sinteticamente riassunte nello schema comparativo riportato a seguire (Messina, 1995, 1997).



**Figura 4: Schema comparativo sintetico delle Unità tettonostratigrafiche facenti parte dell'Arco Calabro nei vari settori. Fonte Note Illustrative Foglio 601 "Messina" della cartografia CarG e relativa bibliografia.**

Detto schema considera l'edificio dei Monti Peloritani una struttura alpina a falde cristalline, delimitate da contatti tettonici di primo ordine, che definiscono unità stratigrafico-strutturali a diverso grado metamorfico caratterizzate da storie evolutive differenti. Alla Catena Kabilo-Calabride sono state attribuite tutte le falde di basamento ercinico con resti delle originarie coperture meso-cenozoiche deformate in età paleogenica e suturate da livelli tardorogeni a partire dall'Oligocene. Queste costituiscono un edificio a thrust accavallato sulle unità appenninico-maghrebidi lungo una superficie di ricoprimento di primo ordine affiorante lungo l'allineamento S. Fratello (costa tirrenica)-F.Alcàntara (costa ionica).

Le unità tettoniche più profonde sono costituite da un basamento epimetamorfico su cui giacciono discordanti successioni sedimentarie di margine continentale (Unità di Capo S. Andrea, U. di Longi-Taormina ed U. di S. Marco d'Alunzio, Lentini & Vezzani, 1975). Queste unità formano l'apparato frontale della catena e si estendono in sottosuolo dal settore meridionale dei Monti Peloritani fino al margine tirrenico siciliano, individuando livelli strutturali sovrapposti con andamento suborizzontale. Al tetto delle unità epimetamorfiche affiora un'unità filladica (Unità di Mandanici). La copertura sedimentaria viene riferita all'Unità di Rocca Novara, caratterizzata da una sequenza dapprima in facies di piattaforma, passante poi a facies pelagiche con calcari marnosi ad Aptici e marne in facies di "Scaglia".

 T E R N A   G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 14 a 76

Nei settori più interni dell'edificio, al tetto dell'Unità di Mandanici, sono conservati lembi di copertura sedimentaria attribuita al Permiano-Cretacico superiore, interessata da un metamorfismo alpino di bassissimo grado. Questi terreni formano l'Unità di Alì e si estendono dalla costa ionica settentrionale verso l'entroterra, affiorando in lembi discontinui lungo l'allineamento Alì-Mandanici-F.ra S. Venera.

Prima che fossero riconosciuta l'Unità del Mela e l'Unità di Piraino l'unità filladica marcava il contatto tettonico con la sovrastante Unità dell'Aspromonte.

Al tetto delle unità kabilo-calabridi affiorano i depositi terrigeni sinorogeni e tardorogeni, organizzati in successioni sovrapposte e delimitate da discordanze angolari che attestano i diversi stadi della deformazione (Lentini et alii, 1995a).

I sedimenti più antichi sono rappresentati dalla formazione del Flysch di Capo d'Orlando, di età Oligocene superiore–Miocene inferiore.

La sedimentazione tardorogena è stata interrotta dall'arrivo delle Argille Scagliose Antisicilidi (Lentini & Vezzani, 1978) sui livelli burdigaliani del Flysch di Capo d'Orlando. La messa in posto di questa falda coincide con la definitiva saldatura tra la Catena Kabilo-Calabride e quella Appenninico-Maghrebide. Sulle "argille scagliose" poggiano le Calcareni di Floresta (Ogniben, 1960) del Burdigaliano superiore-Langhiano inferiore (Carbone et alii, 1993), correlabili con la formazione dei cunei clastici del Flysch di Reitano sui settori interni appenninico-maghrebidi.

A partire dal Miocene medio una radicale trasformazione del regime tettono-sedimentario investe i settori occupati dalla Catena Kabilo-Calabride, quale risposta all'inizio dell'apertura del Bacino Tirrenico. Questo evento, che è contraddistinto da una generale inversione delle direzioni di drenaggio e di trasporto del materiale detritico verso i nuovi depocentri in via di individuazione, determina la deposizione di altre unità sedimentarie, che affiorano prevalentemente lungo il bordo tirrenico ed alto ionico in un intervallo cronologico compreso tra il Miocene medio e il Pleistocene.

A partire dal Miocene vengono quindi messe in posto più unità tettono-sedimentarie, che sono usualmente suddivise in successioni sedimentarie: la Successione Clastico-Evaporitica del Miocene medio-superiore, la Successione del Pliocene inferiore-Pleistocene medio, i Depositi del Pleistocene medio-superiore e per ultimi in tempo di deposizione i depositi continentali e transizionali dell'Olocene.

La Successione Clastico-Evaporitica del Miocene medio-superiore è costituita dalla Formazione di San Pier Niceto (marne argilloso-siltose con intercalazioni di arenarie, arenarie con intercalazioni argilloso-marnose, biotiti e breccie carbonatiche e conglomerati), dalla formazione pre-evaporitica del Tripoli (diatomiti bianco crema, diatomiti verdi e rosse, marne tripolacee) e dal

 <small>T E R N A G R O U P</small> <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 15 a 76

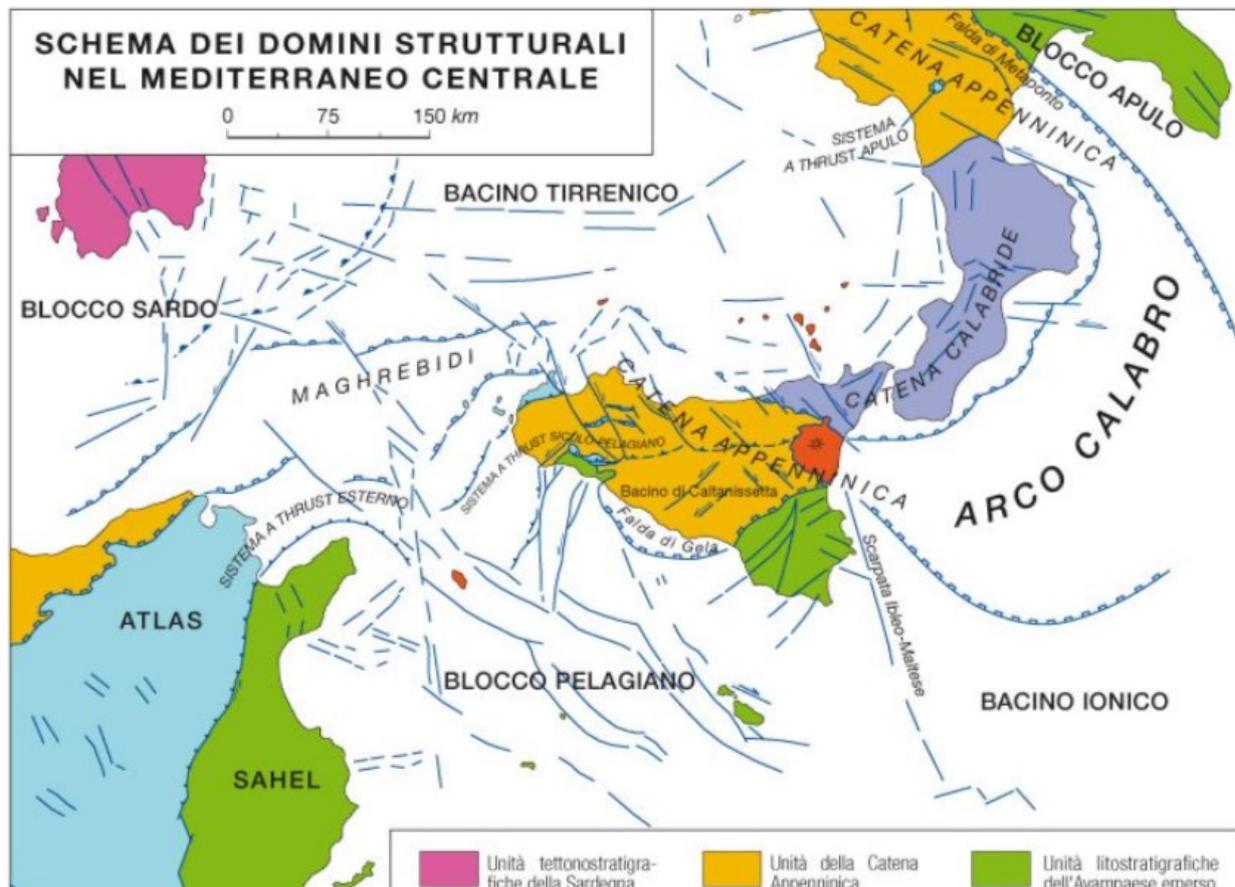
Gruppo della Formazione Gessoso-Solfifera (Calcarea evaporitico, Gessi e Argille Gessose, tutti afferenti alla crisi di salinità messiniana).

La Successione del Pliocene inferiore-Pleistocene medio è costituita dai Trubi (calcari marnosi e marne calcaree color bianco-crema), dalla Formazione di Massa Santa Lucia (marne argillose e sabbie evolventesi in calcareniti e sabbie con intercalazioni argillose), Formazione di Rometta (calcareniti sabbiose, sabbie e argille), le Argille di Spadafora (argille debolmente marnose), le Calcareniti di San Corrado (calcareniti e sabbie).

I Depositi del Pleistocene medio-superiore sono costituiti dai terrazzi marini, distribuiti in più ordini a diversa quota, individuabili come lembi residuali paralleli alla paleolinea di riva, litologicamente riferibili a ghiaie e sabbie, sovente di colore marrone-rossastro, eccezionalmente calcari bioclastici e dai depositi transizionali e continentali (Conglomerati di Allume e Ghiaie e Sabbie di Messina, i Depositi Alluvionali Terrazzati e le Argille Nerastre di Spirito Santo).

I depositi continentali e transizionali dell'Olocene sono costituiti dai depositi alluvionali e di piana litorale, dai depositi eluvio-colluviali e di frana, nonché dai depositi di spiaggia, posti in posizione stratigrafia più alta e poggianti su vari terreni.

L'area di realizzazione della stazione è ubicata nel contesto della formazione dei Conglomerati di Allume e delle Ghiaie e sabbie di Messina.



**Figura 5: Schema tettonostrutturale generale del Mediterraneo centrale (Fonte Foglio 601 "Messina" cartografia CarG).**

### **3.2. ASSETTO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO LOCALE**

L'area ricade nel contesto tettonostrutturale dell'Arco Calabro-Peloritano e in particolare nella propaggine settentrionale della dorsale dei Monti Peloritani, in un settore nel quale le unità del basamento sono affette da numerose faglie a cinematica diretta, con direzione nord-est – sud-ovest, che ribassano il lato est ed il lato ovest, formando una struttura ad horst, corrispondente all'asse della dorsale, ed una struttura a graben, corrispondente con lo Stretto di Messina. Il basamento plaozoico è costituito dalle Unità dell'Aspromonte, costituite principalmente da gneiss occhiadini e subordinatamente da metamafiti, su cui poggiano le coperture tardorogene, costituite prevalentemente conglomerati e da calcareniti. In appoggio in parte stratigrafico e in parte tettonico, sia con le Unità dell'Aspromonte sia con le Unità Post-Collisionali, è la Formazione dei Conglomerati di Allume e delle Ghiaie e Sabbie di Messina, che affiora molto diffusamente in tutta

 T E R N A   G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 17 a 76

la zona di Faro Superiore, di località Sperone e di tutto il settore costiero e retrocostiero della parte settentrionale di Messina; in particolare è presente il membro delle Ghiaie e Sabbie di Messina.

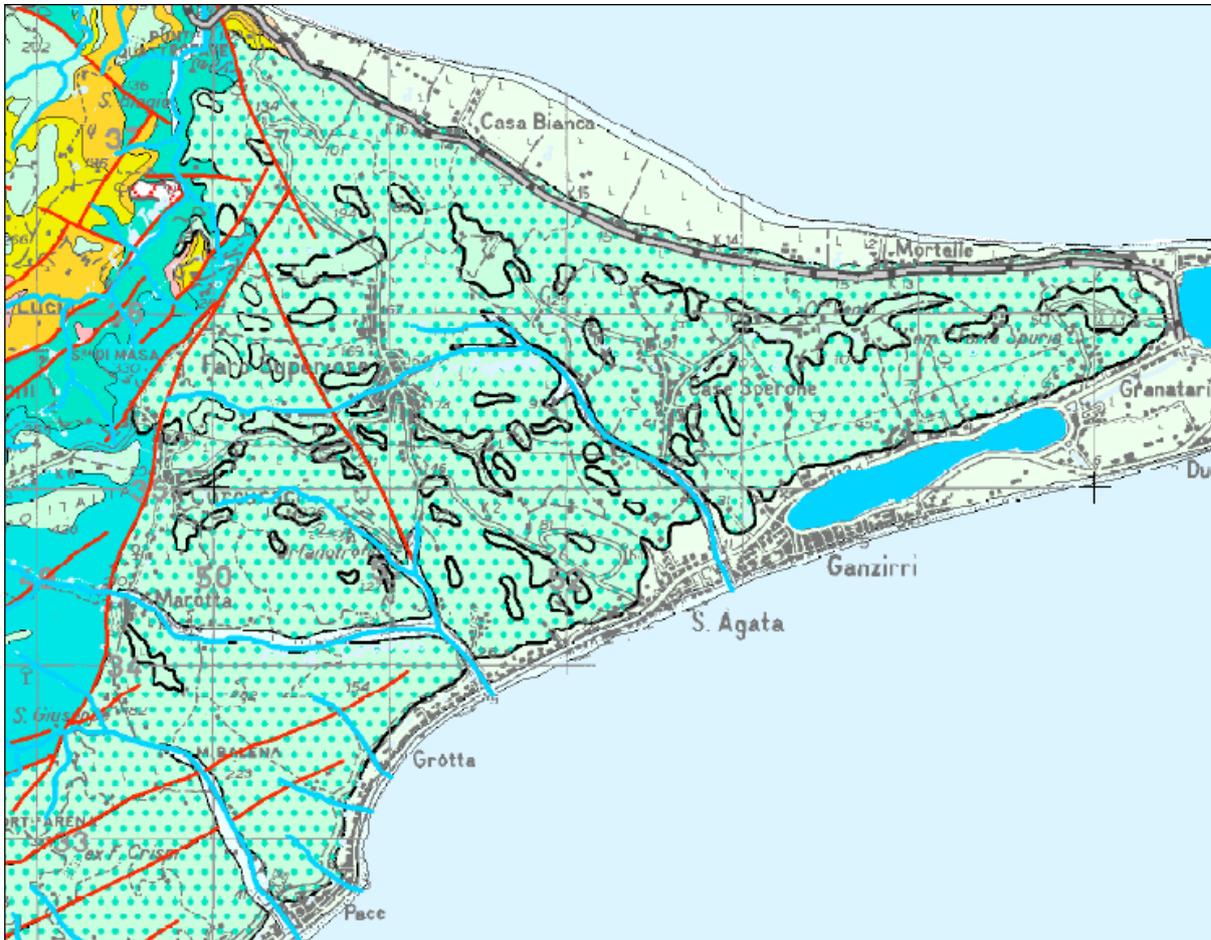
Questi depositi clastici sono interpretati come il prodotto di antichi apparati fluvio-deltizi alimentati dalla dorsale peloritana ed aspromontana, si sono sviluppati durante le fasi di sollevamento tettonico dell'area. Essi sono riferibili a sistemi fluviali indipendenti, a volte coalescenti, con rapporti latero-verticali complessi. Apparati analoghi, con l'originaria geometria ancora perfettamente conservata, sono riconoscibili anche nelle aree sommerse.

I dati emersi dai rilevamenti per la Carta geologica della Provincia di Messina (Lentini, 2000; Lentini et alii, 2000) hanno evidenziato che questi terreni clastici, raggruppati in un'unica formazione, possono costituire successioni appartenenti a sistemi deposizionali leggermente diacroni. L'analisi geometrica dei depositi in relazione alle strutture del substrato indica che tali sedimenti sono stati variamente interessati dalla tettonica tardo-pleistocenica, e generalmente sono tagliati verso mare dalle faglie normali che controllano la morfologia sia della costa tirrenica che di quella ionica.

Lungo la sponda messinese, sono state riconosciute due sequenze conglomeratiche. Quella inferiore, denominata "conglomerati di Allume", è costituita da conglomerati e da sabbie rossastri in appoggio discordante sul substrato e/o sull'unità filladica. I conglomerati sono poligenici, con clasti eterometrici subarrotondati, filladice e quarzatici e subordinatamente arenitici e carbonatici, in matrice sabbiosa, a diagenizzazione variabilee raggiungono uno spessore massimo di circa 150 m. La sequenza superiore, Ghiaie e Sabbie di Messina, è caratterizzata da sabbie e ghiaie grigio-giallastre o rossastre nei livelli più alti, con abbondante matrice. I clasti, prevalentemente cristallini, da subarrotondati ad appiattiti, spesso embriciati, hanno dimensioni da centimetriche a metriche; sono inoltre presenti livelli e lembi di sabbie fini e silt quarzosi.

Nel settore ionico, su entrambi i versanti dello Stretto di Messina, la formazione affiora con continuità e buona potenza, ed è caratterizzata da stratificazione ad alto angolo, con valori medi di inclinazione di 20°-25° verso lo Stretto, via via più bassi nella parte alta.

Sulle Ghiaie e Sabbie di Messina poggiano i depositi dei terrazzi marini, costituiti da ghiaie poligeniche ed eterometriche, brune o giallastre a clasti prevalentemente arrotondati, di diametro da 2 a 30 cm, con matrice argilloso-sabbiosa scarsa, alternate a rari sottili livelli di sabbie argillose rossastre, di sabbie ciottolose supportate da matrice argilloso-terrosa, massive o leggermente stratoidi e di limi argillosi rossastri a stratificazione poco evidente. Lo spessore, generalmente modesto, raggiunge la potenza massima di 5 m.

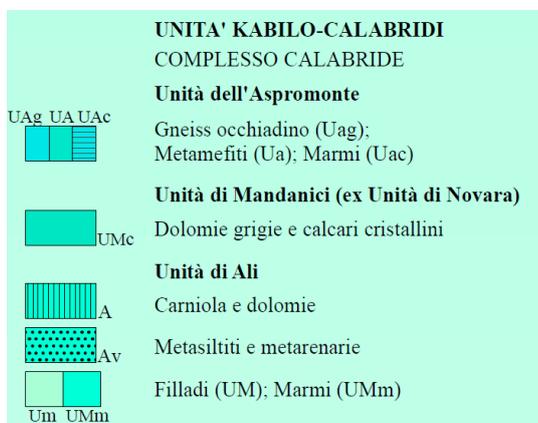


	a	Alluvioni attuali
	ar	Alluvioni recenti
	v	Vulcaniti
	tf	Terrazzi fluviali
	tm	Terrazzi marini
	Qg	Ghiaie e sabbie di Messina
	Qgi	Conglomerati di Allume

**COPERTURA TARDOROGENE POST-COLLISIONALI**

	Qc	Calcareniti a stratificazione incrociata (PQ).
	Qa	Argille marnose grigio-azzurre (Qa).
	Q	Conglomerato (Qc) - Calcareniti (Q)
	Qs	Sabbie (Qs)
	PQ	
	P	Alternanza marne e sabbie
	Pi	"Trubi": marne e calcari marnosi

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM –          IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		<b>Rev.00 del          01/03/2021</b>	<b>Pag. 19 a 76</b>



**Figura 6: Stralcio Carta Geologica della Provincia di Messina (Piano Territoriale Paesaggistico, Tavola 3-Geologia, da F. Lentini - S. Catalano - S. Carbone, (S.EL.CA. - Firenze, 1999)**

## 4. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

### 4.1. GEOMORFOLOGIA DELL'AREA DI PROGETTO

La morfologia dell'area è largamente dominata dall'elemento fisiografico di ordine maggiore presente nell'intero settore, ovvero lo Stretto di Messina. Tale elemento morfostrutturale è costituito da una fossa tettonica (*graben*), delimitata da segmenti di faglia di tipo normale, in parte con componenti di trascorrenza, che ribassano profondamente l'area dello stretto rispetto agli alti strutturali che lo bordano, ovvero la catena dei Monti Peloritani verso ovest e i rilievi aspo montani verso est. Molti di questi lineamenti tettonici, individuati sia nel tratto emerso sia nei tratti sommersi, sono attivi e capaci e costituiscono aree fortemente sismogeniche, generatrici di terremoti fra i più forti della storia italiana, come il terremoto del 1908, comunemente noto come terremoto di "Reggio e Messina". Il rapido sollevamento delle catene ha generato amplissimi cunei clastici, che riempiono in parte il truogolo sedimentario che si forma nella parte interna della fossa tettonica.

