

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 1 di 26	Rev. 0

Metanodotto:

POT. ALL. CENTRALE ENEL DI TORREVALDALIGA NORD (ROMA)
 DN 400 (16") – DP 75 bar

STUDIO SISMICO

CON PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Documentazione integrativa
 STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



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

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 2 di 26	Rev. 0

INDICE

1	PREMESSA	3
1.1	Riferimenti normativi	3
2	LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	4
2.1	Localizzazione dell'intervento.....	4
2.2	Descrizione dell'intervento	5
3	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	7
3.1	Inquadramento geologico.....	7
3.2	Inquadramento geomorfologico.....	9
3.3	Indagini geognostiche	10
3.4	Modello sismico	10
4	SISMICITA' DELL'AREA	13
4.1	Inquadramento sismico	13
4.2	Magnitudo attesa	15
5	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	18
6	RISCHI SISMICI	23
7	CONCLUSIONI	26

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 3 di 26	Rev. 0

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 "Potenziamento Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar", di lunghezza complessiva di 0+523 km, che ricade nel territorio del comune di Civitavecchia, in provincia di Roma.

Con riferimento alle caratteristiche litostratigrafiche e al modello geologico del sito, descritte nel dettaglio nella specifica relazione geologica "Report indagini geognostiche" (v. Rel. COMIS NR/19426 LSC-202) 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 Lazio, sui risultati di una indagine geognostica condotta dal G.I.T. Service srl, comprensiva di:

- 3 sondaggi a carotaggio continuo profondi fino a 15 m
- rilievi geofisici sismici (2 MASW, 2 HVSR).

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*

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 4 di 26	Rev. 0

2 LOCALIZZAZIONE E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

2.1 Localizzazione dell'intervento

L'area in cui si colloca il tracciato in oggetto è localizzata nel territorio del comune di Civitavecchia, in provincia di Roma (v. Corografia in Fig. 2.1/A).

Essa ricade nel foglio IGM 142 Civitavecchia a scala 1:100.000 e nel foglio 363064 della cartografia tecnica della Regione Lazio a scala 1:10.000, di cui si riporta in figura 2.1/B uno stralcio con il tracciato. In figura 2.1/C viene riportata l'ubicazione su immagine aerea Google.

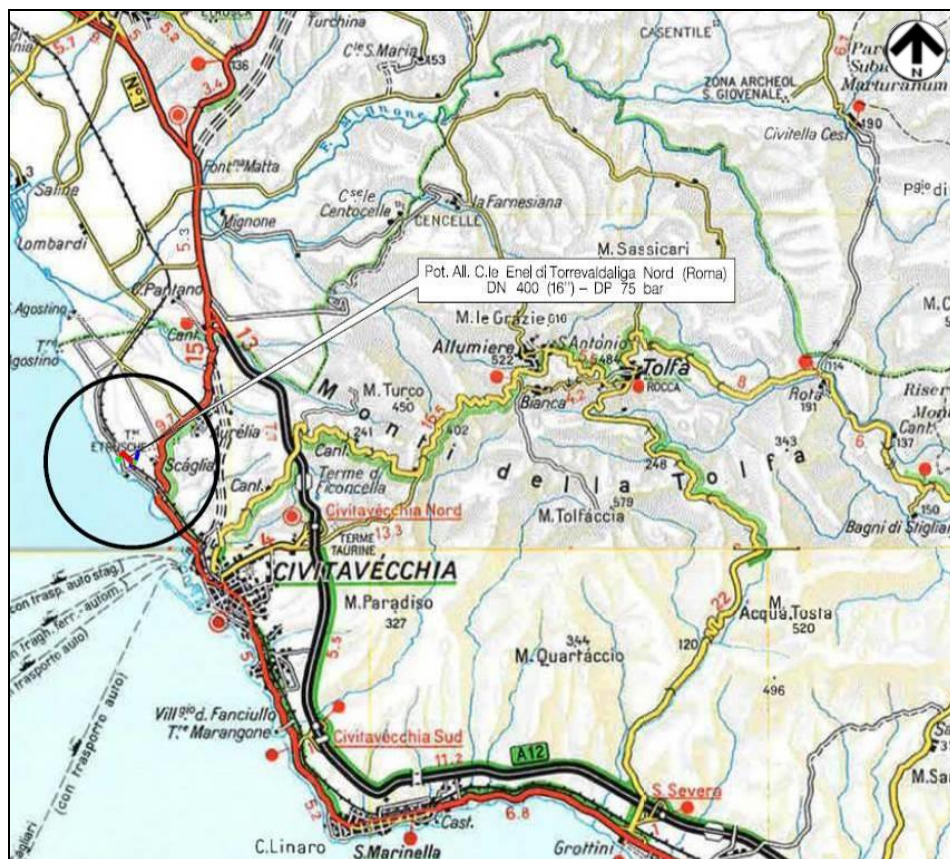


Figura 2.1/A – Corografia 1:200.000, con localizzazione delle aree di intervento (cerchio nero)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 5 di 26	Rev. 0

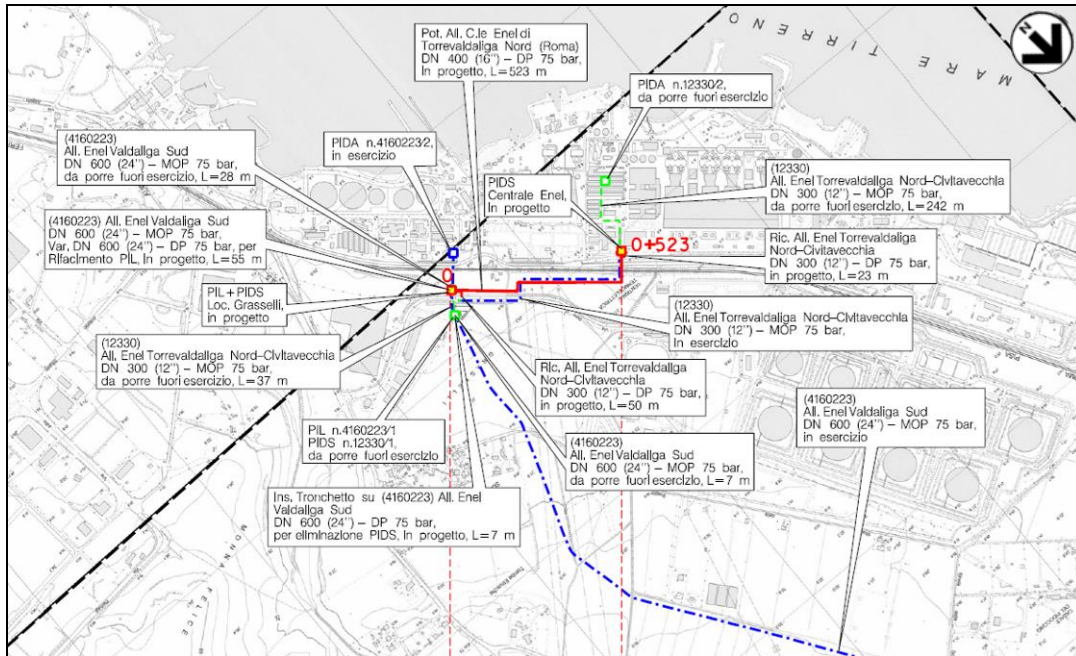


Figura 2.1/B – Stralcio planimetrico con localizzazione del tracciato in progetto



Figura 2.1/C – 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 "Potenziamento Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar", e di alcuni impianti localizzati lungo il tracciato.

