


	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 1 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

**RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE
 LARINO-SORA-COLLEFFERRO
 TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2
 DN 350 (14"), DP 75 bar**

RELAZIONE SISMICA

0	Emissione per Permessi	Mieli	Gramigna	Barci	05/2023
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 2 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

1	PREMESSA	3
2	SISMICITÀ	4
2.1	Classificazione sismica regionale e zonazione sismica.....	4
2.2	Sismicità storica.....	11
2.3	Pericolosità sismica del territorio.....	12
2.4	Pericolosità sismica di base del tracciato.....	13
2.5	Parametri sismici.....	17
2.6	Pericolosità sismica di sito.....	18
2.7	Liquefazione dei terreni.....	34
3	CONCLUSIONI	36

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 3 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

1 PREMESSA

Lo studio sismico cui si riferisce la presente relazione rientra nell'ambito del progetto denominato "Rifacimento gasdotto di rete regionale Larino-Sora-Colleferro, Tratto Larino-Montagano – Lotto 2 DN 350 (14"), DP 75 bar", il quale prevede sia il rifacimento di nuove condotte e sia la dismissione di condotte esistenti comprese tra l'impianto N. 595 e l'impianto N. 785 (Impianto Skid di Montagano) del metanodotto "Larino – Colleferro – Sora", di proprietà di Società Gasdotti Italiana S.p.A., con relativa messa fuori esercizio della condotta e degli impianti esistenti.

L'opera in rifacimento presenta una lunghezza complessiva pari a 26,797 km e parte dal territorio comunale di Guardialfiera fino a terminare nel territorio comunale di Ripalimosani, interessando nel complesso 9 comuni (Guardialfiera, Casacalenda, Lupara, Morrone del Sannio, Castellino del Biferno, Petrella Tifernina, Matrice, Montagano e Ripalimosani), tutti ricadenti nel territorio Regionale del Molise in Provincia di Campobasso.

Lo scopo del presente documento è la caratterizzazione della sismicità del territorio attraversato dai metanodotti in progetto, con riferimento alla massima intensità epicentrale dei terremoti e alla classificazione sismica dei vari comuni interessati dall'opera.

Per la definizione di dettaglio della sismicità dell'area, nonché classificare il territorio sismico, per risalire alla classe di sismicità, al coefficiente sismico di progetto, alla sismicità storica, per caratterizzare la zona da un punto di vista sismotettonico, e per individuare la pericolosità sismica lungo il tracciato, sono stati acquisiti ed analizzati tutti i dati bibliografici, cartografici o d'archivio disponibili.

Il Rischio Sismico, determinato dalla combinazione della pericolosità, della vulnerabilità e dell'esposizione, è la misura dei danni attesi in un dato intervallo di tempo, in base al tipo di sismicità, di resistenza delle costruzioni e di antropizzazione (natura, qualità e quantità dei beni esposti).

Lo studio è redatto in conformità con quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC del 17/01/2018.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 4 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

2 SISMICITÀ

2.1 Classificazione sismica regionale e zonazione sismica

La Regione Molise ricade in un'area caratterizzata da sismicità significativa, che in passato ha rilasciato terremoti di elevata magnitudo. La massima intensità locale, tra l'VIII ed il IX grado MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), sarebbe stata raggiunta a San Giuliano di Puglia in occasione del sisma del 5 dicembre 1456, uno dei più importanti e rovinosi degli ultimi mille anni nell'Italia Centro Meridionale. Altri grandi terremoti per l'area molisana in una finestra temporale che si estende dall'anno 217 a.C. al 2002 mostra come il territorio sia stato caratterizzato da una sismicità regionale diffusa con la presenza non trascurabile di terremoti aventi magnitudo Magnitudo superficiale (Ms) > 6.0 (Molise 5/12/1456 Ms=6.7; Matese 5/6/1688 Ms = 7.3; Matese 26/7/1805 Ms = 6.7; Sannio 21/8/1962 Ms = 6.2). Più recente risulta il sisma che il 31 ottobre 2002 ha colpito una vasta area dell'Italia centro-meridionale, sui confini tra le regioni Molise e Puglia, scossa da una crisi tettonica, cui l'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia ha indicato un'intensità 5.7 Magnitudo momento Mw, ritenuta dall'INGV "sicuramente la migliore stima della reale grandezza di un terremoto, essendo direttamente legata alle dimensioni e alla dislocazione della sorgente sismica". (Fonte: Struttura Commissariale Post-Sisma, Ottobre 2010, "Il Percorso della ricostruzione - Sisma Molise 2002").

Con l'O.P.C.M. n.3274/2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", il territorio nazionale viene classificato in quattro zone di rischio, includendo nella zona 4 (la meno pericolosa) tutti quei territori che erano stati esclusi da ogni classificazione sismica. Ad ogni zona viene attribuito un valore dell'azione sismica utile per la progettazione, espresso in termini di accelerazione massima su roccia. Il provvedimento detta i principi generali, secondo i quali le regioni, cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio, compilano l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle 4 zone e la Regione Molise, con la legge n.13/2004 "Riclassificazione sismica del territorio regionale e nuova normativa sismica", ha recepito tale provvedimento. Tutti i comuni della Regione sono classificati sismici. Un aggiornamento dello studio di pericolosità di riferimento nazionale previsto dall'O.P.C.M. n.3274/2003, viene adottato con l'O.P.C.M. n.3519/2006, recepita a livello regionale dalla deliberazione di Consiglio n.194/2006, che introduce degli intervalli di accelerazioni (ag) da attribuire alle 4 zone sismiche. L'ordinanza divide tutto il territorio italiano in 4 zone sismiche, individuate da 4 classi di accelerazione di picco orizzontale del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni su suolo rigido e pianeggiante.

Con il D.M. 14/01/2008 i valori di pericolosità vengono addirittura calcolati in maniera puntuale. Sia la pericolosità indicata nell'OPCM 3519/06 che quella nel D.M. 14/01/2008 traggono origine dallo studio di pericolosità del territorio nazionale fatto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) nel 2004 (MPS04) (Fig. 2.1.1).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 5 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

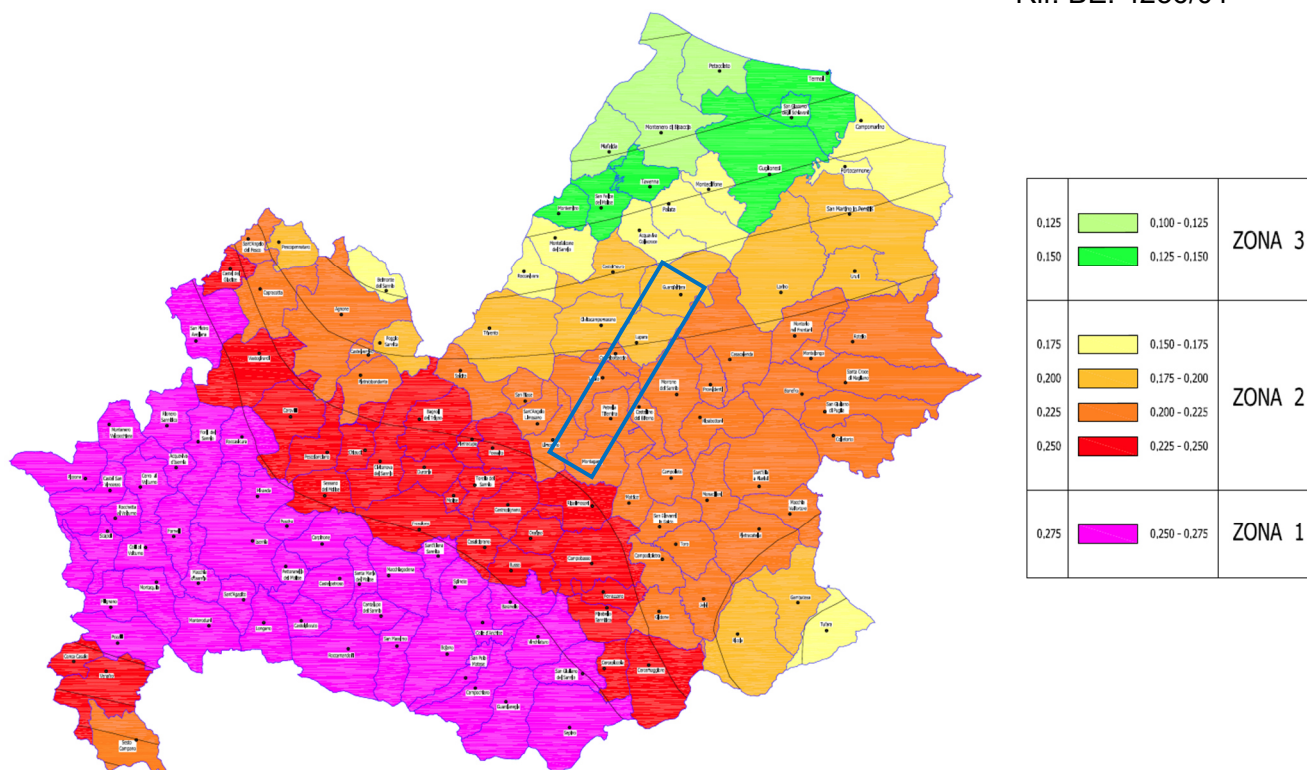


Fig. 2.1.1 – Mappa di pericolosità sismica della Regione Molise. Poligono blu: area di studio.

La tabella 2.1.1 riporta i dati di classificazione sismica regionale dei comuni interessati dal tracciato del gasdotto in progetto e dei valori di a_g (accelerazione massima del suolo) di base riscontrati nei medesimi territori. In particolare, per l'accelerazione massima al suolo (a_g) sono riportati i valori su roccia per un periodo di ritorno di 475 anni e confronto con i valori di ancoraggio previsti dalla Deliberazione della Giunta Regionale (Regione Molise) n. 1171 del 2 agosto 2006.

Comune	Zona ai sensi dell'Ordinanza n. 3274 e ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n. 1171 (2006)	Valori di a_g con prob. di sup. 10% in 50 anni (MPS04)	Valori a_g di ancoraggio previsti dalla Deliberazione della Giunta Regionale (Regione Molise) n. 1171 del 2 agosto 2006
Guardialfiera	2	0.190	0.200
Casacalenda	2	0.207	0.225
Lupara	2	0.198	0.200
Morrone del Sannio	2	0.210	0.225

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 6 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

Comune	Zona ai sensi dell'Ordinanza n. 3274 e ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n. 1171 (2006)	Valori di ag con prob. di sup. 10% in 50 anni (MPS04)	Valori ag di ancoraggio previsti dalla Deliberazione della Giunta Regionale (Regione Molise) n. 1171 del 2 agosto 2006
Castellino del Biferno	2	0.210	0.225
Petrella Tifernina	2	0.215	0.225
Matrice	2	0.220	0.225
Montagano	2	0.222	0.225
Ripalimosani	2	0.225	0.250

Tabella 2.1.1 – Zonizzazione sismica e valori di ag per i Comuni interessati dal tracciato del gasdotto in progetto.