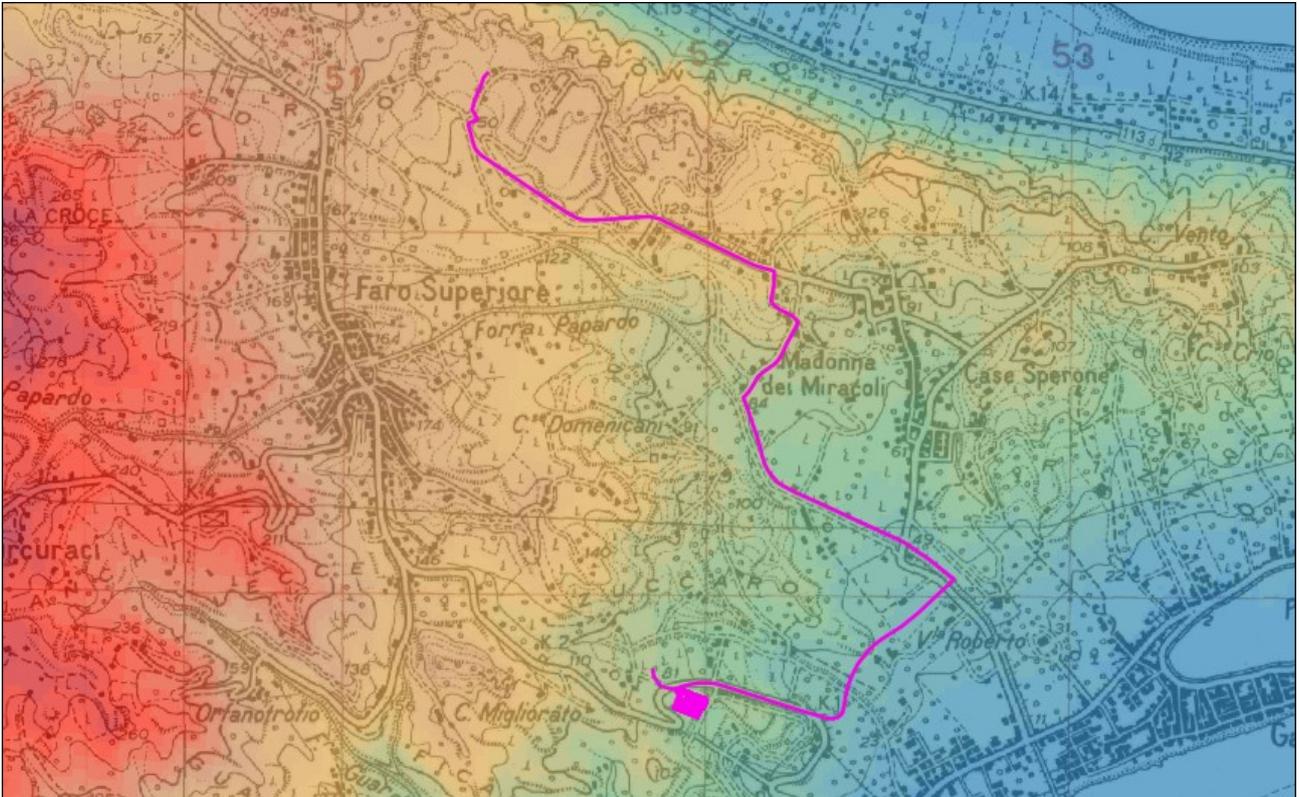
Tale elemento fisiografico maggiore conferisce l'aspetto generale, ad ampia scala, mentre altri fattori morfogenici controllano l'evoluzione morfologica a media e piccola scala. Due fattori contribuiscono in maniera sensibile all'attuale assetto: le variazioni eustatiche quaternarie dovute agli eventi glaciali e l'azione fluvio-denudazionale. L'azione glacio-eustatica ha causato diversi cicli di variazione delle linee di riva, con la conseguente variazione del livello di base dell'erosione e formazione di terrazzi marini a varie quote. Sono attualmente presenti un gran numero di superfici terrazzate, discontinue, sotto forma di lembi relitti. L'azione oggi più evidente è quella fluvio-

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM –  IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 20 a 76

denudazionale, che si estrinseca attraverso fiumi e torrenti, interessati prevalentemente da meccanismi di approfondimento dell'alveo (*deepning*), conseguenza degli elevati tassi di sollevamento regionale che si registrano nell'area. Tali aste fluviale prendono il nome, come sul versante calabrese, di Fiumare; si tratta di aste caratterizzate in genere da lunghezza contenuta, elevata pendenza, notevole capacità di trasporto solido, valle *v-shaped* e *floodplain* sovralluvionato. Il regime idraulico è caratterizzato da marcata differenza fra portata di piena (legata ad eventi pluviometrici intensi) e portata di magra, che può essere nulla in superficie per lunghi periodi dell'anno (la circolazione avviene però all'interno del materasso alluvionale, in sotterraneo). Le fiumare più prossime sono la Fiumara di Curcuraci e la Fiumara della Guardia. La piana litorale si presenta piuttosto stretta, sia per la mancanza di reticolo idrografico ben sviluppato nel retroterra, sia a causa della presenza delle forti correnti esistenti nell'area dello stretto. I fenomeni gravitativi, pur presenti, rivestono un ruolo piuttosto marginale in termini di morfogenesi.

Un elemento particolare è rappresentato dai laghi di Ganzirri: si tratta di laghi costieri originatisi a seguito delle dinamiche delle correnti costiere, che hanno generato due bacini chiusi nell'area retrolitorale, il Pantano Grande e il Pantano Piccolo, collegati al mare tramite modesti collegamenti. Attualmente la dinamica naturale di evoluzione dei laghetti costieri è vincolata alla presenza di una fitta antropizzazione, che ha irrigidito sia le sponde lacuali sia la linea di costa, impedendo la naturale interazione fra mare e bacino lacustre. L'irrigidimento e l'antropizzazione sono maggiori per il Pantano Grande.

Di seguito si riporta una elaborazione in ambiente GIS in cui viene riportata in falsi colori la quota, ricavata dal Modello Digitale del Terreno (DTM) del Geoportale Nazionale con passo 20 m, con curve di livello ad equidistanza 10 m e relative etichette: è possibile osservare come gli alti morfologici siano posti a ovest dell'area di progetto, mentre verso est si nota l'ampliamento della piana costiera che ospita i laghi di Ganzirri. Il tracciato del cavidotto risale di quota per raggiungere la Centrale Snam Rete Gas di Faro superiore, posta in corrispondenza di un ampio terrazzo marino. A nord dell'area della stazione è posta l'ampia scarpata, segnata da elevate pendenze, che conduce alla piana costiera.



**Figura 7 – Sovrapposizione fra carta in scala 1:25000 e DTM (passo 20 m) in falsi colori. Tematismi tratti dal Geoportale Nazionale; elementi di progetto in magenta.**

L'area posta verso est è anche quella che mostra le minori pendenze, che si accentuano notevolmente nel settore a sud-ovest dell'area di progetto, dove sono presenti scarpate morfologiche legate prevalentemente alla tettonica, poiché sono poste in corrispondenza di lineamenti riportati con faglie capaci e all'azione erosiva della fiumara di Curcuraci. Di seguito si riporta uno stralcio della carta delle pendenze, estrapolate in ambiente GIS dal modello altimetrico del DTM del GeoPortale Nazionale.



**Figura 8: Sovrapposizione fra carta in scala 1:25000 e Carta delle pendenze (ricavata dal DTM passo 20 m) in falsi colori. Tematismi tratti dal Geoportale Nazionale. Si riconosce molto bene l'ampia scarpata posta a nord della Centrale Snam Rete Gas di Faro Superiore.**

## **5. VINCOLI TERRITORIALI**

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (in seguito denominato PAI), del D.L. 279/2000, convertito con modificazioni della L. 365/2000, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, gli interventi e le norme d'uso riguardanti la difesa del rischio idrogeologico del territorio siciliano.

Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'ABR adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana, all'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo di inondazione e all'assetto della costa, relativo alla dinamica delle linee di rive e al pericolo dell'erosione costiera.

Vengono definite (vedi relazione generale, art.2-Definizioni), n°5 categoria di elementi a rischio:

- E4: Centri abitati - Edifici pubblici di rilevante importanza (es. scuole, chiese, ospedali, ecc.).

 T E R N A   G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 23 a 76

- E3: Nuclei abitati - Ferrovie - Viabilità primaria e vie di fuga – Aree di protezione civile (attesa, ricovero e ammassamento) - Reti e infrastrutture tecnologiche di primaria importanza (reti elettriche, gasdotti, discariche...) - Beni culturali, architettonici e archeologici sottoposti a vincolo ai sensi del D.L.vo 490/99.- Insediamenti industriali e artigianali - Impianti D.P.R. 175/88.
- E2: Reti e infrastrutture tecnologiche di secondaria importanza e/o a servizio di ambiti territoriali ristretti (acquedotti, fognature, reti elettriche, telefoniche, depuratori...) - Viabilità secondaria (strade provinciali e comunali che non rappresentino vie di fuga) - Insediamenti agricoli ad alta tecnologia – Aree naturali protette, aree sottoposte a vincolo ai sensi del D. L.vo 490/99.E1.
- E1: Case sparse - Impianti sportivi e ricreativi - Cimiteri - Insediamenti agricoli a bassa tecnologia - Insediamenti zootecnici.

Per ciascuna categoria di rischio (rischio di frana – rischio di inondazione), vengono definiti quattro livelli di rischio:

- R4: rischio molto elevato (per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socioeconomiche)
- R3: rischio elevato (per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale)
- R2: rischio medio (per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche)
- R1: rischio moderato (per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali)

Per pericolosità si intende la probabilità che si realizzino condizioni di accadimento dell'evento calamitoso in una data area; nel presente P.A.I. vengono distinte la pericolosità geomorfologica e la pericolosità idraulica:

a) pericolosità geomorfologica: è riferita a fenomeni di dissesto in atto e non riguarda quindi la pericolosità di aree non interessate da dissesto (propensione al dissesto);

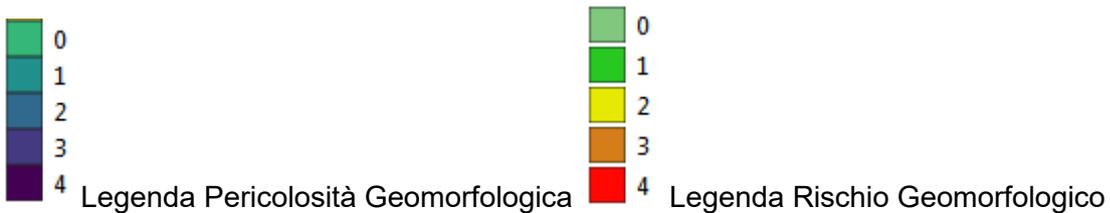
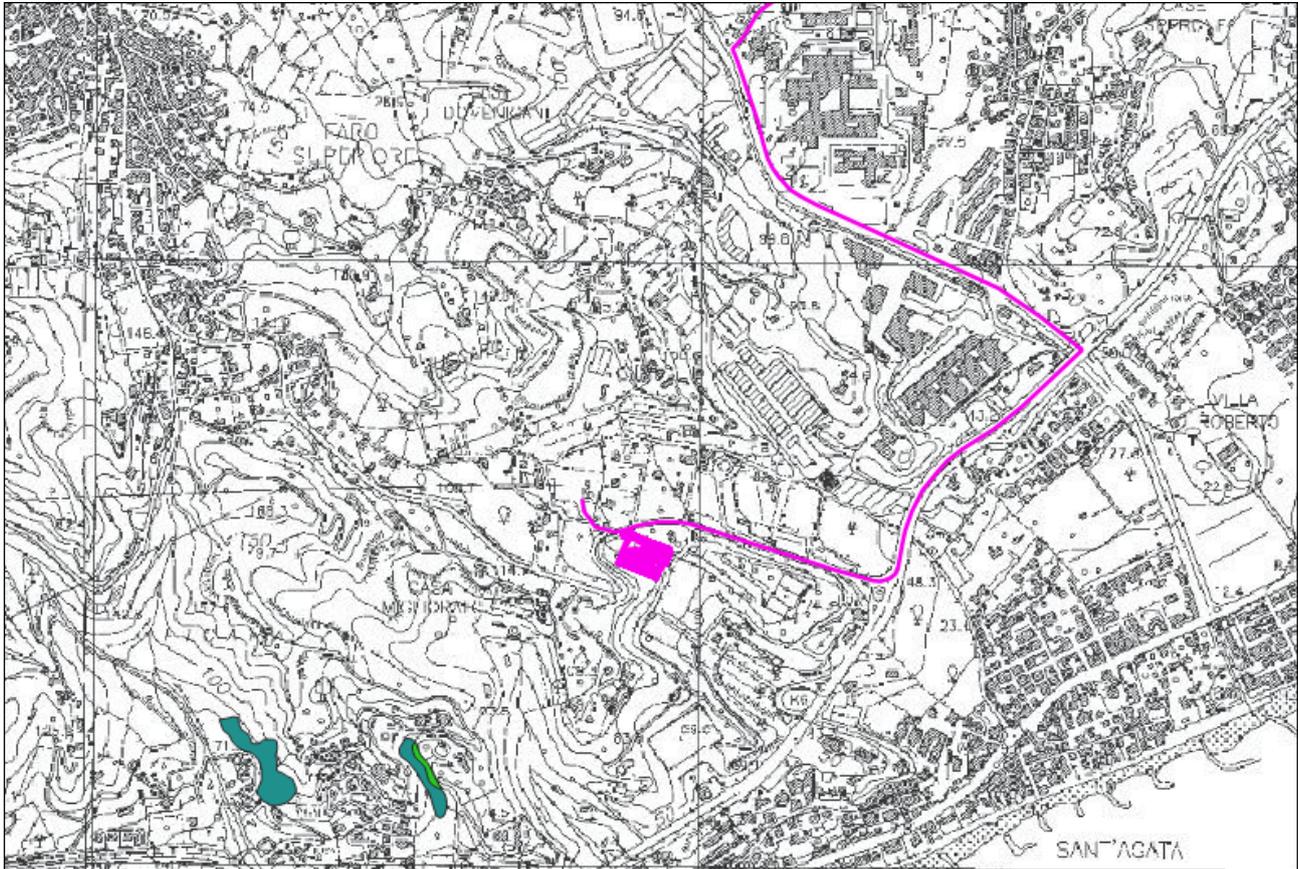
 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 24 a 76

b) pericolosità idraulica: è correlata con la probabilità annua di superamento di una portata di riferimento (portata di piena), valutata in funzione di uno specifico tempo di ritorno (numero di anni in cui la portata di piena viene eguagliata o superata in media una sola volta).

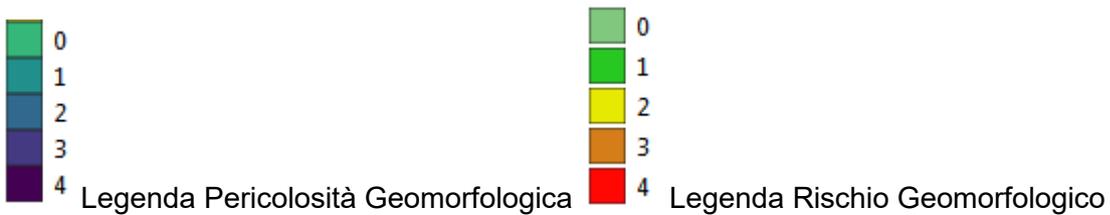
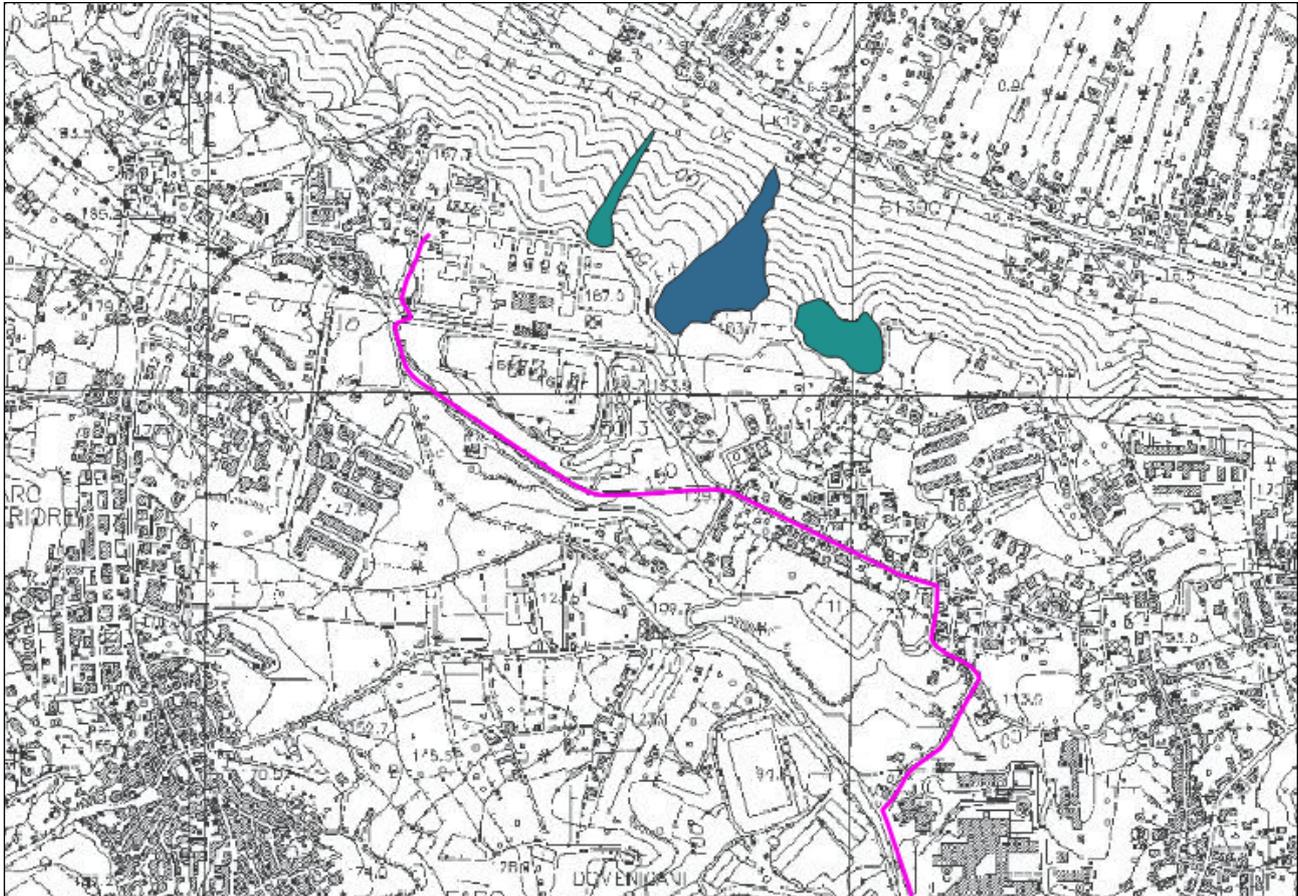
La pericolosità idraulica è quindi correlata all'inverso del tempo di ritorno di una portata di piena e, se disponibile, al relativo tirante idrico. L'area di pericolosità idraulica è rappresentata dall'area di inondazione, relativa al tempo di ritorno di una portata di piena, conseguente all'esondazione di un corso d'acqua naturale o artificiale.

Sono inoltre previste aree definite nelle Carte del Rischio Idraulico come Siti di Attenzione (SA), per essi si legge (Art. 2-Relazione Generale PAI Regione Siciliana) “... *nel caso in cui nelle carte della pericolosità e del rischio siano presenti aree indicate come siti di attenzione, questi vanno intesi come aree su cui approfondire il livello di conoscenza delle condizioni geomorfologiche e/o idrauliche in relazione alla potenziale pericolosità e rischio e su cui comunque gli eventuali interventi dovranno essere preceduti da adeguate approfondite indagini*”.

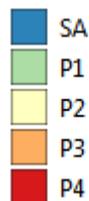
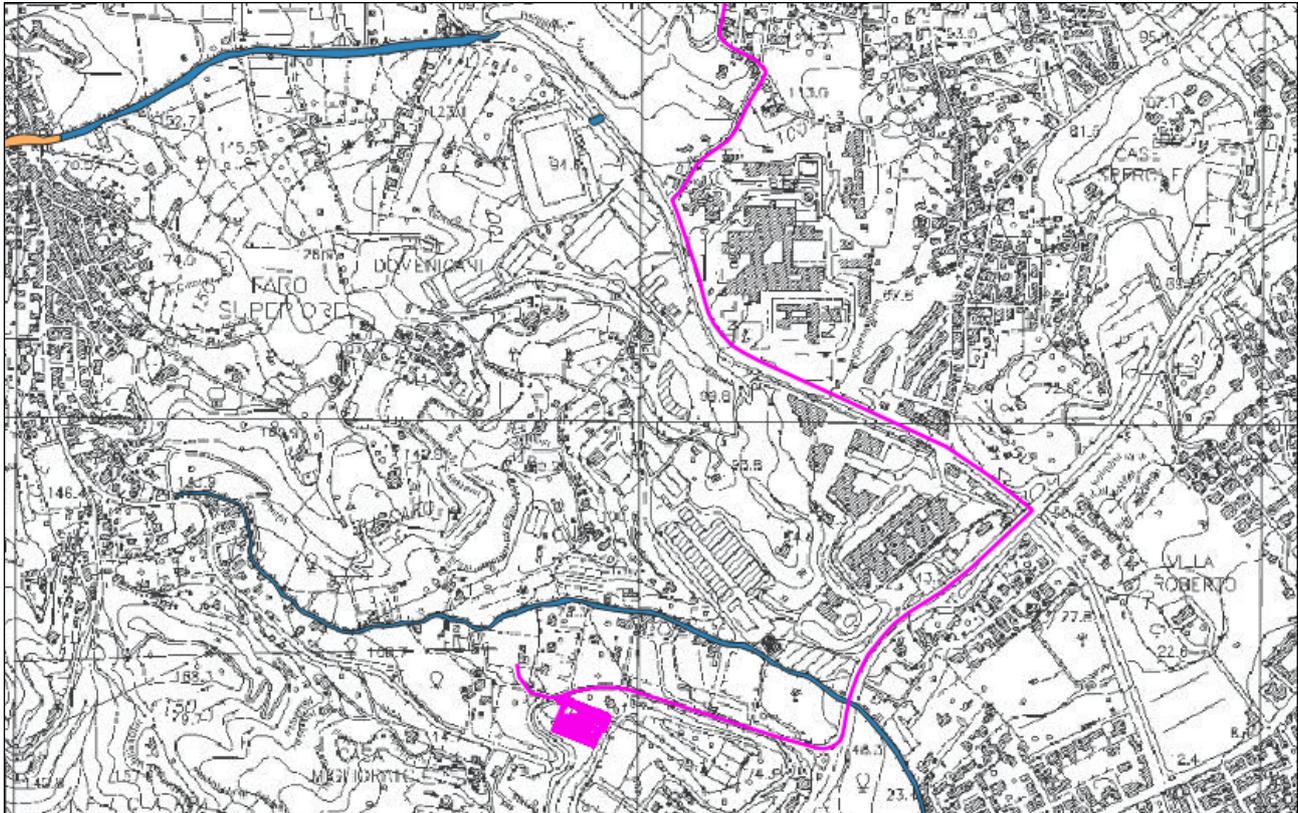
Si sottolinea che un sito di attenzione è attraversato dal cavidotto, ma che in quello specifico tratto viene posto in corrispondenza di una strada sopraelevata e quindi non interagente con l'alveo classificato come Sito di Attenzione.