In particolare, quest'ultimo si sviluppa per una lunghezza totale di 0+523 km interessando il territorio del comune di Civitavecchia.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrealdaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 6 di 26	Rev. 0

Esso si stacca dal metanodotto esistente "Allacciamento Enel Valdaliga Sud DN 600 (24)" in corrispondenza della nuova area impiantistica ubicata tra via Dino Marrani e la linea ferroviaria Roma – Grosseto. Percorso un tratto in parallelismo con via Marrani, il tracciato attraversa, mediante trivellazione con trivella spingitubo, contemporaneamente la ferrovia Roma-Grosseto e la sottostante strada della Torre Valdaliga, per terminare all'interno della seconda area impiantistica alle porte della centrale Enel, in corrispondenza della sua strada di accesso.

Il metanodotto in progetto è costituito da tubazioni in acciaio di diametro nominale pari a 400 mm (20") saldate di testa, 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 dell'attraversamento della ferrovia e della sottostante strada, al fine di minimizzare l'impatto sull'ambiente e di non arrecare danno alle strutture viarie/ferroviarie, l'attraversamento sarà realizzato con la tecnica *trenchless* della *perforazione con spingitubo*.

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 (PIDS: punto di intercettazione e derivazione semplice; 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.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 7 di 26	Rev. 0

3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

3.1 Inquadramento geologico



Foto 3.1/A – Immagine 3D dell'area in cui si snoda il tracciato del metanodotto (linea rossa), met esistente (linea blu), in dismissione (linea verde).

Il territorio di Civitavecchia è rappresentato nella Cartografia Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 redatta dal Servizio Geologico d'Italia dell'ISPRA al foglio n. 142.

Buona parte del territorio del comune di Civitavecchia, che comprende anche la zona oggetto dell'intervento in progetto, è costituita dalla propaggini costiere del complesso geologico dei *Monti della Tolfa* (v. Fig. 3.1/A).

Questo è costituito da un'alternanza argillo-marnosa-calcareo di spessore notevole (500-600 m) di età tardo Cretacea-Oligocenica, intensamente tettonizzato e caratterizzato da pieghe rovesciate e coricate.

Una fase tettonica distensiva ha dato luogo alla formazione di bacini neogenici, sede di accumulo dei depositi plio-pleistocenici.

La forte discordanza angolare tra i depositi pliocenici e le sottostanti formazioni sedimentarie testimonia come l'ingressione del mare pliocenico sia avvenuta su di un substrato già fortemente dislocato.

Sul basamento sedimentario si sono accumulati i depositi quaternari costituiti da sabbie, arenarie, conglomerati e calcari organogeni della Panchina Tirreniana.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 8 di 26	Rev. 0



Figura 3. 1/B – Stralcio della Carta Geologica d'Italia Fg. 142 a scala 1:100.000 (cerchio rosso zona di intervento)

Come si può osservare in figura 3.1/B, stralcio della Carta Geologica, l'area in cui si snoda il tracciato è rappresentata da un flysch argilloso-calcareo-arenaceo che costituisce l'unità di età Oligocene-Maastrichtiano "Completo Comprensivo" sopra la quale si trovano localmente depositi recenti di sabbie, marne e argille di età Olocenica (v. sezione geologica di figura 3.1/C).

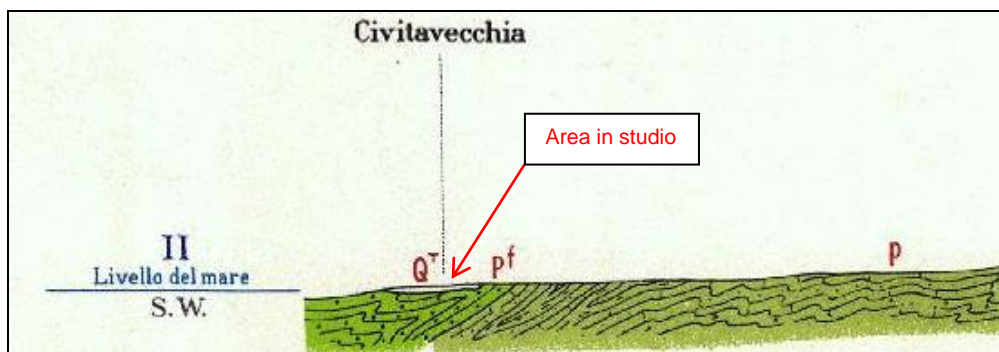


Figura 3.1/C – Sezione geologica tratta dal Fg. 142 della Carta geologica d'Italia

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 9 di 26	Rev. 0

3.2 Inquadramento geomorfologico

Il territorio interessato dalle opere in progetto è costituito da un'ampia pianura costiera dolcemente inclinata verso la linea di costa con pendenza di circa 2-3 %, interessata da una scarpata di erosione marina profondamente modificata dall'azione antropica.

Il tracciato si mantiene, per la prima parte di circa 450 m, sulla piana in parallelo all'orlo della scarpata a quota circa 12 m. Proseguendo, la ridiscende attraversando dapprima la sede della ferrovia Roma-Grosseto poi la strada della Torre Valdaliga per un dislivello di circa 7÷8 m.

Tale attraversamento sarà realizzato con tecnica *trenchless* della *trivellazione con spingitubo*.



Foto 3.2/A – Discesa del tracciato lungo la scarpata, con attraversamento della linea ferroviaria, della strada della Torre Valdaliga e della strada Enel (tracciato di progetto linea rossa)

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 10 di 26	Rev. 0

3.3 Indagini geognostiche

Sono stati eseguiti 3 sondaggi geognostici, le cui stratigrafie sono riportate nella relazione "Report indagini geognostiche" (Rel- COMIS NR/19426, LSC 202) e prove geofisiche, consistenti in 2 MASW e 2 HVSr.

I sondaggi eseguiti hanno sempre rinvenuto il substrato marnoso-argilloso-calcareo, consistente, ricoperto da uno strato di alterazione con matrice limo-argillosa contenente frammenti fratturati della formazione.

Tale spessore di copertura varia da 5 a 8 m circa nella piana al di sopra della scarpata, mentre è quasi del tutto assente (solo 1.5 m comprensivi di riporti/rimaneggiamenti antropici) nella piana sottostante, punto di arrivo del metanodotto.

3.4 Modello sismico

Lungo il tracciato sono state eseguite 2 prove MASW finalizzate alla valutazione della velocità delle onde V_{SEQ} e stimare quindi la categoria di sottosuolo in accordo con le NTC 2018 (v. Tab. 3.4/A).

Come si può osservare dai grafici delle velocità V_s in funzione delle profondità, le prove indicano la presenza del substrato roccioso (ascrivibile al flysch argillo-marnoso-calcareo) con velocità delle onde di 1000÷1100 m/s, valori che, superando il limite stabilito da NTC 2018 di 800 m/s, indicano la presenza di *ammasso roccioso* o il *terreno molto rigido*.

