

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 1 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Metanodotto:

ALLACCIAMENTO A2A ENERGIEFUTURE DI S. FILIPPO DEL MELA

DN 500 (20") – DP 75 bar

nei Comuni Pace del Mela e San Filippo del Mela

# STUDIO SISMICO CON PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Documentazione integrativa  
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



*[Handwritten signature]*

0	Emissione	Polloni	Gasperini	Luminari	20/01/2020
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME) DN 500 (20") – DP 75 bar	Pagina 2 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
1.1	Riferimenti normativi .....	3
<b>2</b>	<b>LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>4</b>
2.1	Localizzazione dell'intervento.....	4
2.2	Descrizione dell'intervento.....	5
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOLOGICHE .....</b>	<b>7</b>
3.1	Inquadramento geologico-tettonico .....	7
3.3	Indagini geognostiche .....	11
3.4	Modello sismico .....	11
<b>4</b>	<b>SISMICITA' DELL'AREA .....</b>	<b>13</b>
4.1	Inquadramento sismico .....	13
4.2	Magnitudo attesa .....	16
<b>5</b>	<b>PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE.....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>RISCHI SISMICI .....</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>26</b>

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 3 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati provenienti dallo studio delle caratteristiche sismiche di base eseguito a supporto del progetto per la realizzazione del metanodotto "Allacciamento A2A Energiefuture di San Filippo del Mela DN 500 (20") - DP 75 bar", avente una lunghezza complessiva di 4+998 km.

Con riferimento alle caratteristiche litostratigrafiche e al modello geologico del sito, descritte nel dettaglio nella specifica relazione geologica "Report delle indagini geognostiche" (v. Rel. COMIS NR/19388 LSC-203) e desunte -oltre che dai dati bibliografici, cartografici disponibili- dalle indagini geognostiche eseguite allo scopo, nella presente relazione si riferisce in merito alle caratteristiche geologico-tettoniche, alla sismicità storica e alla pericolosità sismica di base dell' area di intervento.

A tal fine ci si è basati, oltre che sulla documentazione disponibile presso gli Enti e la Regione Siciliana, sui risultati di una indagine geognostica condotta dal Consorzio LR comprensiva di:

- 9 sondaggi a carotaggio continuo profondi fino a 25 m
- 4 prove penetrometriche statiche continue
- rilievi geofisici sismici (tomografie, MASW, HVSR)
- prove di laboratorio geotecnico.

### 1.1 Riferimenti normativi

Lo studio effettuato tiene conto della legislazione, della normativa e delle raccomandazioni vigenti, in particolare di:

- D.M. 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.*
- CIRC. 24 Settembre 1988 n° 30483. D.M. 11 Marzo 1988: *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni ...., Istruzioni per l'applicazione.*
- Ordinanza n. 3274 della Presidenza del Consiglio: *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per la costruzione in zona sismica*
- Ordinanza n. 3274 della Presidenza del Consiglio: *Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni*
- UNI ENV 1977-1- EUROCODICE n° 7: *Progettazione geotecnica*
- UNI ENV 1998- 5 - EUROCODICE n° 8: *Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture: Parte 5 fondazioni, strutture di contenimento e aspetti geotecnici*
- D.M. 14 Gennaio 2008: *Norme Tecniche per le costruzioni*
- D.M. 17 Gennaio 2018: *Norme Tecniche per le costruzioni*
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: *Circolare 21 gennaio 2019, n. 7. Istruzioni per l'applicazione delle NTC 2018*

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME) DN 500 (20") – DP 75 bar	Pagina 4 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 2 LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 Localizzazione dell'intervento

Il tracciato del metanodotto in progetto è localizzato nel settore nord-orientale della Sicilia, in particolare ricade all'interno dei territori amministrativi dei comuni di Pace del Mela e di San Filippo del Mela, in provincia di Messina. La condotta si stacca dal metanodotto in esercizio "Met. Gagliano Messina DN 1200 (48") – MOP 75 bar", mediante l'ampliamento del P.I.D.I. 6101001/10A esistente. Prosegue in direzione SSE-NNO per circa 3+300 km, dal quale vira in direzione circa E-W percorrendo in parallelismo l'autostrada A20 Messina-Palermo. In prossimità del km 4 devia ulteriormente direzione avanzando verso il suo punto terminale, ubicato all'interno della raffineria di San Filippo del Mela (Figura 2.1/A e Figura 2.1/B).



Figura 2.1/A – Corografia dell'area in studio con riportato il tracciato del metanodotto (in rosso)

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 5 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>



Figura 2.1/B – Immagine aerea dell’area attraversata dal tracciato del metanodotto (Google Earth)

## 2.2 Descrizione dell’intervento

Le opere in progetto consistono nella realizzazione del metanodotto “*Allacciamento A2A Energiefuture di San Filippo del Mela (ME)*, DN 500 (20”) – DP 75 bar” e di alcuni impianti localizzati lungo il tracciato.

In particolare, quest’ultimo si sviluppa per una lunghezza totale di 4+998 km interessando i comuni di Pace del Mela e di San Filippo del Mela, in provincia di Messina, al fine di garantire la fornitura di notevoli quantità di gas naturale alla Centrale Termoelettrica A2A Energiefuture di San Filippo del Mela (ME).

Il metanodotto in progetto è costituito da tubazioni in acciaio di diametro pari a 500 mm (20”) saldate di testa, spessore di 11,1 mm, corredato dai relativi accessori, quali armadietti per apparecchiature di controllo e per la protezione catodica, sfiati delle opere di protezione e cartelli segnalatori.

Le tubazioni vengono posate nel sottosuolo in una trincea scavata mediante mezzo meccanico e successivo rinterro con una copertura minima di 0,90 m (come previsto dal D.M. 17.04.2008).

La trincea, una volta posata la tubazione, viene riempita usando il terreno di riporto così da non modificare le caratteristiche granulometriche e di permeabilità del sottosuolo.

In corrispondenza di punti delicati, al fine di minimizzare l’impatto sull’ambiente o per non arrecare danno alle strutture viarie/ferroviarie, gli attraversamenti saranno realizzati con tecnica trenchless (spingitubo o trivellazione orizzontale controllata).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 6 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Per quanto concerne gli impianti di linea collegati alla tubazione del metanodotto, questi hanno lo scopo di sezionare la linea, intercettare e permettere la derivazione (PIDI: punto di intercettazione e derivazione importante; PIL punto di intercettazione di linea). Essi sono costituiti da tubazioni, valvole e pezzi speciali, interrati e collocati all'interno di un'area recintata con pannelli in grigliato di ferro verniciato alti 2 m dal piano impianto, su cordolo di calcestruzzo armato.

Gli impianti comprendono, inoltre, apparecchiature per la protezione elettrica della condotta. Le aree sono in parte pavimentate con autobloccanti prefabbricati e devono essere dotate di strada di accesso carrabile.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 7 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

#### 3.1 Inquadramento geologico-tettonico

Il tracciato del gasdotto in esame si colloca sulle propaggini settentrionali dei Monti Peloritani, in prossimità della costa.

Dal punto di vista geologico, i Monti Peloritani rappresentano la terminazione meridionale della Catena Kabilo-Calabride (CKC) o altresì denominata Arco Calabro-Peloritano (ACP).

Quest'ultimo è definito come una struttura arcuata che raccorda l'Appennino alla Catena Appenninico-Maghrebide ed è costituita da falde di ricoprimento definite da unità stratigrafico-strutturali a vergenza meridionale, accavallate sulle unità più interne delle Maghrebidi Siciliane.

In particolare, tale struttura è caratterizzata da unità tettoniche di basamento cristallino ercinico, il cui grado metamorfico aumenta verso le unità geometricamente più alte, sulle quali talvolta si rinvengono i resti delle originarie coperture meso-cenozoiche.

A partire dall'Oligocene superiore le falde costituenti l'ACP sono state suturate dalla formazione del Flysch di Capo D'Orlando, di età Oligocene Superiore - Miocene Inferiore, la cui sedimentazione è stata interrotta, nel Langhiano, dall'arrivo in falda delle "Argille Scagliose Antisicilidi", con vergenza opposta rispetto alle unità che costituiscono l'Arco Calabro (sud-vergenti).

In discordanza sia sulle Argille Scagliose Antisicilidi sia sul Flysch di Capo d'Orlando sia sul basamento cristallino, affiora una sequenza arenaceo-calcarenitica di età langhiana, che testimonia la ripresa della sedimentazione, precedentemente interrotta dalla formazione delle Argille Scagliose Antisicilidi.

Con l'apertura del Bacino Tirrenico (Miocene medio) si assiste alla sedimentazione sino al Pleistocene di nuove unità sedimentarie, che affiorano prevalentemente lungo il bordo tirrenico ed il litorale alto ionico.

La successione stratigrafica continua con l'affioramento discontinuo di terreni evaporitici, assimilabili alla crisi di salinità del Messiniano, la quale prosciugò il Bacino del Mediterraneo. La risalita del livello del mare avvenuta nel Pliocene Inferiore è testimoniata dalla presenza dei "Trubi", una formazione costituita da marne e calcari marnosi tipici dell'ambiente pelagico. A partire dal Pliocene Superiore - Pleistocene Inferiore una forte tettonica sin-sedimentaria ha causato la deposizione di un ciclo sedimentario, che consiste in depositi prevalentemente sabbioso-calcarenitici-argillosi, caratterizzati da rapide variazioni di facies sia in senso laterale che verticale, risultato di una notevole mobilità dei bacini di sedimentazione e sotto l'influenza delle oscillazioni eustatiche. Sui depositi plio-pleistocenici e sul basamento cristallino, poggia in discordanza la Formazione delle "Sabbie e Ghiaie di Messina", del Pleistocene medio, un deposito costituito da ghiaie e sabbie grigio-giallastre scarsamente cementate e fortemente clinostratificate. Nel Pleistocene superiore si assiste alla formazione di terrazzi marini e fluviali, costituiti da sabbie giallo-ocra talora ghiaiose, da limi e da ghiaie, con elementi litoidi, più o meno arrotondati e delle dimensioni variabili dal ciottolo al masso, immersi in una matrice sabbioso-limosa di colore giallo-ocra. I terrazzi marini affiorano alla sommità delle estreme propaggini delle dorsali che si affacciano sulla costa tra le quote 150 e 50 m slm.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME) DN 500 (20") – DP 75 bar	Pagina 8 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 3.2 Modello geologico

La zona percorsa dal metanodotto è costituita da una fascia collinare di spianate terrazze dolcemente digradanti verso NNE fino ad una scarpata morfologica al limite della piana costiera, nell'ambito della quale termina il tracciato.