Il grado di pericolosità sismica del territorio in esame risulta in prevalenza legato alla presenza di aree sismogenetiche situate in posizione geografica prossimale. L'incidenza di tale aspetto appare evidente consultando lo strumento cartografico DISS (Database of Individual Seismogenic Sources), infatti come si può osservare nello stralcio del DISS riportato in figura 2.1.2, il sito in esame è interessato da due sorgenti sismogenetiche composite.

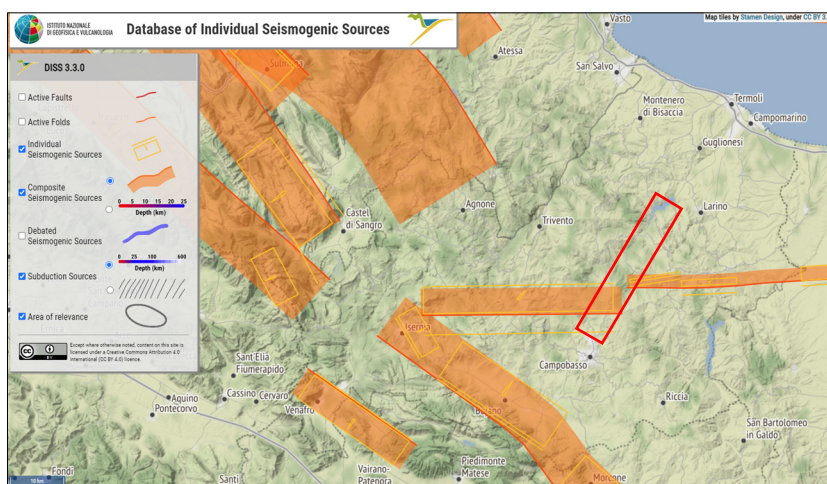




Fig. 2.1.2 – Stralcio del Database of Individual Seismogenic Source. Il poligono rosso indica l'area di studio.

Una sorgente sismogenetica composta è essenzialmente una struttura dedotta basata su dati geologici superficiali e sotterranei regionali che vengono sfruttati ben oltre la semplice identificazione di faglie attive o caratteristiche tettoniche giovanili. Tuttavia, la durata delle rotture

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 7 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

sismiche previste è poco definita o sconosciuta; quindi, una tipica sorgente sismogenetica composita comprende un numero imprecisato di sorgenti sismogenetiche individuali. Di conseguenza, non si presume che le fonti di questa categoria siano capaci di un terremoto di dimensioni specifiche, ma l'analisi della velocità del momento tettonico e i cataloghi dei terremoti possono aiutare a stimare il loro potenziale sismico. A differenza delle sorgenti sismogenetiche individuali, questa categoria di sorgenti è stata concepita per raggiungere la completezza della registrazione delle potenziali sorgenti sismiche, anche se ciò può implicare una minore accuratezza nella loro descrizione. Le sorgenti sismogenetiche composite possono quindi contribuire allo sviluppo di analisi di rischio probabilistiche regionali e allo studio di processi geodinamici su larga scala insieme alla sismicità e ai moderni dati di deformazione. Queste due sorgenti sono inglobate nella zona 924 (Fig. 2.1.3) della nuova zonazione sismica denominata ZS9 (realizzata dall'INGV a cura di C. Meletti e G. Valensise, marzo 2004).

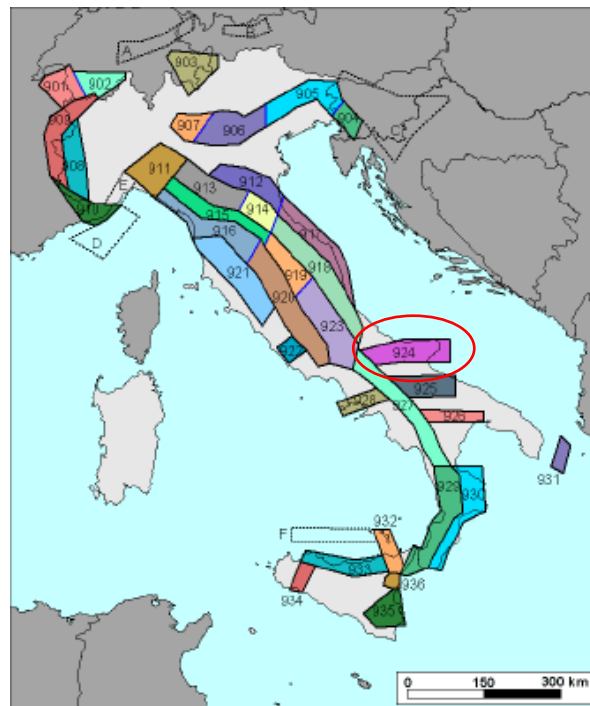


Fig. 2.1.3 – Zonizzazione sismogenetica ZS9 (C. Meletti e G. Valensise, 2004).

La zona 924 appartiene all'Appennino meridionale e avampaese apulo, ovvero il settore appenninico tra la Majella e il Pollino. In questa zona sismogenetica, orientata circa Est-Ovest si colloca tutta la sismicità dell'area e include la faglia di Mattinata, generalmente ritenuta attiva con una cinematica simile a quella del terremoto del 2002. Nella zonazione ZS9 è stato, inoltre, determinato per ogni ZS lo strato sismogenetico e, al suo interno, il valore della "profondità efficace", vale a dire quella profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti che

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 8 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

determina la pericolosità della zona. Lo strato sismogenetico è stato definito come l'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti, ovvero quell'intervallo in cui presumibilmente avverranno i prossimi eventi sismici. Questa affermazione è basata sulle seguenti assunzioni:

- a) l'accadimento di eventi sismici indica che il materiale crostale da essi interessato è di natura fragile e sottoposto a un carico tettonico;
- b) il comportamento sismico del materiale determina la distribuzione di eventi in profondità e viceversa.

Lo strato sismogenetico è stato definito convenzionalmente come l'intervallo di profondità che ha generato il 90% degli eventi che ricadono all'interno di ogni zona. I limiti superiore e inferiore dello strato sismogenetico sono stati quindi individuati alle profondità che includono un numero di eventi cumulato pari rispettivamente al 5% e al 95% del totale.

Per tener conto di tutte le incertezze, legate agli aspetti puramente statistici dei dati, e del fatto che un valore unico di profondità può non essere rappresentativo dell'intero strato sismogenetico, le profondità efficaci sono state classificate nelle seguenti 4 classi di profondità: 1-5 km; 5-8 km; 8-12 km; 12-20 km. La classe di profondità rappresenta la maggior parte degli eventi. I valori delle profondità efficaci per la zonazione di tutto il territorio nazionale sono riportati in tabella 2.1.2. La ZS 924 rientra nella classe di profondità 12-20 km, con profondità efficace di 13 km.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 9 di 36	Rev. 0



Rif. BE: 4236/01

Zona	Numero di eventi Md>2.0	Numero di eventi Md>2.5	Numero di eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (km)	Profondità efficace (km)
901	18	15	2	4.0	8-12	8
902	34	25	2	3.8	8-12	10
903	23	19	2	4.5	8-12	9
904	13	9	1	3.4	5-8	7 *
905	181	110	32	4.8	5-8	8 *
906	41	34	13	4.7	5-8	8 *
907	33	19	7	4.2	5-8	8 *
908	495	128	25	3.7	8-12	10
909	263	94	9	4.1	8-12	10
910	80	24	2	3.4	8-12	10
911	126	91	18	4.1	8-12	8
912	180	141	54	4.6	5-8	7
913	767	362	100	4.8	12-20	13
914	878	542	131	4.5	12-20	13
915	614	346	65	4.2	8-12	8
916	140	83	16	4.6	5-8	6 *
917	103	71	22	4.9	5-8	7
918	455	179	26	4.2	12-20	13
919	3001	1545	421	5.0	8-12	8
920	296	201	39	4.6	5-8	6 *
921	97	63	9	4.0	1-5	4 #
922	355	146	29	3.9	1-5	4 #
923	1195	663	139	5.4	8-12	9
924	442	308	65	4.4	12-20	13
925	41	24	5	3.9	12-20	13
926	85	55	15	5.0	12-20	13
927	1507	654	139	5.0	8-12	10
928	15	9	1	3.9	1-5	3 #
929	522	294	73	3.9	8-12	10
930	193	128	41	4.3	8-12	10
931	2	2	2	3.7	8-12	10 *
932	277	194	55	4.3	12-20	13
933	413	162	44	4.4	8-12	10
934	8	6	3	3.7	8-12	10
935	45	34	6	3.7	12-20	13
936	374	283	67	4.3	1-5	3 #

Tabella 2.1.2 – Classi di profondità efficace assegnate alle diverse zone sismogenetiche della ZS9 sulla base del valore della moda (Md) delle distribuzioni di frequenza in funzione della profondità dei terremoti riportati nel catalogo strumentale INGV (1983-2002).

Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata, dunque, da un definito modello cinematico il quale sfrutta una serie di relazioni di attenuazioni stimate sulla base di misurazioni accelerometriche effettuate sia sul territorio nazionale che europeo. Sulla base di tali zone, per tutto il territorio italiano, sono state sviluppate le carte della pericolosità sismica. Infatti, in seguito all’emanazione dell’O.P.C.M. 20/03/2003, n. 3274, dopo l’elaborazione della ZS9, è stato redatto a cura di un gruppo di lavoro dell’INGV un documento denominato “Redazione della mappa di pericolosità sismica”.

La pericolosità viene definita come la probabilità di eccedenza di un parametro descrittivo del moto del terreno in un determinato intervallo di tempo. Tale parametro è espresso generalmente in termini di accelerazione al “bedrock” mediante metodi probabilistici che consentono di

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 10 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

associare una probabilità, e quindi una incertezza, ad un fenomeno tipicamente aleatorio quale il terremoto.

In base a questo approccio, e secondo quanto riportato nelle Norme Tecniche del 2018, l'azione sismica di riferimento è definita per ogni sito sulla base delle sue coordinate.