Il substrato, in coerenza con quanto riscontrato nei sondaggi geognostici, ha uno strato di copertura dovuto ad alterazione e fratturazione di velocità crescenti con la profondità (ma comunque non inferiori a 350 m/s) fino a circa 12 m dove si riscontra il substrato integro.

CATEGORIA	TIPOLOGIA SUOLO
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> 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	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , 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.
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 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.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 3.4/A – Categorie di suolo secondo NTC 2018

I valori delle V_{SEQ} ottenuti nelle varie prove e la relativa categoria di sottosuolo (v. Tab. 3.4/A) sono di seguito riportati.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 11 di 26	Rev. 0

MASW 1

Strato n°	Spessore (m)	Profondità (m)	Vs (m/sec)
1	9,10	9,10	553
2	3,80	12,90	735
3	semispazio	> 12,90	1014

MASW 1 $V_{sEQ} = 597$ Categoria B

MASW 2

Strato n°	Spessore (m)	Profondità (m)	Vs (m/sec)
1	3,80	3,80	353
2	6,90	10,70	486
3	semispazio	> 10,70	1112

MASW 2 $V_{sEQ} = 429$ Categoria B

Nelle immagini in Figg. 3.4/A e 3.4/B si riportano i grafici delle Vs in funzione della profondità.

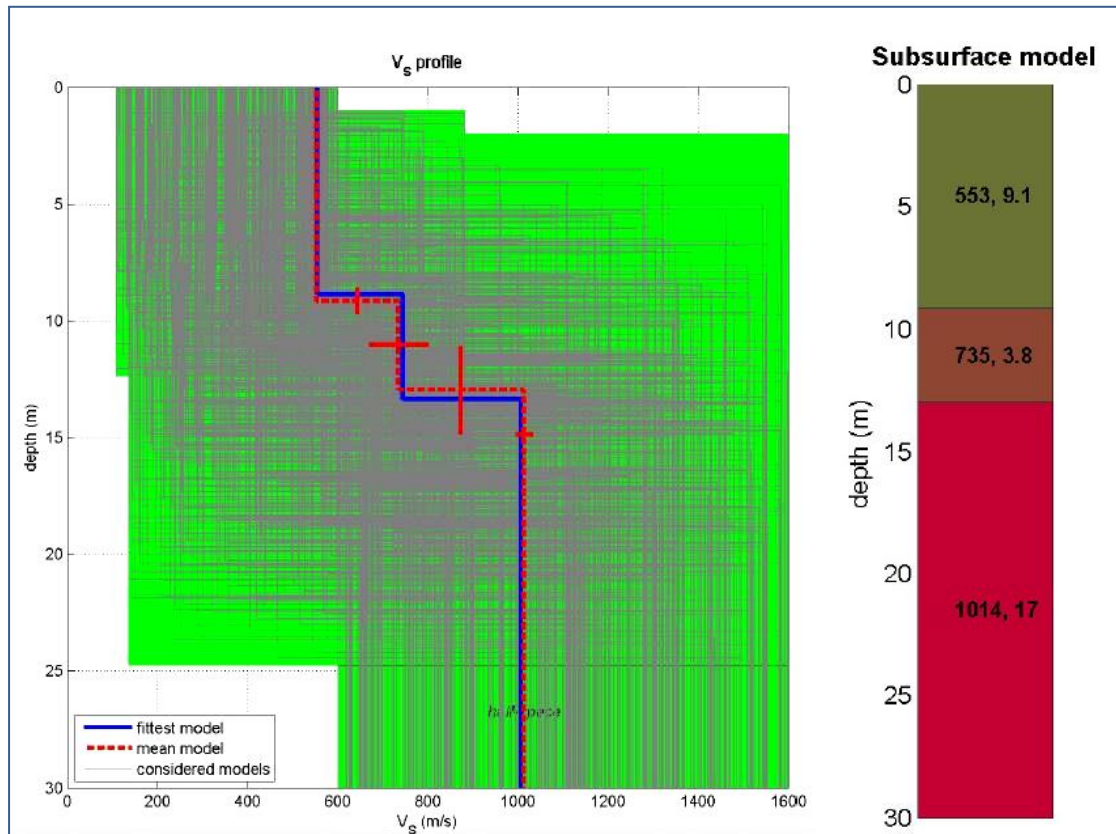


Figura 3.4/A – MASW 1: grafici Vs in funzione delle profondità

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 12 di 26	Rev. 0

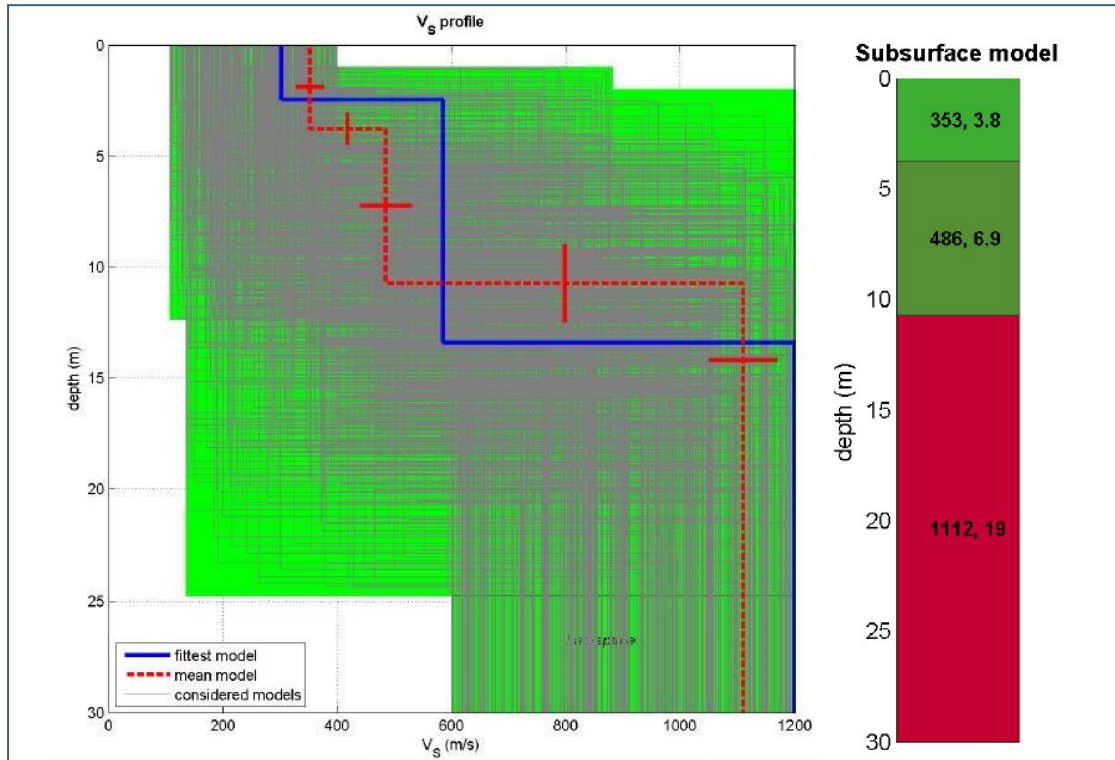


Figura 3.4/B – MASW 2: grafici Vs in funzione delle profondità

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 13 di 26	Rev. 0

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.

