

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 1 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

## METANODOTTO

### MESTRE-TRIESTE TRATTO GONARS-TRIESTE INTERVENTI PER DECLASSAMENTO A 24 bar E OPERE CONNESSE

## RELAZIONE SISMICA



1	Emissione per Permessi	G.Vecchio	G. Marinelli	H.D. Aiudi	01/12/2017
0	Emissione per Commenti	G.Vecchio	G. Marinelli	H.D. Aiudi	27/10/2017
<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Elaborato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 2 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

## INDICE

<b>1.</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>SISMICITÀ</b>	<b>5</b>
2.1	Classificazione sismica regionale e zonazione sismica	5
2.2	Sismicità storica e sismoettonica	8
2.3	Pericolosità sismica del territorio	12
2.4	Pericolosità sismica di base degli interventi	13
2.5	Pericolosità sismica di base – zona del Carso goriziano e triestino	14
2.6	Pericolosità sismica di base – zona dell’Alta Pianura	18
2.7	Pericolosità sismica di base - zona della Bassa Pianura	22
2.8	Liquefazione dei terreni	25
<b>3.</b>	<b>CONCLUSIONI</b>	<b>28</b>
<b>4.</b>	<b>ANNESSO</b>	<b>28</b>

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 3 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

## 1. PREMESSA

Lo studio sismico cui si riferisce la presente relazione, rientra nell'ambito del progetto "Mestre - Trieste - tratto Gonars – Trieste interventi per il declassamento a 24 bar ed opere connesse". Le opere in progetto interessano le province di Udine, Gorizia e Trieste ed i territori comunali attraversati sono: Gonars, Cervignano del Friuli, Aiello del Friuli, Campolongo Tapogliano, Villesse, Ronchi dei Legionari, Doberdò del Lago, Duino-Aurisina, Trieste. Per quanto riguarda il met. "Derivazione per Cividale" vengono interessati i comuni di Pradamano, Remanzacco, Premariacco e Cividale del Friuli; per quanto riguarda il met. "Derivazione Manzano-Buttrio" vengono interessati i territori comunali di Pradamano, Udine e Pavia di Udine; per la "Variante per inserimento PIDI sul met. Derivazione per Udine viene interessato il territorio comunale di Pozzuolo del Friuli, per la "Variante per inserimento PIDI sul met. derivazione per Gorizia" il territorio comunale di Farra d'Isonzo, per la "Nuova Area Impiantistica di Romans d'Isonzo il territorio di Romans d'Isonzo ed, infine, per il "Nuovo Impianto di Riduzione di Reana del Rojale" il territorio di Reana del Rojale.

Dal punto di vista geomorfologico gli interventi progettuali intercettano aree che presentano una elevata variabilità spaziale in termini geologici e geomorfologici. Infatti, si passa dalle litologie carbonatiche che caratterizzano il carso goriziano e triestino a litologie sabbiose ghiaiose tipiche della pianura alluvionale. Altro elemento litomorfologico da evidenziare sono i depositi di conoide riconducibili ad un ambiente fluvioglaciale distale dove le acque di ablazione si organizzano in alvei di tipo *braided*, a cui sono associabili strutture di canale e di barra.

Nonostante la variabilità litologica è possibile suddividere l'area interessata dagli interventi progettuali in tre microambienti:

- La zona del Carso goriziano e triestino;
- La zona dell'Alta Pianura;
- La zona della Bassa Pianura.

Il carso goriziano e triestino appartiene alla piattaforma carbonatica costituita da una successione calcarea di età triassica, ricoperta nella parte alta da litotipi torbidity di età eocenica. Altro elemento da evidenziare che in affioramento è possibile osservare forma carsiche epigee ed ipogee dovute ai fenomeni carsici che hanno caratterizzato il paesaggio morfologico e litologico.

La zona dell'alta pianura, è costituita da depositi fluvioglaciali e alluvionali prevalentemente grossolani, che costituiscono la parte apicale e mediana delle conoidi che si formano nelle zone di raccordo tra i rilievi del carso e la pianura alluvionale. Tali depositi tipicamente alluvionali talvolta vengono intervallati da depositi fluvioglaciali derivanti dagli apparati morenici.

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

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 4 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

sismicità storica, per caratterizzare la zona da un punto di vista sismotettonico, per individuare la pericolosità sismica lungo il tracciato, sono stati acquisiti ed analizzati tutti i dati bibliografici, cartografici o d'archivio disponibili.

Lo studio è redatto in conformità con quanto prescritto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC del 14/01/2008.

Inoltre sono state eseguite le verifiche strutturali delle condotte allo scuotimento sismico prendendo in considerazione il massimo terremoto di progetto previsto lungo il tracciato, calcolato in accordo a quanto previsto dalle nuove norme tecniche delle costruzioni (vedi Annesso doc. 00-RT-E-5121)). Nello studio le sollecitazioni calcolate attraverso il metodo di verifica descritto nelle "Guidelines For The Design Of Buried Steel Pipe", e alle "Guidelines for the Seismic Design and Assessment of Natural Gas and Liquid Hydrocarbon Pipelines, vengono confrontate con gli ammissibili previsti dalla normativa internazionale di riferimento.

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 5 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

## 2. SISMICITÀ

### 2.1 Classificazione sismica regionale e zonazione sismica

Tutti i Comuni interessati, in base alla normativa antecedente alle N.T.C. 2008, ossia l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la DGR 153 del 02/03/2004 ricadono in zona sismica compresa tra 2 e 4, ossia pericolosità sismica da medio-alta a bassa.

Comune	Categoria secondo il decreto MLP (1984)	Categoria secondo la proposta del GDL (1998)	Zona ai sensi dell'Ordinanza n. 3274 e ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale n. 14964 (2003)
Gonars	N.C.	III	3
Cervignano del Friuli	N.C.	N.C.	4
Aiello del Friuli	N.C.	III	3
Campolongo Tapogliano	N.C.	III	3
Villese	N.C.	III	3
Ronchi dei Legionari	N.C.	N.C.	4
Doberdò del Lago	N.C.	III	3
Duino-Aurisina	N.C.	N.C.	4
Trieste	N.C.	N.C.	4
Pradamano	II	III	2
Remanzacco	II	III	2
Premariacco	II	III	2
Cividale del Friuli	II	III	2
Udine	II	III	2
Pavia di Udine	N.C.	III	3
Pozzuolo del Friuli	II	III	2
Farra d'Isonzo	N.C.	III	3
Romans d'Isonzo	N.C.	III	3
Reana del Rojale	II	II	2

**Tab. 2.1/A** – Tabella zona sismica comuni interessati dal metanodotto in progetto secondo le normative vigenti fino all'O.P.C.M. n. 3274

Il grado di pericolosità sismica del territorio della pianura friulana e della zona del Carso risulta in prevalenza legato alla presenza di numerose aree sismogenetiche situate in posizione geografica prossimale. L'incidenza di tale aspetto appare

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 6 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

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/A la pianura friulana, ed in particolare la zona del Carso, risulta letteralmente circondata da aree sismogenetiche caratterizzate da elevata densità di faglie attive.