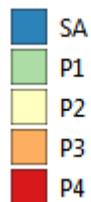
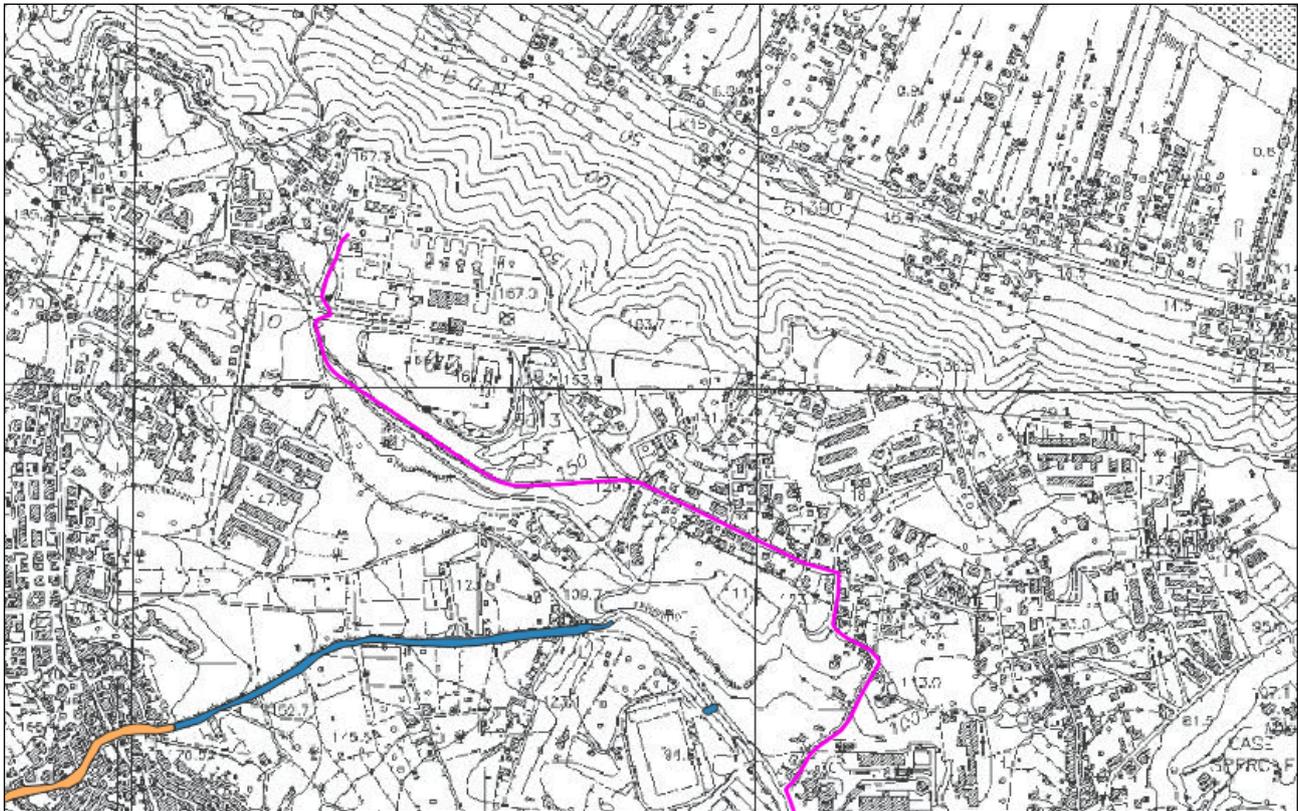
**Figura 9: Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico (<http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai>. Tavola Area territoriale tra il bacino del torrente Fiumedinisi e Capo Peloro (102) - CARTA DEI DISSESTI N° 02, tematismi vettorializzati). Area della Stazione di progetto. Si nota assenza di aree a rischio geomorfologico.**



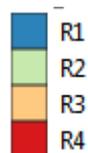
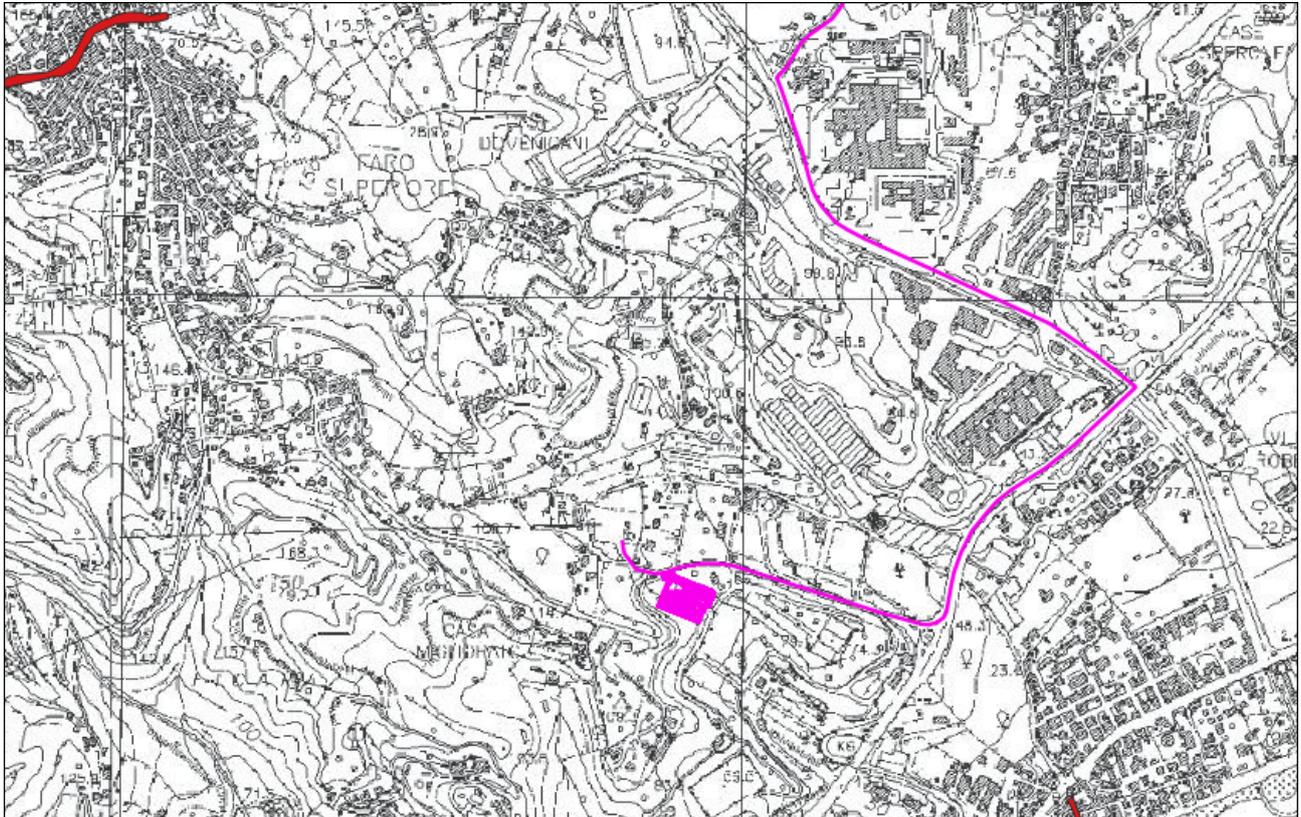
**Figura 10: Carta della Pericolosità e del Rischio Geomorfologico (<http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai>. Tavola Area Territoriale tra Capo Peloro e il bacino del Torrente Saponara (001) - CARTA DEI DISSESTI N° 02, tematismi vettorializzati). Area del cavidotto e della Centrale SNAM. Si nota assenza di aree a rischio geomorfologico.**



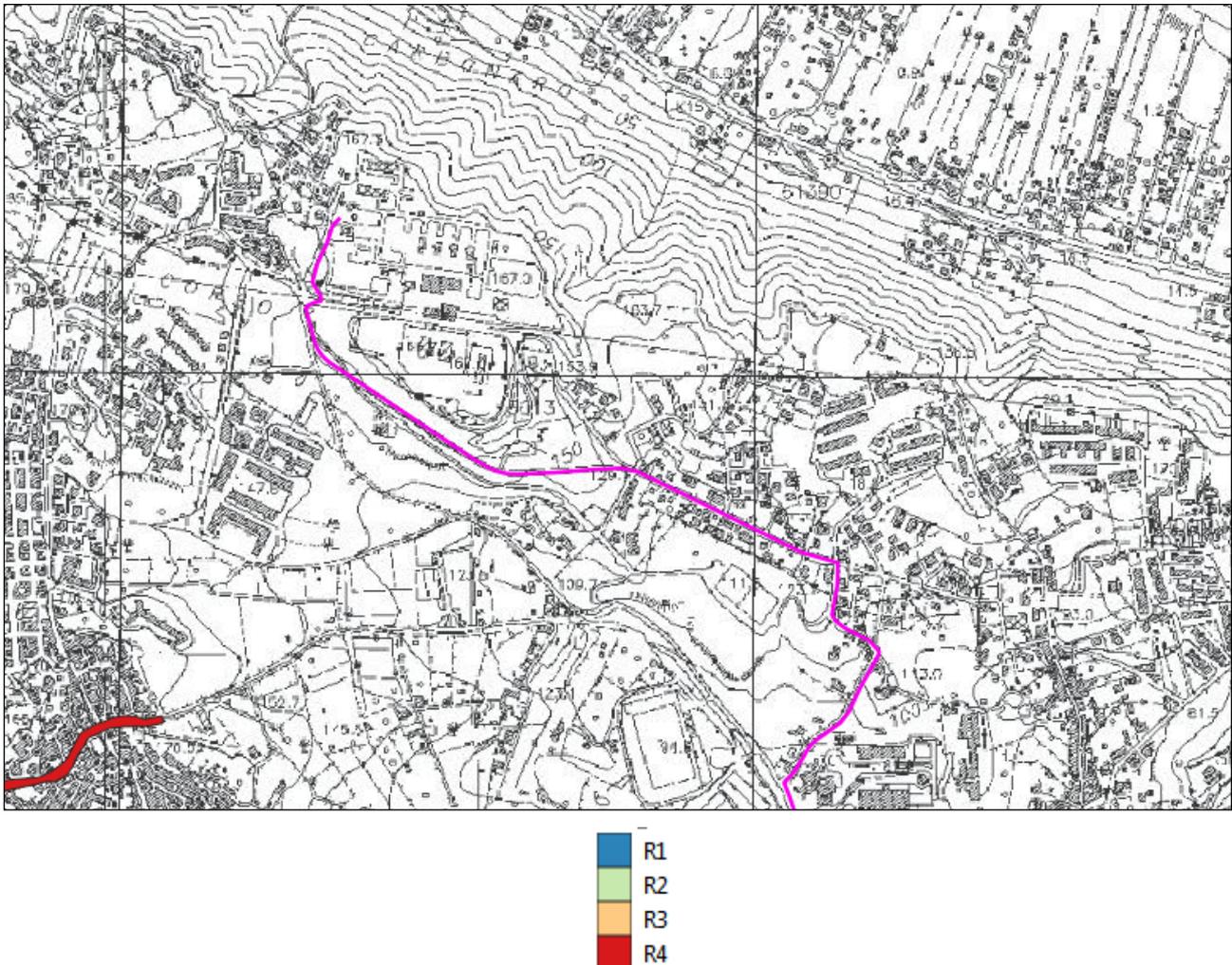
**Figura 11: Carta della pericolosità idraulica (<http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai>). Area territoriale tra il bacino del torrente Fiumedinisi e Capo Peloro (102) - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE N° 02). Area della stazione di progetto. È possibile osservare che un tratto del cavidotto interessa un sito di attenzione (SA della Legenda), ma in quel tratto il cavidotto è posto su strada sopraelevata. Zona della Stazione di progetto.**



**Figura 12: Carta del Rischio idraulico (<http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai>. Area Territoriale tra Capo Peloro e il bacino del Torrente Saponara (001) - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE). Area del cavidotto e della Centrale SNAM. Si nota che in due punti il cavidotto non interessa aree a pericolosità idraulica.**



**Figura 13: Carta del Rischio idraulico (<http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai>) Area territoriale tra il bacino del torrente Fiumedinisi e Capo Peloro (102) - CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO PER FENOMENI DI ESONDAZIONE N° 02) Area della stazione di progetto.**



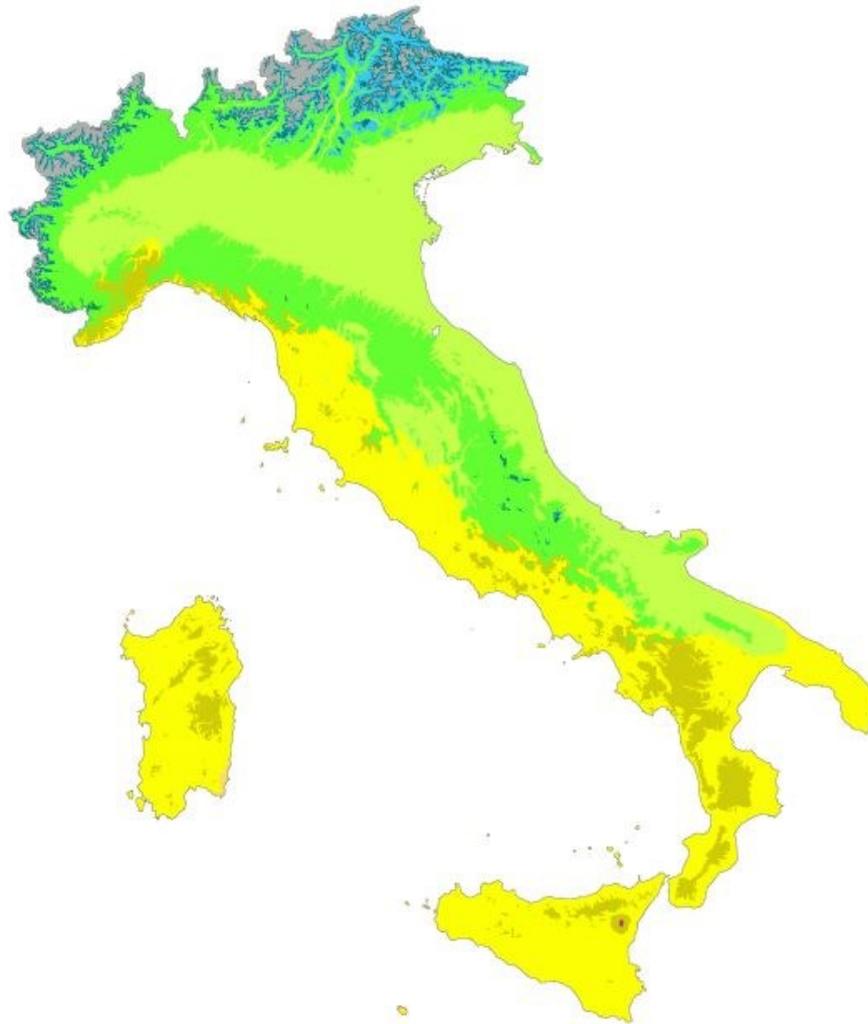
**Figura 14: Carta del Rischio idraulico (<http://www.sitr.regione.sicilia.it/pai>. Area Territoriale tra Capo Peloro e il bacino del Torrente Saponara (001) - CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE). Area della stazione di progetto. Area del cavidotto e della Centrale SNAM.**

## 6. IDROGEOLOGIA

### 6.1. CLIMA

L'area in esame presenta un tipico clima mediterraneo con inverno mite ed estate calda e con scarse precipitazioni, rientrando nella categoria di Köppen Csa, ovvero Clima Mediterraneo ad estate calda e secca.

## Köppen climate types of Italy



### Köppen climate type

EF (Ice-cap)	Cfb (Oceanic)
ET (Tundra)	Cfa (Humid subtropical)
Dfc (Subarctic)	Csb (Warm-summer mediterranean)
Dfb (Warm-summer humid continental)	Csa (Hot-summer mediterranean)
Dsc (Dry-summer subarctic)	BSk (Cold semi-arid)
Dsb (Warm-summer mediterranean continental)	BSh (Hot semi-arid)
Cfc (Subpolar oceanic)	

\*Isotherm used to separate temperate (C) and continental (D) climates is  $-3^{\circ}\text{C}$   
Data source: Climate types calculated from data from WorldClim.org

**Figura 15: – Classificazione climatica dell'Italia secondo il metodo di Köppen (fonte worldclim.org).**

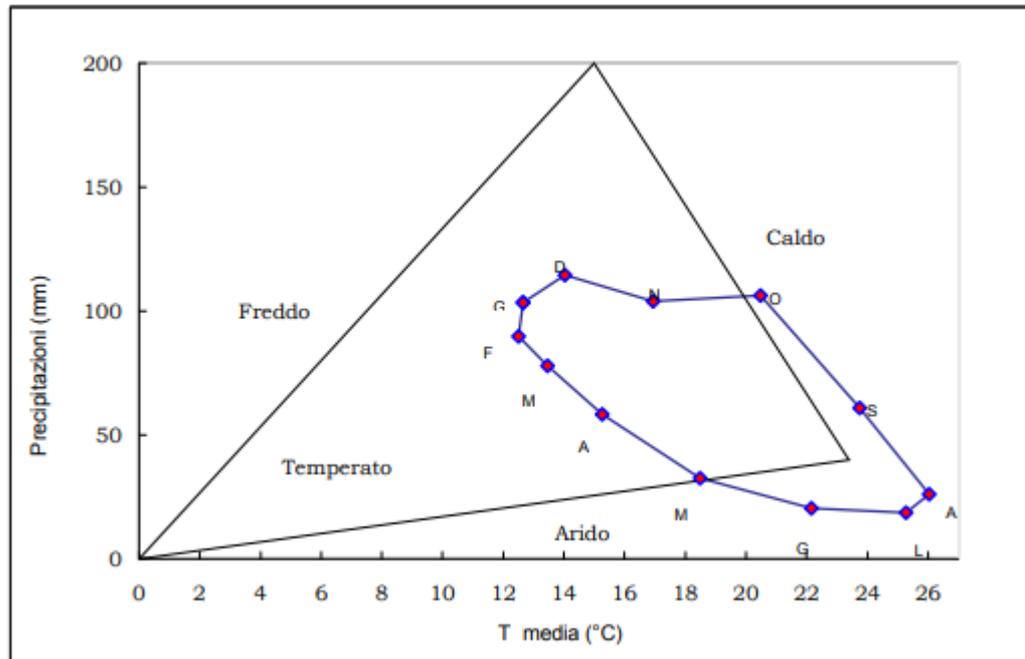
 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM –          IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 32 a 76

Per l'analisi climatica dell'area si può fare riferimento alla stazione di Ganzirri, situata a modesta distanza dall'area di progetto, per la quale sono disponibili anche le elaborazione climografiche, riportate nella pubblicazione Climatologia della Sicilia, disponibile on-line ([Temperature AG TP.xls \(regione.sicilia.it\)](#)) e di cui si riporta qualche estratto saliente.

**Ganzirri m 1 s.l.m.**

<i>mese</i>	<i>T max</i>	<i>T min</i>	<i>T med</i>	<i>P</i>
gennaio	15,0	10,1	12,6	97
febbraio	14,9	9,9	12,4	84
marzo	16,0	10,8	13,4	72
aprile	17,8	12,6	15,2	52
maggio	21,2	15,6	18,4	27
giugno	25,0	19,1	22,1	14
luglio	28,2	22,2	25,2	13
agosto	28,9	23,0	26,0	20
settembre	26,5	20,9	23,7	55
ottobre	23,0	17,8	20,4	100
novembre	19,4	14,3	16,9	98
dicembre	16,4	11,6	14,0	109

**Figura 16: Temperature massime minime e medie e distribuzione mensile. La pioggia si distribuisce in maniera sostanzialmente uniforme fra ottobre e gennaio (circa 100 mm/mese), per diminuire dapprima gradatamente e raggiungere i minimi a luglio e agosto. Fonte [Temperature AG TP.xls \(regione.sicilia.it\)](#)**



**Figura 17: Climogramma ottenuto dall'elaborazione dei dati precedenti; il regime è considerato arido per i mesi di giugno, luglio e agosto, caldo per settembre e ottobre, temperato per i restanti mesi dell'anno. Fonte [Temperature AG TP.xls \(regione.sicilia.it\)](http://regione.sicilia.it)**

Ganzirri m 1 s.l.m.