Dal punto di vista geologico (v. Carta Geologica di Fig. 3.2/A), tutta la fascia collinare attraversata è costituita dalle formazioni marine plio-pleistoceniche ricoperte da depositi di terrazzo fluvio-marini (1).

Le formazioni del substrato presenti sono rappresentate dalle seguenti unità:

- “Argille marnose grigio-azzurre pleistoceniche” (2)
- “Marne calcaree e calcari marnosi (Trubi)” (3)

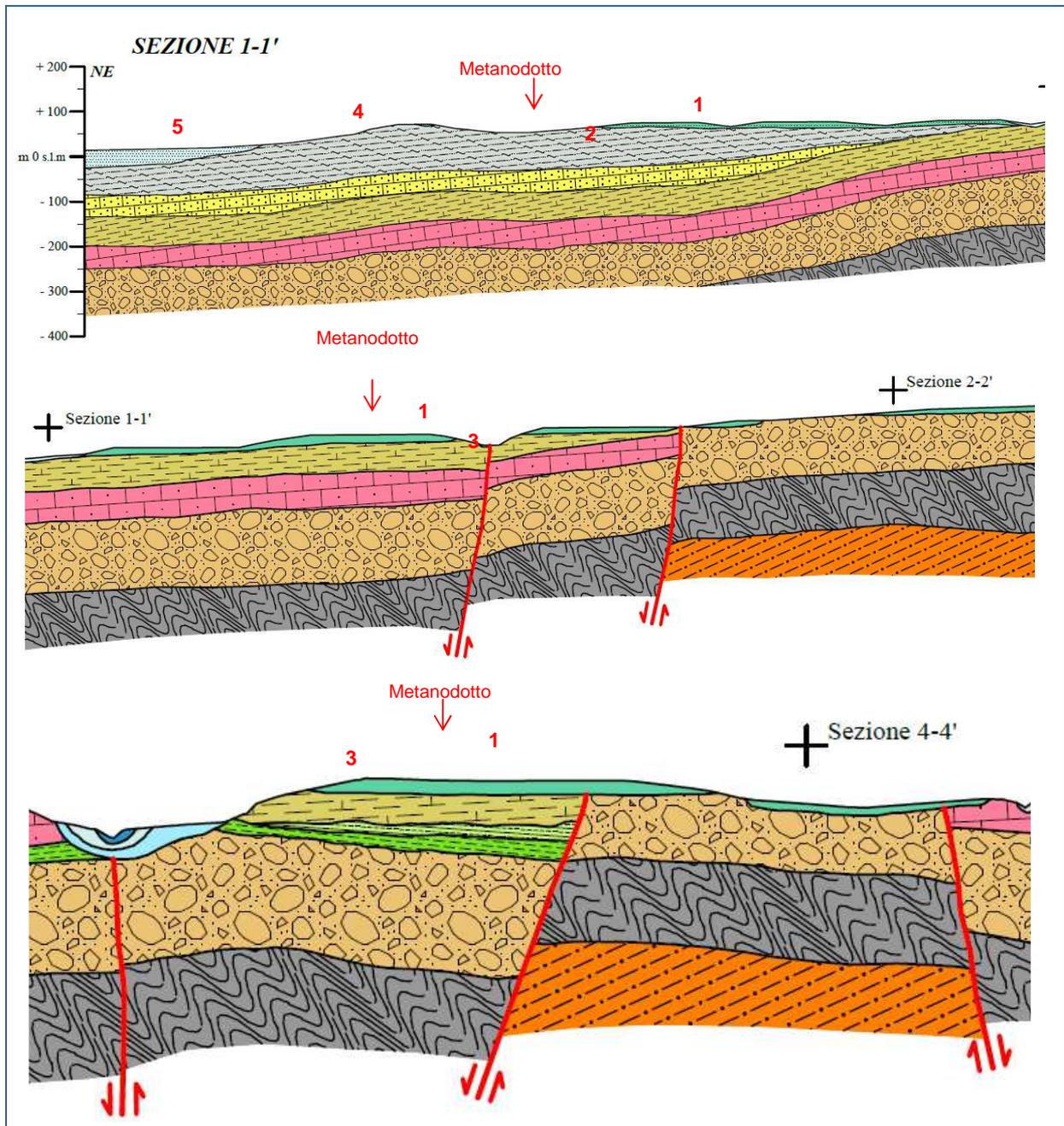
La scarpata che separa la fascia collinare dalla piana costiera nella zona in oggetto è costituita da “Coltri detritiche eluvio-colluviali” (4) che ricoprono e derivano dall'alterazione della sottostante formazione argillo-marnosa, soggette localmente a fenomeni di instabilità.

La piana costiera, nella zona interessata dal tratto terminale di tracciato, è costituita da depositi limo-sabbiosi (5) sovrastanti il substrato argilloso.

Nella sezioni sottoriportate in Figura 3.2/B si evidenzia il modello stratigrafico in corrispondenza dell'area attraversata dal metanodotto.

Come si può osservare dalle sezioni, il metanodotto nelle piane terrazze si colloca nell'ambito dei depositi fluvio-marini che ricoprono con modesto spessore (talora nullo) il substrato marino delle argille e delle marne calcaree (*Trubi*).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 9 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Figura 3.2/B – Sezioni geologiche in corrispondenza del tracciato, tratte dalla “Carta geologica” in “Studio Geologico a supporto del PRG”, Comune di San Filippo del Mela**  
 (la numerazione si riferisce al tipo di unità sopra elencato)

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 10 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

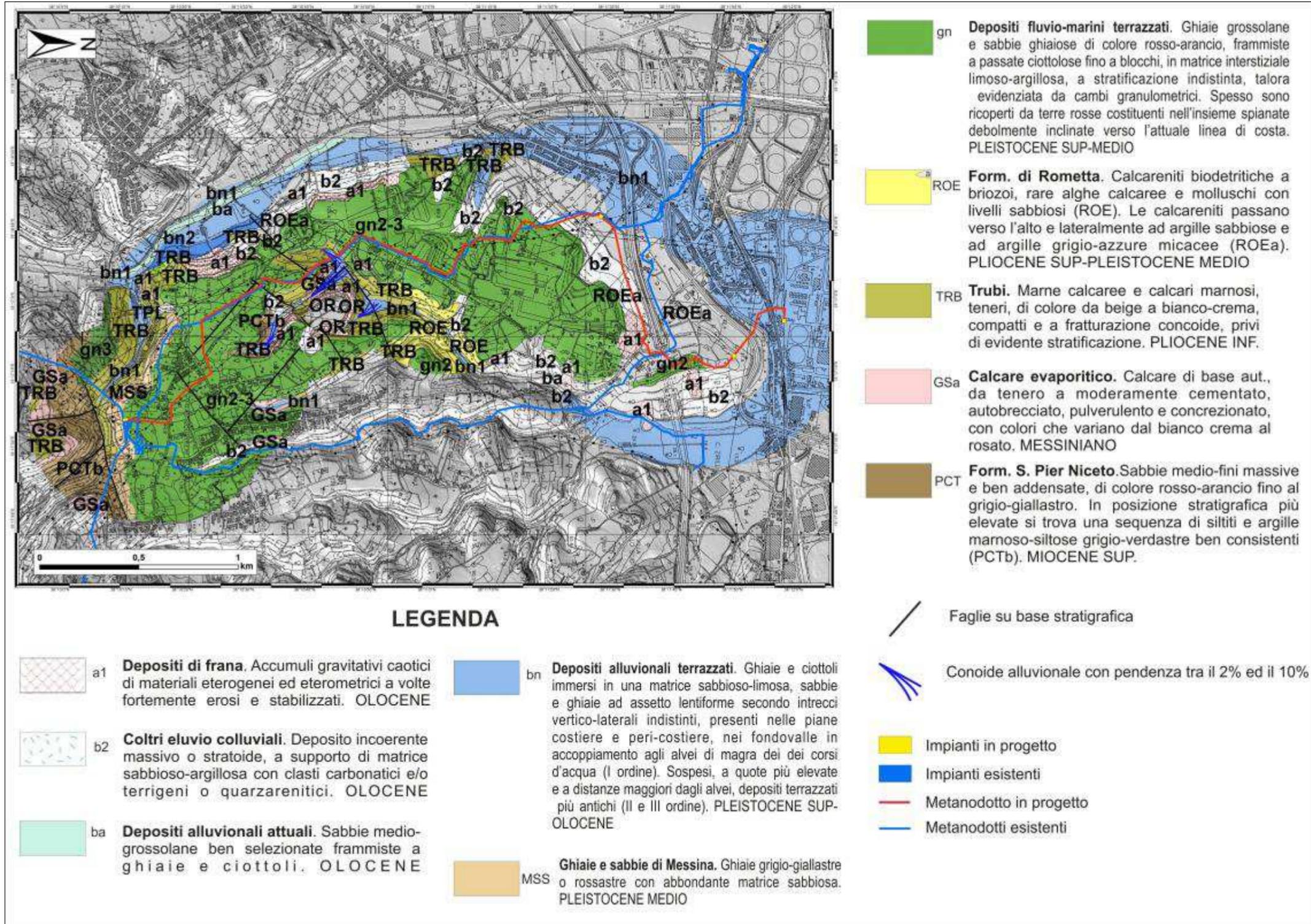


Figura 3.2/A – Stralcio della Carta Geologica del settore attraversato dal metanodotto in progetto.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energifuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 11 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

### 3.3 Indagini geognostiche

Sono stati eseguiti 9 sondaggi geognostici, le cui stratigrafie sono riportate nella relazione "Report delle indagini geognostiche" (Rel- COMIS NR/19388, LSC 203).