Il risultato, per ogni comune, è rappresentato da una stima del rischio sismico che tiene conto dell'intera storia sismica riportata nel catalogo sismico nazionale e che viene espresso in termini probabilistici. La pericolosità sismica di riferimento ipotizza un substrato omogeneo in roccia ed è espressa in PGA (Peak Ground Acceleration) con associato un periodo di ritorno di 50 anni.

Di seguito si riporta la pericolosità sismica relativa al territorio interessato dal tracciato del gasdotto in cui si evince che il valore di a_g è compreso tra 0,175 e 0,225 (Figura 2.1.4). Tali valori sono conformi ai parametri di a_g definiti ai sensi dell'Ordinanza del 3907 del 2010.

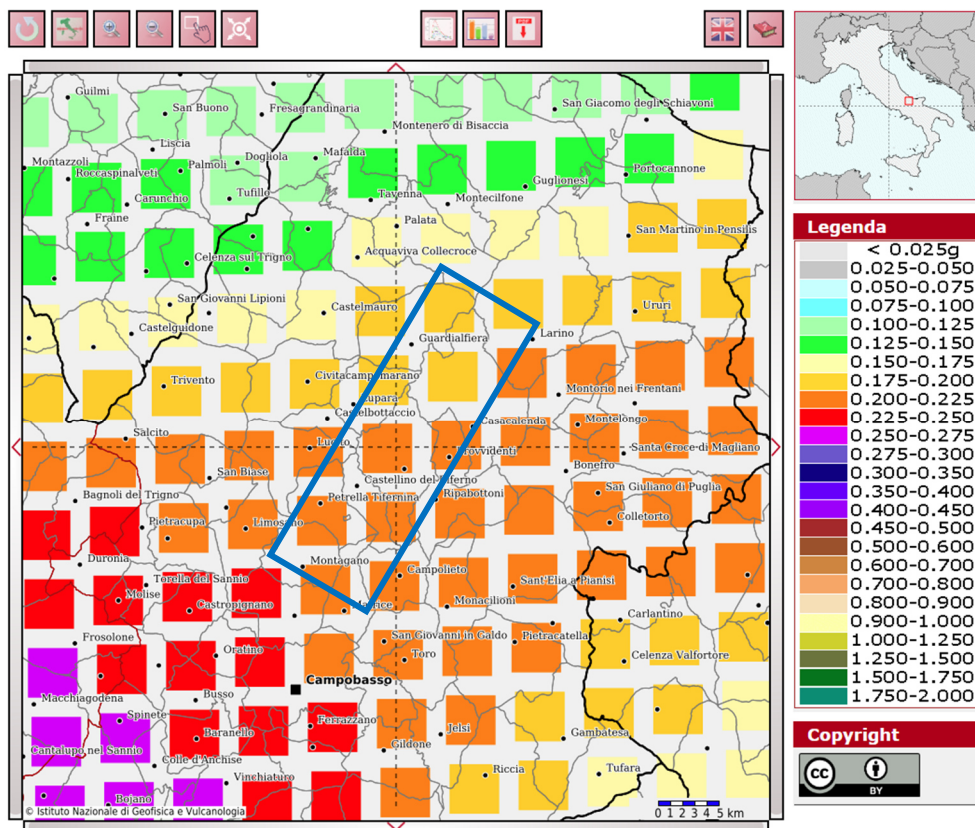


Fig. 2.1.4 – Mappa di Pericolosità Sismica per i comuni interessati dalla realizzazione del gasdotto in progetto espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (TR=475 anni). L'area è indicata dal poligono blu.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 11 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

2.2 Sismicità storica

Il Molise è caratterizzato da alcuni terremoti molto forti localizzati all'interno del territorio regionale o nelle sue immediate vicinanze, ma anche terremoti avvenuti in Campania, Puglia e Abruzzo hanno prodotto effetti molto gravi in area molisana. Il terremoto più importante, uno dei più distruttivi della storia sismica italiana, è quello del **5 dicembre 1456**, quando una fortissima scossa (**magnitudo Mw 7.2**) causò distruzioni in un'area molto vasta dell'Italia centro-meridionale. In Abruzzo, Molise, Campania e Basilicata circa cento località subirono danni gravissimi: Isernia e Bojano restarono praticamente distrutte e Napoli, Benevento e Campobasso furono gravemente danneggiate. La vastità dell'area interessata dagli effetti maggiori è tale da far pensare che quello che le testimonianze contemporanee percepiscono come un unico catastrofico terremoto sia stato in realtà una successione di diversi forti eventi, avvenuti quasi contemporaneamente lungo la catena appenninica.

Molto forte fu anche il terremoto del **26 luglio 1805 (Mw 6.6)** che causò distruzione ed effetti gravissimi in una ventina di località tra Isernia e Campobasso, tra cui la stessa Isernia. Gravi danni e numerosi crolli si verificarono anche a Campobasso e in circa altri venti paesi.

Oltre ad alcuni terremoti relativamente minori della zona di Isernia (**1882, Mw 5.3**) e Campobasso (**1885**) – quest'ultimo in fase di revisione e fortemente ridimensionato – degni di nota sono alcuni grandi eventi avvenuti nelle regioni vicine che hanno prodotto danni molto gravi anche in territorio molisano. Fra questi, uno degli eventi della **sequenza appenninica del settembre 1349 (Mw 6.6)**, il terremoto garganico del **30 luglio 1627 (Mw 6.7)**, che produsse danni anche in alcune località della costa molisana e il terremoto del **5 giugno 1688 (Mw 7.0)** nel Sannio che produsse danni gravi a Campobasso.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 12 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

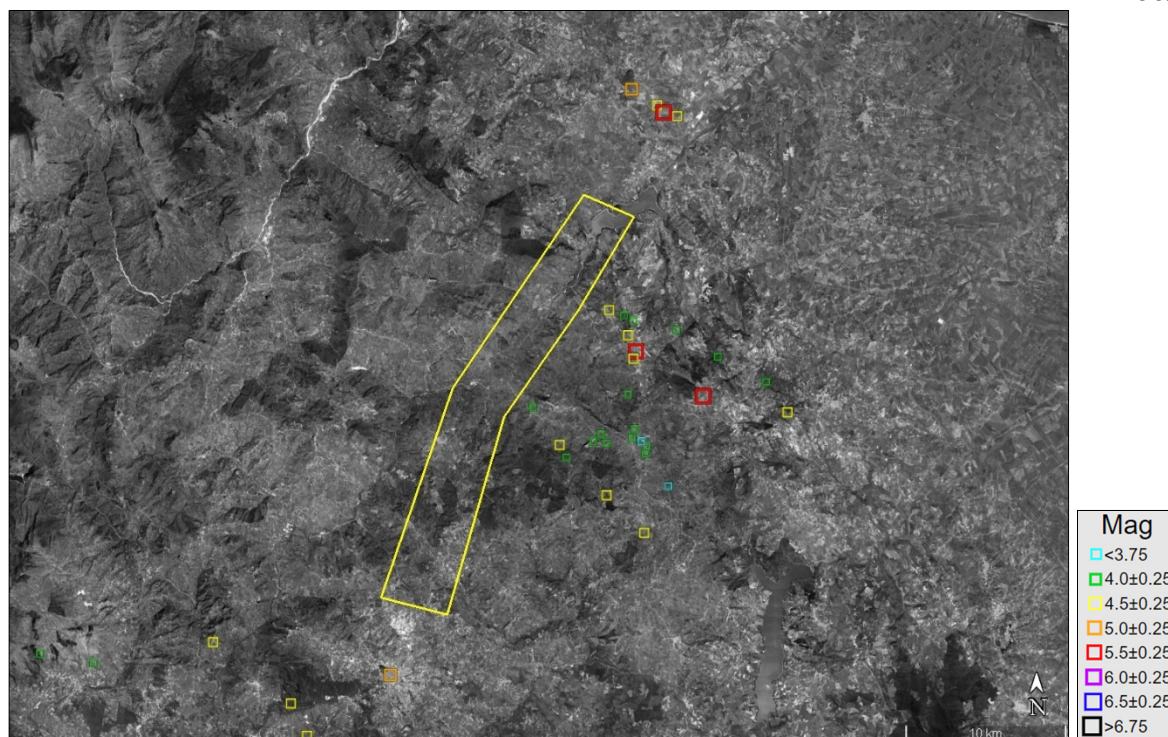


Fig. 2.2.1 – Distribuzione della sismicità storica negli ultimi mille anni (fonte: INGV - CPT115).

2.3 Pericolosità sismica del territorio

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC 2018 e di dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.

In base alle Norme Tecniche del 2018 l'azione sismica di riferimento è definita per ogni sito sulla base delle sue coordinate (sito dipendente).

Per la determinazione delle azioni sismiche (con riferimento agli allegati A e B del D.M. 14/01/2008) viene definitivamente abbandonato il concetto di "Zone Sismiche", il documento introduce un nuovo metodo di calcolo che considera la maglia elementare di riferimento come più preciso parametro per la classificazione sismica del territorio.

Tale griglia è costituita da 10751 nodi (distanziati non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove, con metodologia e convezioni analoghe vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica dell'INGV è costituita da mappe di pericolosità Sismica del Territorio Nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato. Le

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 13 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

Norme Tecniche utilizzano gli stessi nodi su cui sono state condotte le stime di pericolosità sismica da parte di INGV.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/> o dai vari software che consentono il calcolo dei parametri sismici e relativi spettri di risposta.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle forme spettrali di sito. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g – accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 – valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* – periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti sempre in corrispondenza dei punti del reticolo di riferimento suddetto, per diverse probabilità di superamento in 50 anni e per diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 975 anni).

Ai fini della valutazione delle azioni sismiche, noti i parametri di progetto, deve essere però valutate anche l'influenza delle condizioni litologiche e morfologiche locali sulle caratteristiche del moto del suolo in superficie (risposta sismica locale).

2.4 Pericolosità sismica di base del tracciato

Il tracciato del gasdotto in oggetto attraversa, per tutto il suo percorso, aree caratterizzate da morfologia collinare. Con riferimento al contesto litostratigrafico e tettonico del corridoio interessato dal tracciato del gasdotto è possibile utilizzare, per la definizione della pericolosità sismica, l'approccio semplificato, in quanto non sono stati individuati tratti in cui si possono verificare amplificazioni sismiche significative.

Categorie di sottosuolo

Per lo studio della pericolosità sismica di base, è necessario valutare di quanto variano i valori dell'accelerazione massima su suolo rigido di riferimento, attraverso la propagazione dalla zona d'origine (sorgente sismica) alla superficie. La norma consente la stima della risposta sismica locale mediante la valutazione delle caratteristiche dei terreni sciolti disposti a ricoprimento della formazione rigida (effetti "locale").