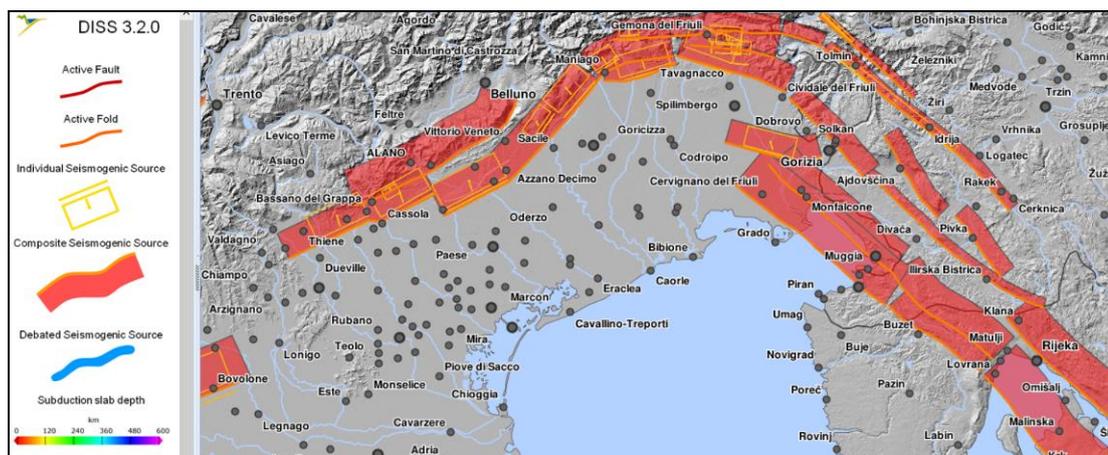


Fig. 2.1/A – Stralcio del Database of individual Seismogenic Source

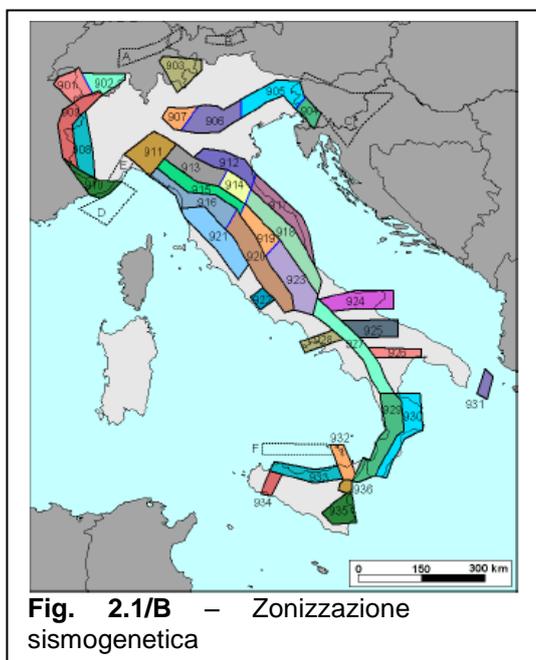


Fig. 2.1/B – Zonizzazione sismogenetica

La zona che interessa l'area in esame non ricade all'interno di nessuna zona sismogenetica, come visibile in figura 2.1/B

Infatti, essa è bordata dalla zona 904 verso est e dalla zona 905 e 906 verso nord.-Nel settore delle zone 904 e 905 vi è la convergenza tra la placca adriatica e quella europea ed è caratterizzato da strutture e pieghe sud-vergenti e dalle dislocazioni inverse e di svincolo ad esse associate. Nelle zone ad est del confine friulano le faglie sono di tipo trascorrente destro ad andamento dinarico (NW-SE).

Ogni zonizzazione sismogenetica è caratterizzata 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".

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere connesse</b>	Pagina 7 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

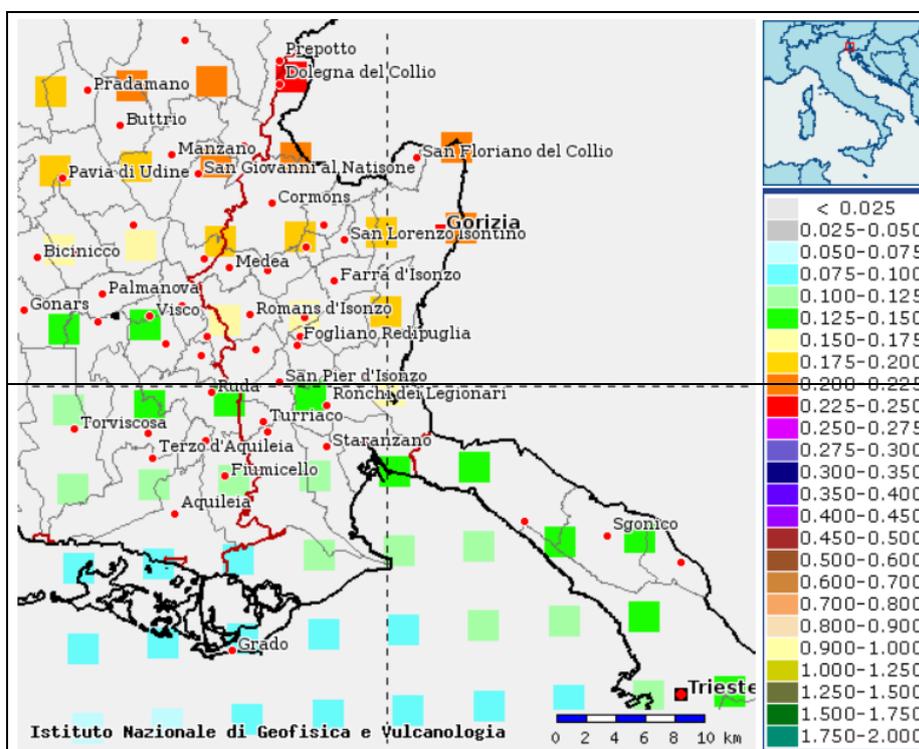
Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

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 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 2008, 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 metanodotto in cui si evince che il valore di  $a_g$  varia tra 0,125, nella zona della bassa pianura friulana e del Carso, mentre aumenta progressivamente fino a 0,225 nella zona dell'alta pianura friulana (Figura 2.1/C).