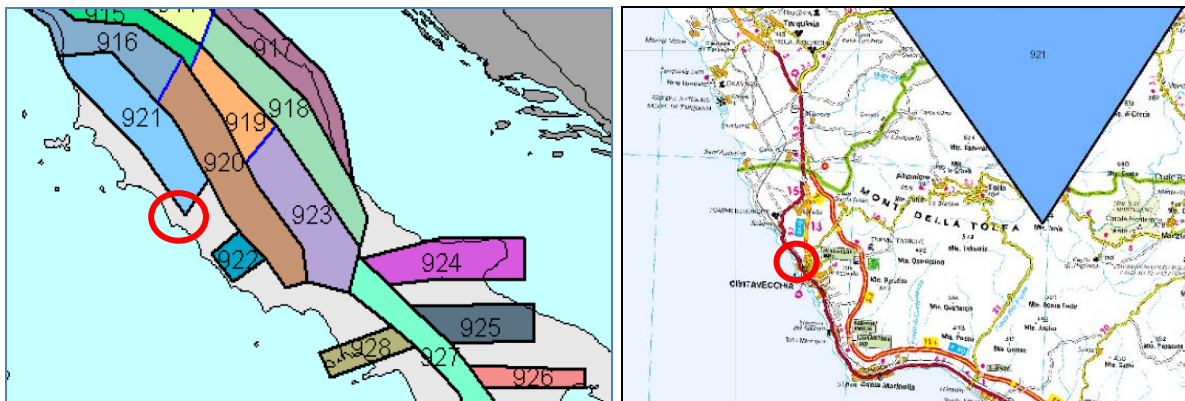


Figura 4.1/A– Zone sismogenetiche d'Italia (zonazione ZS9, da INGV).

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. La zona sismogenetica più vicina è la 921, il cui limite dista circa 15 km in direzione NE (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 non ricade in nessuna zona sismogenetica; le sorgenti sismogenetiche si trovano lungo la dorsale appenninica, con orientamento NW-SE distanti dall'area in studio.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 14 di 26	Rev. 0

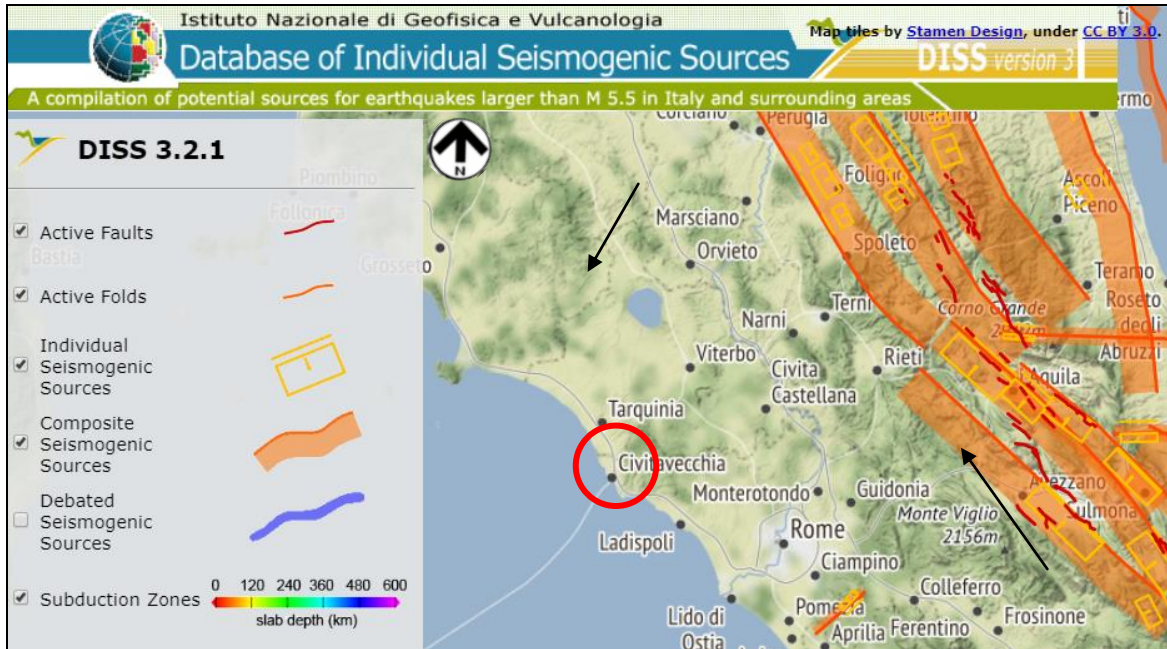


Figura 4.1/B - Mappa delle fonti sismogenetiche
(da INGV, DISS 3, Database of Individual Seimogenetic sources)

Come si vede dall'immagine in Fig. 4.1/C, il territorio della zona nell'intorno dell'area in studio presenta una bassa sismicità con pochi eventi sismici di intensità contenuta.

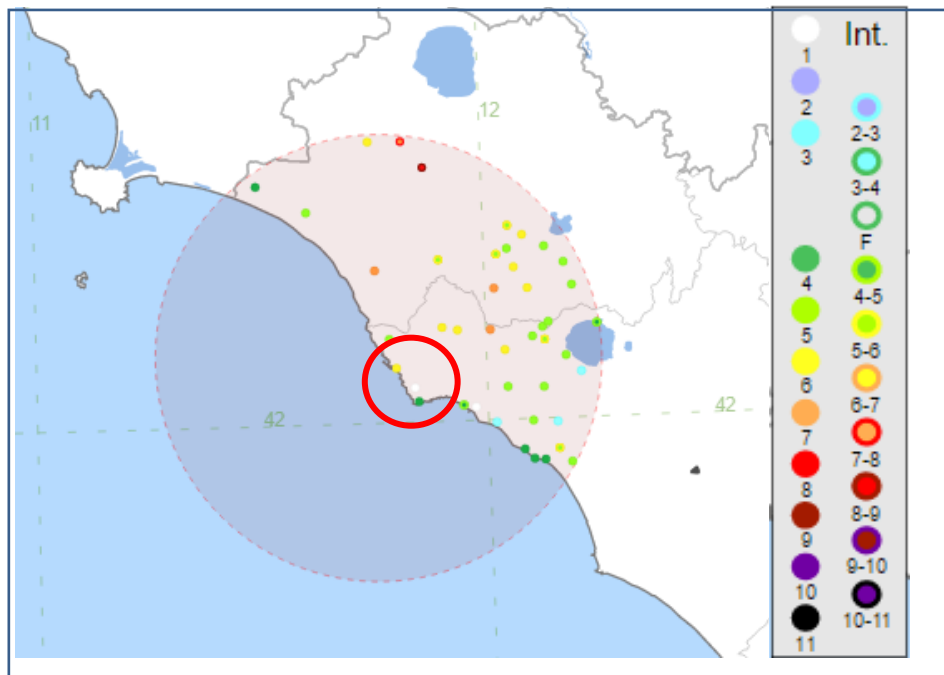


Figura 4.1/C – Localizzazione dei terremoti nell'intorno dell'area di interesse e relativa intensità macrosismica. Da *database macrosismico dei terremoti italiani* di INGV, DBMI 15