Con riferimento alla carta geologica disponibile ed alle osservazioni eseguite in campo, il tracciato in progetto intercetta sedimenti principalmente argillosi pelitici, arenarie, sabbie e conglomerati e formazioni calcaree. In considerazione che allo stato attuale non sono disponibili misure di V_s lungo il tracciato del gasdotto, si è optato in modo cautelativo, di attribuire la

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 14 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

categoria (di massima) di sottosuolo **C**, ossia “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”.

La reale categoria di sottosuolo sarà definita con la campagna di indagini geofisiche previste per le fasi progettuali successive, la quale prevede, tra l'altro, la realizzazione di n. 12 tomografie sismiche lungo il tracciato in progetto.

Con tale categoria di sottosuolo è stata ipotizzata la pericolosità sismica lungo il tracciato considerando l'intervallo di valori di accelerazione massima al suolo (0,175-0,225) secondo la pericolosità sismica di riferimento in PGA (Peak Ground Acceleration) riscontrati nella Mappa di Pericolosità Sismica pubblicata sul sito dell'INGV (Fig. 2.1.4).

Vita Nominale - V_N

La normativa (NTC 2018) definisce la Vita Nominale V_N delle strutture (paragrafo 2.4.1 del NTC 2018) a cui si associano tre tipi di costruzioni con diverso valore, espresso in anni, della loro durata come definito al variare della classe d'uso.

La struttura in oggetto sarà progettata, come grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica considerando una **$V_N = 100$ anni**.

Classe d'uso - C_U

La normativa definisce in presenza di azione sismica quattro classi di costruzioni in base al loro utilizzo (Classe d'uso – paragrafo 2.4.2 del NTC 2018) a cui si associa un coefficiente d'uso (C_U).

Nel caso in esame, l'opera in progetto rientra in:

Classe d'uso IV → Coefficiente $C_U = 2$

Periodo di riferimento per l'azione sismica – V_R


La normativa NTC 2018 prevede, quindi, la definizione di un periodo di riferimento V_R per le azioni sismiche su ciascuna costruzione ottenibile dalla formula: $V_R = V_N \times C_U$

Dove V_N è la vita nominale di un'opera strutturale intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta a manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. Nel nostro caso, il periodo di riferimento:

$$V_R = 100 \times 2 = 200$$

Azione sismica

Stati limite e relative probabilità di superamento

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 15 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

La normativa (D.M.–NTC 2018) nei confronti delle azioni definisce quattro stati limite, al fine di indicare il comportamento, in chiave sismica, che dovrà sopportare la struttura in progetto: Stati limite di esercizio (Stato Limite di Operatività e Stato Limite di Danno) e stati limite ultimi (Stato Limite di salvaguardia della Vita e Stato Limite di prevenzione del Collasso).

Ad ogni stato limite è associata una probabilità di superamento P_{VR} ovvero, la probabilità che, nel periodo di riferimento V_R , si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di ag prefissata avente frequenza media annua di ricorrenza come indicato nella tabella seguente.

Stati limite			P_{VR}
Stati limite di esercizio (SLE)	Stato limite di operatività	SLO	81 %
	Stato limite di danno	SLD	63 %
Stati limite ultimi (SLU)	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	10 %
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	5 %

Tabella 2.4.1 – Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento V_R .

Tempo di ritorno

Noti P_{VR} e V_R si ottiene il tempo di ritorno (anni), attraverso la formula:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Poiché è $V_R = 200$ anni, il tempo di ritorno T_R sarà:

Stati limite			T_R
Stati limite di esercizio (SLE)	Stato limite di operatività	SLO	120
	Stato limite di danno	SLD	201
Stati limite ultimi (SLU)	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	1898
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	2475

Tabella 2.4.2 – Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento V_R .

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 16 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

Condizioni topografiche

Le categorie topografiche definite dalla NTC 2018 si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica.

Nel caso del progetto in esame si considera la categoria topografica **T1** (Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$).

Amplificazione stratigrafica


In base alla stratigrafia ricostruita attraverso dati bibliografici e da rilievi diretti in campo i fattori di amplificazione stratigrafica S_s e C_c possono essere ricavati mediante le espressioni fornite nella tabella seguente, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi:

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

Tabella 2.4.3 – Espressioni di S_s e C_c .

Amplificazione topografica

Per tenere conto delle condizioni topografiche ed in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T , riportati nella tabella seguente.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 17 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Tabella 2.4.4 – Categorie topografiche.

Per l'area di intervento si indica un coefficiente di amplificazione topografico $S_T = 1,0$.

2.5 Parametri sismici

Al fine di individuare gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti orizzontali e verticali delle azioni sismiche di progetto del territorio indagato, è stato utilizzato un programma freeware (Geostru PS 2018) i cui risultati, riferiti ad uno stato limite, sono riassunti e riportati di seguito. Il software permette di calcolare i parametri di pericolosità sismica sulla base delle coordinate del punto.

L'elaborazione sismica è stata effettuata su cinque punti del tracciato maggiormente significativi per quanto riguarda i valori di PGA (Peak Ground Acceleration), ossia un intervallo compreso tra 0,175-0,225 riscontrato nella Mappa di Pericolosità Sismica fornita sul sito dall'INGV.

Di seguito vengono riportate le elaborazioni dei cinque siti presi in esame, nei terreni caratterizzati come sottosuolo di tipo C. Inoltre, sono stati considerati i seguenti parametri comuni a tutte le elaborazioni eseguite:

- Vita nominale (V_N): 100 [anni];
- Classe d'uso: IV;
- Coefficiente d'uso (C_U): 2;
- Periodo di riferimento (V_R): 200 [anni];
- Periodo di ritorno (T_r) SLO: 120[anni];
- Periodo di ritorno (T_r) SLD: 201 [anni];
- Periodo di ritorno (T_r) SLV: 1898 [anni];
- Periodo di ritorno (T_r) SLC: 2475 [anni];
- Tipo di interpolazione: Media ponderata.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 18 di 36	Rev. 0



Rif. BE: 4236/01

- Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5%;
- Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000;
- Categoria sottosuolo **C**;
- Categoria topografica **T1**.

2.6 Pericolosità sismica di sito

Sono stati scelti lungo il tracciato, a partire dal lato valle, cinque punti dove eseguire l'elaborazione sismica:

1. **Sito A (Guardialfiera - 41.804537,14.793751)**: valori di PGA compresi tra 0,190 e 0,200;
2. **Sito B (Lupara - 41.763165,14.740426)**: valori di PGA compresi tra 0,198 e 0,200;
3. **Sito C (Petrella Tifernina - 41.692838,14.698086)**: valori di PGA compresi tra 0,215 e 0,225;
4. **Sito D (Montagano - 41.655250,14.670443)**: valori di PGA compresi tra 0,222 e 0,225;
5. **Sito E (Ripalimosani - 41.611781,14.663922)**: valori di PGA compresi tra 0,225 e 0,250;

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 19 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

Sito A (Guardalfiera)

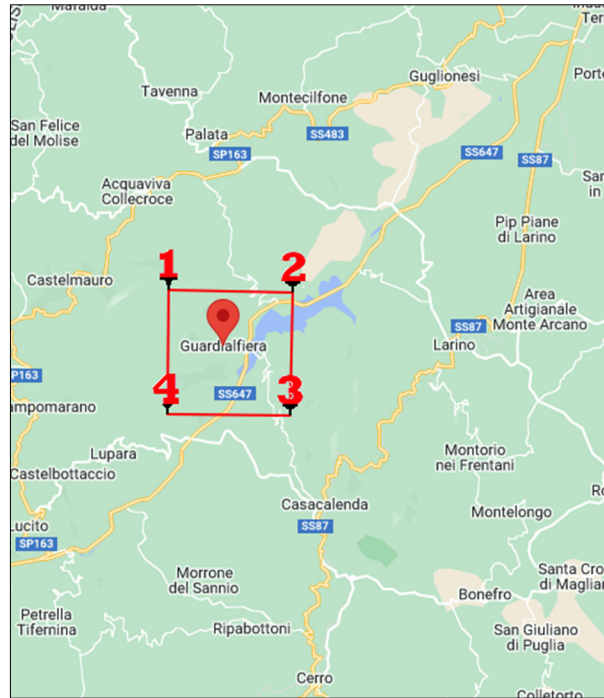


Fig. 2.6.1 – Ubicazione del sito A, con i vertici della maglia di appartenenza.

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41.804537 [°]

Longitudine (WGS84): 14.793751 [°]

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	120	0.105	2.506	0.326
SLD	201	0.132	2.523	0.335
SLV	1898	0.315	2.457	0.364
SLC	2475	0.347	2.453	0.367

Tabella 2.6.1 – Parametri della pericolosità sismica per i diversi stati limite.



PROGETTISTA



COMMESSA
5733-1

UNITA'
001

LOCALITÀ
REGIONE MOLISE

SPC. RT-D-0003

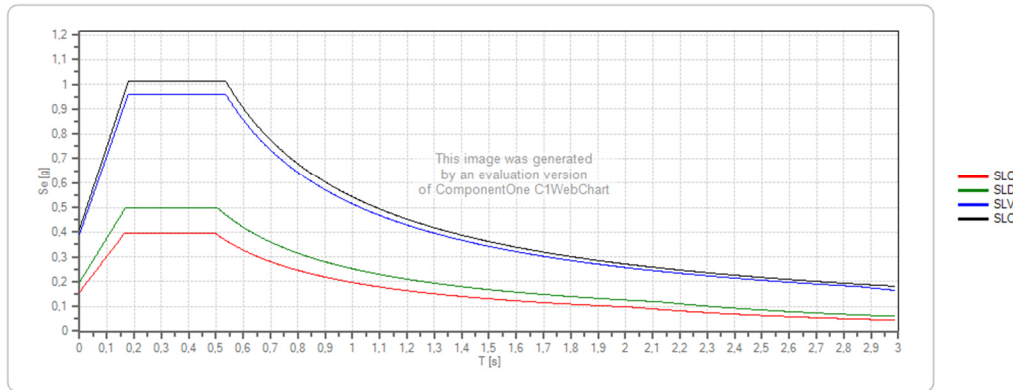
IMPIANTO
RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE
LARINO - SORA - COLLEFERRO
TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2
DN 350 (14") DP 75 bar