I sondaggi eseguiti sulla zona collinare pianeggiante hanno evidenziato la presenza di una coltre rappresentata dai depositi fluvio-marini costituita da terreno argillo-sabbioso e sabbio limo-argilloso con inclusi litici, alterata di colore bruno e con spessori variabili massimi di 13 m. Al di sotto sono presenti argille limose-marnose appartenenti alle unità del substrato.

Sul bordo superiore della zona di scarpata i sondaggi mostrano la presenza, al di sotto di una debole coltre, del substrato argilloso-limoso-marnoso.

Nella zona alla base dei rilievi e di raccordo con la piana sono stati rinvenuti terreni sabbio-limosi-limo sabbiosi di spessore massimo 7 m, che ricoprono il substrato argilloso.

### 3.4 Modello sismico

Lungo il tracciato sono state eseguite 4 prove Masw finalizzate alla valutazione della velocità delle onde  $V_{sEQ}$  e stimare la categoria di sottosuolo in accordo con le NTC 2018.

Come si può osservare dai grafici delle velocità  $V_s$  in funzione delle profondità, le prove indicano la presenza a profondità variabili di materiale con discreta velocità delle onde (di circa 500 m/s o più) ascrivibile ad un substrato di tipo roccia tenera. In un caso (MASW 2) le velocità superano gli 800 m/s, valore stabilito dalle NTC 2018 come limite oltre il quale si identifica l'ammasso roccioso o il terreno molto rigido.

I valori delle  $V_{sEQ}$  ottenuti nelle varie prove e la relativa categoria di sottosuolo (v. Tab. 3.4/A) sono i seguenti:

- MASW 1  $V_{sEQ} = 358$  Categoria C
- MASW 2  $V_{sEQ} = 418$  Categoria B
- MASW 3  $V_{sEQ} = 298$  Categoria C
- MASW 4  $V_{sEQ} = 331$  Categoria C

CATEGORIA	TIPOLOGIA SUOLO
A	<i>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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

**Tabella 3.4/A – Categorie di suolo secondo NTC 2018**

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 12 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

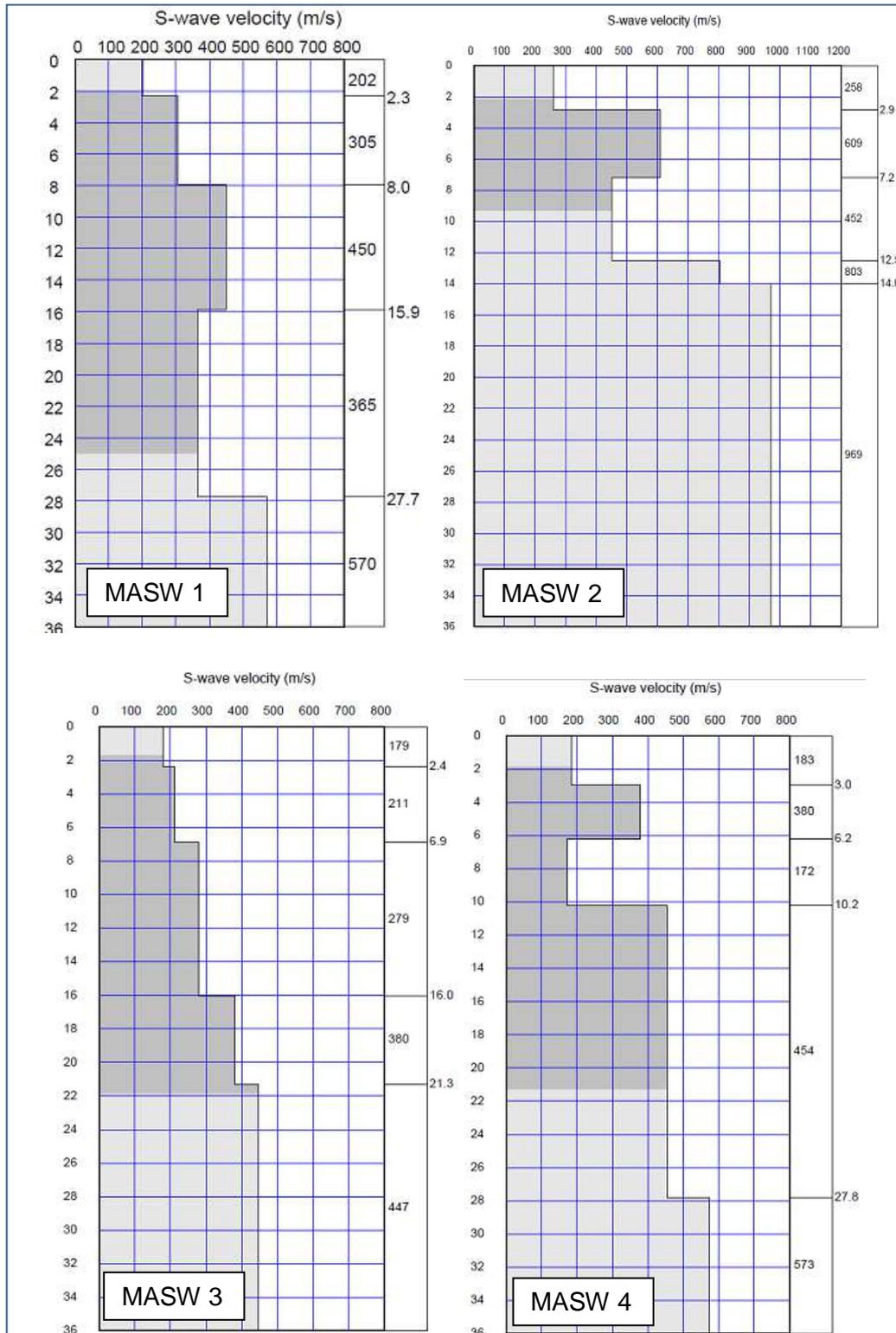


Figura 3.4/A – Grafici Vs in funzione delle profondità

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 13 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 4 SISMICITA' DELL'AREA

### 4.1 Inquadramento sismico

Nel nuovo modello sismogenetico usato in Italia, la cosiddetta zonazione ZS9, il territorio italiano è stato suddiviso in 36 diverse zone, numerate da 901 a 936, più altre 6 zone identificate con le lettere da "A" a "F" fuori dal territorio nazionale (A-C) o ritenute di scarsa influenza (D-F). Per ogni zona sismogenetica, caratterizzata da una propria sismicità, è stata effettuata una stima della profondità media dei terremoti e del meccanismo di fagliazione prevalente.