Nell'areale di Civitavecchia i risentimenti più severi, di intensità macrosismica pari a 6, si sono avuti per il terremoto del 1969 con epicentro sui Monti della Tolfa (v. Figg. 4.1/D).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 15 di 26	Rev. 0

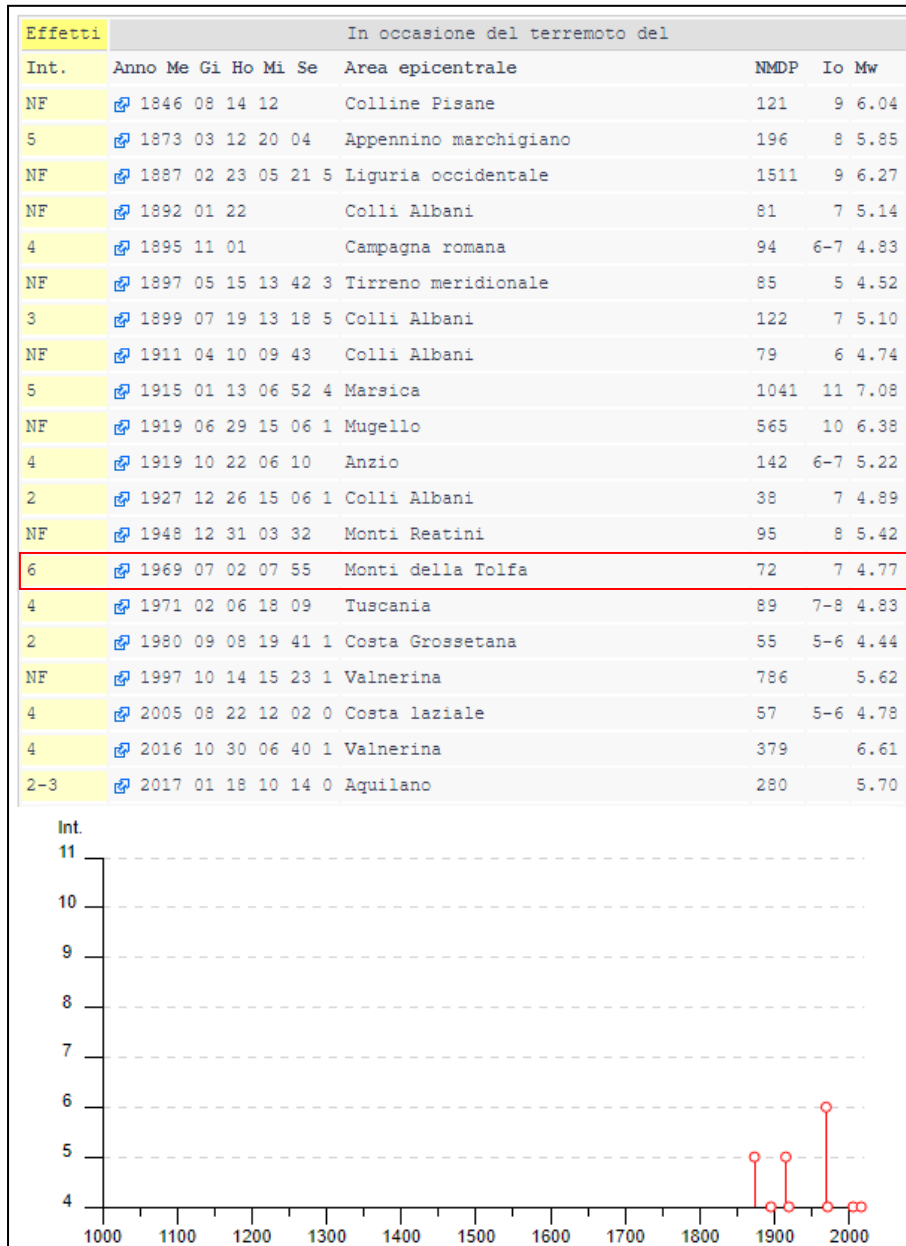


Figura 4.1/D – Intensità macrosismiche dei terremoti risentiti nella zona nell’ultimo millennio e relativo grafico, nel territorio del comune di Civitavecchia
 Da *database macrosismico dei terremoti italiani* di INGV, DBMI 15

4.2 Magnitudo attesa

Sulla base della zonazione sismogenetica ZS9 dell’INGV il sito non ricade in nessuna zona sismogenetica. La zona sismogenetica più vicina è la 921, per la quale la magnitudo sismica massima attesa è fissata da INGV in $M_{wmax} = 6.14$ (v. Fig. 4.2/A).

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 16 di 26	Rev. 0

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)

Per il sito in oggetto, appunto perché al di fuori di zone con magnitudo già definite, la magnitudo attesa è stata stimata 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.

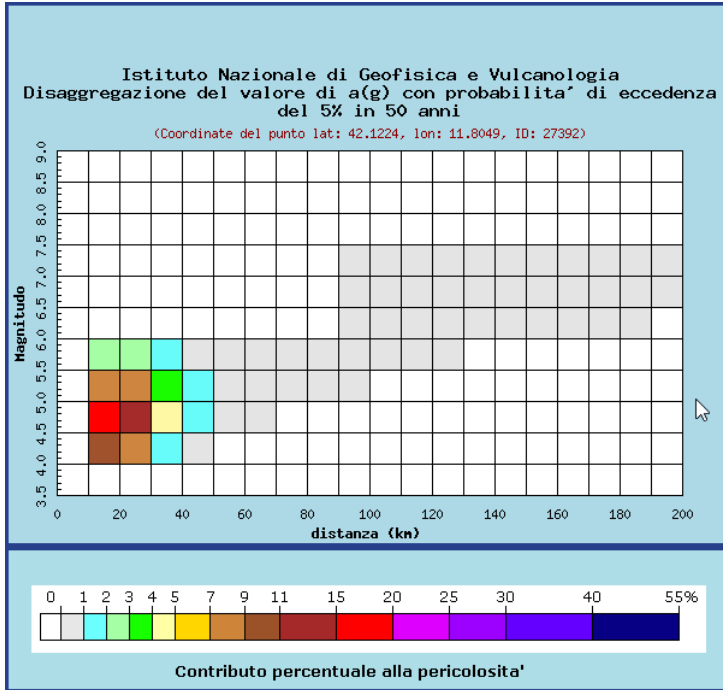
Infatti la disaggregazione della pericolosità sismica è un'operazione che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo-distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. In altri termini il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito in oggetto che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso (v. Spallarossa, Barani, 2007).

INGV (Gruppo di Lavoro MPS, 2004) ha provveduto ad effettuare l'analisi di disaggregazione per tutti i nodi del grigliato nazionale (16852 punti) delle mappe di pericolosità sismica. In particolare sono stati disaggregati i valori mediani di scuotimento espresso in termini di accelerazione orizzontale di picco (PGA) corrispondenti a 9 periodi medi di ritorno. I risultati delle analisi condotte sono consultabili sul sito web di INGV.