Pagina 20 di 36

Rev.
0

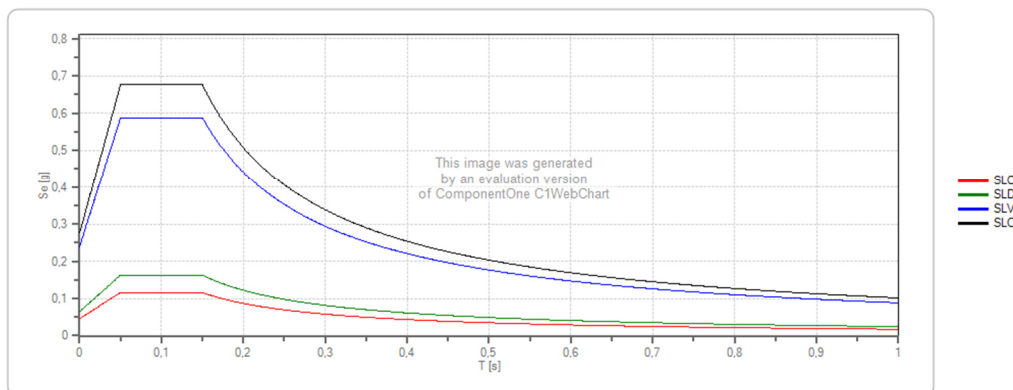
Rif. BE: 4236/01

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali





	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,105	2,506	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,496	2,021
SLD	2	0,132	2,523	0,335	1,500	1,510	1,000	1,500	1,000	0,168	0,505	2,127
SLV	2	0,315	2,457	0,364	1,240	1,470	1,000	1,240	1,000	0,178	0,535	2,861
SLC	2	0,347	2,453	0,367	1,190	1,460	1,000	1,190	1,000	0,179	0,536	2,987

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,105	2,506	0,326	1,000	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	2	0,132	2,523	0,335	1,000	1,510	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	2	0,315	2,457	0,364	1,000	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	2	0,347	2,453	0,367	1,000	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 21 di 36	Rev. 0

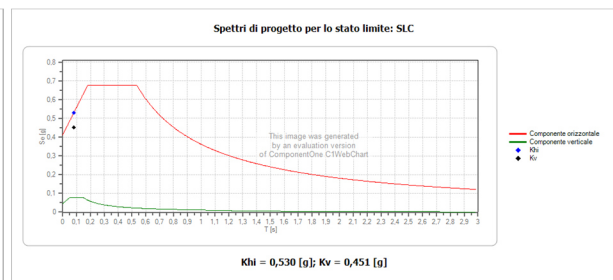
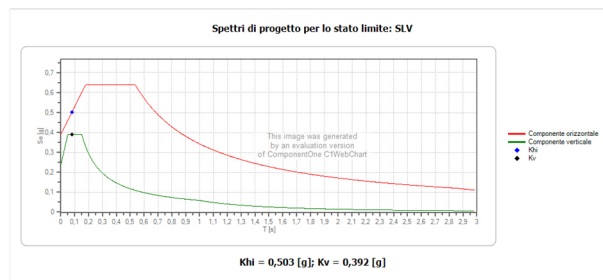
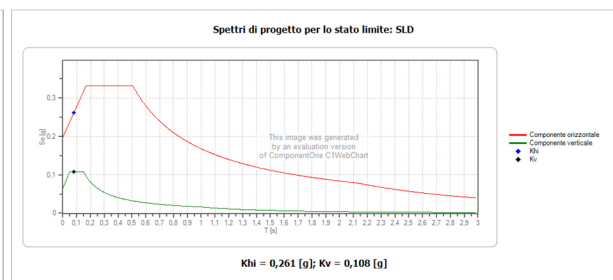
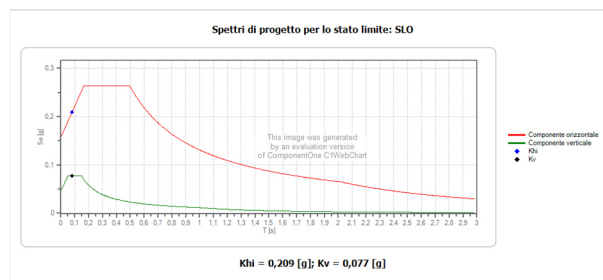
Rif. BE: 4236/01

Spettro di progetto



Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

Periodo fondamentale T: 0,08 [s]



	cu	ag [g]	F0	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	2	0,105	2,506	0,326	1,500	1,520	1,000	1,500	1,500	0,165	0,496	2,021
SLO verticale	2	0,105	2,506	0,326	1,500	1,520	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLD orizzontale	2	0,132	2,523	0,335	1,500	1,510	1,000	1,500	1,500	0,168	0,505	2,127
SLD verticale	2	0,132	2,523	0,335	1,500	1,510	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLV orizzontale	2	0,315	2,457	0,364	1,240	1,470	1,000	1,240	1,500	0,178	0,535	2,861
SLV verticale	2	0,315	2,457	0,364	1,240	1,470	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLC orizzontale	2	0,347	2,453	0,367	1,190	1,460	1,000	1,190	1,500	0,179	0,536	2,987
SLC verticale	2	0,347	2,453	0,367	1,190	1,460	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 22 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

Sito B (Lupara)



Fig. 2.6.2 – Ubicazione del sito B, con i vertici della maglia di appartenenza.

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41.763165 [°]

Longitudine (WGS84): 14.740426 [°]

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	120	0.112	2.496	0.325
SLD	201	0.141	2.513	0.333
SLV	1898	0.336	2.447	0.367
SLC	2475	0.369	2.444	0.371

Tabella 2.6.2 – Parametri della pericolosità sismica per i diversi stati limite.



PROGETTISTA



COMMESSA
5733-1

UNITA'
001

LOCALITÀ
REGIONE MOLISE

SPC. RT-D-0003

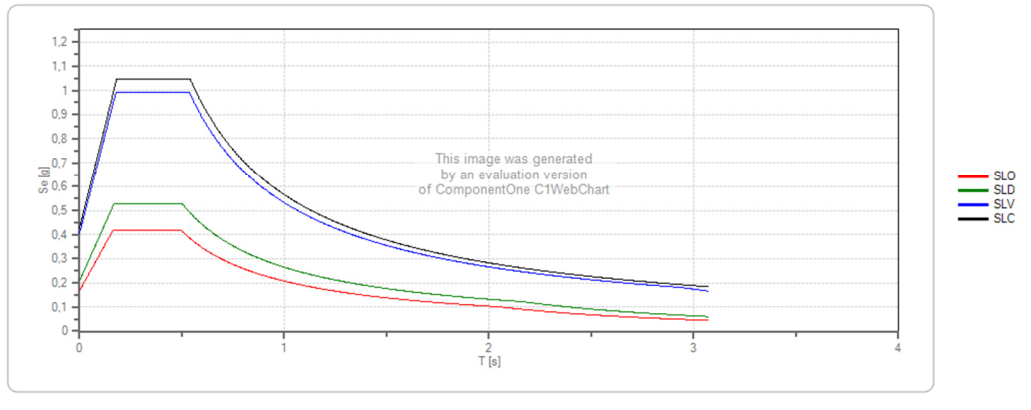
IMPIANTO
RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE
LARINO - SORA - COLLEFERRO
TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2
DN 350 (14") DP 75 bar

Pagina 23 di 36

Rev.
0

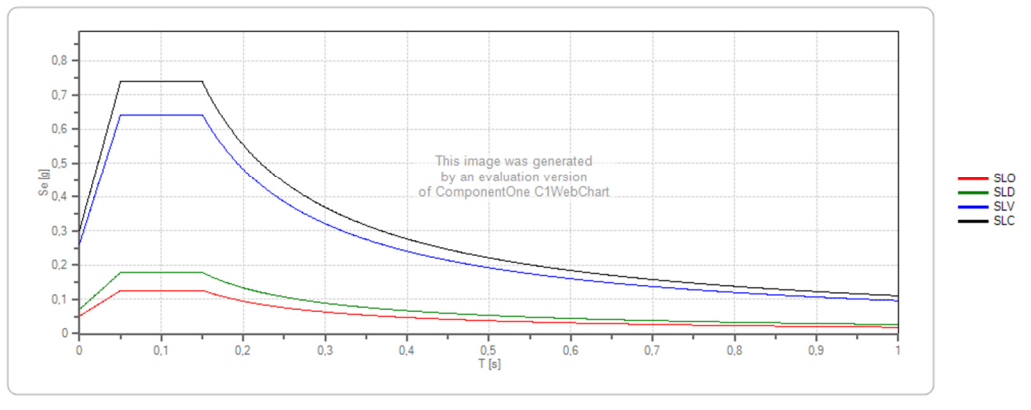
Rif. BE: 4236/01

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali





	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,112	2,496	0,325	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,494	2,049
SLD	2	0,141	2,513	0,333	1,490	1,510	1,000	1,490	1,000	0,168	0,503	2,162
SLV	2	0,336	2,447	0,367	1,210	1,460	1,000	1,210	1,000	0,178	0,535	2,943
SLC	2	0,369	2,444	0,371	1,160	1,460	1,000	1,160	1,000	0,181	0,542	3,074

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,112	2,496	0,325	1,000	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	2	0,141	2,513	0,333	1,000	1,510	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	2	0,336	2,447	0,367	1,000	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	2	0,369	2,444	0,371	1,000	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 24 di 36	Rev. 0