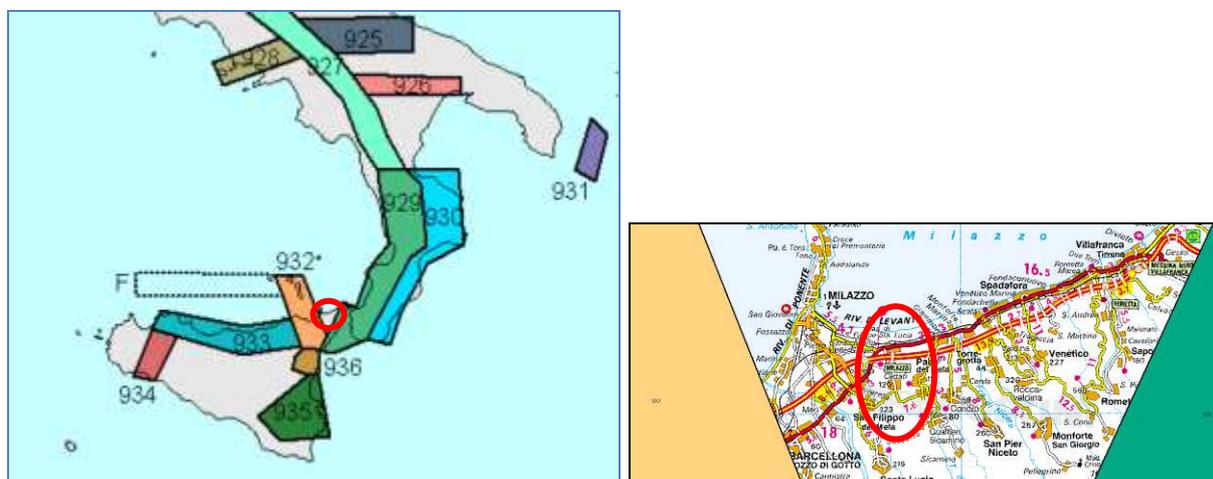


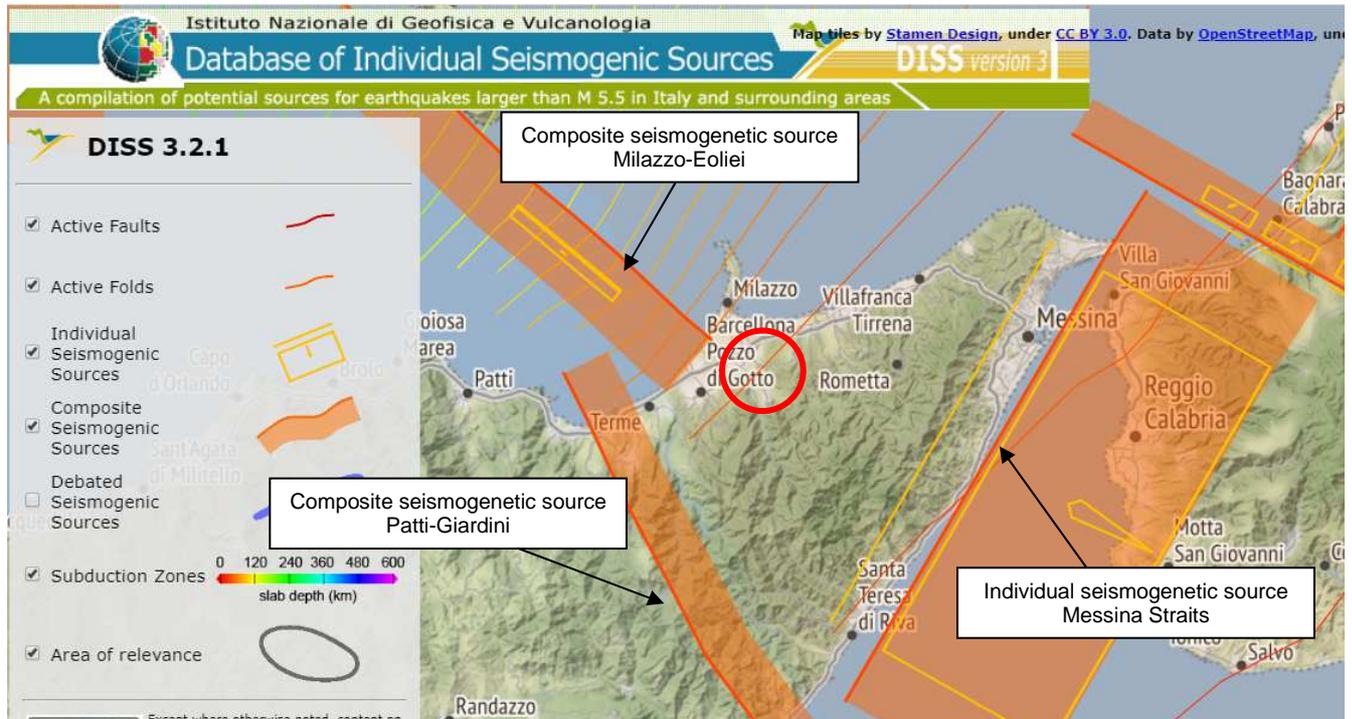
Figura 4.1/A– Zone sismogenetiche d'Italia (zonazione ZS9, da INGV).

In base alla zonazione sismica ZS9 operata da INGV, l'area percorsa dal tracciato non ricade in alcuna zona sismogenetica così come individuato dalla cartografia INGV della zonazione ZS9. Risulta tuttavia compresa tra le zone 932 a Ovest e 929 ad Est, per le quali la magnitudo sismica massima attesa è fissata in  $M_{wmax} = 6.14$  e  $7.29$  rispettivamente (v. Fig. 4.1/A).

La figura seguente (v. Fig. 4.1/B) riporta lo stralcio della mappa delle sorgenti sismogenetiche individuali in cui sono rappresentate le faglie attive e le aree di sorgente sismogenetica. L'area in esame, seppur non ricadente in nessuna zona sismogenetica, si trova compresa tra importanti strutture fortemente sismogenetiche:

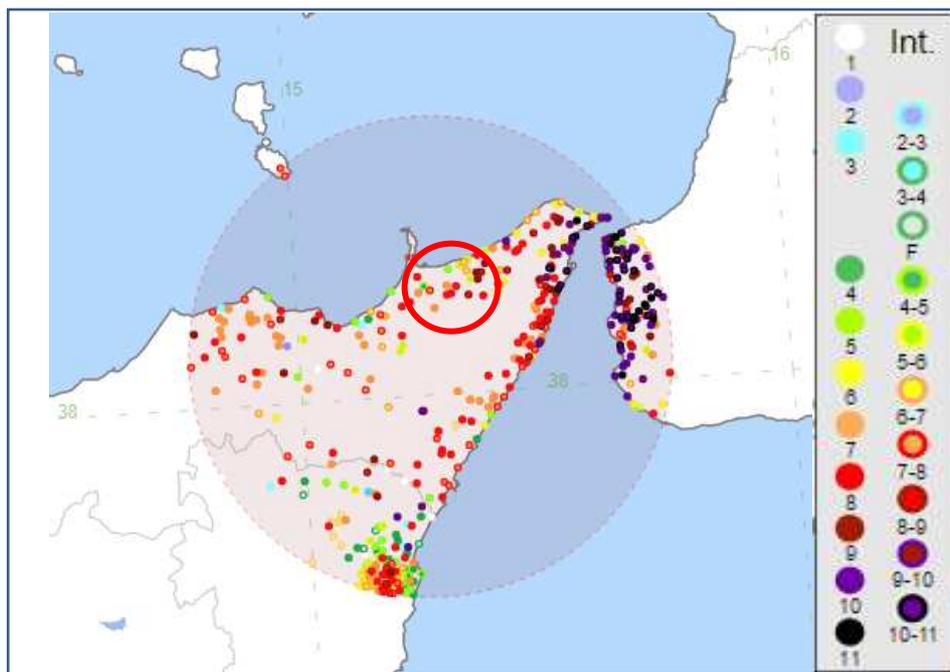
- sorgente individuale dello Stretto di Messina, con magnitudo  $M_w = 7.0$
- sorgente composita Milazzo.Eole, con magnitudo  $M_w = 6.1$
- sorgente composita Patti-Giardini, con magnitudo  $M_w = 6.1$

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energifuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 14 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Figura 4.1/B - Mappa delle fonti sismogenetiche**  
 (da INGV, DISS 3, Database of Individual Seimogenetic sources)

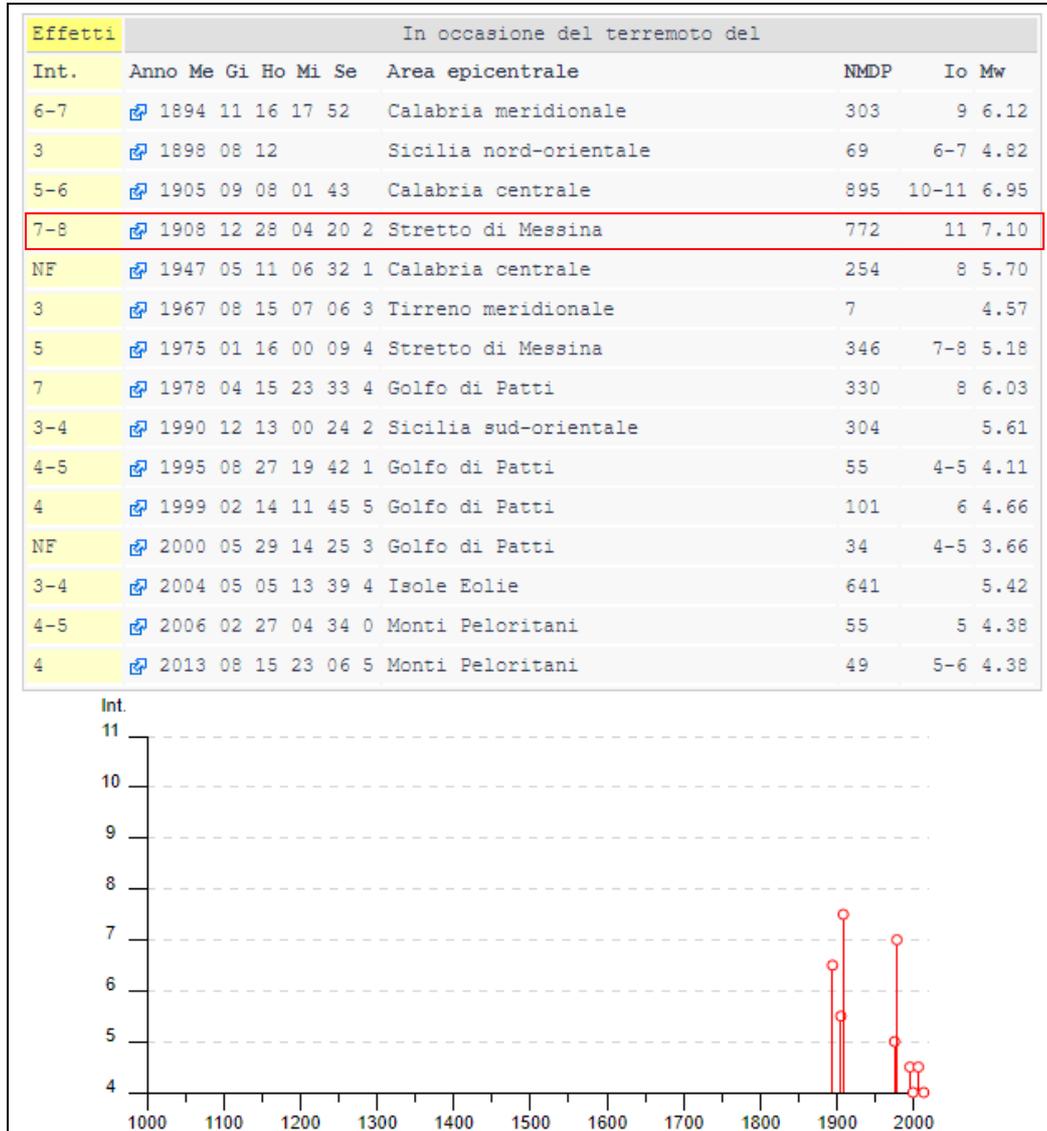
Come si vede dall'immagine in Fig. 4.1/C, il territorio della zona nell'intorno dell'area in studio è stato interessato da molti eventi sismici con intensità macrosismiche nella zona in studio dell'ordine di 7-8, ma assai più gravi fino a 10-11 sui bordi dello Stretto.