Valori assoluti

T max												
mese	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
min	13,5	14,4	14,9	14,8	18,8	21,6	24,8	24,4	22,5	20,0	17,5	11,8
5°	16,2	17,4	17,0	18,6	21,7	27,4	29,2	29,7	27,3	24,0	20,2	17,6
25°	17,6	18,0	18,3	20,6	24,1	28,5	31,5	31,0	28,5	26,1	22,6	19,0
50°	18,2	18,6	19,5	22,0	25,3	30,1	32,7	33,1	29,8	26,7	23,5	19,9
75°	20,5	20,1	21,2	23,6	26,9	31,2	34,0	34,5	30,4	28,6	24,4	20,7
95°	22,7	23,4	23,3	27,4	31,2	33,6	37,0	36,6	34,6	29,7	26,9	23,0
max	24,5	25,2	24,9	27,9	32,1	38,5	39,8	40,0	36,7	31,2	27,0	24,0
c.v.	12,1	11,1	10,8	13,1	12,1	9,3	8,4	8,6	8,8	8,0	9,0	11,2

T min												
mese	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
min	0,1	1,5	0,2	5,0	8,1	5,0	12,5	16,5	11,1	8,1	3,5	1,0
5°	1,3	2,6	2,8	6,1	8,7	12,9	15,8	17,5	13,1	8,6	5,3	4,5
25°	2,8	4,4	5,2	7,7	10,9	15,1	17,5	18,5	16,1	12,6	7,3	6,5
50°	5,4	5,5	7,0	8,8	11,8	16,0	18,9	19,9	17,0	13,8	9,0	7,4
75°	7,2	7,5	7,7	9,6	13,0	16,4	19,5	20,5	17,7	15,0	10,2	8,3
95°	10,1	9,4	9,6	11,0	14,2	17,6	21,1	23,2	19,5	16,0	12,8	10,4
max	10,5	12,0	12,2	11,9	15,9	20,0	22,6	25,0	22,5	17,2	13,5	11,9
c.v.	51	41	37,4	18,3	14,7	15,9	10,4	9,2	13,1	18,1	26,6	28,6

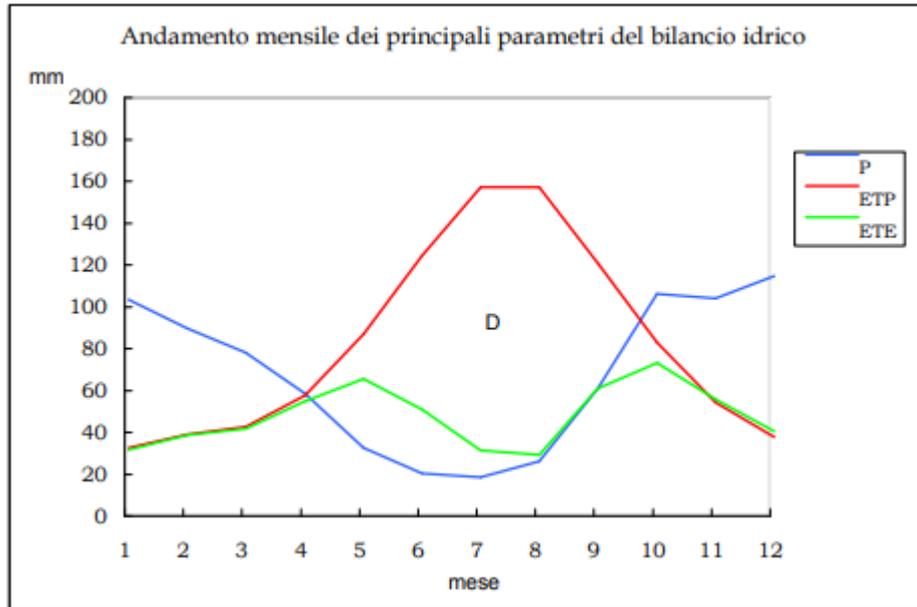
Figura 18: Tabella dei valori di temperature, dalle minime alle massime e valori espresso in percentile, suddivise per mensilità. Fonte [Temperature AG TP.xls \(regione.sicilia.it\)](#)

**Ganzirri** m 12 s.l.m.

Valori annuali

	P	ETP	D	S	n° mesi D	1° mese D
min	353	856	293	71	5	1
5°	463	867	317	84	5	1
25°	662	879	355	220	6	3
50°	734	901	402	263	7	4
75°	835	944	473	441	7	4
95°	1032	1059	559	586	9	5
max	1102	1116	654	646	11	5
c.v.	23	7	21	49	19	34

Figura 19: Tabella dei valori annuali di pioggia, evapotraspirazione, deficit e surplus idrico, espressi in minimi, massimi e percentili. Fonte [Temperature AG TP.xls \(regione.sicilia.it\)](#)



**Figura 20: Grafico dei valori annuali di pioggia ed evapotraspirazione, potenziale ed effettiva, da cui è possibile osservare il forte deficit idrico potenziale del periodo estivo, ma che si traduce in un deficit effettivo più contenuto. Fonte [Temperature AG TP.xls \(regione.sicilia.it\)](#)**

Le elaborazioni appena riportate mostrano quindi un quadro pienamente con la classificazione generale di Koppen, con valori di pioggia media (50° percentile) di 734 mm, ma con fluttuazioni annuali rilevanti, da un minimo di 353 a un massimo di 1102 mm, mentre le temperature massime non mostrano picchi estremi a causa dell'azione marina, che contiene i picchi di calore.

## 6.2. ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

L'assetto idrogeologico locale è stato studiato con una certa attenzione nell'ambito del progetto del Ponte sullo Stretto di Messina. La Società Stretto di Messina, concessionario per la progettazione dell'opera, ha infatti presentato una carta idrogeologica dell'area di interesse progettuale del Ponte e delle opere accessorie, che ricadono nella zona di interesse della progettazione del presente studio geologico. Gli atti sono pubblici e consultabili alla pagina dedicata sul sito del Ministero dell'Ambiente nell'ambito della procedura di VIA ([Sicilia - Carta idrogeologica - fg 1/3 - Metadato - Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali - VAS - VIA - AIA \(minambiente.it\)](#)).

Facendo quindi riferimento al citato documento, che è stato georiferito per la sovrapposizione con il layout di progetto, si può affermare che l'area terminale del promontorio dei Monti Peloritani

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM –  IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 36 a 76

costituisce anche un displuvio sotterraneo della falda profonda. Le linee di deflusso profondo corrono grosso modo parallele alle linee di costa tirrenica e ionica, con deboli complicazioni locali. Una linea principale di deflusso corre verso nord, immediatamente a est dell'area della Centrale SNAM Rete Gas. Le isopieze, ricostruite grazie all'esecuzione di un certo numero di piezometri, corrono a quote variabili da 2 a 4 m e indicano un gradiente piezometrico da basso a molto basso, con una soggiacenza molto elevata, variabile in funzione dell'elevazione topografica e che nelle zone più a monte supera i 180 m.

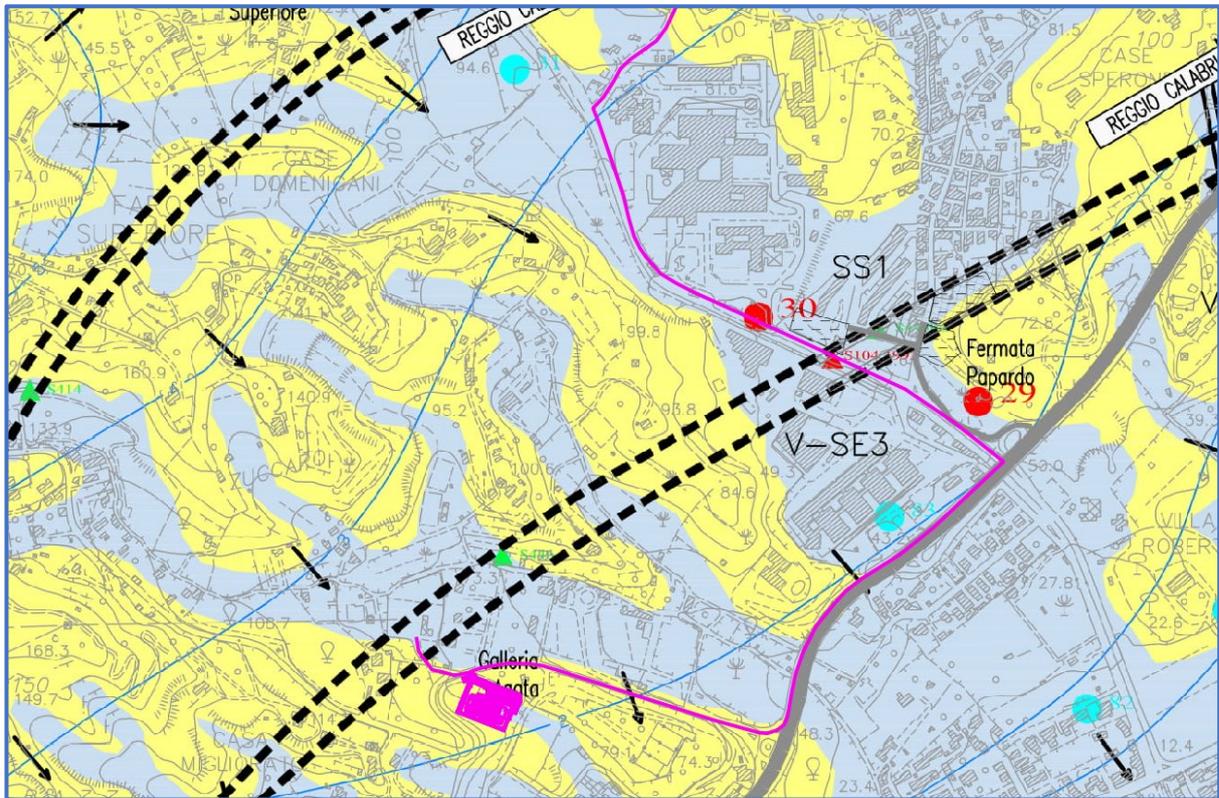
Sostanzialmente l'area risulta caratterizzata da due complessi acquiferi, mentre ulteriori complessi sono presenti verso ovest e sud-ovest, dove affiorano terreni con caratteristiche molto differenti sia in termini litologici, sia in termini di risposta idrogeologica:

➤ **Complesso dei detriti olocenici**

Costituito da terreni della piana costiera, dai depositi eluvio-colluviali, dai depositi fluviali attuali. Acquifero freatico a porosità primaria, singenetica, con trasmissività da media ad alta in funzione dello spessore del deposito. Permeabilità da alta a molto alta. Possibile ingressione del cuneo salino nei tratti litorali.

➤ **Complesso dei depositi pleistocenici ghiaioso-sabbiosi**

Costituito da depositi dei terrazzi marini pleistocenici, dai terreni della Formazione dei Conglomerati di Allume e delle Ghiaie e Sabbie di Messina. Acquifero in parte freatico e in parte complesso a causa delle frequenti eteropie di facies, con formazione di frequenti e modeste falde effimere a varie quote stratigrafiche. La trasmissività e quindi la produttività dell'acquifero sono estremamente variabili. Porosità primaria, permeabilità alta.



**Figura 21: Stralcio Carta Idrogeologica progetto Ponte sullo Stretto di Messina (fonte [Sicilia - Carta idrogeologica - fg 1/3 - Metadato - Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali - VAS - VIA - AIA \(minambiente.it\)](#)) Area della Stazione di progetto.**

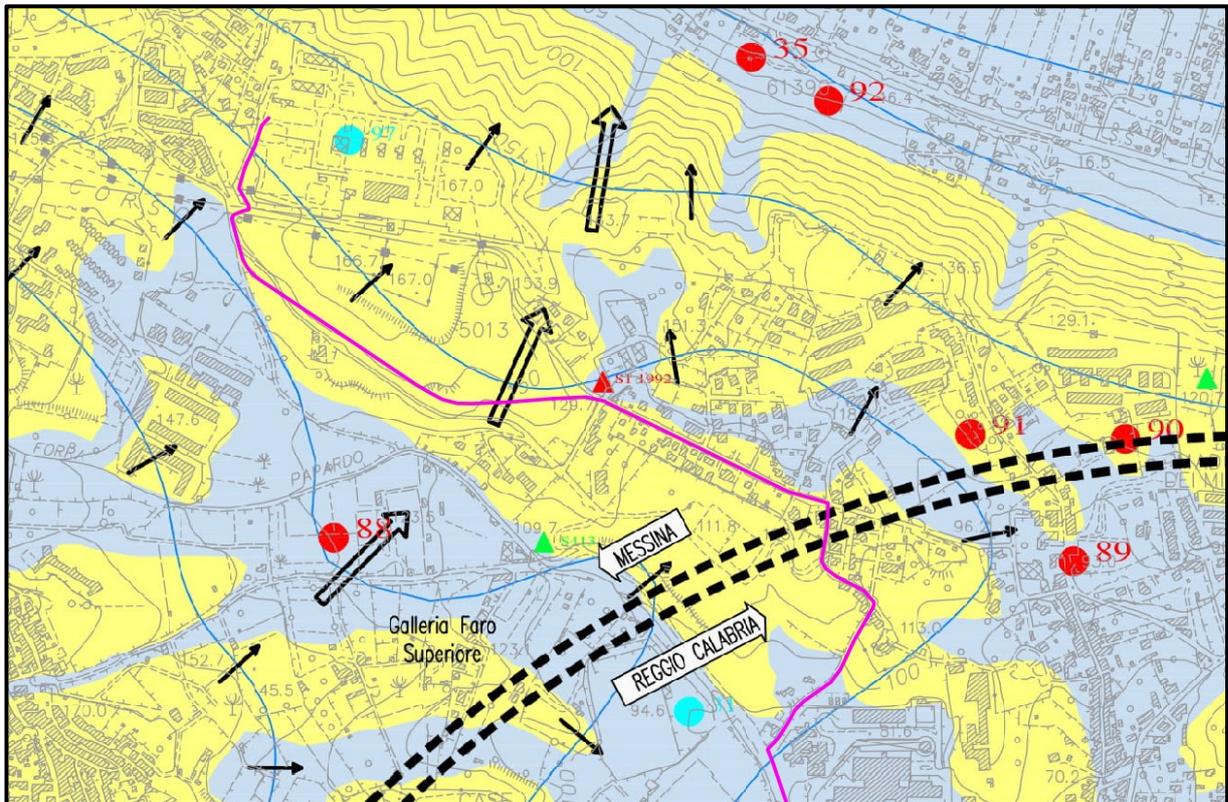
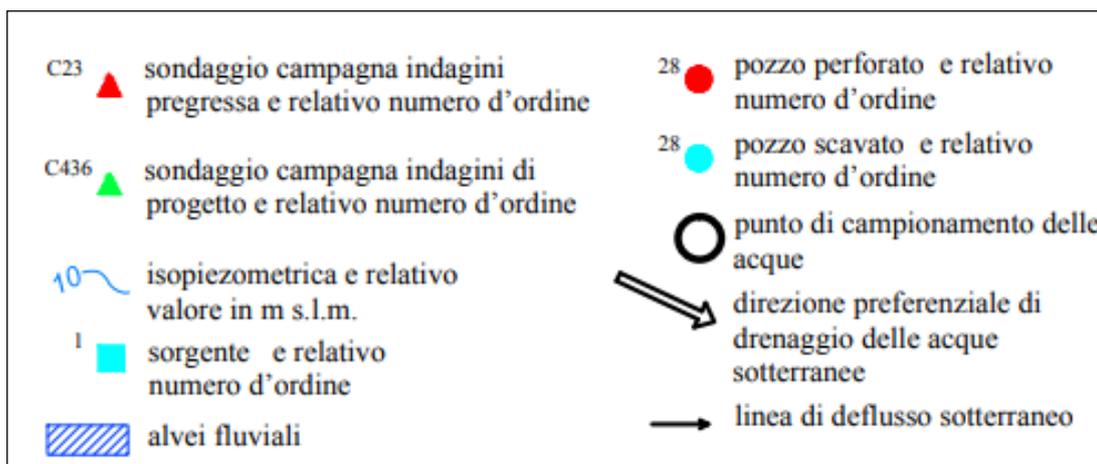


Figura 22: Stralci Carta Idrogeologica progetto Ponte sullo Stretto di Messina (fonte [Sicilia - Carta idrogeologica - fg 1/3 - Metadato - Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali - VAS - VIA - AIA \(minambiente.it\)](#)) Area del cavidotto e della Centrale SNAM Rete Gas.



COMPLESSI IDROGEOLOGICI VERSANTE SICILIA	
	<p><b>COMPLESSO DEI SEDIMENTI DETRITICI (OLOCENE)</b> Depositi alluvionali attuali e recenti dei corsi d'acqua e delle piane costiere. <i>Acquifero:</i> di primario interesse idrogeologico per apprezzabile produttività, seppure variabile in relazione allo spessore e al contenuto di frazione fine.</p>
	<p><b>COMPLESSO DEI SEDIMENTI SABBIOSO-GHIAIOSI (PLEISTOCENE)</b> a) alluvioni terrazzate e terrazzi marini; b) sabbie e ghiaie con matrice siltosa e livelli di ciottoli; <i>Acquiferi:</i> a) di scarso interesse idrogeologico per il limitato spessore e la ridotta estensione; b) di secondario interesse idrogeologico, nonostante la notevole estensione e il consistente spessore, a causa dell'accentuata anisotropia che condiziona la continuità del deflusso sotterraneo e conseguentemente la produttività, frequente presenza di effimere falde sospese.</p>
	<p><b>COMPLESSO CALCARENITICO- SABBIOSO (PLEISTOCENE MEDIO)</b> Calcareniti organogene e sabbie siltose. <i>Acquifero:</i> di apprezzabile interesse idrogeologico dipendente dall'estensione e continuità del litotipo.</p>
	<p><b>COMPLESSO EVAPORITICO- CLASTICO E SEDIMENTI MARNOSO CALCAREI (PLIOCENE- TORTONIANO)</b> a) Marne e calcari marnosi; b) calcare evaporitico brecciato; c) argille gessose. <i>Acquiferi:</i> b) di limitato interesse idrogeologico per l'elevata discontinuità e il ridotto spessore del deposito; a), c) ruolo idrogeologico di <i>acquiclude</i>, con effetto di sostegno di corpi idrici contenuti negli acquiferi soprastanti e di confinamento in quelli sottostanti.</p>
	<p><b>COMPLESSO CONGLOMERATICO-ARENACEO- SABBIOSO (MIOCENE MEDIO- SUPERIORE)</b> a) conglomerati e sabbie; b) argille sabbiose e elim. <i>Acquiferi:</i> a) di modesto interesse idrogeologico, seppure caratterizzato da notevole variabilità della circolazione idrica, localmente collegata alle discontinuità tettoniche; b) ruolo idrogeologico di <i>acquiclude</i>, con effetto di sostegno dei corpi idrici contenuti negli acquiferi soprastanti e di confinamento in quelli sottostanti. Gneiss occhiadini, paragneiss biotitici e micascisti.</p>
	<p><b>COMPLESSO METAMORFICO (PRE CARBONIFERO- PERMIANO)</b> <i>Acquifero:</i> di limitato interesse idrogeologico, sede di circolazione idrica discontinua nelle coperture detritiche e nelle zone di maggiore fratturazione tettonica.</p>

Figura 23: **Complessi idrogeologici.** ([Sicilia - Carta idrogeologica - fq 1/3 - Metadato - Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali - VAS - VIA - AIA \(minambiente.it\)](#))

GRADO DI PERMEABILITÀ RELATIVA*			
I	II	III	IV
			
			
			
			
			
			
			
			
			
			

**Depositi alluvionali attuali e recenti.** Ghiaie eterometriche a clasti cristallino-metamorfici frammisti a sabbie limose degli alvei dei corsi d'acqua e delle piane costiere.  
Permeabilità per porosità ( $K = 10^3 - 10^6$  m/s)

**Depositi marini terrazzati.** Sabbie, limi e ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa.  
Permeabilità per porosità ( $K = 10^3 - 10^4$  m/s)

**Ghiaie e sabbie di Messina.** Sabbie e ghiaie grigio-giallastre o rossastre con matrice siltosa talora abbondante, livelli di sabbie fini assieme a banchi di ciottoli, scarsamente cementati.  
Permeabilità per porosità ( $K = 10^3 - 10^6$  m/s)

**Calcareniti di S. Corrado.** Calcareniti organogene giallo-brune con sottili livelli sabbioso-siltosi; alla base è presente un livello di breccia di Trubi, arenarie e metamorfiti, immersi in argilla sabbiosa.  
Permeabilità principalmente per porosità ( $K = 10^3 - 10^7$  m/s)

**Trubi.** Marne e calcari marnosi bianco crema con intercalazioni di lenti sabbiose e conglomeratiche.  
Permeabilità per porosità ( $K = 10^7 - 10^9$  m/s)

**Calcareniti di S. Corrado.** Calcareniti organogene giallo-brune con sottili livelli sabbioso-siltosi; alla base è presente un livello di breccia di Trubi, arenarie e metamorfiti, immersi in argilla sabbiosa.  
Permeabilità principalmente per porosità ( $K = 10^3 - 10^7$  m/s)

**Trubi.** Marne e calcari marnosi bianco crema con intercalazioni di lenti sabbiose e conglomeratiche.  
Permeabilità per porosità ( $K = 10^7 - 10^9$  m/s)

**Serie gessoso solfifera.** Calcere evaporitico brecciato biancastro alternato a laminiti marnose e gessareniti (a), argille e argilliti verdastre con inclusi clasti di gesso e lenti di gessareniti (b).  
Permeabilità per porosità ( $K = 10^3 - 10^8$  m/s) (a), ( $K = 10^7 - 10^9$  m/s) (b).

**Formazione di San Pier Niceto.** Conglomerati a clasti eterometrici di natura cristallina in abbondante matrice sabbiosa, da poco a ben cementati (a), limi e argille limose grigie con intercalazioni arenacee e livelli torbosi (b).  
Permeabilità per porosità e per fessurazione ( $K = 10^3 - 10^7$  m/s) (a), ( $K = 10^2 - 10^7$  m/s) (b).

**Metamorfiti dell'Unità dell'Aspromonte.** Gneiss occhadini e paragneiss biotitici grigi a tessitura massiva e micascisti grigio- scuri a tessitura fortemente scistosa.  
Permeabilità per fessurazione generalmente bassa collegata alle discontinuità tettoniche, per porosità nelle coltri di alterazione superficiale. ( $K = 10^7 - 10^8$  m/s).

\* I = alto; II = medio-alto; III = medio-basso; IV = basso-molto basso

**Figura 24: Legenda Carta Idrogeologica (Sicilia - Carta idrogeologica - fg 1/3 - Metadato - Valutazioni e Autorizzazioni Ambientali - VAS - VIA - AIA (minambiente.it))**

## 7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nella presente fase progettuale non sono disponibili indagini geognostiche, che sono demandate ad una fase successiva.