Per quanto attiene l'opera in progetto, si è fatto riferimento alla disaggregazione per la condizione $T_r = 949$ anni (5% di superamento in 50 anni).

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.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torvaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 17 di 26	Rev. 0



Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.120	38.200	1.540

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 5.120 cui corrisponde una distanza epicentrale di 1.540 km.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 18 di 26	Rev. 0

5 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Sulla base della nuova classificazione della Regione Lazio (Delibera 387/09 e 835/09), il comune di Civitavecchia in cui ricade il tracciato in oggetto è classificato in zona sismica 3 Sottozona B (v. Fig. 5/A).

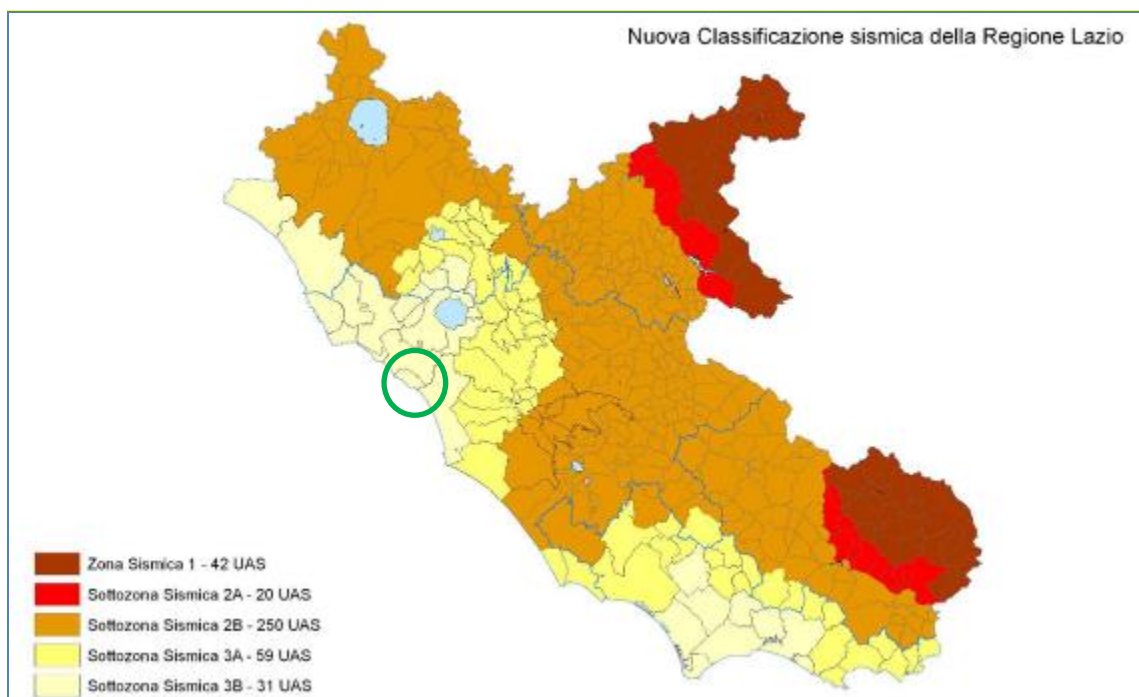


Figura 5/A - Carta di classificazione sismica dei comuni della Regione Lazio (cerchio rosso zona di intervento)

In base alla zonazione INGV "Pericolosità sismica del territorio nazionale" (PCM 28/04/2006 n. 3519) l'intervento in progetto cade in aree con $a_g = 0.50 \div 0.075$ g sia con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, cioè tempo di ritorno 475 anni, che 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 .

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torvaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 19 di 26	Rev. 0

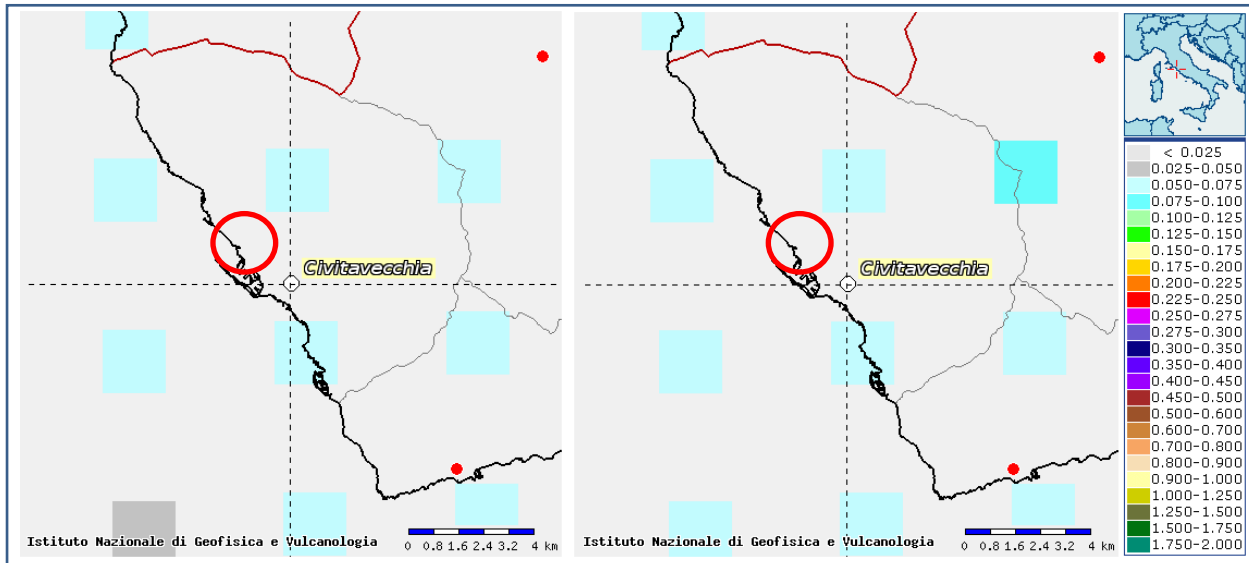


Figura 5/B– Carta di pericolosità sismica (INGV): a sinistra $T_r = 475$ anni, a destra $T_r = 949$ anni

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, stante la brevità del tracciato e pertanto e la omogeneità locale sismicità, si è fatto riferimento al sito di inizio tracciato (v. Fig. 5/C) con le seguenti coordinate:

- ED 50: Lat 42.127479 – Long 11.762970
- WG S84: Lat 42.126488– Long 11.762024

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 20 di 26	Rev. 0



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 .