**Fig. 2.1/C** – Mappa di Pericolosità Sismica per i comuni interessati dalla realizzazione dei metanodotti in progetto espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni ( $T_R=475$  anni)

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 8 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

## 2.2 Sismicità storica e sismoettonica

Il territorio della pianura friulana e della zona del Carso è caratterizzato da una sismicità storica di un certo rilievo soprattutto nella fascia pedemontana (Gemona e Cividale) e prealpina dove si sono verificati alcuni terremoti di forte intensità, mentre la sismicità nella fascia di media e bassa pianura ed in quella dei settori carsici risulta decisamente modesta. La maggior parte dei terremoti principali si sono verificati diversi secoli or sono e pertanto sia la localizzazione che l'intensità sono piuttosto. La parametrizzazione dei sismi è più precisa per alcuni di epoca storica quali i terremoti dell'Alpago (1873) e del Cansiglio (1936) in Veneto e di Tolmezzo (1926) in Friuli. Quello di Gemona (1976), in Friuli, è stato misurato dalla rete. Nella seguente tabella vengono riportati i più gravi eventi sismici che hanno interessato il Friuli nell'ultimo millennio:

Data	Intensità (MCS)	Effetti
25-gennaio-1348	IX	Alpi Giulie. Epicentro Villach (Austria). Crolli e danni gravissimi a Gemona, San Daniele del Friuli, Tolmezzo, Venzona e altre località dell'udinese. Danni più lievi e isolati si ebbero a Trento, Venezia e Bolzano. A Padova, Vicenza e Verona il terremoto non fece danni ma fu avvertito così fortemente da causare il panico: la popolazione si riversò nelle strade e alcune persone rimasero schiacciate nella calca. Il numero totale delle vittime del terremoto fu molto alto (forse alcune migliaia) ma resta imprecisato.
26-marzo-1511	IX	Friuli-Slovenia. Epicentro al confine con la Slovenia, a nord-est di Faedis. Evento importante ed avvertito in tutto il nord-est, gravi danni a Udine e Venezia dove l'acqua dei canali mostra movimenti anomali. Crolli (con morti) a Cividale e Tolmino. Danni anche in Istria, Carinzia e Lubiana. Edifici lesionati a Trieste dove si verifica un leggero tsunami, con l'acqua ad invadere porto e viale a mare. Stimati circa 10mila vittime.
25-febbraio-1695	X	Asolano. Epicentro tra Crespignaga e Coste. Sisma all'alba. Colpita l'area pedemontana veneta ma avvertito in tutto il nord-est. Danni maggiori ad Asolo dove si contano 1500 case distrutte ed una cinquantina di morti. Almeno 60 i siti interessati. I paesi più colpiti: Cavaso, Segusino, Crespignaga, Pederobba, San Zenone, Altivole, Valdobbiadene. Lesioni anche a Vicenza, Bassano, Padova, Verona. Effetti minori fino a Parma e Reggio Emilia.
10-luglio-1776	VIII-IX	Prealpi Friulane. Epicentro a nord di Poffabro. Paesi più danneggiati Tramonti di Sopra e Tramonti di Sotto. Colpite anche le valli del Meduna e del Colvena. Lesioni anche a Vicenza e Padova. Avvertito in tutto il nord-est ed in Svizzera. Ignoto il numero delle vittime.
07-giugno-1794	VIII-IX	Prealpi Friulane. Evento simile a quello del 1776 ma ancora più intenso. Epicentro a Tramonti di Mezzo. Interessata l'alta valle del torrente Meduna. Tra i paesi più danneggiati Tramonti, Maniago e Tolmezzo.

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 9 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

Data	Intensità (MCS)	Effetti
29-giugno-1873	IX-X	Alpago Cansiglio. Epicentro tra Garna e Cornei, nella zona del lago di Santa Croce. Sisma all'alba. Gravi danni a Belluno dove la metà degli edifici (duomo compreso) subisce lesioni importanti. Crolli nella conca di Alpago e nel Cansiglio. La zona più colpita tra Belluno, Pordenone e Conegliano. Lesioni anche a Treviso, Verona e Venezia. Avvertito da Genova alle Marche ed in Svizzera. Decine di vittime.
27-marzo-1928	IX	Carnia. Epicentro nei pressi di Pusea. Gravi danni in Val d'Arzino. Tra i paesi più colpiti Alesso, Marins, Tramonti, Vito d'Asio, Chiaicis, S. Stefano, Pusea. Una decina le vittime.
18-ottobre-1936	IX	Alpago Cansiglio. Epicentro ad est di Fadalto. Interessata la zona circostante l'altipiano del Cansiglio ed il territorio di tre province attuali (Belluno, Treviso, Pordenone). Principali paesi con gravi danni: Stevenà, Fiaschetti, Cornei, la conca d'Alpago. Crolli vari a Sacile, Belluno, Vittorio Veneto, Conegliano, S. Vito. Lesioni pure a Bolzano e Venezia.
06-maggio-1976	IX-X	Friuli. Evento intorno alle ore 21. Ancora scientificamente discussa l'esatta sede dell'epicentro, dal punto di vista macrosismico situata tra Gemona ed Arterga, completamente distrutti. Sisma devastante che travolge un'intera regione, in particolare l'area a nord di Udine. Una settantina i comuni colpiti, 45 dei quali "rasi al suolo" secondo la definizione ufficiale. Gravi danni anche in Slovenia orientale. Segue una lunga sequenza sismica.
15-settembre-1976	VIII-IX	Friuli. Epicentro ad est di Osoppo. Scossa appartenente alla sequenza sismica del precedente. Ciò che era rimasto ancora in piedi, crolla definitivamente. Particolarmente colpiti Trasaghis, Osoppo, Gemona, Buja, Venzona. La ricostruzione risulterà efficiente e completata in una decina di anni. Il conto definitivo delle vittime consta di 989 unità, 45mila i senzatetto

**Tab. 2.2/A** – Tabella intensità sismica storica pianura veneto-friulana ricavato da Archivio Storico Macrosismico Italiano dal 1000 al 2014 secondo CPT115

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 10 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