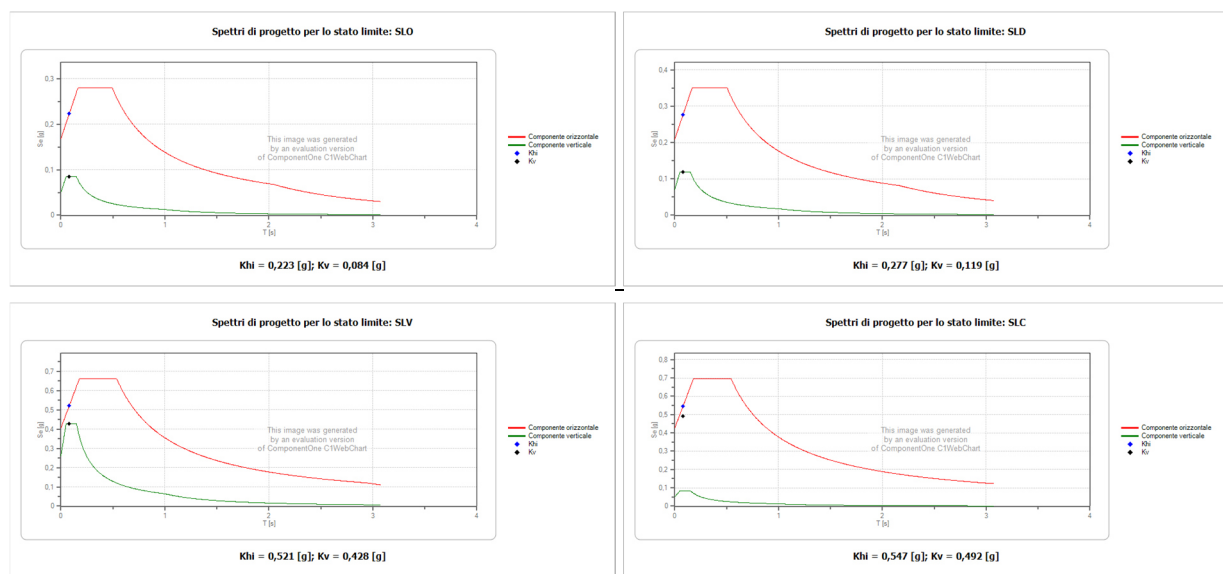
Rif. BE: 4236/01

Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

Periodo fondamentale T: 0,08 [s]



	cu	ag [g]	F0	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	2	0,112	2,496	0,325	1,500	1,520	1,000	1,500	1,500	0,165	0,494	2,049
SLO verticale	2	0,112	2,496	0,325	1,500	1,520	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLD orizzontale	2	0,141	2,513	0,333	1,490	1,510	1,000	1,490	1,500	0,168	0,503	2,162
SLD verticale	2	0,141	2,513	0,333	1,490	1,510	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLV orizzontale	2	0,336	2,447	0,367	1,210	1,460	1,000	1,210	1,500	0,178	0,535	2,943
SLV verticale	2	0,336	2,447	0,367	1,210	1,460	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLC orizzontale	2	0,369	2,444	0,371	1,160	1,460	1,000	1,160	1,500	0,181	0,542	3,074
SLC verticale	2	0,369	2,444	0,371	1,160	1,460	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 25 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

Sito C (Petrella Tifernina)

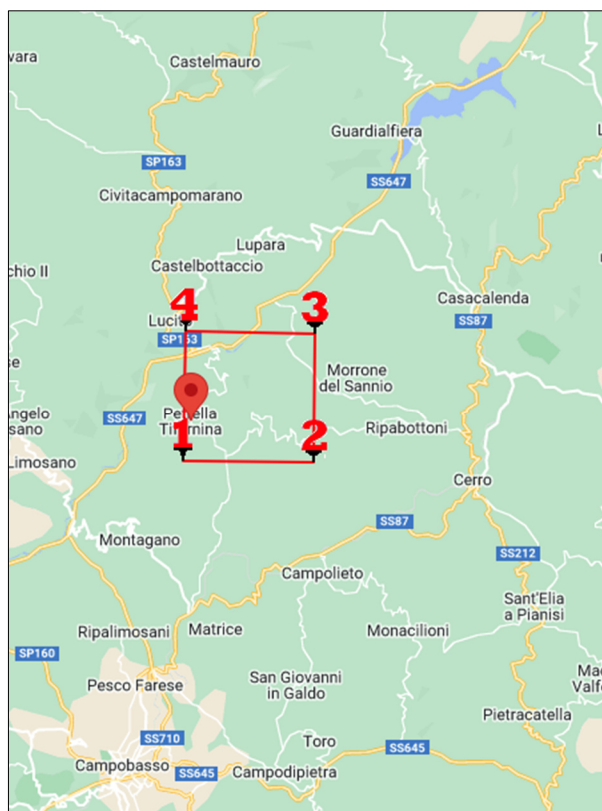


Fig. 2.6.3 – Ubicazione del sito C, con i vertici della maglia di appartenenza.

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41.692838 [°]

Longitudine (WGS84): 14.698086 [°]

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	120	0.119	2.487	0.323
SLD	201	0.150	2.505	0.332
SLV	1898	0.355	2.444	0.372
SLC	2475	0.390	2.438	0.377

Tabella 2.6.3 – Parametri della pericolosità sismica per i diversi stati limite.



PROGETTISTA



COMMESSA
5733-1

UNITA'
001

LOCALITÀ
REGIONE MOLISE

SPC. RT-D-0003

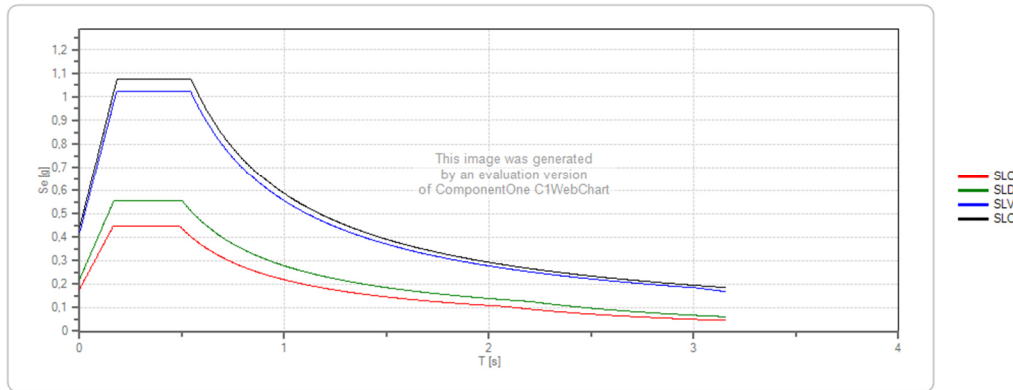
IMPIANTO
RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE
LARINO - SORA - COLLEFERRO
TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2
DN 350 (14") DP 75 bar

Pagina 26 di 36

Rev.
0

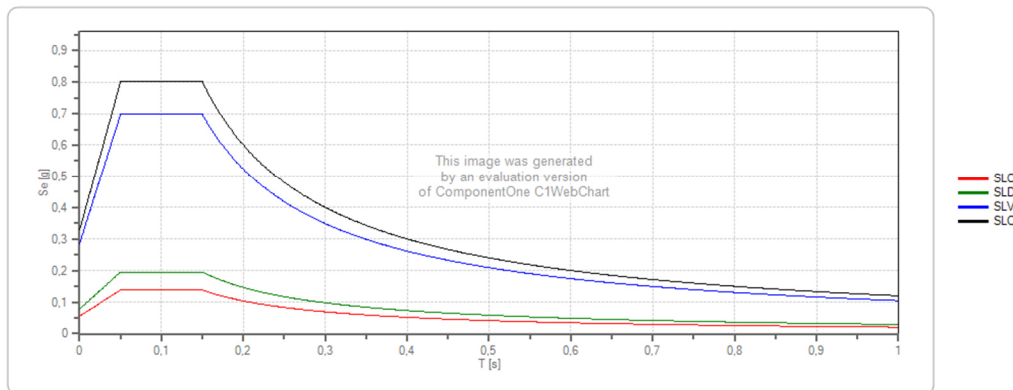
Rif. BE: 4236/01

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali





	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,119	2,487	0,323	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,164	0,491	2,077
SLD	2	0,150	2,505	0,332	1,480	1,510	1,000	1,480	1,000	0,167	0,502	2,198
SLV	2	0,355	2,444	0,372	1,180	1,460	1,000	1,180	1,000	0,181	0,542	3,020
SLC	2	0,390	2,438	0,377	1,130	1,450	1,000	1,130	1,000	0,182	0,546	3,159

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,119	2,487	0,323	1,000	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	2	0,150	2,505	0,332	1,000	1,510	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	2	0,355	2,444	0,372	1,000	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	2	0,390	2,438	0,377	1,000	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 27 di 36	Rev. 0

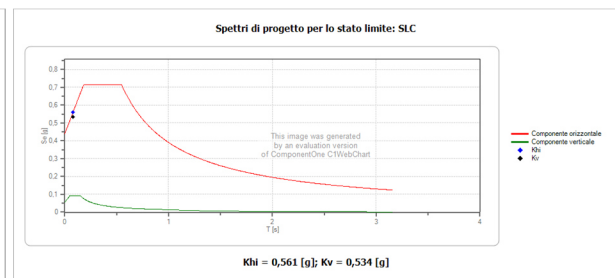
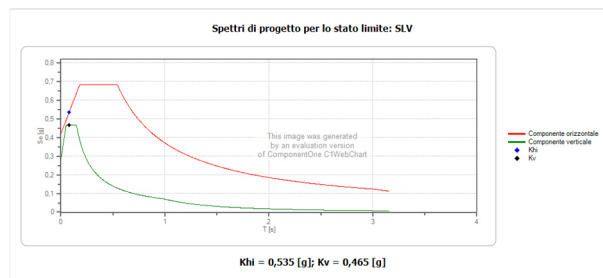
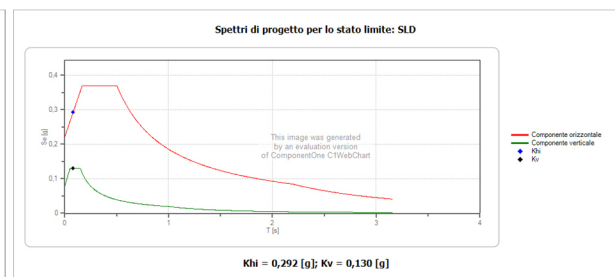
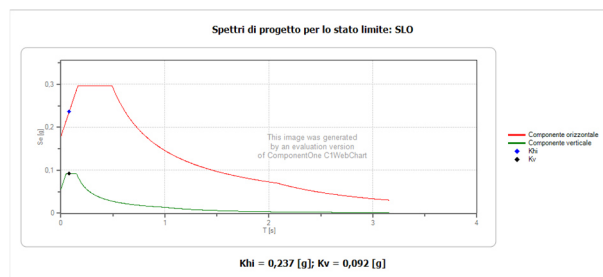
Rif. BE: 4236/01

Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

Periodo fondamentale T: 0,08 [s]



	cu	ag [g]	F0	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	2	0,119	2,487	0,323	1,500	1,520	1,000	1,500	1,500	0,164	0,491	2,077
SLO verticale	2	0,119	2,487	0,323	1,500	1,520	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLD orizzontale	2	0,150	2,505	0,332	1,480	1,510	1,000	1,480	1,500	0,167	0,502	2,198
SLD verticale	2	0,150	2,505	0,332	1,480	1,510	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLV orizzontale	2	0,355	2,444	0,372	1,180	1,460	1,000	1,180	1,500	0,181	0,542	3,020
SLV verticale	2	0,355	2,444	0,372	1,180	1,460	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLC orizzontale	2	0,390	2,438	0,377	1,130	1,450	1,000	1,130	1,500	0,182	0,546	3,159
SLC verticale	2	0,390	2,438	0,377	1,130	1,450	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 28 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