**Figura 4.1/C – Localizzazione dei terremoti nell'intorno dell'area di interesse e relativa intensità macrosismica.** Da database macrosismico dei terremoti italiani di INGV, DBMI 15

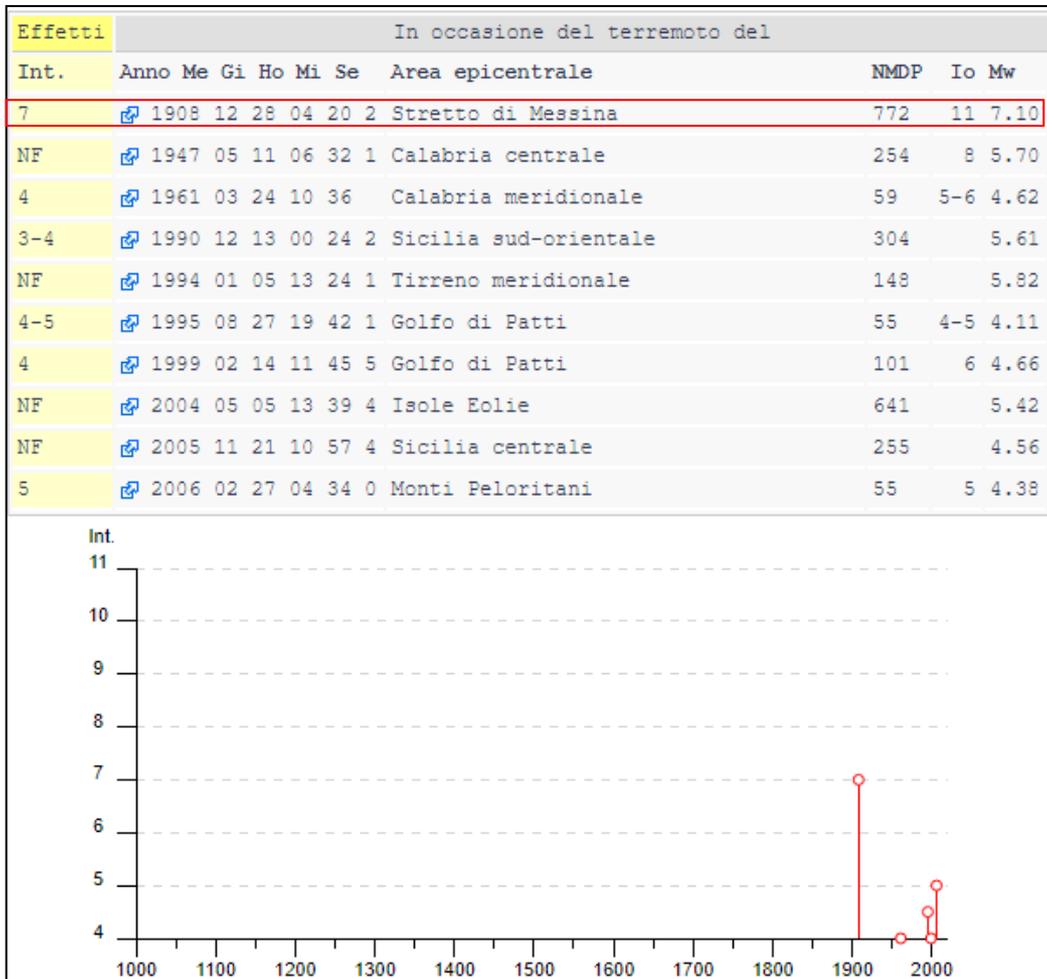
	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 15 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Nella zona in esame si sono avuti risentimenti di intensità macrosismica massima di intensità 7÷8 durante il terremoto di Messina del 1908 (v. Figg. 4.1/D, 4.1/E).



**Figura 4.1/D – Intensità macrosismiche dei terremoti risentiti nella zona nell'ultimo millennio e relativo grafico, nel territorio del comune di San Filippo del Mela**  
 Da database macrosismico dei terremoti italiani di INGV, DBMI 15

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 16 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Figura 4.1/E – Intensità macrosismiche dei terremoti risentiti nella zona nell'ultimo millennio e relativo grafico, nel territorio del comune di Pace del Mela**  
 Da database macrosismico dei terremoti italiani di INGV, DBMI 15

Come si può dedurre dalla seguente figura, le massime intensità macrosismiche osservate nella zona in cui ricade la zona in studio, sono pari a 7÷8.

## 4.2 Magnitudo attesa

Sulla base della zonazione sismogenetica ZS9 dell'INGV il sito non ricade in nessuna zona sismogenetica. Esso si trova tuttavia compresa tra le zone 932 a Ovest e 929 ad Est, per le quali la magnitudo sismica massima attesa è fissata in  $M_{wmax} = 6.14$  e  $7.29$  rispettivamente (v. Fig. 4.2/A).

Per il sito in oggetto è stata stimata la magnitudo attesa con il metodo della disaggregazione di  $a(g)$  delle mappe di pericolosità sismica dell'INGV che permette di valutare la combinazione magnitudo-distanza epicentrale più probabile per un dato tempo di ritorno.

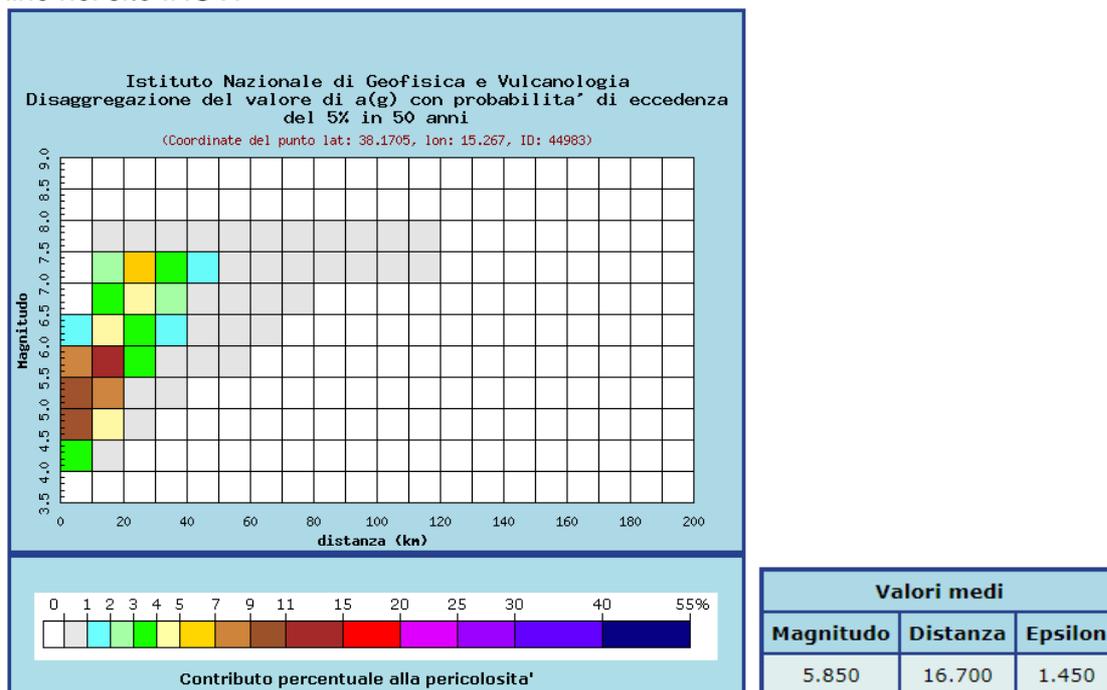
Dato che per l'opera in progetto le verifiche vengono eseguite per lo stato limite severo SLV (salvaguardia vita), tale disaggregazione è stata calcolata per la condizione  $T_r = 949$  anni (5% di superamento in 50 anni).

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 17 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

Nome ZS	Numero ZS	Mwmax
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d'Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

**Tabella 4.2/A– Valori di  $M_{wmax}$  per le varie zone sismogenetiche d'Italia (da INGV)**

Il grafico, riportato nella seguente Fig. 4.2/A, è stato desunto dalle Mappe Interattive di Pericolosità Sismica dell'INGV, considerando per la zona il punto di maggior  $a_g$  della griglia in cui esso ricade. La relativa tabella numerica non è qui riportata, ma può essere consultata on line nel sito INGV.