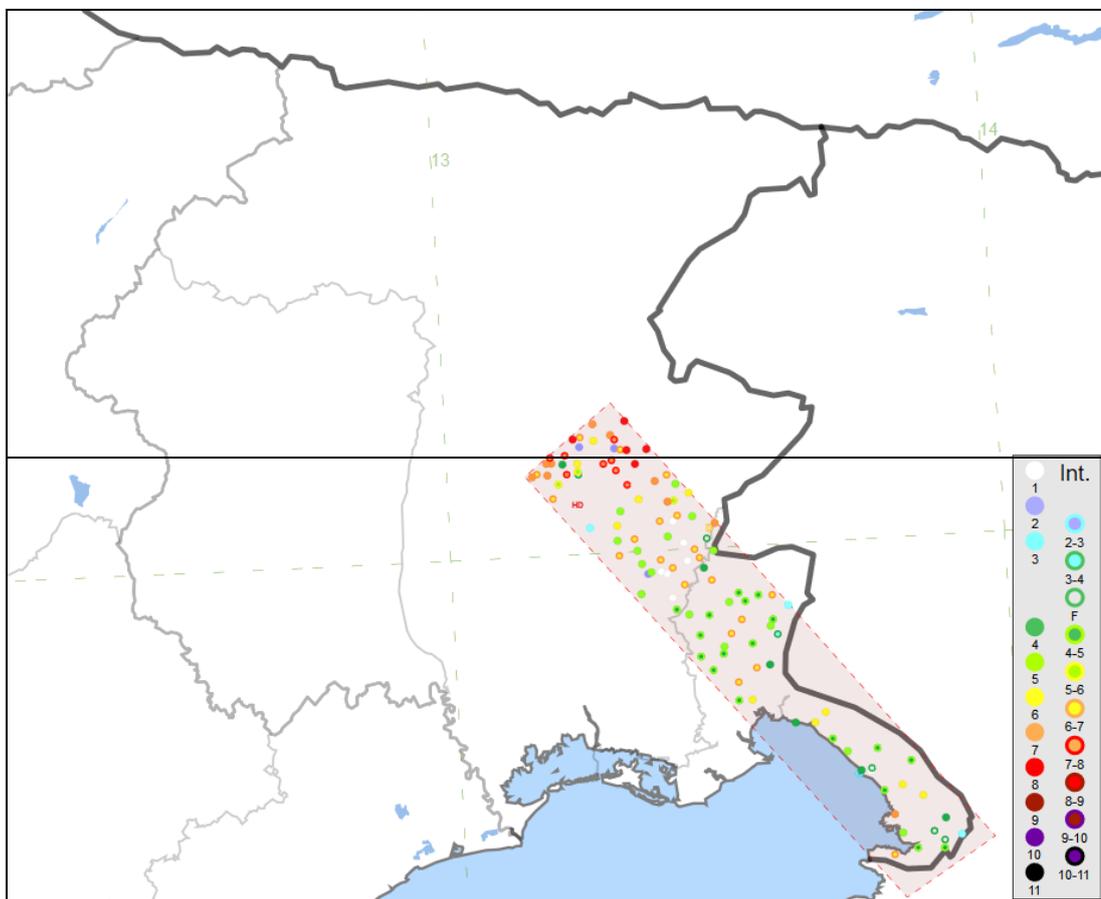


Fig. 2.2/B – Localizzazione ed intensità sismica (Mw) provenienti da CPT115 (Rovida et al., 2016)

Analizzando la distribuzione della sismicità sia storica che recente si vede come gli eventi sono concentrati nella fascia di rilievi della pedemontana a sud, fino alla parte più interna della catena a nord e in senso longitudinale si trovano dalla zona del gemonese fino a comprendere la Carnia e le Dolomiti friulane. I dati macrosismici relativi ai terremoti storici e le localizzazioni automatiche di eventi recenti suggeriscono che la maggior parte dei terremoti che hanno colpito l'area di studio fino ad ora sono piuttosto superficiali ed hanno interessato in particolare la regione Friuli Venezia Giulia.

Infatti, il più forte terremoto che ha colpito la regione e la confinante Slovenia Occidentale e di cui si abbia memoria è l'evento del 26 marzo 1511 con zona epicentrale Idrija, ad una cinquantina di km dal confine con il Friuli. Un altro evento che in precedenza si è generato nella regione è l'evento del 1348 che colpì la Carnia (epicentro) e distrusse gran parte della regione ma anche della Carinzia.

Il terremoto del 1873 avvenne il mattino del 29 giugno; la prima scossa fu registrata alle ore 4 e 55 minuti; l'epicentro fu calcolato nel bacino dell'Alpago, ma le scosse furono avvertite in tutto il Veneto e anche oltre. I maggiori danni si ebbero, oltre che in Alpago, anche in Val Lapisina e nei comuni che si distendono ai piedi del Cansiglio, lungo la fascia collinare, da Vittorio Veneto a Sacie, fino a Montereale.

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 11 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

Passarono circa una sessantina d'anni di relativa calma sismica prima che un nuovo terremoto, di intensità pari al IX della scala MCS, tornasse a colpire queste zone. Il fenomeno si verificò qualche ora prima dell'alba, alle quattro e dieci minuti del 18 ottobre del 1936. L'ipocentro sismico venne individuato a 17 chilometri di profondità sotto l'altipiano del Cansiglio. Non ci furono morti, anche i danni furono più lievi della volta precedente. Dopo la scossa principale si ebbero numerose repliche nei giorni successivi, fino al mese di marzo del 1937.

Gli eventi più forti che hanno colpito la regione negli ultimi decenni sono, il terremoto del Friuli del 6 maggio 1976 ( $M_s=6.5$ ) e quello di Moggio del 14 febbraio 2002 ( $M_l=4.9$ ). Al di fuori della regione, da menzionare la sequenza di Bovec-Krn del 1998 ( $M_s=5.7$ ) e l'evento del 2004 con medesima zona epicentrale.

Il terremoto del Friuli è l'evento più forte registrato nell'Italia nord-orientale. Il sisma principale fu preceduto da un precursore ( $M_s=4.5$ ) e fu seguito da una lunga serie di repliche. In particolare, due di queste accadute il 15 settembre '76 furono molto forti ( $M_s=6.0$  e  $6.1$ ).