Sito D (Montagano)

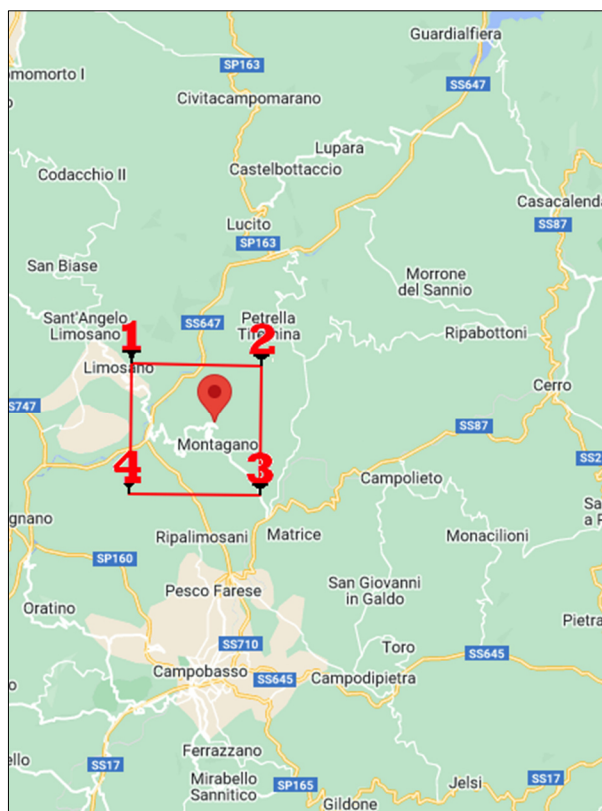


Fig. 2.6.4 – Ubicazione del sito D, con i vertici della maglia di appartenenza.

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41.655250 [°]

Longitudine (WGS84): 14.670443 [°]

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	120	0.122	2.475	0.325
SLD	201	0.154	2.493	0.335
SLV	1898	0.368	2.422	0.391
SLC	2475	0.404	2.408	0.403

Tabella 2.6.4 – Parametri della pericolosità sismica per i diversi stati limite.



PROGETTISTA



COMMESSA
5733-1

UNITA'
001

LOCALITÀ
REGIONE MOLISE

SPC. RT-D-0003

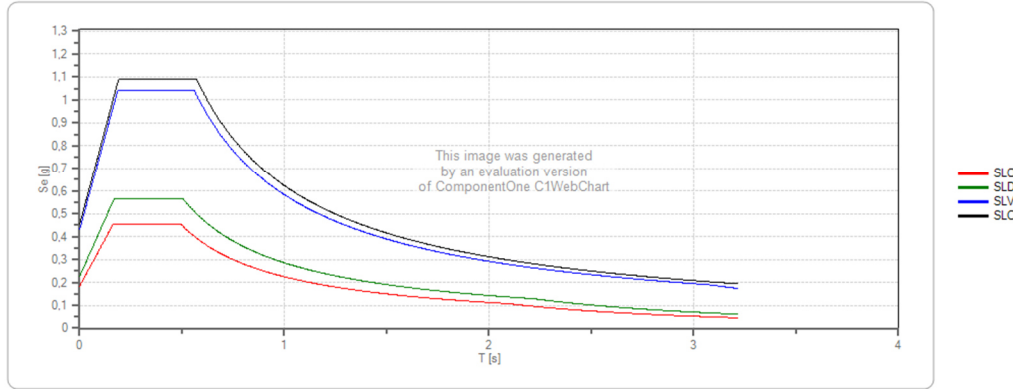
IMPIANTO
RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE
LARINO - SORA - COLLEFERRO
TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2
DN 350 (14") DP 75 bar

Pagina 29 di 36

Rev.
0

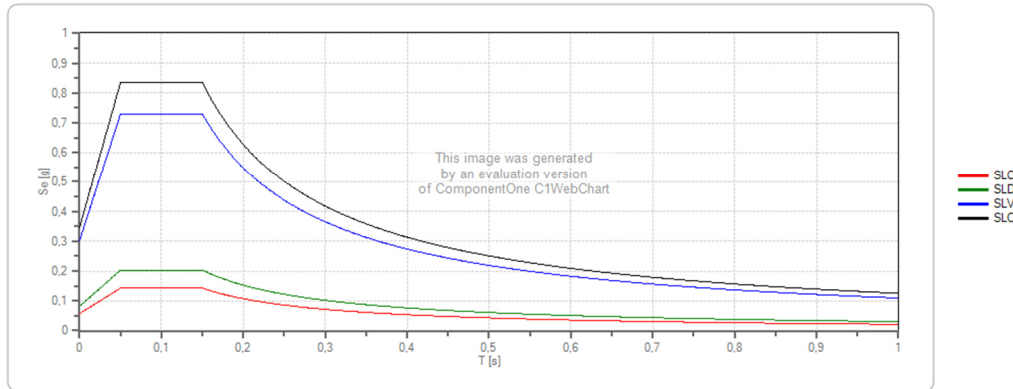
Rif. BE: 4236/01

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali





	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,122	2,475	0,325	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,494	2,090
SLD	2	0,154	2,493	0,335	1,470	1,510	1,000	1,470	1,000	0,169	0,506	2,216
SLV	2	0,368	2,422	0,391	1,170	1,430	1,000	1,170	1,000	0,187	0,560	3,072
SLC	2	0,404	2,408	0,403	1,120	1,420	1,000	1,120	1,000	0,191	0,572	3,218

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,122	2,475	0,325	1,000	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	2	0,154	2,493	0,335	1,000	1,510	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	2	0,368	2,422	0,391	1,000	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	2	0,404	2,408	0,403	1,000	1,420	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 30 di 36	Rev. 0

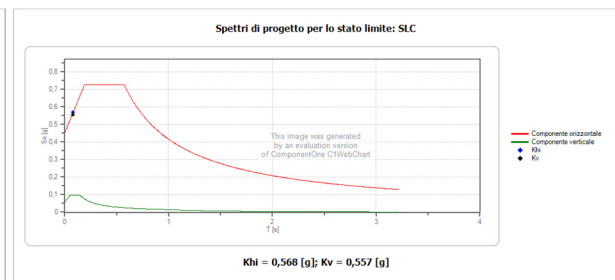
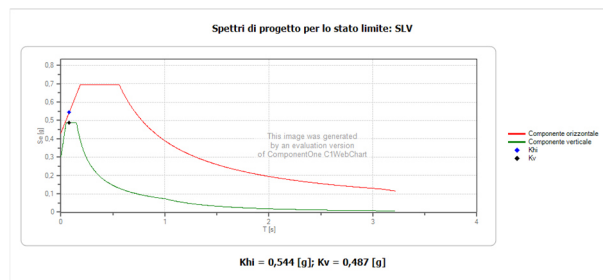
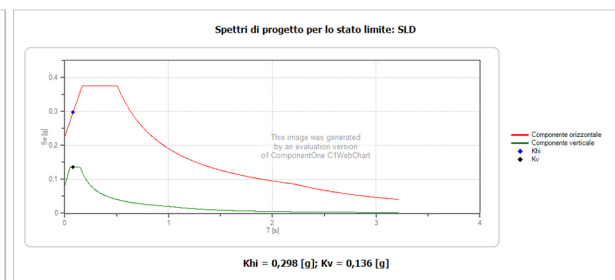
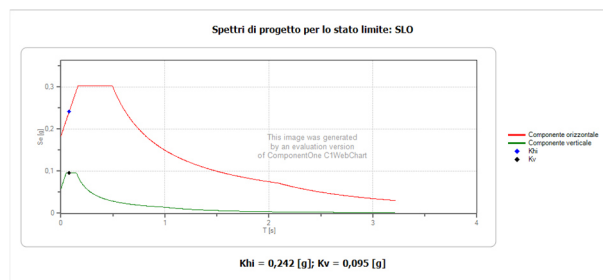
Rif. BE: 4236/01

Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

Periodo fondamentale T: 0,08 [s]



	cu	ag [g]	F0	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	2	0,122	2,475	0,325	1,500	1,520	1,000	1,500	1,500	0,165	0,494	2,090
SLO verticale	2	0,122	2,475	0,325	1,500	1,520	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLD orizzontale	2	0,154	2,493	0,335	1,470	1,510	1,000	1,470	1,500	0,169	0,506	2,216
SLD verticale	2	0,154	2,493	0,335	1,470	1,510	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLV orizzontale	2	0,368	2,422	0,391	1,170	1,430	1,000	1,170	1,500	0,187	0,560	3,072
SLV verticale	2	0,368	2,422	0,391	1,170	1,430	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLC orizzontale	2	0,404	2,408	0,403	1,120	1,420	1,000	1,120	1,500	0,191	0,572	3,218
SLC verticale	2	0,404	2,408	0,403	1,120	1,420	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 31 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

Sito E (Montagano)



Fig. 2.6.5 – Ubicazione del sito E, con i vertici della maglia di appartenenza.

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 41.611781 [°]

Longitudine (WGS84): 14.663922 [°]

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	120	0.124	2.455	0.328
SLD	201	0.157	2.479	0.338
SLV	1898	0.380	2.405	0.405
SLC	2475	0.419	2.389	0.420

Tabella 2.6.5 – Parametri della pericolosità sismica per i diversi stati limite.