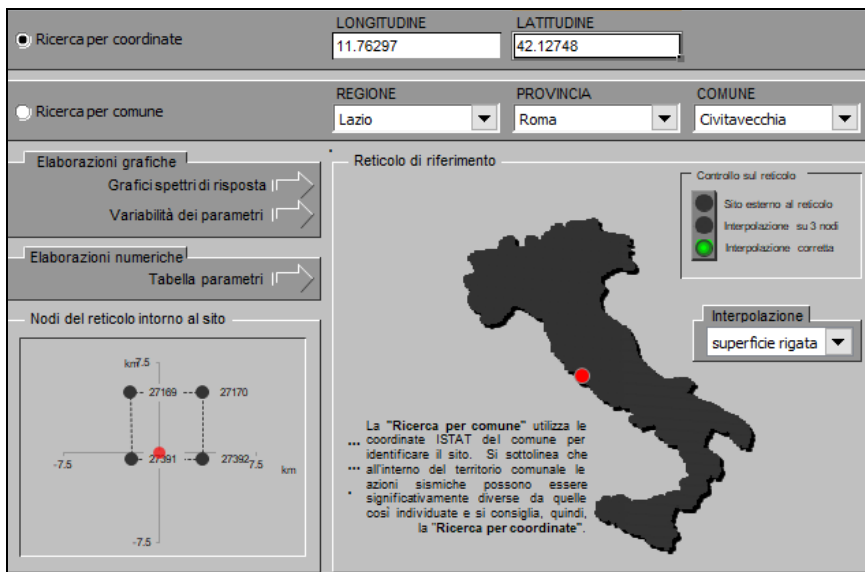


Figura 5/D – Schermata del programma Spettri-NTC ver. 1.0.3 utilizzato per la stima dei parametri sismici

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	60	0.033	2.661	0.236
SLD	101	0.038	2.675	0.268
SLV	949	0.069	2.882	0.328
SLC	1950	0.081	2.974	0.342

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.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 21 di 26	Rev. 0

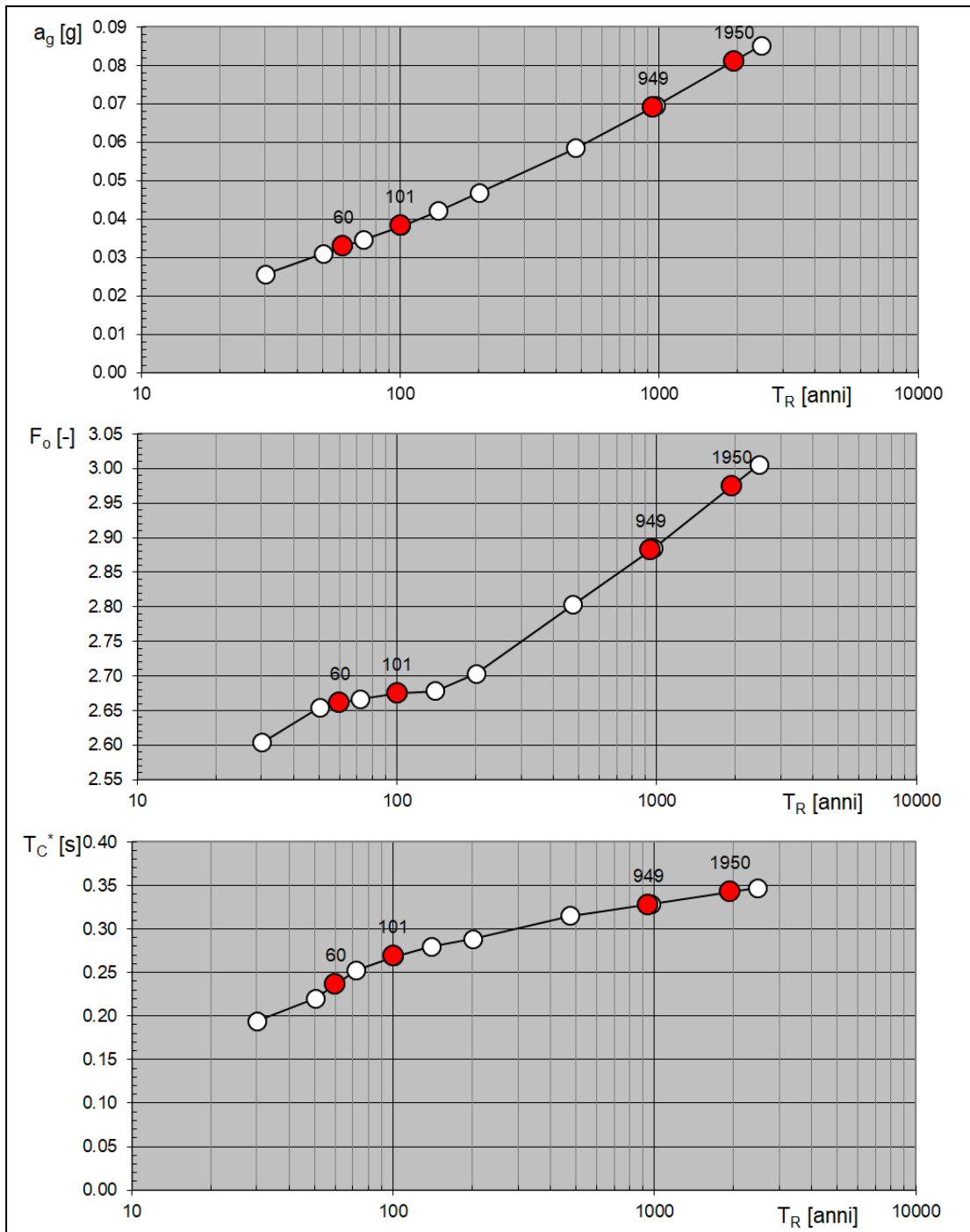


Figura 5/E – Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_c'