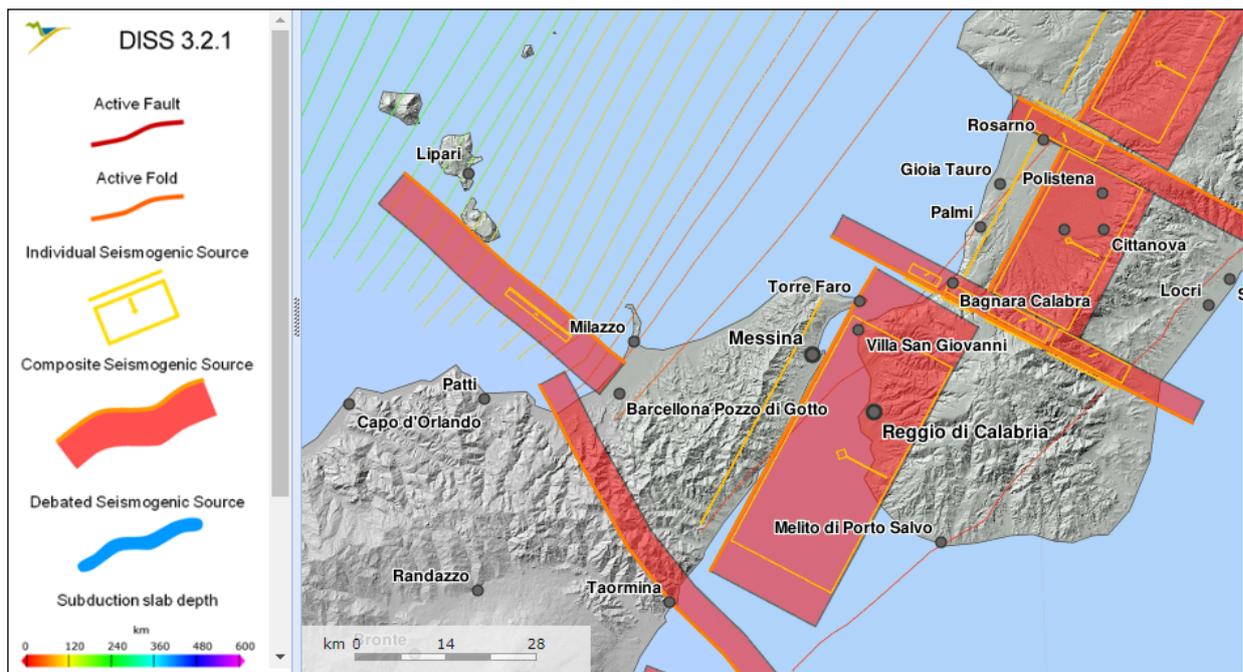
## 8. CARATTERISTICHE SISMICHE GENERALI

### 8.1. SISMICITÀ E TETTONICA ATTIVA

La sismicità di questo territorio è associata a strutture sismogenetiche costituite da un sistema di faglie normali che ribassano l'area dello Stretto di Messina rispetto agli alti strutturali dei Peloritani e dell'Aspromonte; sono quindi presenti un gran numero di segmenti di faglia e di sorgenti sismogeniche, non tutte di chiara interpretazione cinematica e geometrica. Si ricorda che l'area è una delle più sismiche d'Italia, teatro di terremoti distruttivi, fra i più forti della storia d'Italia e risente fortemente dei sismi siciliani e calabresi.

#### 8.1.1. LE SORGENTI SISMOGENETICHE

Il primo passo per la definizione dell'azione sismica è quella di individuare le "sorgenti sismiche capaci" caratterizzanti l'area di studio. Per il presente studio si è fatto riferimento al DISS 3.2.1 (Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy) che individua per l'area oggetto del presente studio le sorgenti sismogenetiche.



**Figura 25 - Le Sorgenti Sismogenetiche della Sicilia contenute nella nuova versione del "Database of Potential Sources for Earthquakes larger than M 5.5 in Italy"; per l'ubicazione dell'area in esame**

Le aree sismogeniche che possono produrre un risentimento sismico rilevante sono le seguenti: Messina Straits, Aspromonte-Peloritani, Patti-Giardini, Bagnara-Bovalino, Gioia Tauro Plain, Gioia Tauro, Milazzo-Eolie, Patti Gulf, Nicotera-Roccella Ionica.

La sorgente Messina Straits è una sorgente composta, con direzione N30° e lunghezza di circa 40 km. Di seguito si riporta il quadro dei parametri principali, ivi compresa la magnitudo massima attesa.

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Location [Lat/Lon]	38.05 / 15.60	LD	Based on geological, geodetic and seismological data from various authors.
Length [km]	40.0	LD	Based on geological, geodetic and seismological data from various authors.
Width [km]	20.0	LD	Based on various geological, geodetic and seismological data.
Min depth [km]	3.0	LD	Based on various geological, geodetic and seismological data.
Max depth [km]	12.7	LD	Derived from dip, width and min depth.
Strike [deg]	30	LD	Based on geological, geodetic and seismological data from various authors.
Dip [deg]	29	LD	Based on geological, geodetic and seismological data from various authors.
Rake [deg]	270	LD	Based on geological, geodetic and seismological data.
Slip Per Event [m]	1.42	LD	Estimated from geodetic data.
Slip rate [mm/y] min... max	0.93...2.0	LD	Based on geological data and estimated recurrence interval.
Recurrence [y] min... max	710...1527	LD	Based on modeling of marine terraces.
Magnitude [Mw]	7.0	LD	Estimated from geodetic data.

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

**Figura 26: Parametri fondamentali sorgente Messina Strait.**

La sorgente Aspromonte-Peloritani è ritenuta la probabile responsabile del potente sisma del 1908 e la magnitudo massima attesa coincide sostanzialmente con quella espressa. Si tratta di una sorgente composta a basso angolo, immergente verso est-sud-est.

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	2.0	LD	Based on data of instrumental seismicity.
Max depth [km]	13.0	LD	Based on data of instrumental seismicity.
Strike [deg] min... max	20...40	LD	Based on geological, geodetic and seismological data by various authors.
Dip [deg] min... max	25...40	LD	Based on geological, geodetic and seismological data by various authors.
Rake [deg] min... max	250...280	LD	Based on geological, geodetic and seismological data by various authors.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.9...2.0	LD	Based on long-term geological markers.
Max Magnitude [Mw]	7.0	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

**Figura 27: Parametri fondamentali sorgente Aspromonte-Peloritani.**

La sorgente composita Bagnara-Bovalino è una sorgente marcata da una grande evidenza morfologica, ma sostanzialmente poco nota ed esplorata, nella quale sono comprese tre sorgenti sismogeniche individuali (Scilla Offshore, Aspromonte northeast e Aspromonte east). La massima magnitudo attesa per la sorgente composita è quella massima associata alle sorgenti singole. Di seguito se ne riportano i parametri.

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	3.0	OD	Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	12.0	OD	Based on geological data from various authors.
Strike [deg] min... max	290...310	OD	Based on geological data from various authors.
Dip [deg] min... max	60...80	OD	Based on geological data from various authors.
Rake [deg] min... max	210...240	EJ	Assumed from geological and seismotectonic considerations.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.0	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

**Figura 28: Parametri fondamentali sorgente composita Bagnara-Bovalino.**

La sorgente Gioia Tauro Plain è una sorgente individuale ritenuta in letteratura la faglia responsabile di uno dei sismi della potente crisi sismica calabra del 1783. È stata indagata approfonditamente in letteratura mediante studi paleosismologici (Galli e Bosi, 2000). La massima magnitudo che le viene associata è 6,6.

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Location [Lat/Lon]	38.34 / 16.02	LD	Based on geological and geomorphological observation.
Length [km]	25.0	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Width [km]	15.0	OD	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).
Min depth [km]	3.0	EJ	Inferred from the geometry of nearby sources and geomorphic observation.
Max depth [km]	10.5	AR	Derived from dip, width and min depth.
Strike [deg]	30	OD	Based on geological and geomorphological observations.
Dip [deg]	30	EJ	Inferred from the geometry of nearby sources.
Rake [deg]	270	EJ	Inferred from geological and seismotectonic considerations.
Slip Per Event [m]	0.86	ER	Calculated from $M_0$ using the relationship from Hanks and Kanamori (1979).
Slip rate [mm/y] min... max	1.0...1.4	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Recurrence [y] min... max	615...860	EJ	Inferred from slip rate and average displacement.
Magnitude [Mw]	6.6	ER	Calculated using the relationships from Wells and Coppersmith (1994).

**Figura 29: Parametri sorgente singola Gioia Tauro Plain.**

La sorgente singola Gioia Tauro borda il limite ovest della omonima Piana e viene associata anch'essa alla crisi sismica del 1783, e anche a essa viene associata una magnitudo di 6,6.

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	3.0	OD	Based on geological data from various authors.
Max depth [km]	11.0	LD	Based on data of instrumental seismicity.
Strike [deg] min... max	20...40	EJ	Inferred from geological and geomorphological observations.
Dip [deg] min... max	20...40	EJ	Inferred from geological observations.
Rake [deg] min... max	260...280	EJ	Inferred from geological observations.
Slip Rate [mm/y] min... max	1.0...1.4	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.6	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

**Figura 30: Parametri sorgente singola Gioia Tauro.**

La sorgente Nicotera-Roccella Ionica borda a nord e chiude la Piana di Gioia Tauro ed è uno dei sistemi responsabili della “segmentazione a blocchi” dell’Arco Calabro, essendo trasversale all’asse principale della catena. Alla sorgente viene attribuita una magnitudo massima di 6,0, come si riporta nella figura a seguire.

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	3.0	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Max depth [km]	12.0	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Strike [deg] min... max	110...130	EJ	Inferred from geological data.
Dip [deg] min... max	60...80	EJ	Inferred from geological data.
Rake [deg] min... max	300...330	EJ	Assumed from tectonic considerations.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.0	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

**Figura 31: Parametri sorgente composta Nicotera-Roccella Ionica.**

La sorgente sismogenica Patti-Giardini è connessa al limite meridionale della subduzione dell’Arco Calabro-Peloritano e ad essa è correlato il terremoto del 1978, con magnitudo di 6,1, che si ritiene essere la magnitudo massima attesa per la sorgente. Essa rappresenta sostanzialmente

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 46 a 76

la chiusura geodinamica dell'Arco Calabro, nonché l'equivalente dinamico della Linea Longi-Taormina di espressione superficiale. Di seguito le caratteristiche salienti riportate nel DISS.

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	3.0	OD	Based on seismic lines interpretation.
Max depth [km]	20.0	OD	Based on seismic lines interpretation.
Strike [deg] min... max	300...340	LD	Based on fault trace mapped by various authors.
Dip [deg] min... max	70...85	OD	Based on seismic lines interpretation.
Rake [deg] min... max	180...220	EJ	Inferred from regional tectonic, seismologic and geodynamic data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.5...2.0	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.1	EJ	Assumed from the largest earthquake in the region (15 april 1978; CPT111).

LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

**Figura 32: Parametri sorgente composita Patti-Giardini.**

La sorgente composita Milazzo-Eolie connette geodinamicamente il bordo meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano con le Eolie ed è caratterizzato da cinematica estensionale e trascorrente destra, rappresentando uno dei binari di trasferimento dell'Arco. A tale sorgente viene associata una magnitudo massima di 6,1, come visibile nel riepilogo dei parametri riportata a seguire.

PARAMETRIC INFORMATION			
PARAMETER		QUALITY	EVIDENCE
Min depth [km]	1.0	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Max depth [km]	25.0	EJ	Inferred from regional tectonic considerations.
Strike [deg] min... max	120...140	EJ	Inferred from regional geological data.
Dip [deg] min... max	70...85	EJ	Inferred from regional geological data.
Rake [deg] min... max	180...220	EJ	Inferred from regional geological and seismological data.
Slip Rate [mm/y] min... max	0.1...0.5	EJ	Unknown, values assumed from geodynamic constraints.
Max Magnitude [Mw]	6.1	OD	Derived from maximum magnitude of associated individual source(s).

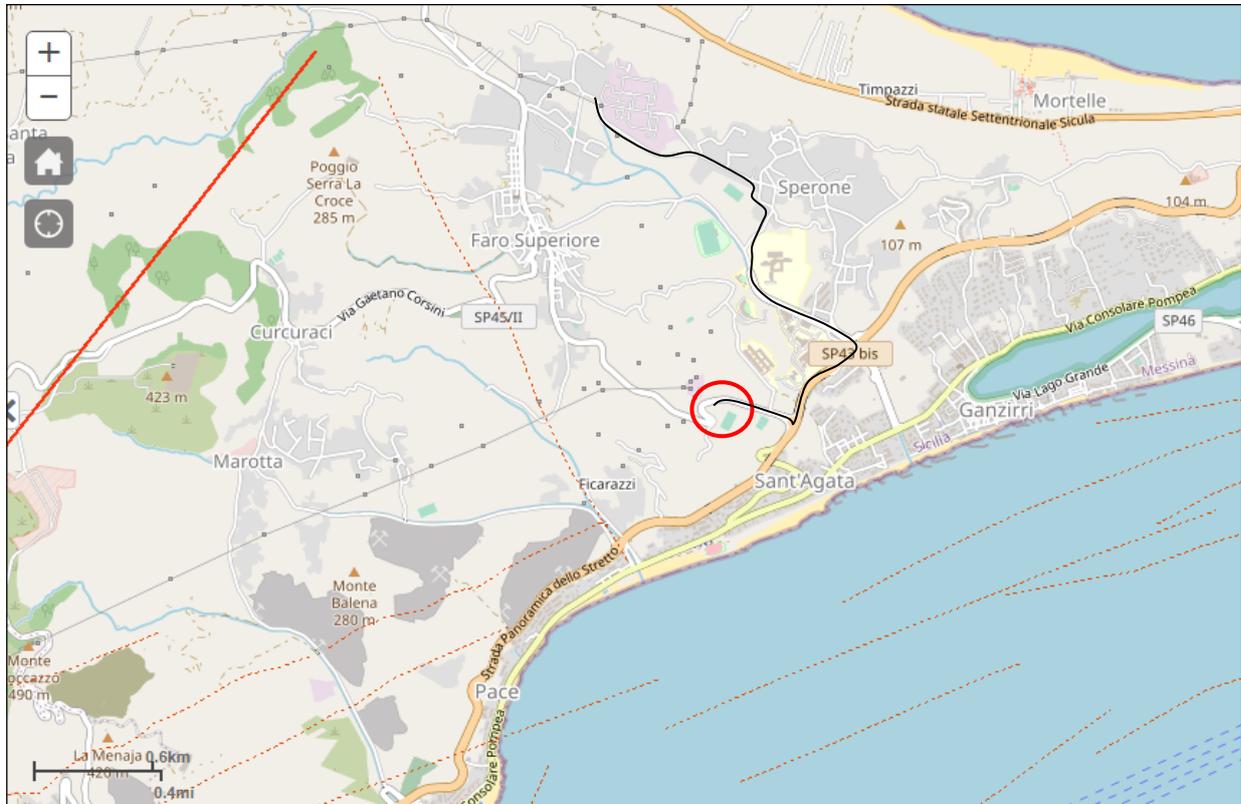
LD=LITERATURE DATA; OD=ORIGINAL DATA; ER=EMPIRICAL RELATIONSHIP; AR=ANALYTICAL RELATIONSHIP; EJ=EXPERT JUDGEMENT;

**Figura 33: Parametri sorgente composita Milazzo-Eolie.**

 <small>T E R N A G R O U P</small> <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 47 a 76

#### 8.1.2. ITHACA – DATABASE DELLE FAGLIE CAPACI

Il catalogo ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) colleziona le informazioni disponibili sulle faglie capaci (faglie che potenzialmente possono creare deformazione tettonica permanente in superficie) che interessano il territorio italiano. ITHACA è uno strumento fondamentale per l'analisi di pericolosità ambientale e sismica, per la comprensione dell'evoluzione recente del paesaggio, per la pianificazione territoriale e per la gestione delle emergenze di Protezione Civile. Di seguito si riporta lo stralcio del portale di ITHACA che mostra tutte le linee di faglia considerate capaci per l'area di studio e per un intorno significativo. È possibile osservare un gran numero di faglie capaci di incerta definizione geodinamica, segnalate con linea discontinua, ed un'unica faglia a cinematismo noto, la Faglia Curcuraci-Lardereria, che presenta una lunghezza del segmento di 11,1 km e cinematismo di faglia diretta; non sono noti ulteriori dati geometrici.

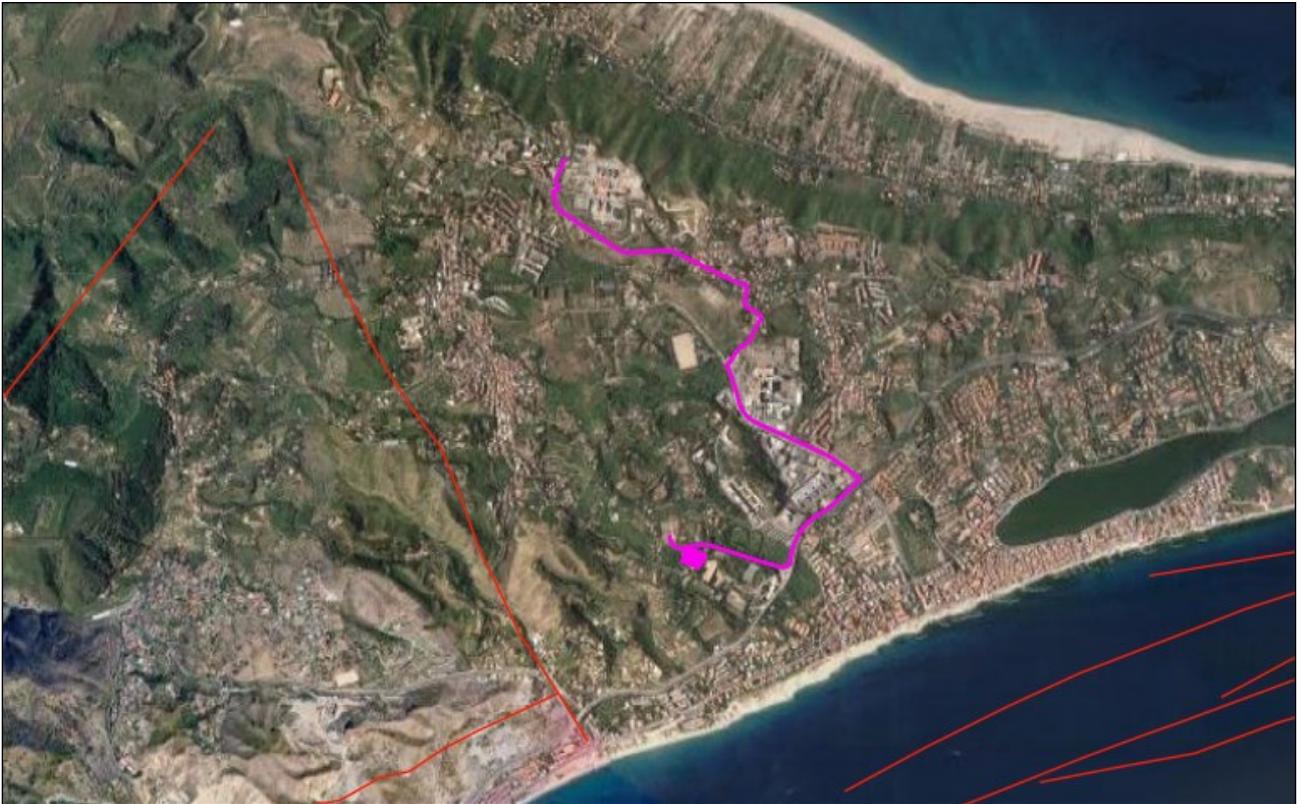


**Kinematics**

- Unknown
- Normal Fault
- Oblique Fault
- Reverse Fault
- Strike Slip

**Figura 34: Le faglie capaci presenti nell'intorno di studio, contenute nel database ITHACA (GeoMapView, ISPRA - [Viewer Progetto ITHACA \(isprambiente.it\)](http://viewer.progetto.ithaca.isprambiente.it)). La linea nera indica il cavidotto.**

L'area di diretto interesse non è interessata dalla presenza di faglie capaci, che distano dall'area di realizzazione della stazione di progetto circa 800 m come valore minore.



*Figura 35: Faglie capaci ITHACA (in formato shapefile), con ubicazione della stazione di progetto e tracciato del cavidotto; si può osservare che non sono presenti lineamenti che intercettino le opere.*

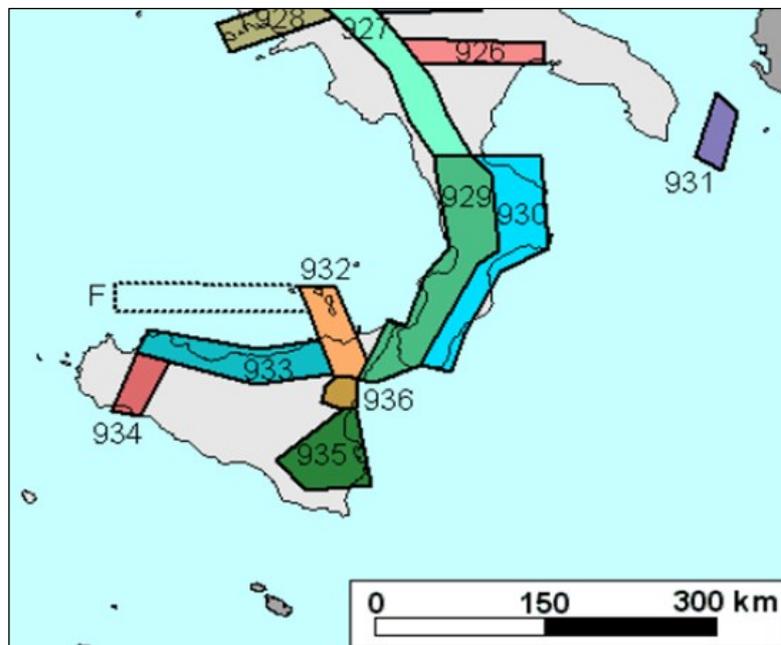
## **8.2. MACROZONAZIONE SISMICA**

Il sito in studio ricade nel territorio comunale di Messina. Secondo la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM del 28 Aprile 2006 n. 3519 All. 1b; aggiornamento dicembre 2020) il territorio comunale di Messina ricade in Zona 1 e risulta quindi caratterizzato da un valore di accelerazione massima del suolo  $a_g > 0,25$  g, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (Cat. A).