PROGETTISTA



COMMESSA
5733-1

UNITA'
001

LOCALITÀ
REGIONE MOLISE

SPC. RT-D-0003

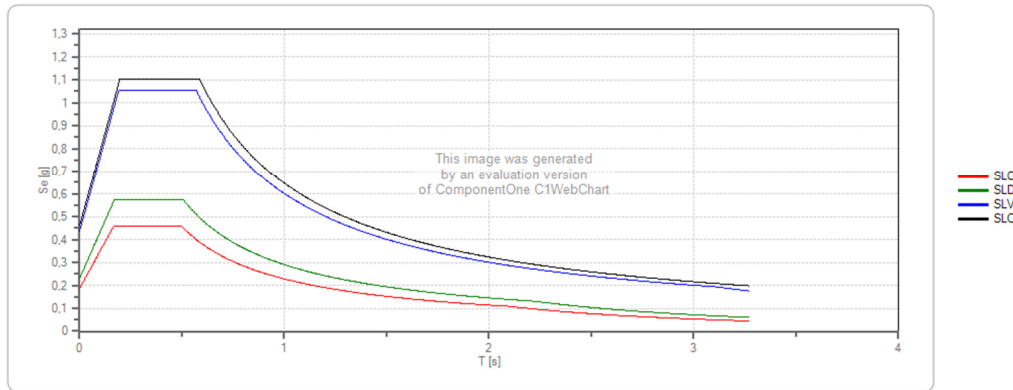
IMPIANTO
RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE
LARINO - SORA - COLLEFERRO
TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2
DN 350 (14") DP 75 bar

Pagina 32 di 36

Rev.
0

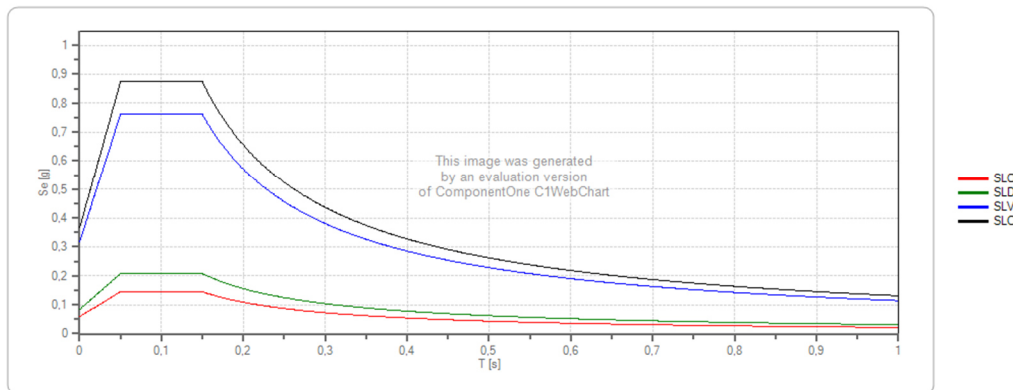
Rif. BE: 4236/01

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali





	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,124	2,455	0,328	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,166	0,498	2,097
SLD	2	0,157	2,479	0,338	1,470	1,500	1,000	1,470	1,000	0,169	0,508	2,227
SLV	2	0,380	2,405	0,405	1,150	1,410	1,000	1,150	1,000	0,190	0,571	3,121
SLC	2	0,419	2,389	0,420	1,100	1,400	1,000	1,100	1,000	0,196	0,587	3,274

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	2	0,124	2,455	0,328	1,000	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	2	0,157	2,479	0,338	1,000	1,500	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	2	0,380	2,405	0,405	1,000	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	2	0,419	2,389	0,420	1,000	1,400	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 33 di 36	Rev. 0

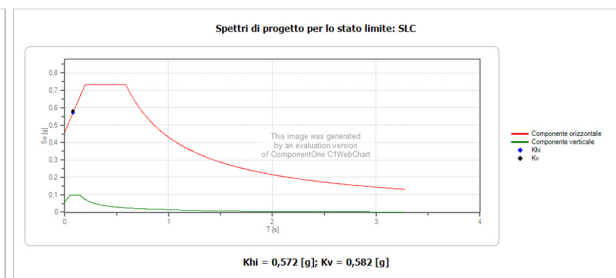
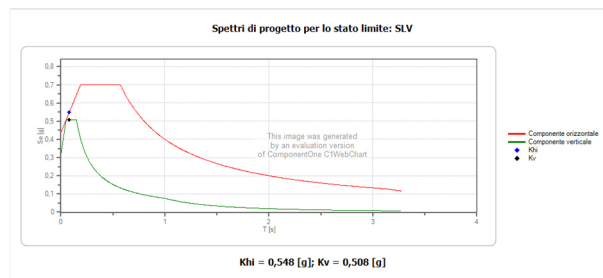
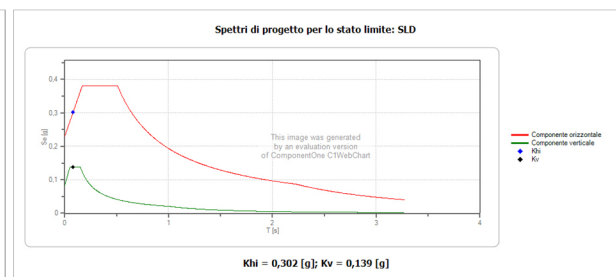
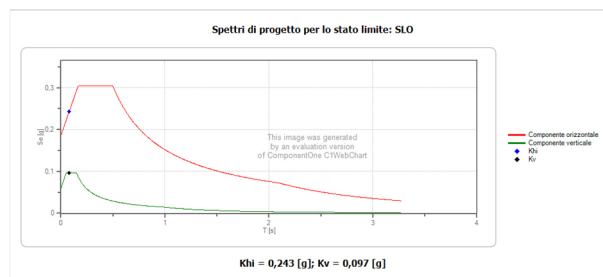
Rif. BE: 4236/01

Spettro di progetto



Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50

Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50

Periodo fondamentale T: 0,08 [s]



	cu	ag [g]	F0	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	q	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO orizzontale	2	0,124	2,455	0,328	1,500	1,520	1,000	1,500	1,500	0,166	0,498	2,097
SLO verticale	2	0,124	2,455	0,328	1,500	1,520	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLD orizzontale	2	0,157	2,479	0,338	1,470	1,500	1,000	1,470	1,500	0,169	0,508	2,227
SLD verticale	2	0,157	2,479	0,338	1,470	1,500	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLV orizzontale	2	0,380	2,405	0,405	1,150	1,410	1,000	1,150	1,500	0,190	0,571	3,121
SLV verticale	2	0,380	2,405	0,405	1,150	1,410	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000
SLC orizzontale	2	0,419	2,389	0,420	1,100	1,400	1,000	1,100	1,500	0,196	0,587	3,274
SLC verticale	2	0,419	2,389	0,420	1,100	1,400	1,000	1,000	1,500	0,050	0,150	1,000

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 34 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

2.7 Liquefazione dei terreni

La liquefazione è un fenomeno di riduzione della resistenza al taglio causata dall'incremento della pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante uno scuotimento sismico.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018) prevedono che la verifica a liquefazione possa essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti cinque circostanze:

- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica dinamica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure resistenza penetrometrica statica normalizzata $q_{c1N} > 180$;
- distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 2.7.1 delle NTC 2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 2.7.2 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

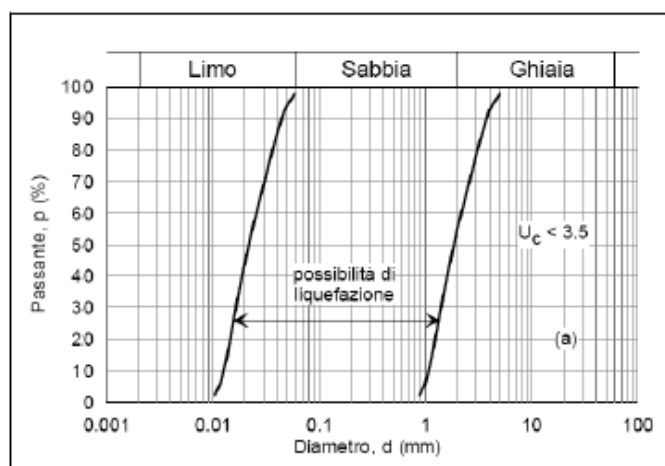



Fig. 2.7.1 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 35 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

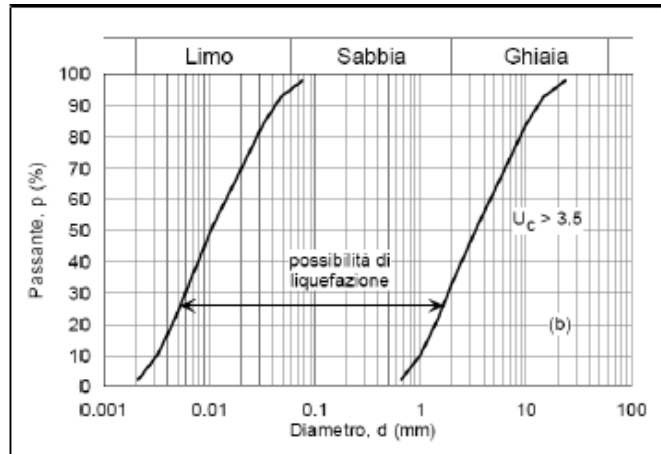


Fig. 2.7.2 – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3.5$.

Relativamente all'area interessata dal tracciato del gasdotto in oggetto, tenendo conto della presenza prevalente di materiali argillosi e limosi, che generalmente si presentano piuttosto caotici e quindi con coefficiente di uniformità alto, la possibilità di subire fenomeni di liquefazione è bassa, se non addirittura nulla. Anche se in alcuni studi pregressi sono stati rinvenuti dei livelli idrici nelle argille limose più alterate, a profondità comprese tra 2 e 5 m circa dal p.c., ciò non determina comunque, per quanto descritto, un reale rischio di liquefazione.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 5733-1	UNITA' 001
	LOCALITÀ REGIONE MOLISE	SPC. RT-D-0003	
	IMPIANTO RIFACIMENTO GASDOTTO DI RETE REGIONALE LARINO - SORA - COLLEFERRO TRATTO LARINO-MONTAGANO – LOTTO 2 DN 350 (14") DP 75 bar	Pagina 36 di 36	Rev. 0

Rif. BE: 4236/01

3 CONCLUSIONI

Lo scopo del presente studio è stato quello di definire, attraverso l'analisi dei dati sismici della zona, la pericolosità sismica di base relativa al gasdotto in oggetto.

Il tracciato interseca aree che ricadono in ZONA 2 nella mappa di pericolosità sismica dell'INGV, ovvero a pericolosità moderata (Figg. 2.1.1 e 2.1.4).

Il territorio è interessato dalla presenza di due sorgenti sismogenetiche composite, responsabili della sismicità dell'intera area, alle quali sono associate tutti gli eventi tellurici avvenuti in passato (Fig. 2.2.1).

Al fine di individuare gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti orizzontali e verticali delle azioni sismiche di progetto del territorio indagato sono stati calcolati i parametri di pericolosità sismica per i diversi stati limite (SLO, SLD, SLV, SLC) su cinque maglie significative. Sono stati utilizzati i valori PGA (Peak Ground Acceleration) riportati nelle mappe dell'INGV e scelti i restanti parametri in base alla tipologia dell'opera in progetto, restituendo tutti i parametri e gli spettri di risposta elastica in accelerazione delle componenti verticali e orizzontali.

Infine, non è stato necessario verificare la suscettibilità a liquefazione dei terreni, perché le litologie prevalenti sono argillose e limose, con coefficiente di uniformità piuttosto alto e quindi non liquefacibili, anche in quei livelli dove sono stati riscontrati, secondo quanto riportato da alcuni studi pregressi, dei piccoli livelli idrici.