Con Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 marzo 2003, n. 3274, il legislatore ha dato inizio ad un progressivo aggiornamento della normativa antisismica, proseguito con il D.M. 14 settembre 2005, a sua volta oggetto di revisione da parte del D.M. 14 gennaio 2008 recante "Approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008)". Le NTC 2008 definiscono i principi per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle costruzioni, con implicazioni notevoli sulla progettazione delle opere in zona sismica, nei riguardi delle prestazioni loro richieste in termini di requisiti essenziali di resistenza meccanica e stabilità. Esse forniscono i criteri generali di sicurezza, precisano le azioni da utilizzare nel progetto, definiscono le caratteristiche di materiali e prodotti e, in generale, trattano gli aspetti attinenti la sicurezza strutturale delle opere.

Le NTC 2008 si applicano alle costruzioni in calcestruzzo, in acciaio, in legno ed in muratura, ai ponti ed alle opere e sistemi geotecnici. Nelle NTC 2008 non vi sono prescrizioni di dettaglio per le tubazioni ed i sistemi di tubazioni per il trasporto e la distribuzione del gas.

Con Decreto Legge 31 dicembre 2007, n. 248, convertito con modificazioni dalla Legge 28 febbraio 2008, n. 31, oltre a disciplinare il regime transitorio, si prevede l'immediata applicazione delle NTC 2008 agli edifici ed alle opere infrastrutturali strategici e rilevanti come individuati dal decreto del Capo del dipartimento della protezione civile 21 ottobre 2003, in attuazione dell'OPCM n. 3274/2003. Il decreto individua tra le opere infrastrutturali di interesse strategico di competenza statale, le strutture connesse con la produzione, il trasporto e la distribuzione di materiali combustibili (quali oleodotti, gasdotti, ecc). Le linee guida CIG n. 13 "Per l'applicazione della normativa sismica nazionale alle attività di progettazione, costruzione e verifica dei sistemi di trasporto e distribuzione per gas combustibile" prevedono, per gli impianti di nuova realizzazione, l'applicazione delle normative di seguito specificate:

Per la progettazione, la costruzione, il collaudo, l'esercizio e la sorveglianza delle opere e impianti di trasporto e dei sistemi di distribuzione si deve fare riferimento ai

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 12 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

decreti del Ministero dello Sviluppo Economico 16 e 17 aprile 2008, fermo restando il rispetto delle prestazioni richieste dal citato paragrafo 7.2.4 delle NTC 2008.

Per la progettazione, la realizzazione ed il collaudo delle opere accessorie quali i fabbricati e le opere di sostegno dei terreni si applicano le regole di progettazione, esecuzione e collaudo previste dalle NTC 2008.

Il sopra richiamato D.L. 31 dicembre 2007, n. 248, al comma 3 dell'art. 20 prevede che: *“Per le costruzioni e le opere infrastrutturali iniziate, nonché per quelle per le quali le amministrazioni aggiudicatrici abbiano affidato lavori o avviato progetti definitivi o esecutivi prima dell'entrata in vigore della revisione generale delle norme tecniche per le costruzioni approvate con decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 14 dicembre 2005, continua ad applicarsi la normativa tecnica utilizzata per la redazione dei progetti, fino all'ultimazione dei lavori e all'eventuale collaudo.”*

Alla luce di quanto esposto, l'opera in oggetto, avendo avviato la progettazione successivamente alla data di entrata in vigore delle NTC 2008, rientra nel campo di applicazione delle stesse.

### 2.3 Pericolosità sismica del territorio

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le NTC 2008 e di dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.

In base alle Norme Tecniche del 2008 l'azione sismica di riferimento è definita per ogni sito sulla base delle sue coordinate.

Per la determinazione delle azioni sismiche (allegati A e B del D.M. 08) 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.

Il territorio nazionale è catalogato con 10751 punti disseminati in modo omogeneo con una maglia quadrata con lato di 5,5 km circa, quindi si è in grado di determinare dato un certo punto geografico, quale terremoto ha una certa probabilità di verificarsi. La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica dell'INGV, da cui è stata tratta la tabella A1 delle NTC, 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 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;

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 13 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

- $T_c^*$  – 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 degli interventi

Con riferimento al contesto litostratigrafico e tettonico dei siti interessati dal progetto 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.

Da evidenziare comunque la presenza di faglie attive su alcuni interventi progettuali che di fatto potrebbero rappresentare delle sorgenti sismogenetiche.

Con riferimento al database del progetto ITHACA (ITaly Hazard from CApable faults) che contiene la raccolta di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Nel database sono riportate le principali faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazioni in superficie.

Di seguito vengono indicati gli interventi progettuali interferenti con tali faglie e con indicazione degli attributi fisici e geologici delle stesse.

Intervento progettuale	Comune	Nome Faglia	Codice Faglia	Nome Sistema	Massima magnitudo attendibile
Variante del Fiume Torre	Villesse (GO)	Faglia Monfalcone	77508	Trieste-Udine	6.2 (Mw)
Derivazione Manzano-Buttrio	Udine (UD)	Faglia Udine-Buttrio	77511	Gorizia-Udine	--
Derivazione per Cividale	Remanzacco (UD)	Salcano-Povoletto	77515	Gorizia-Tricesimo	--

Si evidenzia che la Variante del fiume Torre viene realizzata in trenchless, mentre gli altri due interventi con scavo in tradizionale.

Per le suddette interferenze potrebbe essere utile eseguire ulteriori approfondimenti al fine di poter effettuare un'analisi sismica di livello 3, così come indicato nelle Linee Guida per la Gestione del Territorio in Aree Interessate da Faglie Attive e Capaci (Fac), redatto dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome (Versione 1 – 2015), a cui si rimanda per maggiori dettagli.