Zona sismica	Descrizione	accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni [a <sub>g</sub> ]	accelerazione orizzontale massima convenzionale (Norme Tecniche) [a <sub>g</sub> ]	numero comuni con territori ricadenti nella zona (*)
1	Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi fortissimi terremoti.	a <sub>g</sub> > 0,25 g	0,35 g	703
2	Zona dove possono verificarsi forti terremoti.	0,15 < a <sub>g</sub> ≤ 0,25 g	0,25 g	2.224
3	Zona che può essere soggetta a forti terremoti ma rari.	0,05 < a <sub>g</sub> ≤ 0,15 g	0,15 g	3.002
4	E' la zona meno pericolosa, dove i terremoti sono rari ed è facoltà delle Regioni prescrivere l'obbligo della progettazione antisismica.	a <sub>g</sub> ≤ 0,05 g	0,05 g	1.982

**Figura 36: Zona sismica prevista per Messina.**

Nella zonazione sismica nazionale l'area ricade nella zona 929, che comprende la parte tirrenica dell'Arco calabro-Peloritano.



**Figura 37 - Zonazione sismogenetica ZS9**

### 8.3. SISMICITÀ STORICA

L'area è caratterizzata da una fortissima sismicità storica, di cui il potentissimo sisma del 1908 è l'esempio più noto e distruttivo.

Nel database dell'INGV del progetto Emidius esistono un gran numero di eventi registrati per la città di Messina, che vengono riportati nel tabulato a seguire, avendo escluso gli eventi con intensità registrata a Messina inferiore a 5. Sono riportati n°7 eventi pari o superiori a 8 di intensità al sito a partire dal primo record del 1169. Sono inoltre presenti fonti storiche ancora più antiche da cui si possono desumere altri sismi con magnitudo circa paragonabile a quella del 1908, come ad esempio un sisma nell'anno 361 (fonte <http://storing.ingv.it/cfti/cfti5>)

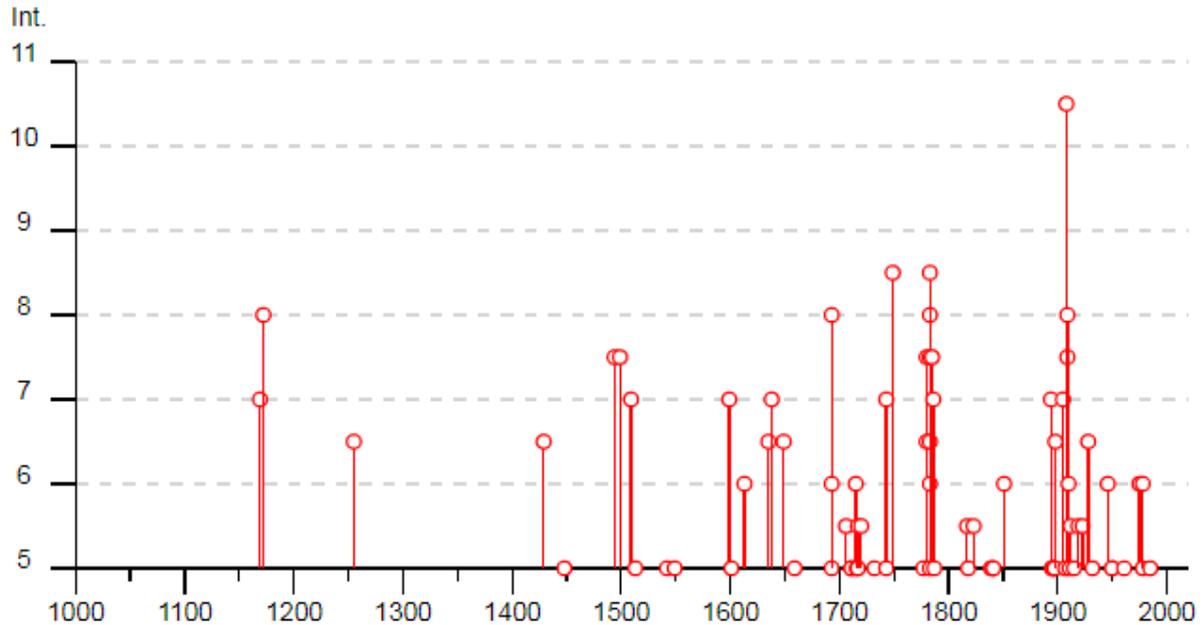
Int.	Year Mo Da Ho Mi Se	Epicentral area	NMD P	Io	Mw
7	1169 02 04 07	Sicilia sud-orientale	8	10	6,5
8	1172 09 26 13 40	Messina	1	8	5,56
6-7	1255 11 17 10	Messina	1	6-7	4,86
6-7	1429 11 10 16 20	Messina	1	6-7	4,86
5	1448	Messina	1	5	4,16
7-8	1494 05 29 02 15	Messina	1	7-8	5,33
7-8	1499 11 09	Messina	1	7-8	5,33
7	1509 02 25 22 20	Stretto di Messina	4	8	5,56
5	1513 08 25	Messina	1	5	4,16
5	1542 12 10 15 15	Sicilia sud-orientale	32	10	6,68
5	1549 04	Messina	1	5	4,16
7	1599 08	Stretto di Messina	2	7	5,1
5	1601	Messina	1	5	4,16
F	1609 07 20	Calabria centrale	5	8-9	5,8
6	1613 08 25 05	Monti Nebrodi	2	8	5,56
6-7	1635 08 12	Messina	3	5-6	4,4
7	1638 03 27 15 05	Calabria centrale	213	11	7,09
6-7	1649 01	Stretto di Messina	2	5-6	4,4
5	1659 11 05 22 15	Calabria centrale	126	10	6,57
5	1693 01 09 21	Sicilia sud-orientale	30	8-9	6,07
8	1693 01 11 13 30	Sicilia sud-orientale	179	11	7,32
6	1693 04 01 07 50	Ionio meridionale	4	6	4,63
5-6	1706 03 19	Stretto di Messina	4	5-6	4,76
5	1711 02 21	Stretto di Messina	2	5	4,16

5	1711 03 14	Stretto di Messina	2	5	4,16
6	1715 03	Sicilia nord-orientale	2	6	4,63
5	1716 12 01	Catania	2	6	4,63
5	1717 04 22	Monti Peloritani	7	6-7	4,91
5-6	1717 06 15	Ionio meridionale	2		
5-6	1720 09 12	Calabria meridionale	2	5-6	4,4
F	1729 06 29 13	Golfo di Patti	4	6-7	4,86
5	1732 03 28	Monti Peloritani	3	5	4,16
7	1743 02 20	Ionio settentrionale	84	9	6,68
5	1743 12 07 07 45	Calabria centrale	27	8-9	5,88
8-9	1749 08	Messina	1	8-9	5,8
F	1770 06 08	Stretto di Messina	2	5-6	4,4
5	1777 06 06 16 15	Tirreno meridionale	9		
6-7	1780 03 28	Sicilia nord-orientale	10	7-8	5,52
7-8	1780 04 09	Stretto di Messina	3	6-7	4,86
8	1783 02 05 12	Calabria meridionale	356	11	7,1
8-9	1783 02 06 00 20	Stretto di Messina	8		
6-7	1783 02 07 13 10	Calabria centrale	191	10-11	6,74
6	1783 03 01 01 40	Calabria centrale	18		
7-8	1783 03 28 18 55	Calabria centrale	323	11	7,03
5	1783 04 26 02 10	Sicilia nord-orientale	2	5-6	4,4
7-8	1785 03 17 03 33	Stretto di Messina	4	6-7	4,86
7	1786 03 10 14 10	Golfo di Patti	10	9	6,14
5	1787 09 20 04	Messina	1	5	4,16
5-6	1817 10 19 02 30	Messina	1	5-6	4,4
5	1818 02 20 18 15	Catanese	128	9-10	6,28
NF	1818 09 08 09 50	Monti Madonie	24	7-8	5,34
NF	1819 02 24 23 20	Monti Madonie	24	7-8	5,37
5-6	1823 03 05 16 37	Sicilia settentrionale	107	8	5,81
F	1830 07 13 15	Reggio di Calabria	3	5-6	4,4
5	1839 08 27	Stretto di Messina	2	5	4,16
5	1841 01 03 22	Stretto di Messina	3	6-7	4,86
5	1841 08 15 02	Stretto di Messina	2	5	4,16
6	1851 04 11 06	Stretto di Messina	2	5	4,16
F	1884 05 04 20 13	Calabria centrale	8	4	4,29
7	1894 11 16 17 52	Calabria meridionale	303	9	6,12
5	1895 03 09 22 04	Tirreno meridionale	7	5	4,67
5	1895 07 26 17 44	Calabria meridionale	14	5	4,32
5	1897 02 11 23 33 07	Ionio meridionale	96	5	5,03

5	1897 05 28 22 40 02	Ionio	132	6	5,46
6-7	1898 08 12	Sicilia nord-orientale	69	6-7	4,82
7	1905 09 08 01 43	Calabria centrale	895	10-11	6,95
5	1907 10 23 20 28 19	Aspromonte	274	8-9	5,96
10- 11	1908 12 28 04 20 27	Stretto di Messina	772	11	7,1
7-8	1909 01 23 18 28	Stretto di Messina	21	7	5,15
8	1909 07 01 06 24	Stretto di Messina	35	8	5,49
6	1910 11 18 02 42	Tirreno meridionale	4	5	4,16
5	1911 03 11 03 29	Calabria meridionale	8	5	4,42
5-6	1912 12 22 08 05	Stretto di Messina	56	5-6	4,68
5	1915 09 11 08 25	Stretto di Messina	3	5	4,16
F	1916 07 03 23 21	Isola di Stromboli	18	5-6	4,66
5-6	1919 03 18 14 17	Messina	2	5	4,16
5-6	1923 08 16 12 50	Stretto di Messina	4	4-5	3,93
6-7	1928 03 07 10 55	Calabria centro-meridionale	30	7-8	5,87
5	1932 05 22 17 01	Sicilia nord-orientale	11	4	4,99
NF	1941 05 22 06 16	Isola di Stromboli	7	7-8	5,33
6	1946 03 15 07 02	Stretto di Messina	2	5	4,16
5	1950 07 18 23 52 41	Sicilia nord-orientale	27	5-6	4,71
5	1950 12 09 14 45 38	Stretto di Messina	6	5-6	4,4
5	1961 03 24 10 36	Calabria meridionale	59	5-6	4,62
NF	1967 12 09 03 09 56	Adriatico centrale	22		4,36
6	1975 01 16 00 09 45	Stretto di Messina	346	7-8	5,18
NF	1976 09 17 01 23 55	Monti Nebrodi	40	5-6	4,55
5	1978 03 11 19 20 48.41	Aspromonte	126	8	5,22
6	1978 04 15 23 33 48.15	Golfo di Patti	330	8	6,03
F	1979 01 16 19 27 10.13	Golfo di Patti	11	5	4,35
NF	1980 02 20 02 34 01	Cosentino	34	6-7	4,42
5	1985 05 14 05 44 36.14	Stretto di Messina	3	4-5	3,84
NF	2009 12 19 09 01 14.58	Etna - Maletto	64	6	4,39

**Tabella 2: Elenco dei sismi con intensità registrata a Messina uguale o superiore a 5; fonte [CPTI15-DBMI15 v3.0 \(ingv.it\)](#).**

I medesimi sismi sono riportati a seguire in formato grafico, avendo escluso anche in questo caso i sismi con risentimento a Messina inferiore a 5.

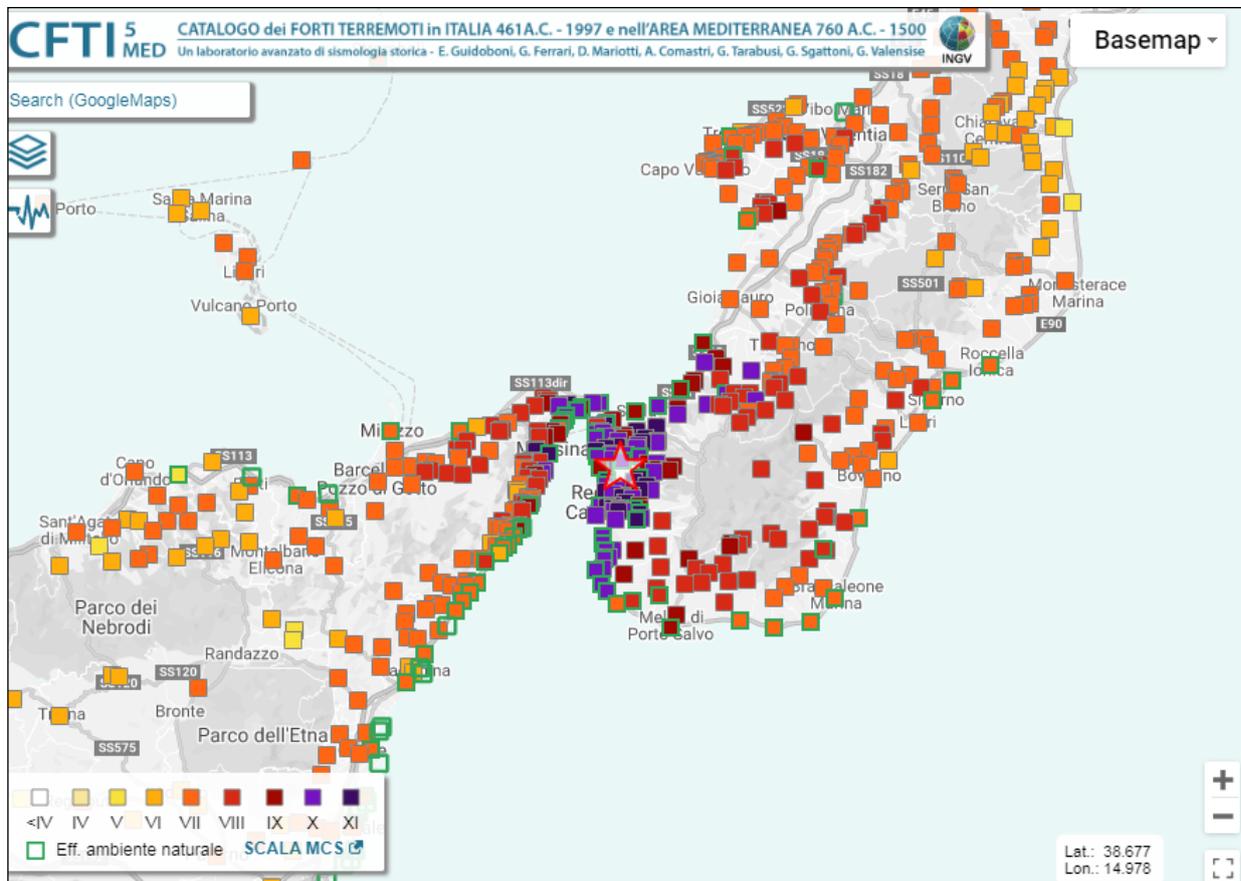


**Figura 38 – Riepilogo dei principali sismi riportati per l'area di Messina nelle fonti ([CPTI15-DBMI15 v3.0](#) [\(ingv.it\)](#)).**

Il terremoto del 1908 ha inciso fortemente sul tessuto socio-economico della città di Messina, che è stata danneggiata molto fortemente e quasi rasa al suolo.

### 8.3.1. TERREMOTO DI REGGIO CALABRIA E MESSINA DEL 1908

Di seguito si riporta la mappa di distribuzione delle intensità registrate in seguito al sisma, che ha investito violentemente l'area dello stretto e che è stato risentito in buona parte del meridione con intensità 5.



**Figura 39: Distribuzione delle intensità locali registrate a seguito del sisma del 1908 (fonte [CFTI5Med 1908 12 28 \(ingv.it\)](#)).**

Di seguito si cita quanto riportato nella descrizione del sisma del catalogo dei forti terremoti (Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Comastri A., Tarabusi G., Sgattoni G., Valensise G. (2018) - CFTI5Med, Catalogo dei Forti Terremoti in Italia (461 a.C.-1997) e nell'area Mediterranea (760 a.C.-1500). Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).)

*“Il terremoto del 28 dicembre 1908 è uno degli eventi di più elevata magnitudo della storia sismica italiana e, dal punto di vista degli effetti, rappresentò una autentica catastrofe, sia per l’altissimo numero di morti, sia perché distrusse due città importanti come Messina e Reggio Calabria.*

*La ricostruzione del quadro complessivo di un disastro di tale portata è influenzata da alcuni fattori, già rilevati da alcuni scienziati del tempo: 1) le particolari condizioni pedologiche e morfologiche dell’area più colpita, ossia la Calabria meridionale: acclività, dislivelli e forti pendenze favorirono l’insorgere di scossoni e frane, inducendo danni agli abitati che il solo scuotimento non avrebbe causato; 2) le condizioni critiche complessive del patrimonio edilizio per le tecniche di*

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM –  IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 56 a 76

*costruzione più diffuse e la pessima qualità dei materiali utilizzati. Inoltre, in molte località calabresi, gli effetti di questo terremoto si sovrapposero ai danni, non adeguatamente riparati, dei terremoti degli anni precedenti (1894, 1905 e 1907) e anche la scarsa qualità della ricostruzione seguita ai terremoti del 1783 ebbe un'incidenza notevole, soprattutto a Messina e a Reggio Calabria.*

*La scossa distruttiva avvenne all'alba del 28 dicembre, alle ore 4:20:27 GMT (le 5:20:27 locali). L'ora esatta risulta dal sismogramma registrato all'Osservatorio di Messina, salvato da Emilio Oddone, che fu tra i primi studiosi a giungere sui luoghi del disastro. La durata della scossa percepita dalle persone fu di 30-40 secondi e, secondo la maggioranza dei testimoni, fu divisa in due o tre fasi distinte, di cui l'ultima molto più violenta. La descrizione più attendibile sulla modalità dello scuotimento del suolo percepito è quella riportata da Giovanni Battista Rizzo, che si trovava nella sua abitazione annessa all'Osservatorio Geofisico di Messina, situato nella parte alta della città. Secondo Rizzo, la scossa ebbe una durata complessiva di circa 30 secondi e iniziò con un moto verticale che durò pochi secondi e non fu molto forte. Seguì una serie di oscillazioni orizzontali nella direzione NW-SE che durarono 7-8 secondi e causarono la caduta di calcinacci e di mattoni dai tramezzi. Dopo un brevissimo intervallo di circa un secondo, iniziò una serie di «vibrazioni formidabili», secondo Rizzo, in direzione NE-SW, perpendicolare alla prima, che all'Osservatorio causarono il crollo della torretta e contemporaneamente la distruzione della città di Messina (1, 2).*

*I danni più gravi (equivalenti a effetti di XI e X grado) furono rilevati in un'area di circa 600 kmq: in 78 località della provincia di Reggio Calabria e in 14 della provincia di Messina ci furono distruzioni devastanti, estese dal 70 al 100% delle costruzioni. Nel Messinese l'area delle distruzioni pressoché totali fu ristretta al territorio del comune di Messina e comprese, oltre alla città, diverse frazioni litoranee o dell'immediato entroterra. Il terremoto distrusse completamente il tessuto urbano di Messina: abitazioni, edifici pubblici civili ed ecclesiastici, infrastrutture. Le costruzioni che resistettero furono incredibilmente poche: secondo i dati pubblicati dal Ministero dei Lavori Pubblici (3) soltanto due case risultarono illese. Tutte le altre crollarono totalmente o ne rimasero in piedi solo le pareti esterne, mentre collassarono tetti, solai, muri divisorii e scale.*

*In Calabria il terremoto ebbe effetti distruttivi in un'area molto più estesa di quella siciliana, comprendente tutto il versante occidentale del massiccio dell'Aspromonte. A Reggio le distruzioni furono di entità un po' inferiore rispetto a Messina, tuttavia nei rioni più popolari i crolli totali furono estesissimi e in molti edifici sprofondarono tutte le parti interne. La scossa fu disastrosa in diversi*

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 57 a 76

*centri abitati calabresi importanti, come Calanna, Sant’Alessio, Sant’Eufemia in Aspromonte, Villa San Giovanni, e in tutte le località della costa, sia a nord sia a sud di Reggio, rimaste poi devastate anche dal maremoto che seguì la scossa.*

*Distruzioni estese fino al 50% circa degli edifici (equivalenti a effetti di IX grado) furono rilevate in 38 paesi fra cui, in Calabria, alcuni centri del versante ionico dell’Aspromonte e, in Sicilia, alcune località delle estreme propaggini settentrionali dei monti Peloritani. L’area all’interno della quale gli effetti del terremoto furono gravi, con crolli totali limitati, ma con molti edifici gravemente lesionati e resi inagibili (equivalenti a effetti di VIII o VII-VIII grado) fu molto vasta e comprese oltre 170 località. Tale area include, in Calabria, la piana di Gioia Tauro, la Grecanica, la Locride e arriva fino alla penisola di capo Vaticano e alle località dell’istmo di Marcellinara, in provincia di Catanzaro; in Sicilia, comprende tutto il versante ionico dei Peloritani fino alle pendici nordorientali dell’Etna.*