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 22 di 26	Rev. 0

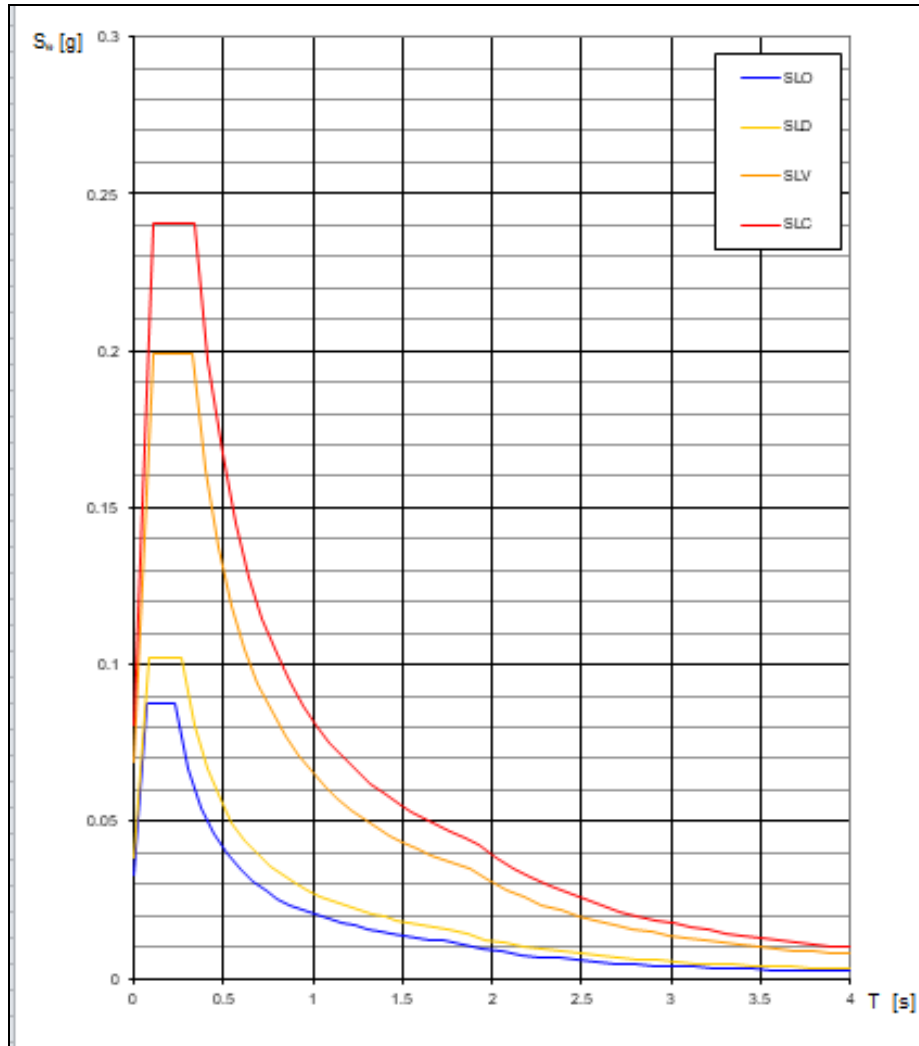


Figura 5/F – Spettri di risposta elastici per diversi stati limite

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 23 di 26	Rev. 0

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 qui anticipati al fine di dimensionare le caratteristiche geometriche e meccaniche della condotta.

Con riferimento alla “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica” (Regione Lazio, Comune di Civitavecchia) di cui si riporta stralcio validato in figura 6/A, il tracciato attraversa:

- “zone stabili” S1, per la totalità della sua estensione, ad eccezione di un brevissimo tratto in cui incontra:
- “zone stabili suscettibili di amplificazioni locali”

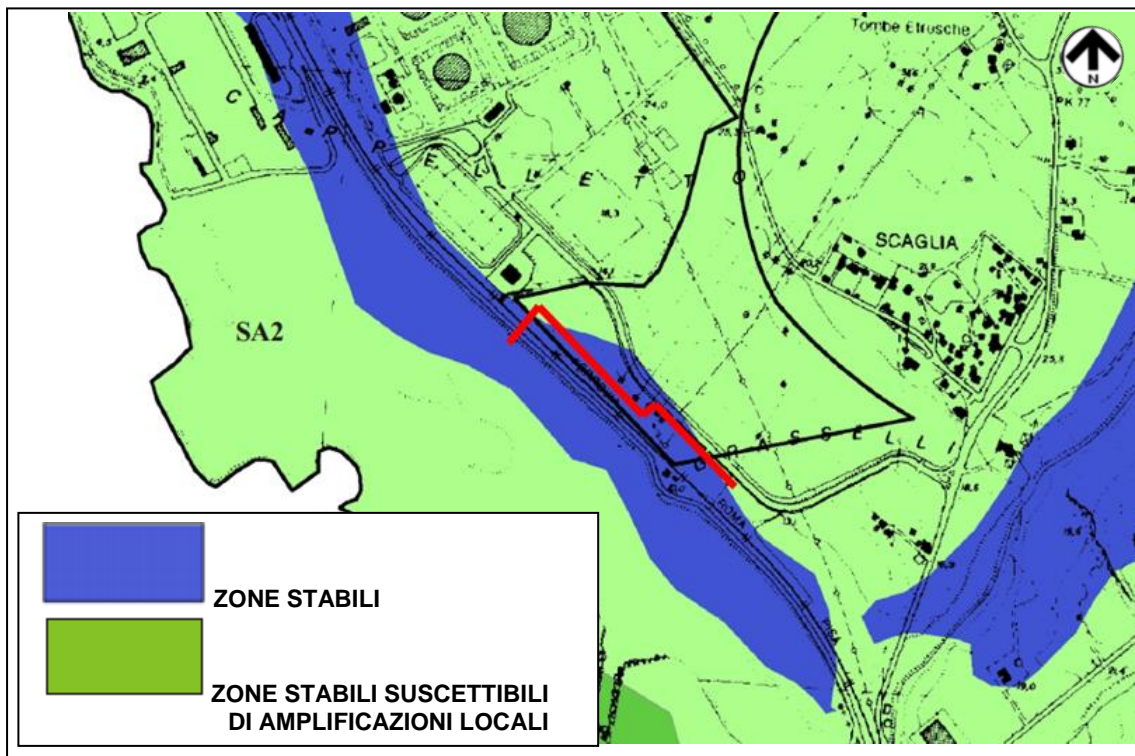


Figura 6/A – “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica” (Regione Lazio, Comune di Civitavecchia) con riportato il tracciato del metanodotto

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.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 24 di 26	Rev. 0

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



Figura 6/A – 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 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/19426 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 400, sia nei tratti rettilinei che in curva.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torrevaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 25 di 26	Rev. 0

Per precauzione nei calcoli si è adottato un valore di PGA ottenuto con un alto fattore di amplificazione, congruente con l'eventuale presenza di suolo di categoria D.

METANODOTTO	Tratto rettilineo	Tratto curvilineo
DN 400 (16") 75 bar	$F_{LO}=\sigma_{LO}/\sigma_y=$ 0,25 < 0,75 <i>Verificato</i>	$F_{LO}=\sigma_{LO}/\sigma_y=$ 0,20 < 0,75 <i>Verificato</i>
	$F_{LT}=\sigma_{LT}/\sigma_y=$ 0,25 < 0,90 <i>Verificato</i>	
	$F_{COMBO}=\sigma_{COMBO}/\sigma_y=$ 0,34 < 1,00 <i>Verificato</i>	$F_{LT}=\sigma_{LT}/\sigma_y=$ 0,20 < 0,90 <i>Verificato</i>
	$\varepsilon/\varepsilon_{CR}=$ 0,06 < 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.

	PROGETTISTA  <small>consulenza materiali - ispezioni - saldatura progettazione - direzione lavori</small>	COMMESSA NR/19426	UNITÀ 00
	LOCALITÀ REGIONE LAZIO	LSC-203	
	PROGETTO Metanodotto Pot. Allacciamento Centrale Enel di Torvaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar in Comune di Civitavecchia (RM)	Pagina 26 di 26	Rev. 0

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 del metanodotto "Potenziamento Allacciamento Centrale Enel di Torvaldaliga Nord (Roma) DN 400 (16") – DP 75 bar" di lunghezza 523 m e degli annessi impianti.

L'opera in progetto si colloca poco a nord dell'abitato di Civitavecchia, presso la Centrale Enel di Torvaldaliga; l'area risulta a scarsa sismicità priva di sorgenti sismogenetiche in vicinanza. Nel passato si sono avuti scuotimenti sismici con intensità macrosismica massima pari a 6 per un terremoto localizzato sui Monte della Tolfa.

I terreni presenti sono costituiti da un substrato roccioso argillo-marnoso-calcareo, che presenta uno strato di alterazione e fratturazione di 5-8 m. La categoria di sottosuolo lungo il tracciato è B

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	0.038	2.675	0.268
SLV	949		0.069	2.882	0.328

In merito ai fenomeni sismoindotti, non esistono rischi legati alla stabilità dei pendii, alla liquefazione, né a spostamenti/cedimenti dovuti a fagliazione attiva dei terreni.

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