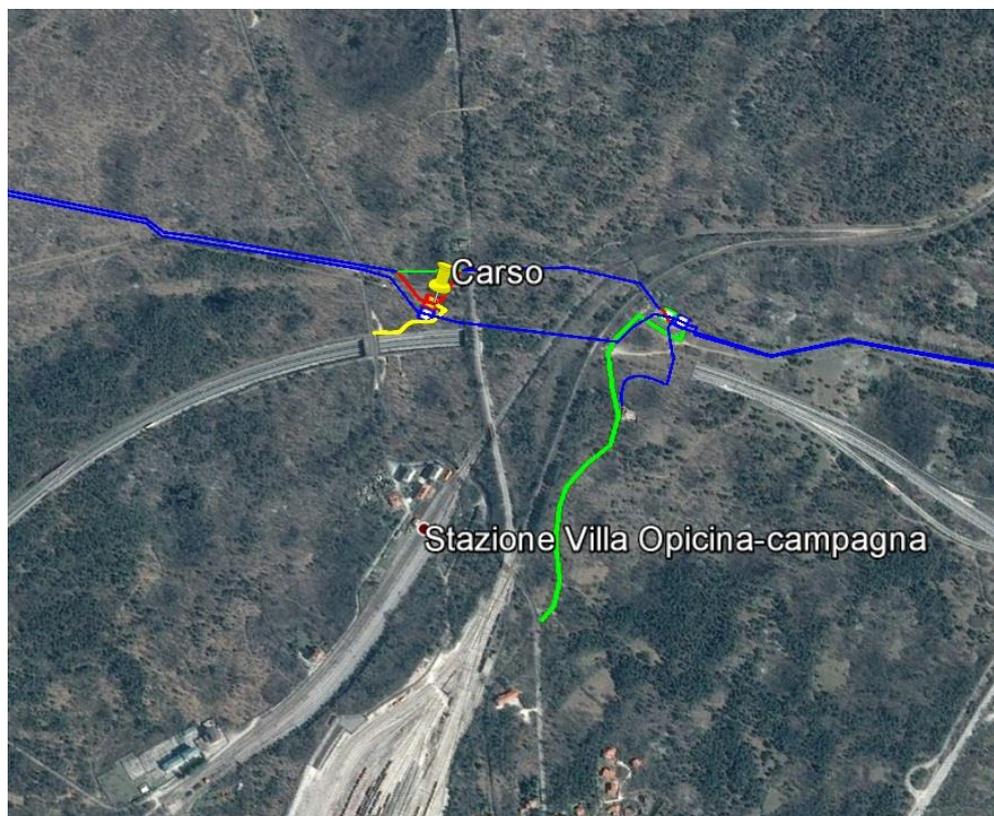
 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 14 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

Relativamente alle aree non interessate dalle faglie attive e capaci, al fine di poter definire la pericolosità sismica di base, utilizzando l'approccio semplificato, sono stati scelti invece alcuni punti ritenuti rappresentativi dei diversi contenenti lito-morfologici interessati dagli interventi progettuali.

In particolar modo è stato scelto un sito che rappresenta il paesaggio del carso, uno della bassa e uno dell'alta pianura.

## 2.5 Pericolosità sismica di base – zona del Carso goriziano e triestino



Vita nominale (Vn): 100 [anni]  
 Classe d'uso: IV  
 Coefficiente d'uso (Cu): 2  
 Periodo di riferimento (Vr):200 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLO:120 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD:201 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV:1898 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC:2475 [anni]  
 Tipo di interpolazione:Media ponderata  
 Coordinate geografiche del punto  
 Latitudine (WGS84):45,7013800 [°]  
 Longitudine (WGS84):13,8011600 [°]  
 Latitudine (ED50): 45,7022700 [°]  
 Longitudine (ED50):13,8021200 [°]

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 15 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	120	0,080	2,490	0,269
SLD	201	0,103	2,397	0,286
SLV	1898	0,230	2,534	0,333
SLC	2475	0,251	2,540	0,338

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :1,000

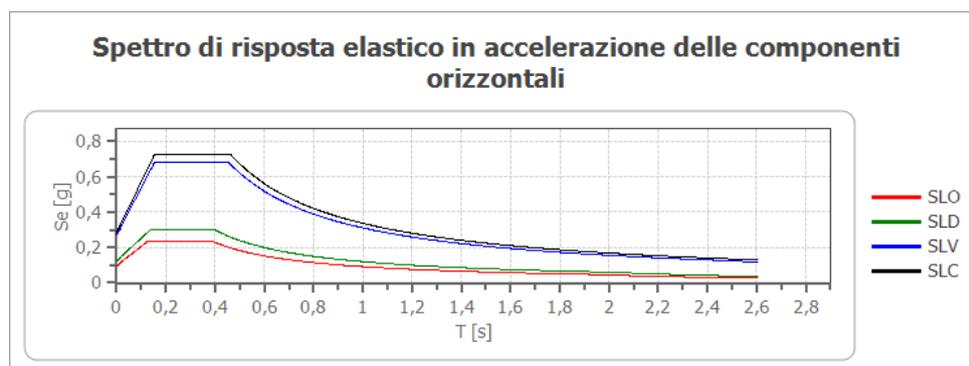
Categoria sottosuolo:

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

#### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,019	0,030	0,075	0,080
0,010	0,015	0,038	0,040	
amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,936	1,216	2,634	2,807
Beta	0,200	0,240	0,280	0,280



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,080	2,490	0,269	1,200	1,430	1,000	1,200	1,000	0,128	0,384	1,918	0,095	0,238
SLD	2,0	0,103	2,397	0,286	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,134	0,403	2,013	0,124	0,297
SLV	2,0	0,230	2,534	0,333	1,170	1,370	1,000	1,170	1,000	0,152	0,457	2,518	0,269	0,680
SLC	2,0	0,251	2,540	0,338	1,140	1,370	1,000	1,140	1,000	0,154	0,463	2,604	0,286	0,727

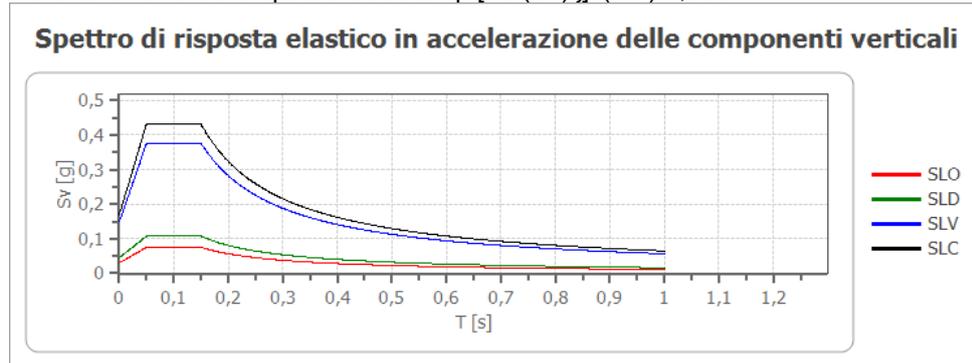
 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere connesse</b>	Pagina 16 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}:1,000$



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,080	2,490	0,269	1	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,030	0,075
SLD	2,0	0,103	2,397	0,286	1	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,045	0,108
SLV	2,0	0,230	2,534	0,333	1	1,370	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,148	0,376
SLC	2,0	0,251	2,540	0,338	1	1,370	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,170	0,431