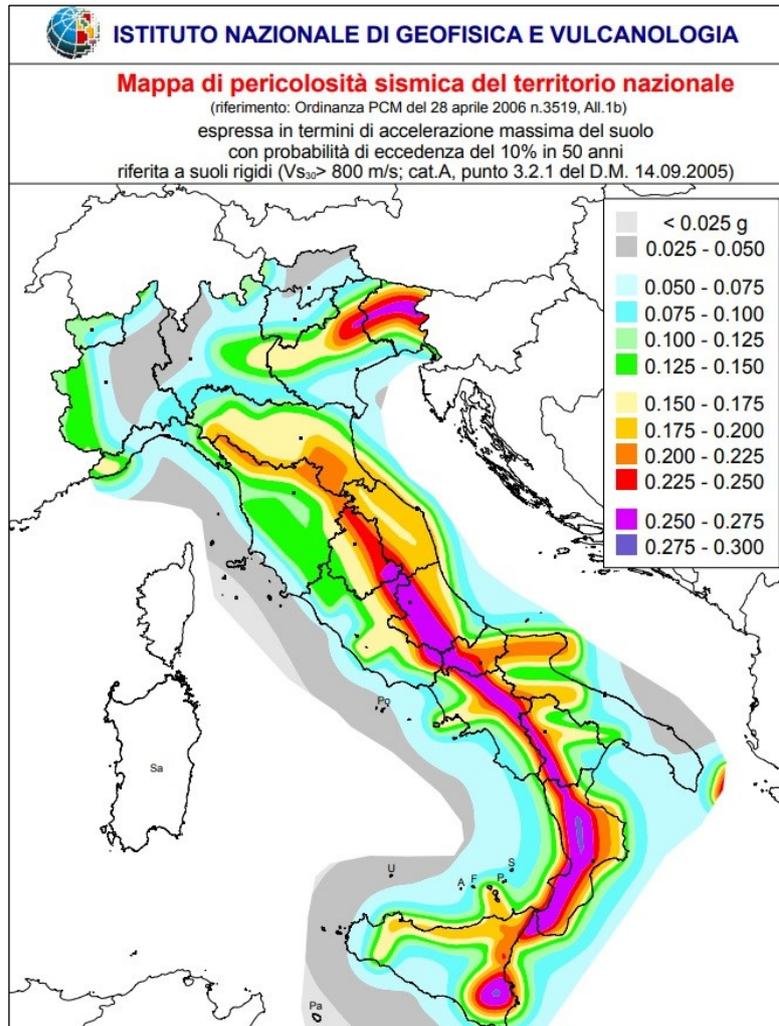
*Secondo i dati statistici rilevati dal Ministero dei Lavori Pubblici, approssimati per difetto, nelle tre province di Messina, Reggio Calabria e Catanzaro (che all’epoca comprendeva anche l’attuale provincia di Vibo Valentia), le case distrutte o demolite furono oltre 40.000; quelle gravemente danneggiate e rese totalmente o parzialmente inabitabili circa 33.000; quelle lesionate circa 68.000. La popolazione rimasta senza tetto fu certamente superiore a 120.000 persone.*

*Danni più leggeri, con crolli sporadici e lesioni in un numero complessivamente limitato di case o edifici pubblici, furono rilevati in oltre 400 paesi sparsi, in Calabria, su un’area estesa fino alle province di Crotone e Cosenza, e in Sicilia fino ad alcune località delle province di Enna, Caltanissetta, Agrigento e Ragusa. La scossa fu percepita dalle persone in un’area vastissima: in direzione nord fino all’isola d’Ischia e alla provincia di Campobasso; verso est fino al Montenegro, all’Albania e alle isole Ionie della Grecia; in direzione sud fino all’arcipelago maltese; a ovest fino a Ustica e alcune località della provincia di Trapani”.*

### **8.3 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE**

In data 24 ottobre 2005 entra in vigore il D.M. 14/09/2005 “Norme Tecniche per le Costruzioni”. La norma suddivide il territorio in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore di parametro  $a_g$ , che rappresenta l’accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A. L’area in esame, che ricade nel comune di Messina dichiarato a rischio sismico 1, è caratterizzata da un valore  $a_g > 0,25$  g. Con l’OPCM 3519 del 28/04/2006 viene proposta una

nuova zonizzazione con suddivisione degli intervalli di accelerazione più dettagliati, pari a 0,025. La figura successiva è tratta dalla mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo (amax) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi ( $V_{s30} > 800$  m/sec; cat. A).

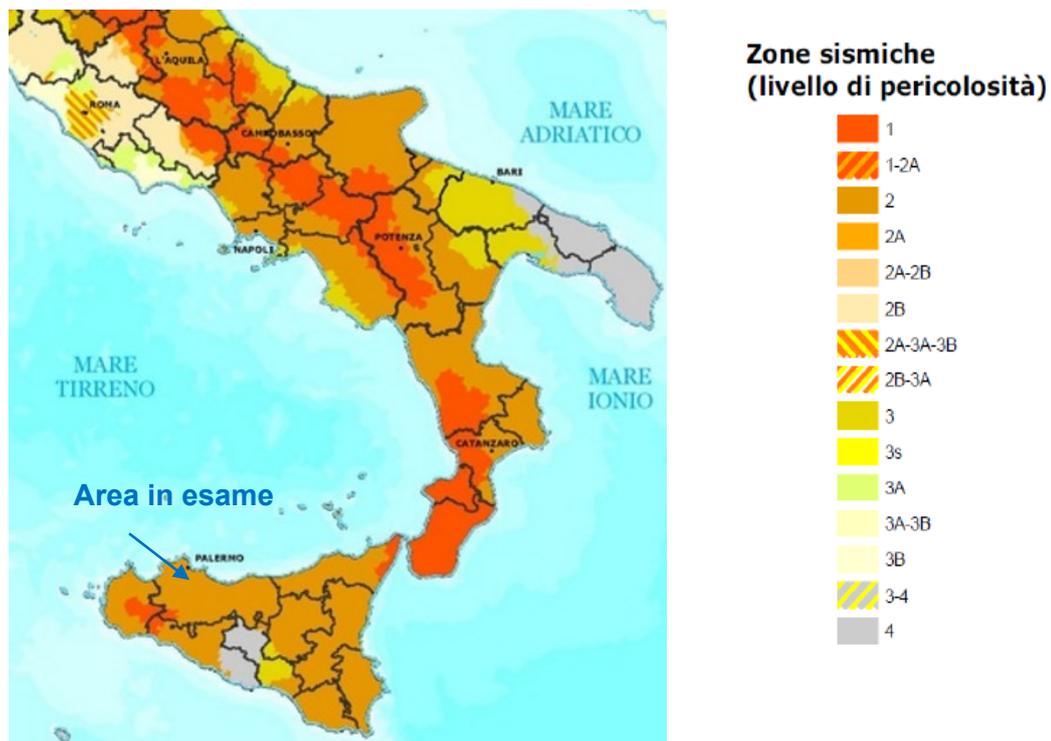


**Figura 40 - Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM n.3519/2006), con indicazione dell'area di studio.**

Secondo la mappa di classificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 - OPCM n.3519/2006) aggiornata al dicembre 2020, il Comune di Messina è classificato in Zona 1, caratterizzata congruentemente da valori di  $a_g > 0,25$  g.

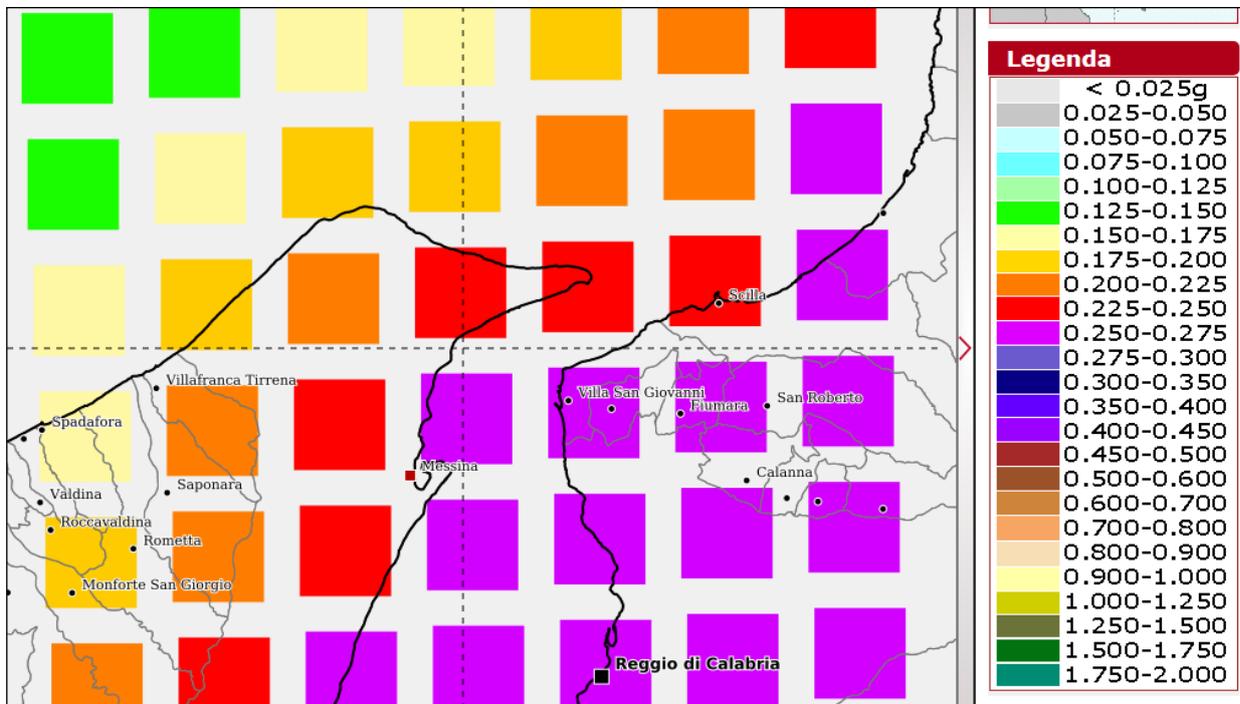
Zona sismica	Fenomeni riscontrati	Accelerazione con probabilità di superamento del 10% in 50 anni
<b>1</b>	Zona con pericolosità sismica <b>alta</b> . Indica la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti.	$a_g \geq 0,25g$
<b>2</b>	Zona con pericolosità sismica <b>media</b> , dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti.	$0,15 \leq a_g < 0,25g$
<b>3</b>	Zona con pericolosità sismica <b>bassa</b> , che può essere soggetta a scuotimenti modesti.	$0,05 \leq a_g < 0,15g$
<b>4</b>	Zona con pericolosità sismica <b>molto bassa</b> . E' la zona meno pericolosa, dove le possibilità di danni sismici sono basse.	$a_g < 0,05g$

**Tabella 3** Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (OPCM n.3519/2006 e s.m.i.), con indicazione dell'area di studio.



**Figura 21** - Classificazione sismica del territorio Italiano, con indicazione dell'area di studio (classificazione sismica la 2015).

Dalla mappa di pericolosità sismica si evince come i valori medi (con deviazione standard) corrispondenti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni) della PGA (Peak Ground Acceleration, ovvero accelerazione massima al suolo) siano compresi nel range 0,225 – 0,250 per l'area di progetto.



**Figura 41 - Mappa di pericolosità sismica di base (Fonte [Modello di pericolosità sismica MPS04 \(ingv.it\)](#))**

In conclusione, così come riportato anche nella “Carta di pericolosità sismica” presentata come elaborato integrante del seguente progetto, in accordo con la normativa vigente, l’area d’interesse si inserisce in un contesto di pericolosità sismica molto elevata.

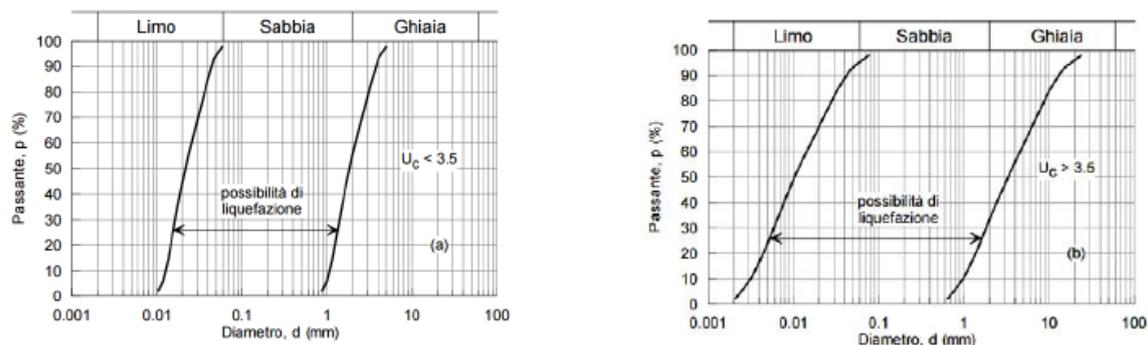
## 9. LIQUEFAZIONE

Valutazioni circa la possibilità o meno di sviluppo di fenomeni di liquefazione durante eventuali attività sismiche vanno svolte in presenza di terreni granulari saturi. La liquefazione denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o rigidità causata dall’aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo, durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l’annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

L’aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni (NTC2018), così come già indicato nelle NTC 2008, indica che le verifiche alla liquefazione per le opere possono essere omesse quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- eventi sismici di magnitudo M inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero inferiori a 0,1 g;

- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale e per strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata (N1)  $60 > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove (N1)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc1N è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 23(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 23(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .



**Figura 42 - Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione ai sensi delle NTC**

Il territorio nel quale ricade l'area di studio è caratterizzato sia da eventi sismici di magnitudo superiore a 5 sia (considerata la pericolosità sismica di base ai sensi del D.M.17-01-2018) da accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero superiori a 0,1 g, non escludendo quindi, dal punto di vista dello scuotimento sismico atteso, la possibilità di liquefazione dei sottofondi.

Non sono disponibili, per la presente fase progettuale, indagini geognostiche del sito, ma solo generiche informazioni di letteratura; tali informazioni riportano per l'area in oggetto un fuso granulometrico prevalentemente ghiaioso, che di per sé escluderebbe la possibilità di liquefazione. Tale asserzione deve essere verificata nelle successive fasi progettuali poiché la possibile presenza di lenti sabbiose, non da escludere nei terreni della Formazione delle Ghiaie e sabbie di Messina, potrebbero risultare suscettibili di liquefazione.

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM –  IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 62 a 76

## 10. CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi. In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella tabella seguente, si può fare riferimento a un approccio semplificato che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio "VS". I valori di VS sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della

velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

con:

- $h_i$  spessore dell' $i$ -esimo strato;
- $V_{S,i}$  velocità delle onde di taglio nell' $i$ -esimo strato;
- $N$  numero di strati;
- $H$  profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_S$  non inferiore a 800 m/s.

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{S,eq}$  è definita dal parametro  $V_{S,30}$ , ottenuto ponendo  $H=30$  m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

 <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 63 a 76

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite nella tabella seguente.

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m
<b>B</b>	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
<b>C</b>	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 miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
<b>D</b>	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 miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s
<b>E</b>	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.

**Tabella 4 - Categorie di sottosuolo ai sensi delle NTC vigenti**

La caratterizzazione dell'area in esame in termini di categoria di sottosuolo non è stata eseguita in questa fase progettuale e viene demandata alla successiva.

In assenza di indagini si è fatta una valutazione preliminare sulla base dei terreni presenti, assumendo un atteggiamento cautelativo: usualmente terreni di questo genere sono posti grosso modo, in termini di velocità delle onde di taglio, a cavallo fra la categoria B (probabilmente più aderente) e la categoria C, più cautelativa, per cui categoria di suolo di fondazione assunta in questa sede è la **Categoria C**.

 <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 64 a 76

## 11. CATEGORIA TOPOGRAFICA

Per la ricostruzione dello spettro di risposta elastico è necessario conoscere il parametro “Categoria Topografica” ai sensi delle vigenti NTC2018, dove le categorie topografiche vengono definite come riportato nella figura di seguito (Tab. 3.2.III NTC 2018).

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

**Figura 43: definizione di categoria topografica secondo le NTC 2018.**

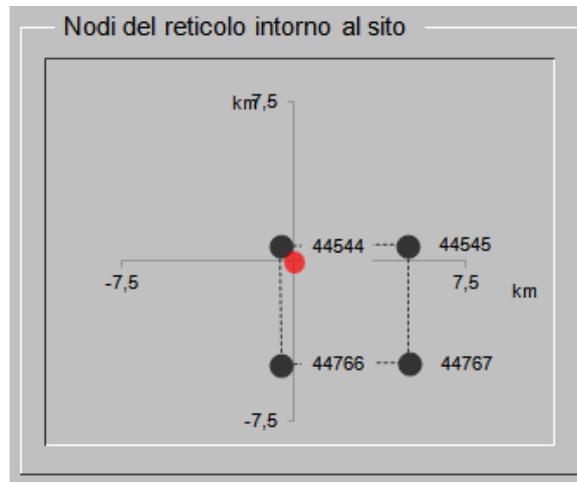
L'area di progetto è posta nel contesto di un versante e la pendenza media è di circa  $6^\circ$ , sensibilmente inferiore a  $15^\circ$ , per cui la categoria topografica è la categoria T1.

## 12. SPETTRI DI RISPOSTA ELASTICI

Gli spettri di risposta elastici vengono calcolati a seguire in funzione della collocazione geografica (coordinate ED50), della strategia progettuale scelta, della Categoria di Suolo di fondazione e della Categoria topografica. Gli estremi di calcolo sono quindi i seguenti.

Coordinate ED50	<b>Lat. 38,258054° - Long. 15,593945°</b>
Categoria Topografica	<b>T1</b>
Categoria di suolo di fondazione	<b>C</b>
Strategia progettuale	
Vita Nominale	<b>50 anni</b>
Coefficiente d'uso Cu	<b>2</b>

L'elaborazione degli spettri di risposta viene effettuata mediante il software “Spettri Ver. 1.0.3.”, rilasciato dal Dipartimento Superiore dei Lavori Pubblici.



**Figura 44 – Nodi del reticolo di riferimento per il calcolo dei valori spettrali di base.**

A seguire si riporta la scelta progettuale effettuata.

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE {

- SLO -  $P_{VR} = 81\%$
- SLD -  $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU {

- SLV -  $P_{VR} = 10\%$
- SLC -  $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

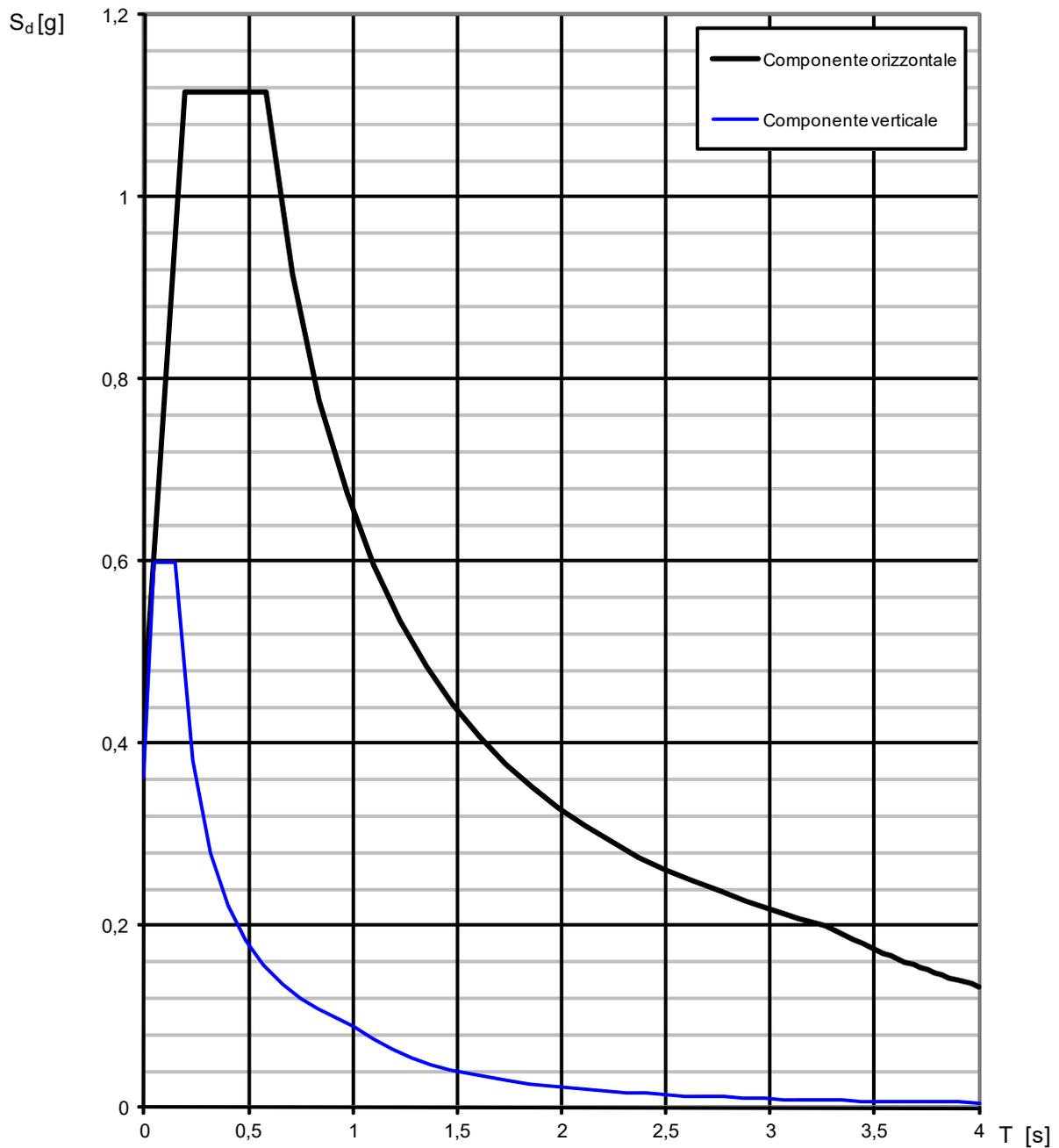
- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

**Figura 45 – Strategia progettuale di riferimento**

Gli spettri elastici di risposta ottenuti sono riportati a seguire per ciascuno Stato Limite, riportandoli sia in formato grafico, sia in formato tabellare.