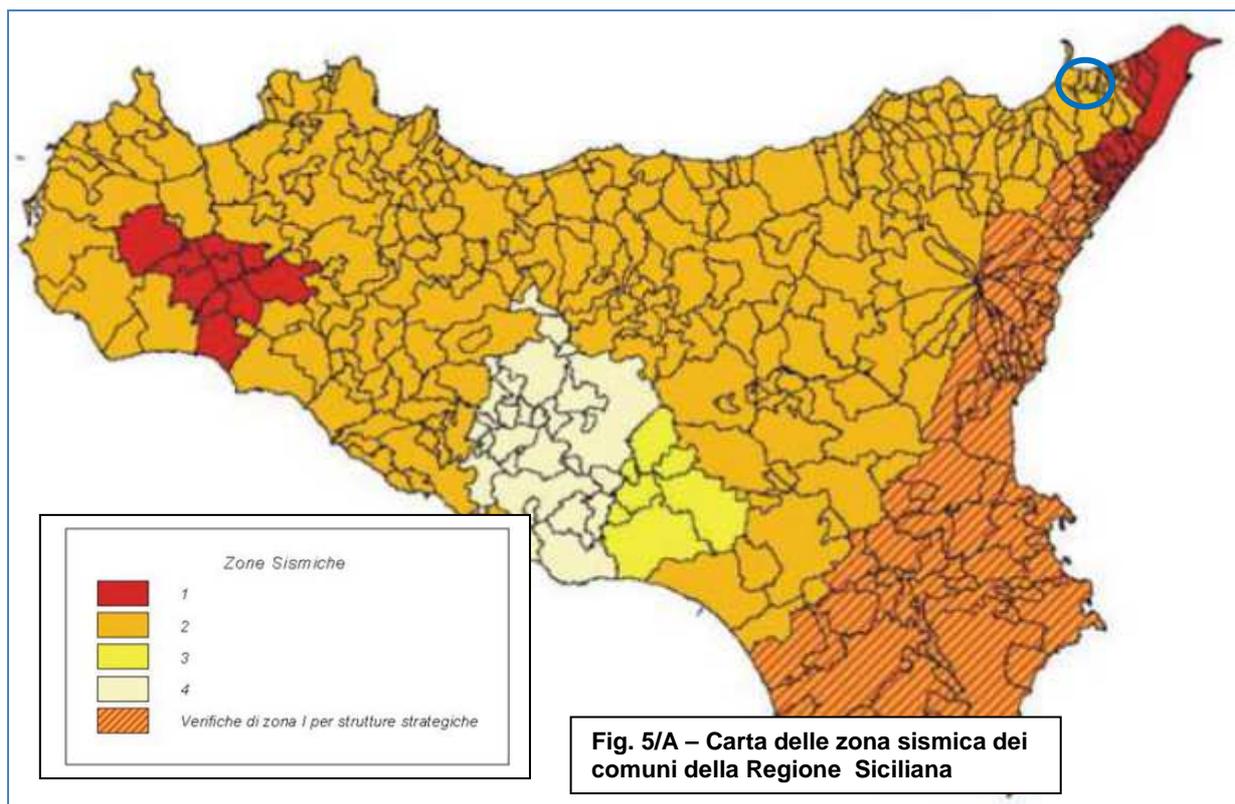
**Figura 4.2/A – Disaggregazione Magnitudo-distanza**

Come appare dalla figura sopra riportata, le magnitudo medie attese per un tempo di ritorno di 949 anni sono dell'ordine di 5.850 cui corrisponde una distanza epicentrale di 16.7 km.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME) DN 500 (20") – DP 75 bar	Pagina 18 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 5 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

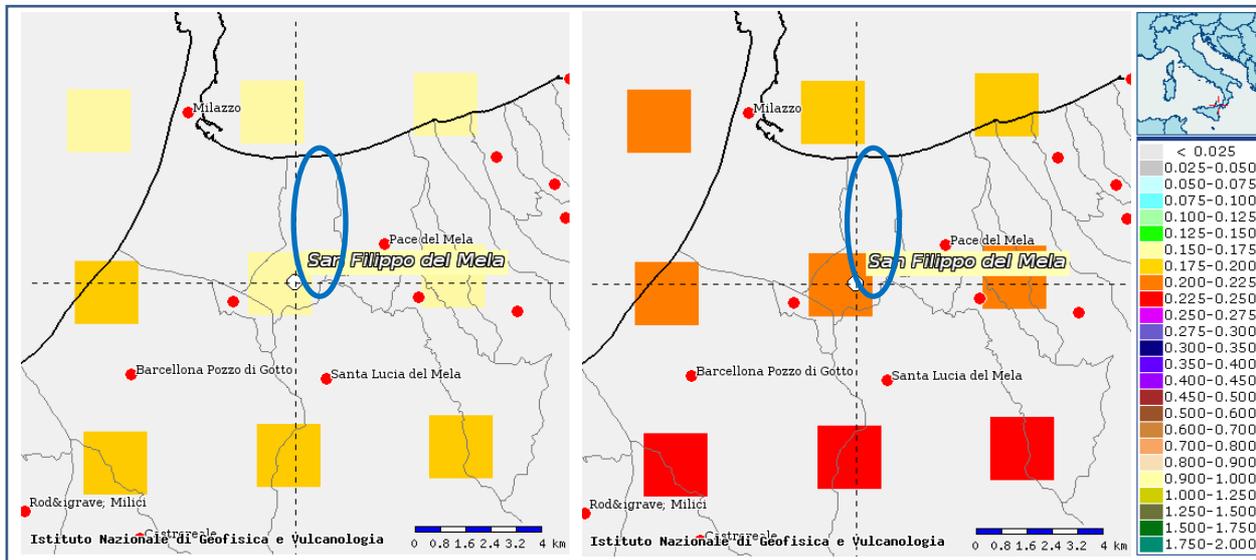
L'opera ricade nell'ambito del territorio comunale di San Filippo del Mela e di Pace del Mela classificati, ai sensi della Del. Reg. n. 408 19/12/2003, in zona sismica 2. (v. Fig. 5/A ).



In base alla zonazione INGV “*Pericolosità sismica del territorio nazionale*” (PCM 28/04/2006 n. 3519) l'intervento in progetto cade in aree con  $a_g = 0.150 \div 0.175$  g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, cioè tempo di ritorno 475 anni e con  $a_g = 0.200 \div 0.225$  g con probabilità di superamento del 5% in 50 anni, cioè tempo di ritorno 949 anni (v. Fig. 5/B).

Con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. 14 gennaio 2008) e come successivamente confermato dal loro aggiornamento (D.M. 17 gennaio 2018) la pericolosità sismica del territorio nazionale, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido affiorante (o caratterizzato da velocità delle onde sismiche trasversali 800 m/s) viene definita mediante un approccio sito dipendente, cioè tramite la posizione delle sue coordinate nell'ambito del grigliato nazionale, per i cui vertici vengono forniti i valori dei parametri sismici di base:  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c$ .

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 19 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Figura 5/B– Carta di pericolosità sismica (INGV): a sinistra  $T_r= 475$  anni, a destra  $T_r= 949$  anni**

Tramite media pesata è possibile in tal modo definire gli spettri di risposta, ai sensi delle NTC 2018, nelle condizioni di sito di riferimento su suolo rigido orizzontale (categoria di terreno A). I valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$  sono indicati per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o per diversi tempi di ritorno  $T_R$ , essendo:

$a_g$ = accelerazione orizzontale massima

$F_o$ = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

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

Qualora la pericolosità sismica del sito sia relativa ad un periodo di riferimento diverso da quelli forniti dalle NTC 2018, i vari parametri vengono calcolati per interpolazione.

Sulla base del programma di calcolo *Spettri-NTC ver. 1.0.3*, messo a disposizione dal Ministero dei L.L. P.P. e tramite il software *Geostru PS Advanced*, l'interpolazione dei valori del grigliato nazionale ha permesso di definire i parametri sismici di base e i relativi spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno di riferimento.

Per il calcolo dei parametri sismici nell'ambito del territorio attraversato dal metanodotto in progetto, stanti le caratteristiche di generale aumento della sismicità da NW verso SE, si è fatto riferimento al sito di inizio tracciato (v. Fig. 5/C) con le seguenti coordinate:

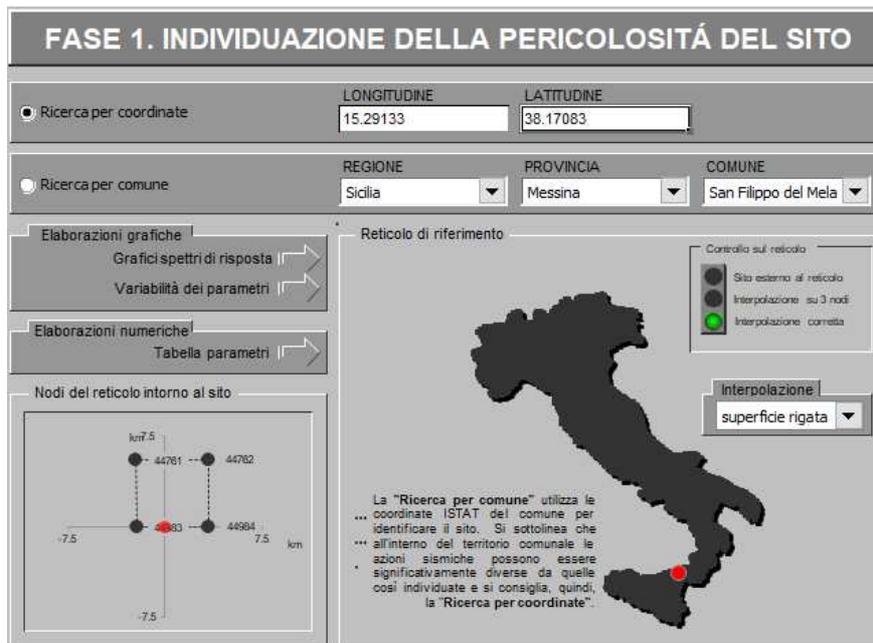
- ED 50: Lat 38.170831 – Long 15.291326
- WG S84: Lat 38.169786– Long 15.290509

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energifuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 20 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>



**Fig. 5/C – Localizzazione del sito nell’ambito del grigliato nazionale**

Per tale sito si sono calcolati i parametri sismici di base sia per la condizione di stato limite di danno SLD ( $T_r = 101$  anni) che di stato limite salvaguardia vita SLV ( $T_r = 949$  anni) come si riporta nella tabella 5/A .