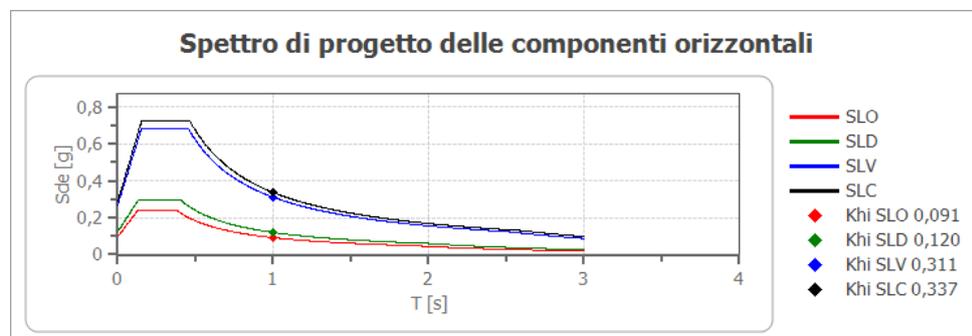
### Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale q:1,00

Fattore di struttura spettro verticale q:1,00

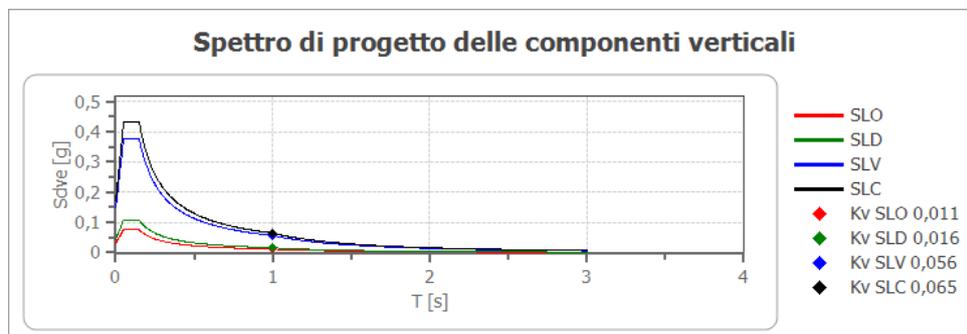
Periodo fondamentale T:1,00[s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,091	0,120	0,311	0,337
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0,011	0,016	0,056	0,065



 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 17 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

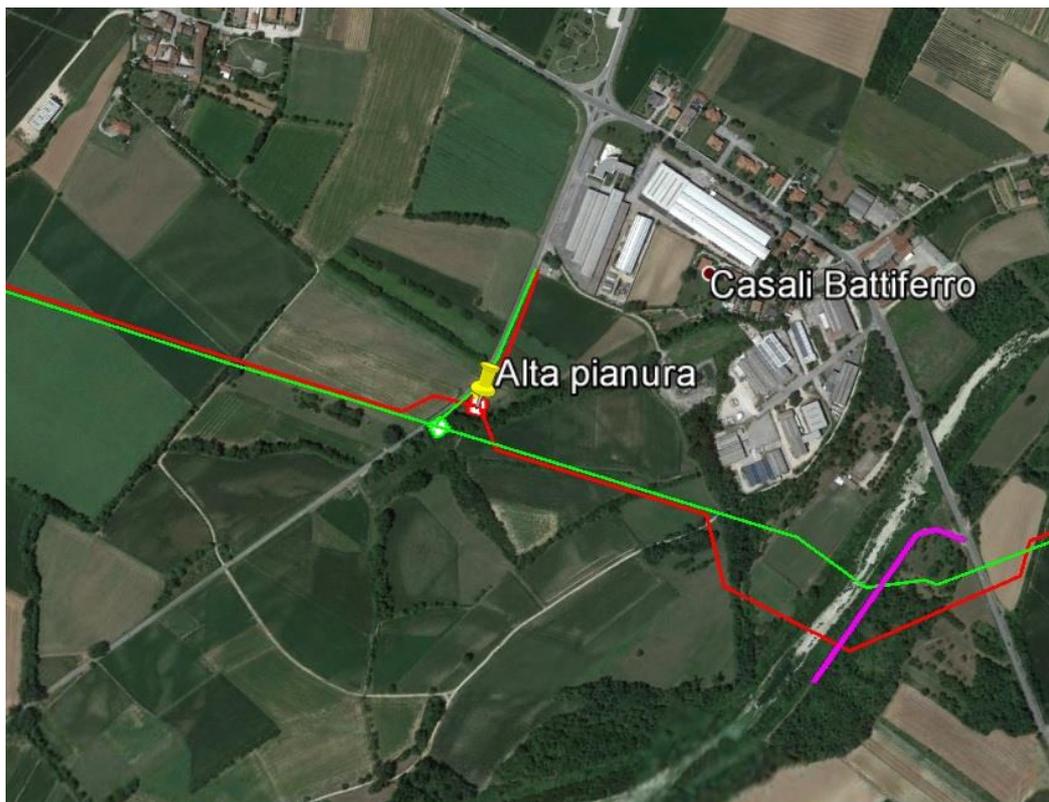


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	2,0	0,080	2,490	0,269	1,200	1,430	1,000	1,200	1,000	0,128	0,384	1,918	0,095	0,238
SLO verticale	2,0	0,080	2,490	0,269	1,200	1,430	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,030	0,075
SLD orizzontale	2,0	0,103	2,397	0,286	1,200	1,410	1,000	1,200	1,000	0,134	0,403	2,013	0,124	0,297
SLD verticale	2,0	0,103	2,397	0,286	1,200	1,410	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,045	0,108
SLV orizzontale	2,0	0,230	2,534	0,333	1,170	1,370	1,000	1,170	1,000	0,152	0,457	2,518	0,269	0,680
SLV verticale	2,0	0,230	2,534	0,333	1,170	1,370	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,148	0,376
SLC orizzontale	2,0	0,251	2,540	0,338	1,140	1,370	1,000	1,140	1,000	0,154	0,463	2,604	0,286	0,727
SLC verticale	2,0	0,251	2,540	0,338	1,320	1,500	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,170	0,431

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 18 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