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limi SLC**



**Figura 46 – Spettro di risposta elastico SLC**

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLC**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLC
$a_n$	0,416 g
$F_0^*$	2,481
$T_C^*$	0,419 s
$S_S$	1,081
$C_C$	1,399
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,081
$\eta$	1,000
$T_B$	0,195 s
$T_C$	0,586 s
$T_D$	3,263 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

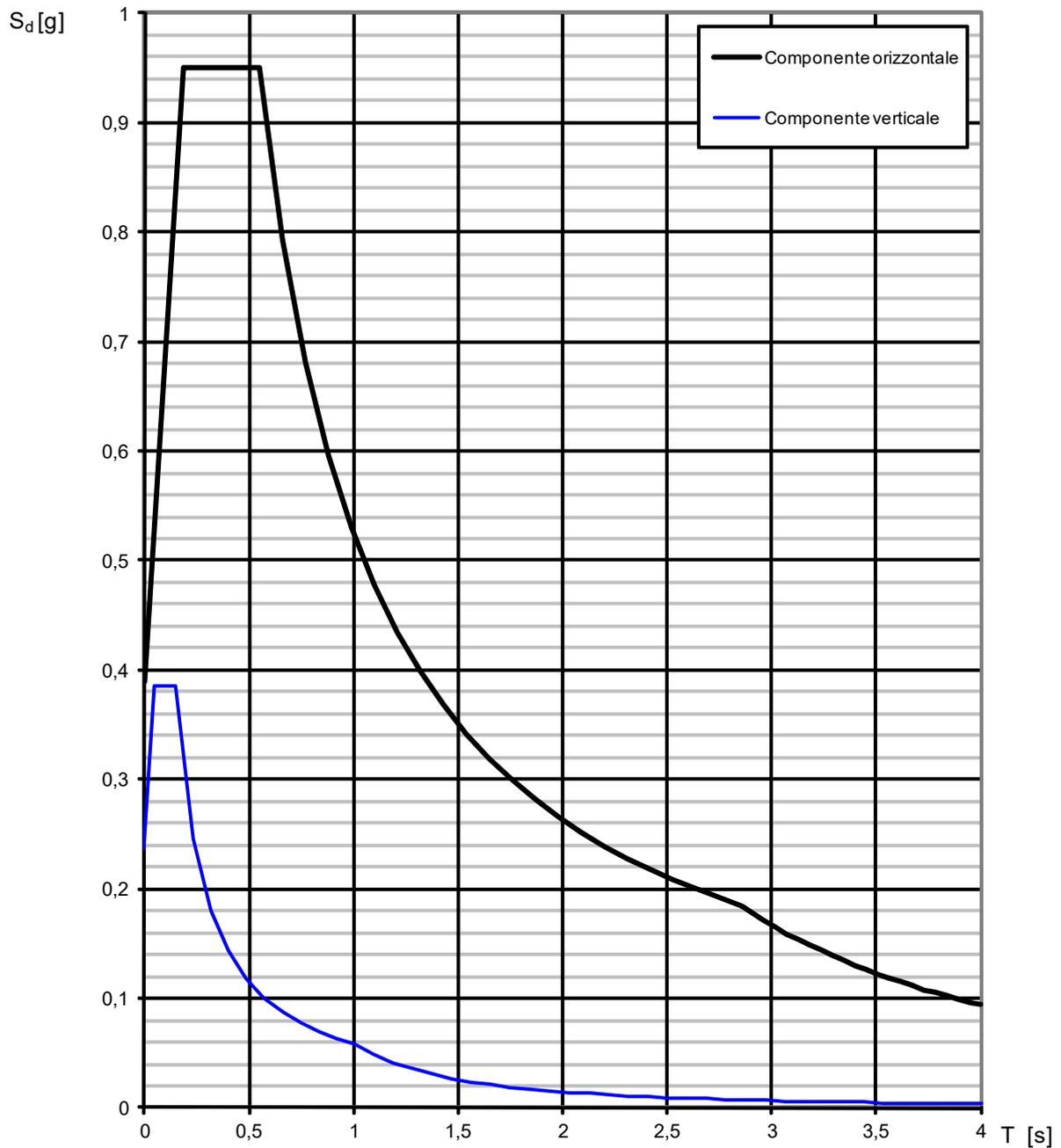
Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,449
$T_B$	0,195	1,115
$T_C$	0,586	1,115
	0,714	0,916
	0,841	0,777
	0,969	0,675
	1,096	0,597
	1,224	0,534
	1,351	0,484
	1,479	0,442
	1,606	0,407
	1,733	0,377
	1,861	0,351
	1,988	0,329
	2,116	0,309
	2,243	0,291
	2,371	0,276
	2,498	0,262
	2,626	0,249
	2,753	0,238
	2,881	0,227
	3,008	0,217
	3,135	0,209
$T_D$	3,263	0,200
	3,298	0,196
	3,333	0,192
	3,368	0,188
	3,403	0,184
	3,438	0,180
	3,473	0,177
	3,509	0,173
	3,544	0,170
	3,579	0,167
	3,614	0,163
	3,649	0,160
	3,684	0,157
	3,719	0,154
	3,754	0,151
	3,789	0,149
	3,824	0,146
	3,860	0,143
	3,895	0,141
	3,930	0,138
	3,965	0,136
	4,000	0,133

**Figura 47 – Parametri spettrali SLC**

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limi SLV**



**Figura 48 – Spettro di risposta elastico SLV**

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_n$	0,314 g
$F_0^*$	2,444
$T_C^*$	0,385 s
$S_S$	1,240
$C_C$	1,439
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,240
$\eta$	1,000
$T_B$	0,185 s
$T_C$	0,554 s
$T_D$	2,854 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

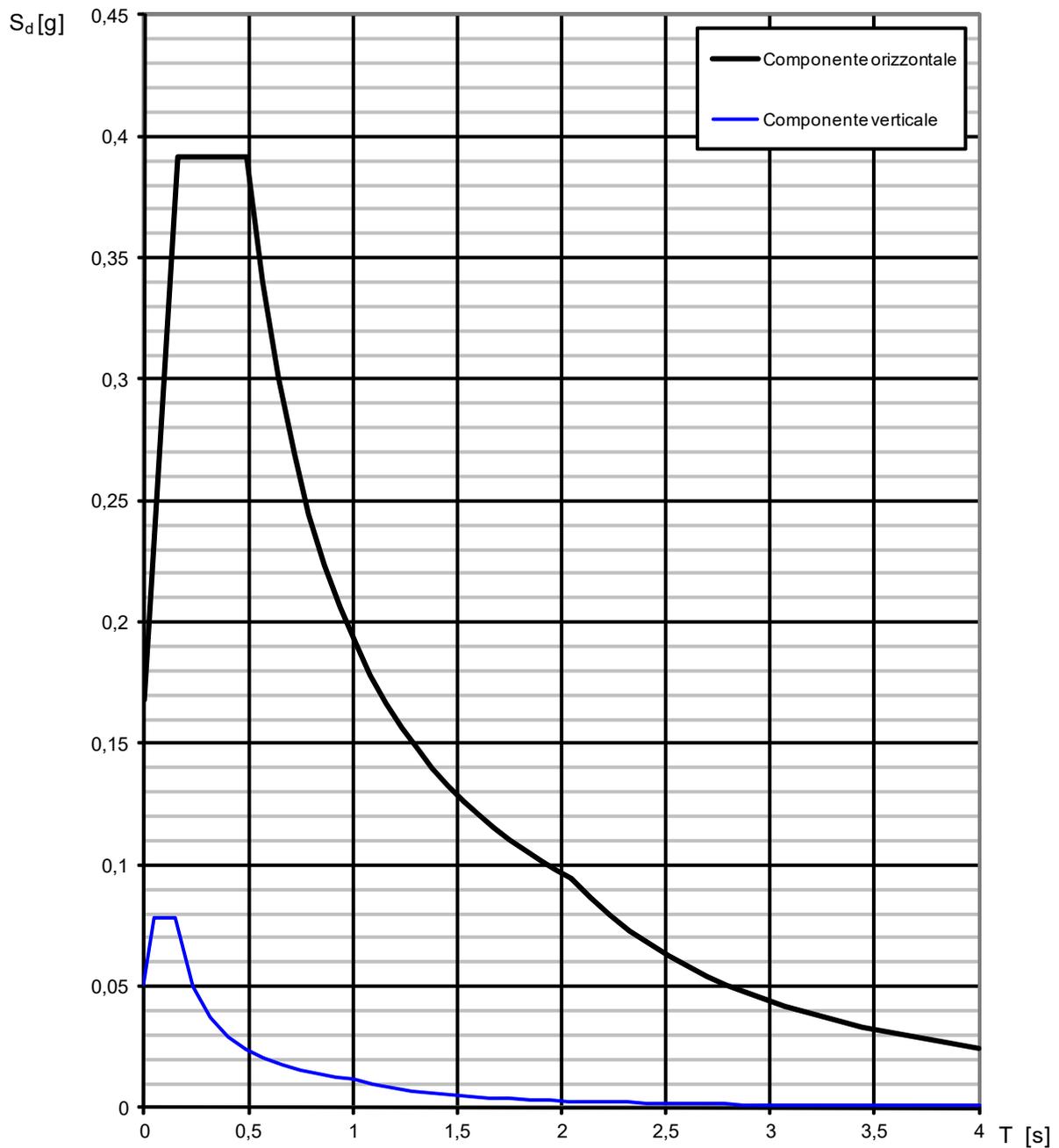
Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,389
$T_B$	0,185	0,950
$T_C$	0,554	0,950
	0,663	0,793
	0,773	0,681
	0,882	0,596
	0,992	0,531
	1,102	0,478
	1,211	0,435
	1,321	0,399
	1,430	0,368
	1,540	0,342
	1,649	0,319
	1,759	0,299
	1,868	0,282
	1,978	0,266
	2,087	0,252
	2,197	0,240
	2,307	0,228
	2,416	0,218
	2,526	0,208
	2,635	0,200
	2,745	0,192
$T_D$	2,854	0,184
	2,909	0,178
	2,963	0,171
	3,018	0,165
	3,072	0,159
	3,127	0,154
	3,182	0,148
	3,236	0,143
	3,291	0,139
	3,345	0,134
	3,400	0,130
	3,454	0,126
	3,509	0,122
	3,564	0,118
	3,618	0,115
	3,673	0,111
	3,727	0,108
	3,782	0,105
	3,836	0,102
	3,891	0,099
	3,945	0,097
	4,000	0,094

**Figura 49 – Parametri spettrali SLV**

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limi SLD**



**Figura 50 – Parametri spettrali SLD**

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLD**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLD
$a_n$	0,112 g
$F_0^*$	2,328
$T_C^*$	0,324 s
$S_S$	1,500
$C_C$	1,522
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,500
$\eta$	1,000
$T_B$	0,165 s
$T_C$	0,494 s
$T_D$	2,048 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

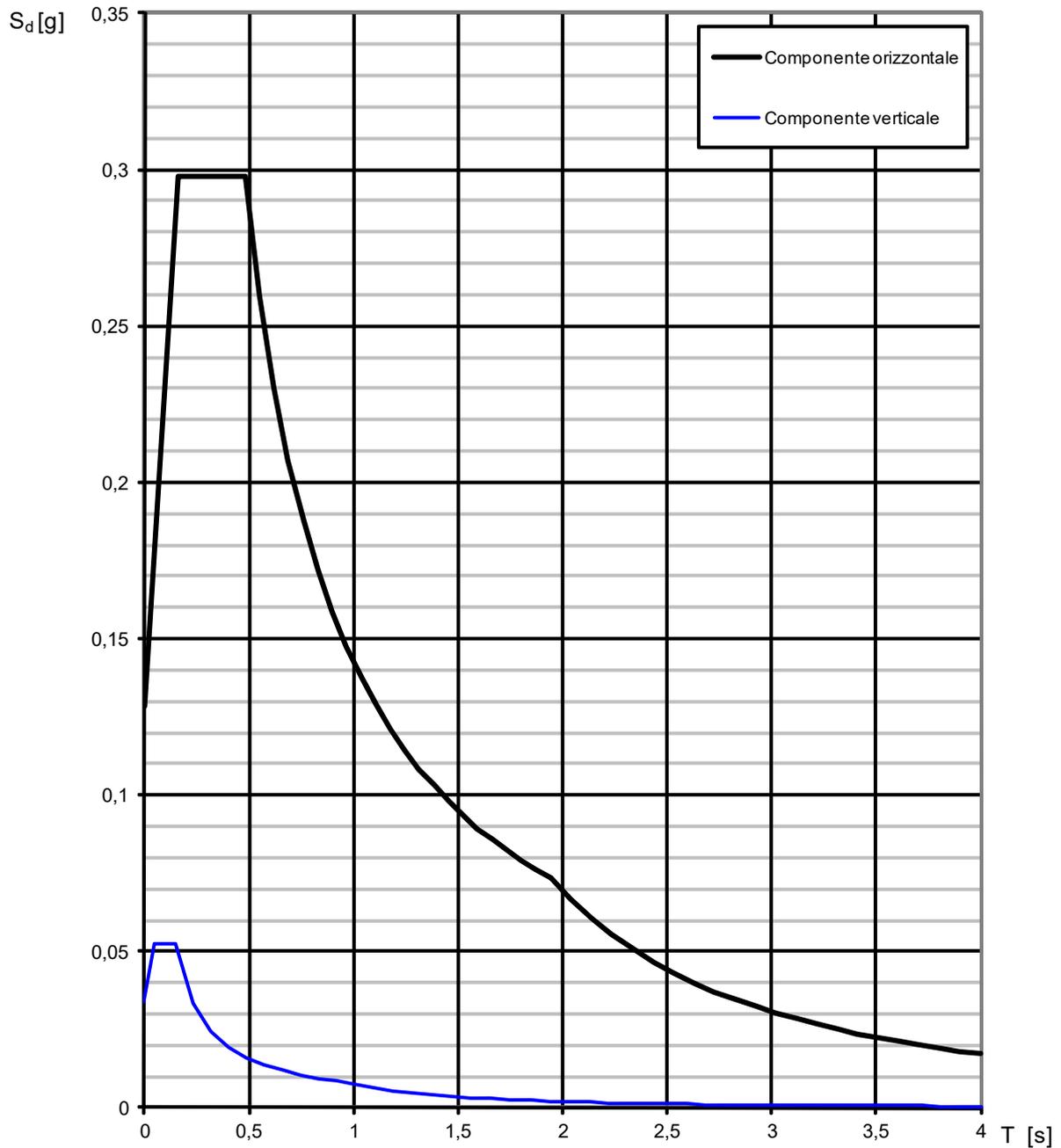
Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,168
$T_B$	0,165	0,391
$T_C$	0,494	0,391
	0,568	0,340
	0,642	0,301
	0,716	0,270
	0,790	0,245
	0,864	0,224
	0,938	0,206
	1,012	0,191
	1,086	0,178
	1,160	0,167
	1,234	0,157
	1,308	0,148
	1,382	0,140
	1,456	0,133
	1,530	0,126
	1,604	0,120
	1,678	0,115
	1,752	0,110
	1,826	0,106
	1,900	0,102
	1,974	0,098
$T_D$	2,048	0,094
	2,141	0,086
	2,234	0,079
	2,327	0,073
	2,420	0,068
	2,513	0,063
	2,606	0,058
	2,699	0,054
	2,792	0,051
	2,885	0,048
	2,978	0,045
	3,071	0,042
	3,163	0,040
	3,256	0,037
	3,349	0,035
	3,442	0,033
	3,535	0,032
	3,628	0,030
	3,721	0,029
	3,814	0,027
	3,907	0,026
	4,000	0,025

**Figura 51 – Parametri spettrali SLD**

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limi SLO**



**Figura 52 – Spettro di risposta SLO**

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite SLO**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLO
$a_n$	0,085 g
$F_n^*$	2,321
$T_C^*$	0,310 s
$S_S$	1,500
$C_C$	1,545
$S_T$	1,000
$q$	1,000

**Parametri dipendenti**

$S$	1,500
$\eta$	1,000
$T_B$	0,160 s
$T_C$	0,479 s
$T_D$	1,942 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta** (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,128
$T_B$	0,160	0,298
$T_C$	0,479	0,298
	0,549	0,260
	0,618	0,231
	0,688	0,207
	0,758	0,188
	0,827	0,172
	0,897	0,159
	0,967	0,147
	1,036	0,138
	1,106	0,129
	1,176	0,121
	1,245	0,114
	1,315	0,108
	1,385	0,103
	1,454	0,098
	1,524	0,094
	1,594	0,089
	1,663	0,086
	1,733	0,082
	1,803	0,079
	1,872	0,076
$T_D$	1,942	0,073
	2,040	0,067
	2,138	0,061
	2,236	0,055
	2,334	0,051
	2,432	0,047
	2,530	0,043
	2,628	0,040
	2,726	0,037
	2,824	0,035
	2,922	0,032
	3,020	0,030
	3,118	0,028
	3,216	0,027
	3,314	0,025
	3,412	0,024
	3,510	0,022
	3,608	0,021
	3,706	0,020
	3,804	0,019
	3,902	0,018
	4,000	0,017

**Figura 53 – Parametri spettrali SLO**

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM –          IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 74 a 76

### 13. LITOSTRATIGRAFIA E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La caratterizzazione geotecnica dei terreni affioranti nell'area in esame è stata effettuata su base ipotetica, tenendo conto delle caratteristiche litologiche generali.

La litostratigrafia locale è caratterizzata da un orizzonte eluvio-colluviale a tessitura prevalentemente limoso-sabbiosa, più o meno sottile, poggiante sulla formazione ghiaioso-sabbiosa.

Il modello geologico e geotecnico di riferimento, totalmente preliminare, è il seguente:

Descrizione	$\phi$ (°)	C (daN/cm <sup>2</sup> )	$c_u$ (daN/cm <sup>2</sup> )	$\gamma$ (daN/cm <sup>3</sup> )	$\gamma_{sat}$ (daN/cm <sup>3</sup> )	$E_{edo}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	$E_{EL}$ (daN/cm <sup>2</sup> )	$\nu$	Dr %
Orizzonte eluvio-colluviale limoso-sabbioso	22	400	800	1570	1670	57	160	0,40	30
Ghiaie e sabbie	32-35	0	0	1860	1960	4444	12000	0,35	60

**Tabella 5 – Parametri geotecnici di riferimento**

 T E R N A G R O U P <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM –  IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 75 a 76

## 14. CONCLUSIONI

L'analisi degli elementi geomorfologici, geolitologici, idrogeologici e strutturali, nonché i risultati ottenuti dalle prove geognostiche pregresse, hanno consentito di acquisire un quadro geologico sufficiente per la definizione del grado di equilibrio e stabilità dell'area in cui è previsto il progetto di realizzazione di una stazione elettrica e delle opere di connessione alla Centrale SNAM Rete Gas.

Morfologicamente, la stabilità d'insieme dell'area appare buona e allo stato attuale non sono stati rilevati dissesti in atto o segni di sconnessione o lesioni negli edifici esistenti nelle vicinanze.

Il P.A.I. (Piano per l'Assetto Idrogeologico) non riporta per l'area zone considerate a pericolo e rischio geomorfologico, né per l'area della stazione, né per il tracciato del cavidotto. Per quanto attiene il rischio idraulico non sono presenti aree classificate a rischio idraulico, ma sono presenti "siti di attenzione", per cui si legge: *".... nel caso in cui nelle carte della pericolosità e del rischio siano presenti aree indicate come siti di attenzione, questi vanno intesi come aree su cui approfondire il livello di conoscenza delle condizioni geomorfologiche e/o idrauliche in relazione alla potenziale pericolosità e rischio e su cui comunque gli eventuali interventi dovranno essere preceduti da adeguate approfondite indagini"* (Art. 2-Relazione Generale PAI Regione Siciliana). Va sottolineato che l'unica intersezione del cavidotto con un sito di attenzione riguarda un tratto in cui il cavidotto è posto su una strada sopraelevata e quindi non interagente con il corso d'acqua.

L'assetto geolitologico è caratterizzato da un sottile orizzonte eluvio-colluviale a granulometria sabbioso-limosa e in parte ghiaiosa, che poggia sulla formazione in posto, costituita dalla Ghiaie e sabbie di Messina; si tratta di una formazione costituita da buone caratteristiche geotecniche medie, con modesti cedimenti immediati e da cedimenti per consolidazione pressoché assenti. Le caratteristiche geotecniche di riferimento, da considerare preliminari, sono riportate nell'apposito paragrafo.

L'area è caratterizzata da forte sismicità e sono da prevedere sollecitazioni cicliche intense, come storicamente avvenuto più volte. Le faglie capaci presenti nella zona non interessano comunque l'area di progetto della stazione elettrica e del cavidotto, per cui non sono da prevedere rotture cosismiche superficiali. Per quanto attiene la liquefazione, pur non essendo i terreni ad alta suscettibilità di liquefazione (granulometria grossa), non è totalmente da escludere a causa di mancanza di parte degli elementi conoscitivi, non essendo note le caratteristiche geolitologiche puntuali e non essendo stata verificata la presenza di eventuali falde locali.

La categoria topografica è la categoria **T1**, poiché la pendenza medie è di circa 6°, mentre la categoria di suolo di fondazione assunta in questa sede è la categoria **C**, poiché non sono presenti

 <small>T E R N A G R O U P</small> <b>Terna Energy Solutions</b>	<b>CONNESSIONE AT CENTRALE SNAM – IMPIANTO UTENTE 150/20 kV</b>  <b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	STZU_R_00036_00	
		Rev.00 del 01/03/2021	Pag. 76 a 76

indagini in situ e si attribuisce una categoria cautelativa. In sede di progetto esecutivo dovranno essere verificate le effettive condizioni geologiche e sismiche realizzando opportune indagini geologiche.

Si raccomanda, ai sensi delle NTC 2018, di attuare sempre il “metodo osservazionale” fondato su un processo decisionale continuamente orientato, eventualmente, a mutare quelle variabili di progetto che sono significative per la risposta del sistema geotecnico.

In conclusione, fermo restando le indicazioni e prescrizioni fornite nel presente elaborato, si esprime parere geologico favorevole alla realizzazione del progetto.