**Figura 5/D – Schermata del programma Spettri-NTC ver. 1.0.3 utilizzato per la stima dei parametri sismici**

SLATO LIMITE	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_C'$ [s]
SLO	60	0.074	2.427	0.305
SLD	101	0.092	2.445	0.323
SLV	949	0.210	2.555	0.397
SLC	1950	0.262	2.599	0.426

**Tabella 5/A – Parametri sismici di base per diversi tempi di ritorno.**  
Evidenziati i parametri relativi agli stati SLD e SLV

Di seguito nelle figura 5/E si riportano i valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c'$  in funzione del periodo di ritorno e in figura 5/F gli spettri di risposta elastici per diversi stati limite.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energifuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 21 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

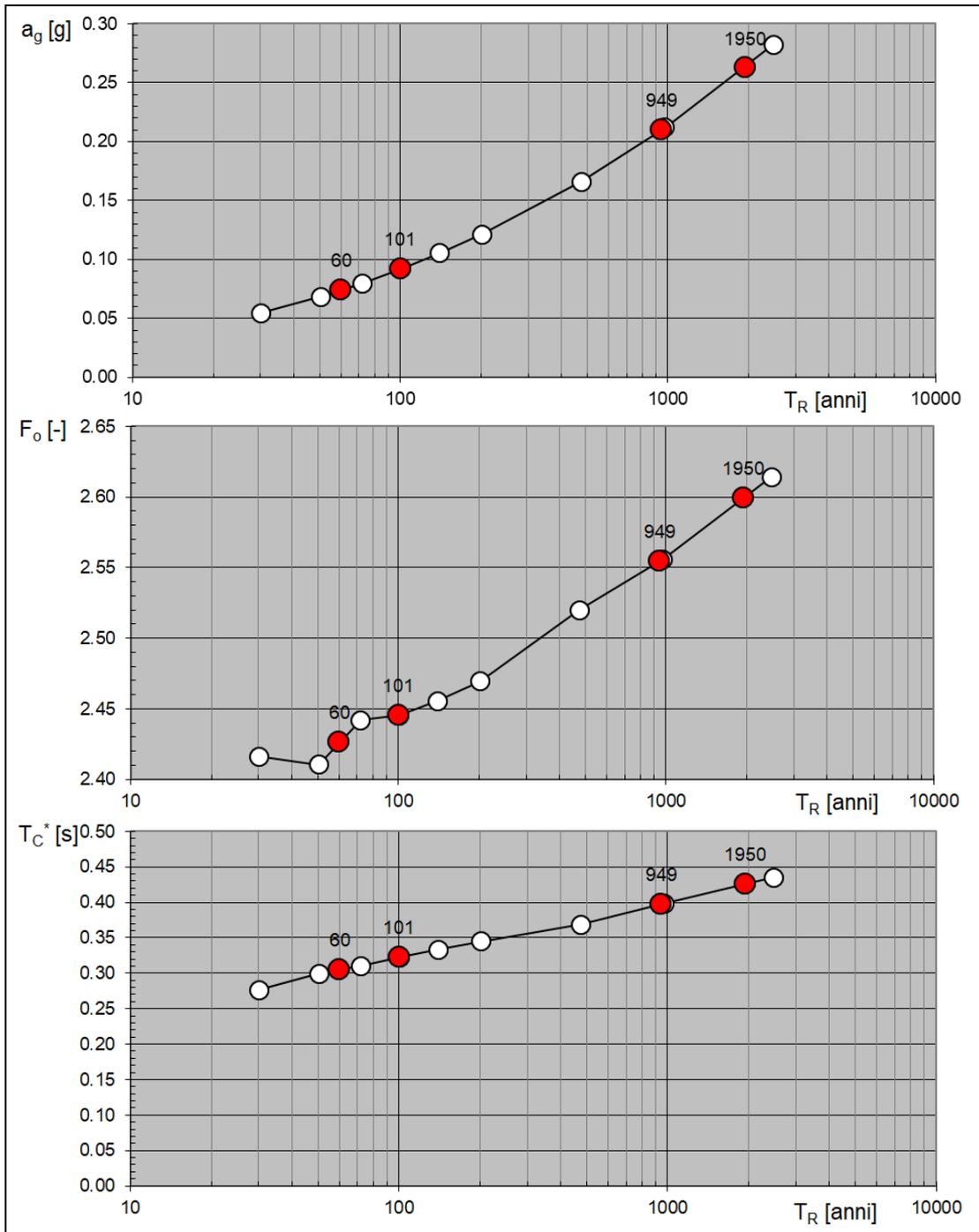


Figura 5/E – Valori di progetto dei parametri  $a_g$ ,  $F_o$ ,  $T_c^*$

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 22 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

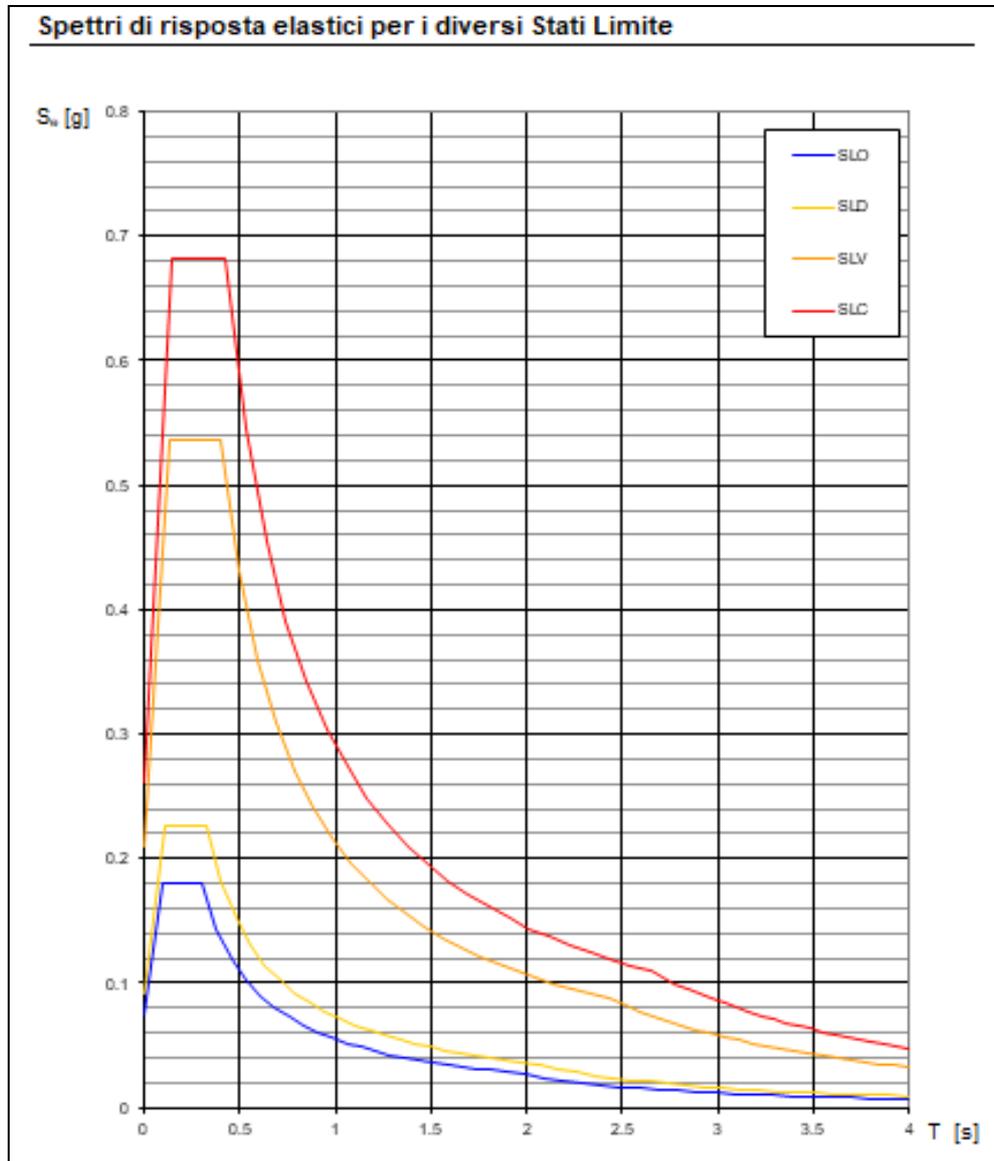


Figura 5/F – Spettri di risposta elastici per diversi stati limite

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME) DN 500 (20") – DP 75 bar	Pagina 23 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 6 RISCHI SISMICI

Nel precedente capitolo si è definita la pericolosità sismica di base, con i relativi parametri sismici  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c$  e spettri di risposta elastica per i vari tempi di ritorno.

In fase di progettazione di dettaglio degli impianti verrà calcolata la risposta sismica locale (RSL), necessaria per il dimensionamento delle opere previste per i vari impianti lungo il tracciato.

Nella presente relazione si riportano i risultati delle verifiche allo scuotimento sismico della tubazione che sono stati anticipati al fine di dimensionare le caratteristiche geometriche e meccaniche della condotta.

Con riferimento alla “*Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica*” (allegata al PRG del Comune di San Filippo del Mela) che si riporta in figura 6/A (in Fig. 6B la legenda), il tracciato attraversa:

- “*zone stabili suscettibili di amplificazioni locali*”, che interessano di fatto quasi l'intera lunghezza del tracciato, la cui pericolosità sarà tenuta in conto nella valutazione della RSL;
- “*zone suscettibili di instabilità*”, presenti lungo la discesa dai piani terrazzati verso la piana costiera; tale area sarà oggetto di verifiche di stabilità con definizione degli interventi di stabilizzazione necessari nell'ambito della progettazione di dettaglio;
- “*aree con terreni sabbiosi, ... e con superficie freatica  $\leq 15$  m*”, suscettibili di liquefazione, presenti nell'ultimo tratto di tracciato; la presenza tuttavia alla profondità di 5 m del substrato argilloso e la posizione della superficie freatica non superficiale fanno comunque escludere tale rischio.

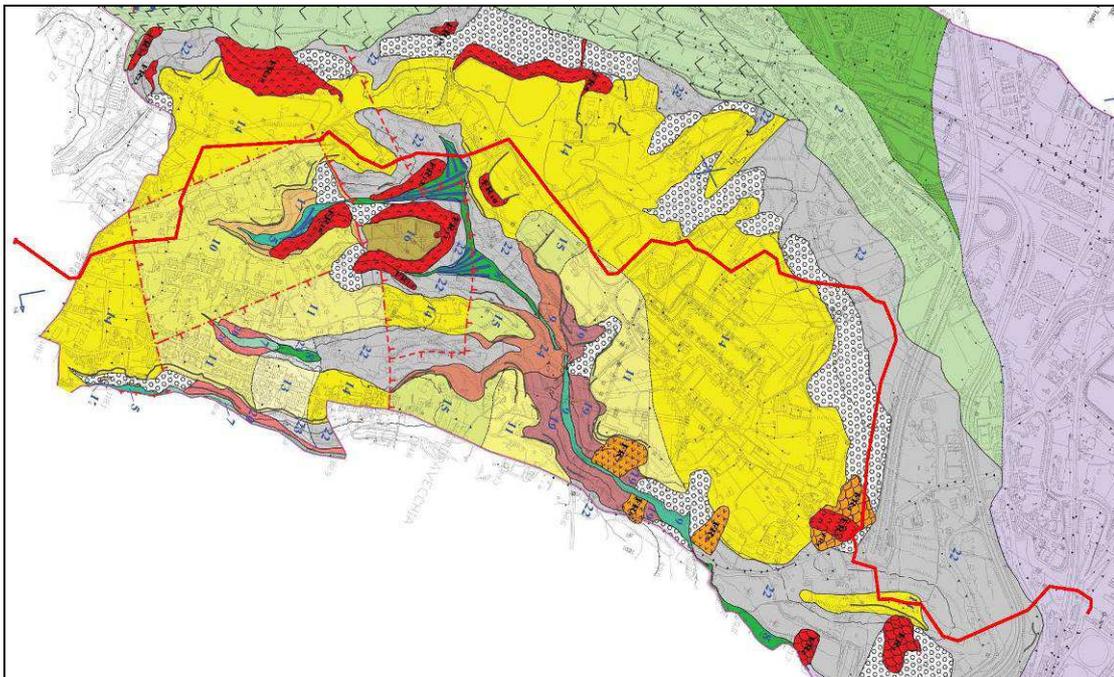


Figura 6/A – “*Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica*” (allegata al PRG del Comune di San Filippo del Mela) con riportato il tracciato del metanodotto

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 24 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

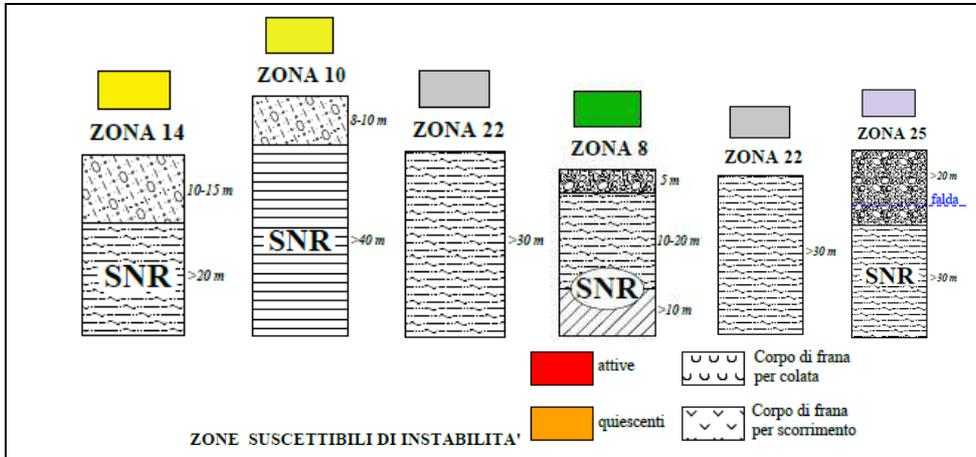


Figura 6/B – Legenda “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica”  
(ordinate in senso gas)

Per quanto attiene altri rischi sismoindotti di seguito si riferisce in merito al rischio dovuto alla presenza di faglie attive e a quello dello scuotimento della condotta.

Faglie attive: dal catalogo *Ithaca* del Servizio Geologico d'Italia si osserva che nessuna faglia attiva interessa la zona in studio (v. Fig. 6/C).



Figura 6/C – Carta delle faglie attive (linee rosse) (da Progetto Ithaca, SGI)  
(area in studio all'interno del cerchio rosso)

Scuotimento del terreno (ground shaking), e con esso della condotta interrata, è provocato dalla propagazione delle onde sismiche nel terreno le quali, impartendo movimenti alle particelle di suolo, sollecitano la tubazione interrata a deformarsi in sintonia con la deformazione del terreno. Le tensioni indotte dalle onde sismiche sulla tubazione sono

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 25 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

variabili sia nel tempo, che con la direzione di propagazione del movimento sismico rispetto l'asse della condotta.

Sono state eseguite specifiche verifiche strutturali al fine di accertare la resistenza della tubazione nei confronti delle massime azioni di scuotimento attese (SLV) esercitate dal sisma di progetto, sia nei tratti rettilinei che in curva della condotta.

Tali verifiche, riportate nel dettaglio nella specifica relazione (v. Rel COMIS NR/19388 LSC 180), hanno evidenziato che le sollecitazioni indotte dal sisma di progetto alla tubazione per lo stato limite SLV sono tutte ampiamente sotto i limiti di resistenza dell'acciaio utilizzato con un fattore di sicurezza ben maggiore di quanto prescritto dalla norma ASME B31.8.

Le verifiche hanno inoltre evidenziato l'idoneità degli spessori delle tubazioni nel farsi carico delle sollecitazioni trasmesse dall'oscillazione del terreno durante l'evento sismico.

Nella tabella di seguito allegata (v. Tab. 6/A) si riportano i risultati delle verifiche condotte per la tubazione prevista dall'intervento in oggetto DN 500, sia nei tratti rettilinei che in curva.

<b>METANODOTTO</b>	<b>Tratto rettilineo</b>	<b>Tratto curvilineo</b>
<b>DN 500 (20")</b> <b>75 bar</b>	$F_{LO} = \sigma_{LO} / \sigma_y = 0,39 < 0,75$ <i>Verificato</i>	$F_{LO} = \sigma_{LO} / \sigma_y = 0,28 < 0,75$ <i>Verificato</i>
	$F_{LT} = \sigma_{LT} / \sigma_y = 0,32 < 0,90$ <i>Verificato</i>	
	$F_{COMBO} = \sigma_{COMBO} / \sigma_y = 0,38 < 1,00$ <i>Verificato</i>	$F_{LT} = \sigma_{LT} / \sigma_y = 0,21 < 0,90$ <i>Verificato</i>
	$\varepsilon / \varepsilon_{CR} = 0,10 < 1,00$ <i>Verificato</i>	

**Tabella 6/A – Risultati delle verifiche allo scuotimento sismico**

L'azione dello scuotimento sismico del terreno sulle strutture viene tenuto in conto nella loro progettazione, in accordo con quanto previsto nelle NTC 2018.

	<b>PROGETTISTA</b>  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	<b>COMMESSA</b> <b>NR/19388</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE SICILIA</b>	<b>LSC-204</b>	
	<b>PROGETTO</b> <b>Allacciamento A2A Energiefuture di S. Filippo del Mela (ME)</b> <b>DN 500 (20") – DP 75 bar</b>	Pagina 26 di 26	<b>Rev.</b> <b>0</b>

## 7 CONCLUSIONI

La presente relazione valuta le condizioni sismiche di base dell'area interessata dall'intervento in oggetto, fornendo i parametri sismici da adottare per la progettazione e valutando l'eventualità di rischi sismoindotti.

L'intervento consiste nella realizzazione di un metanodotto DN 500 di lunghezza 4998 m e di annessi impianti.

L'opera in progetto si colloca al Nord Est della Sicilia, non lontano da zone sismicamente attive; l'area può risentire però di effetti macrosismici fino a 7÷8, a seguito di forti terremoti che potrebbero colpire soprattutto la zona dello Stretto di Messina.

I terreni presenti sono costituiti da un substrato argillo-marnoso di origine marino e di età plio-pleistocenica, ricoperto da uno strato di depositi terrazzati per lo più di fine granulometria. La categoria di sottosuolo lungo il tracciato è B e C, in funzione delle caratteristiche locali del sottosuolo.

I valori dei principali parametri sismici, distinti per gli stati limite SLD e SLV, vengono di seguito riassunti.

Stato	$T_r$	Categoria sottosuolo	$a_g/g$	$F_o$	$T_c^*$
SLD	101	B/C	0.092	2.445	0.323
SLV	949		0.210	2.555	0.397

In merito ai fenomeni sismoindotti, la progettazione di dettaglio prevederà idonei interventi di stabilizzazione o comunque di sostegno di un tratto di pendio ritenuto a rischio frana; si esclude che possano esserci rischi legati alla liquefazione in virtù della natura prevalentemente coesiva dei terreni e a spostamenti/cedimenti dovuti a fagliazione attiva dei terreni per assenza di tali strutture.

La tubazione del gasdotto risulta correttamente dimensionata per resistere allo stress derivante dallo scuotimento dovuto al sisma atteso di progetto.