## 2.6 Pericolosità sismica di base – zona dell'Alta Pianura



Vita nominale (Vn): 100 [anni]  
 Classe d'uso: IV  
 Coefficiente d'uso (Cu): 2  
 Periodo di riferimento (Vr): 200 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLO: 120 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 201 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 1898 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 2475 [anni]  
 Tipo di interpolazione: Media ponderata  
 Coordinate geografiche del punto  
 Latitudine (WGS84): 46,0675700 [°]  
 Longitudine (WGS84): 13,3271400 [°]  
 Latitudine (ED50): 46,0684500 [°]  
 Longitudine (ED50): 13,3281100 [°]

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	120	0,119	2,435	0,288
SLD	201	0,151	2,422	0,310
SLV	1898	0,382	2,419	0,364
SLC	2475	0,424	2,410	0,372

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 19 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

## PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :1,000

Categoria sottosuolo:

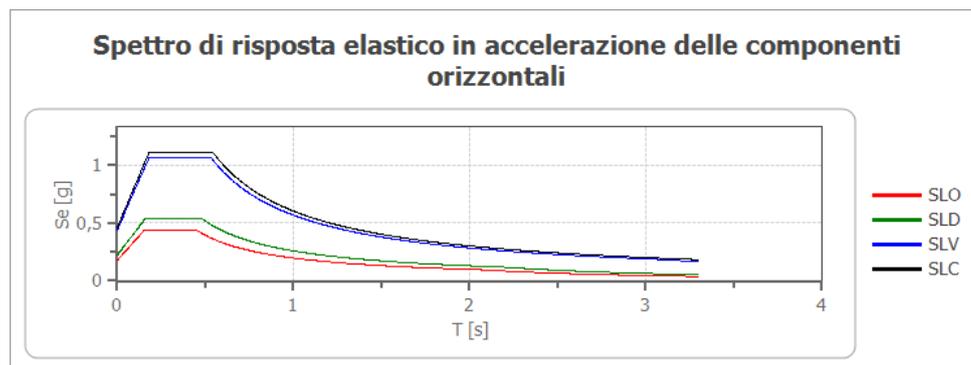
C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa  $cu_{30}$  compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,043	0,053	0,123	0,462
kv	0,021	0,027	0,061	0,231
amax [m/s <sup>2</sup> ]	1,747	2,186	4,308	4,531
Beta	0,240	0,240	0,280	1,000



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,119	2,435	0,288	1,500	1,580	1,000	1,500	1,000	0,151	0,454	2,075	0,178	0,434
SLD	2,0	0,151	2,422	0,310	1,480	1,550	1,000	1,480	1,000	0,160	0,480	2,202	0,223	0,540
SLV	2,0	0,382	2,419	0,364	1,150	1,470	1,000	1,150	1,000	0,178	0,535	3,128	0,439	1,062
SLC	2,0	0,424	2,410	0,372	1,090	1,460	1,000	1,090	1,000	0,181	0,543	3,296	0,462	1,114

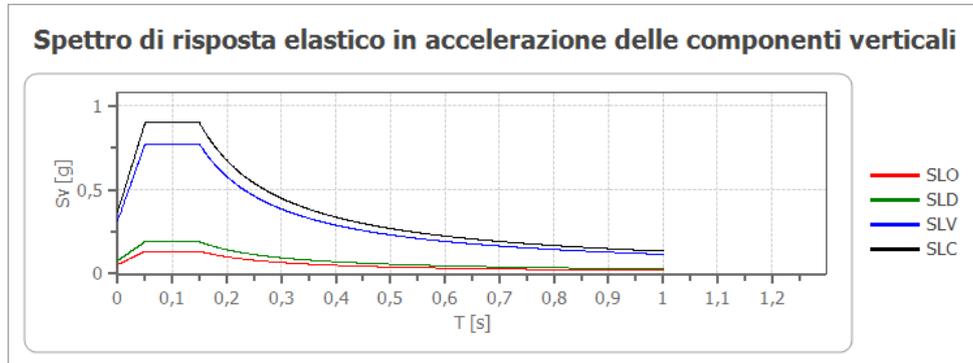
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :1,000

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere connesse</b>	Pagina 20 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,119	2,435	0,288	1	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,055	0,135
SLD	2,0	0,151	2,422	0,310	1	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,079	0,191
SLV	2,0	0,382	2,419	0,364	1	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,319	0,771
SLC	2,0	0,424	2,410	0,372	1	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,373	0,898

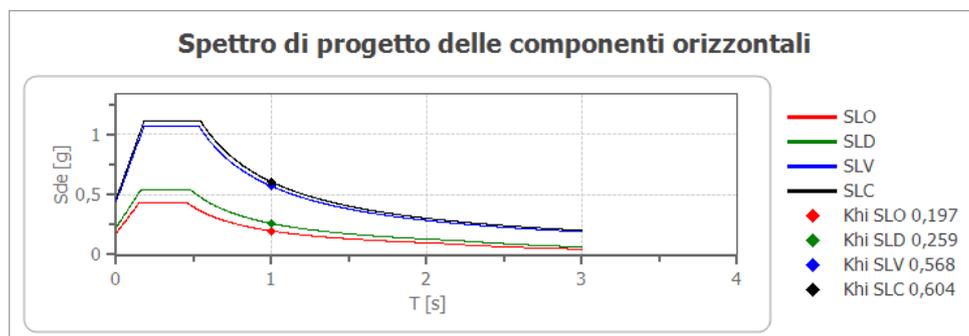
### Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale  $q:1,00$

Fattore di struttura spettro verticale  $q:1,00$

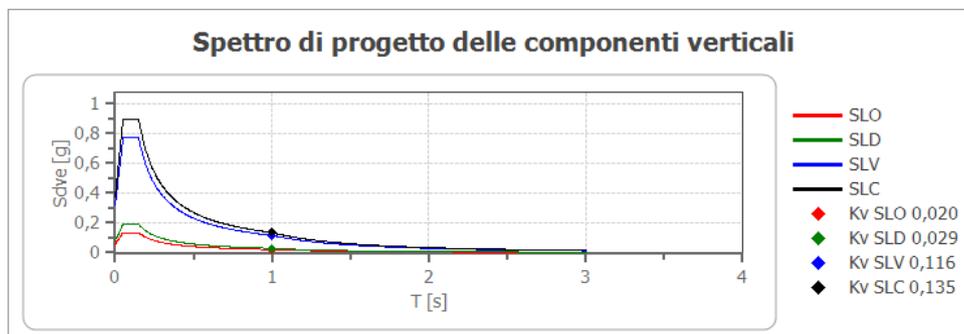
Periodo fondamentale  $T:1,00[s]$

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0,197	0,259	0,568	0,604
$k_v = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0,020	0,029	0,116	0,135



 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 21 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

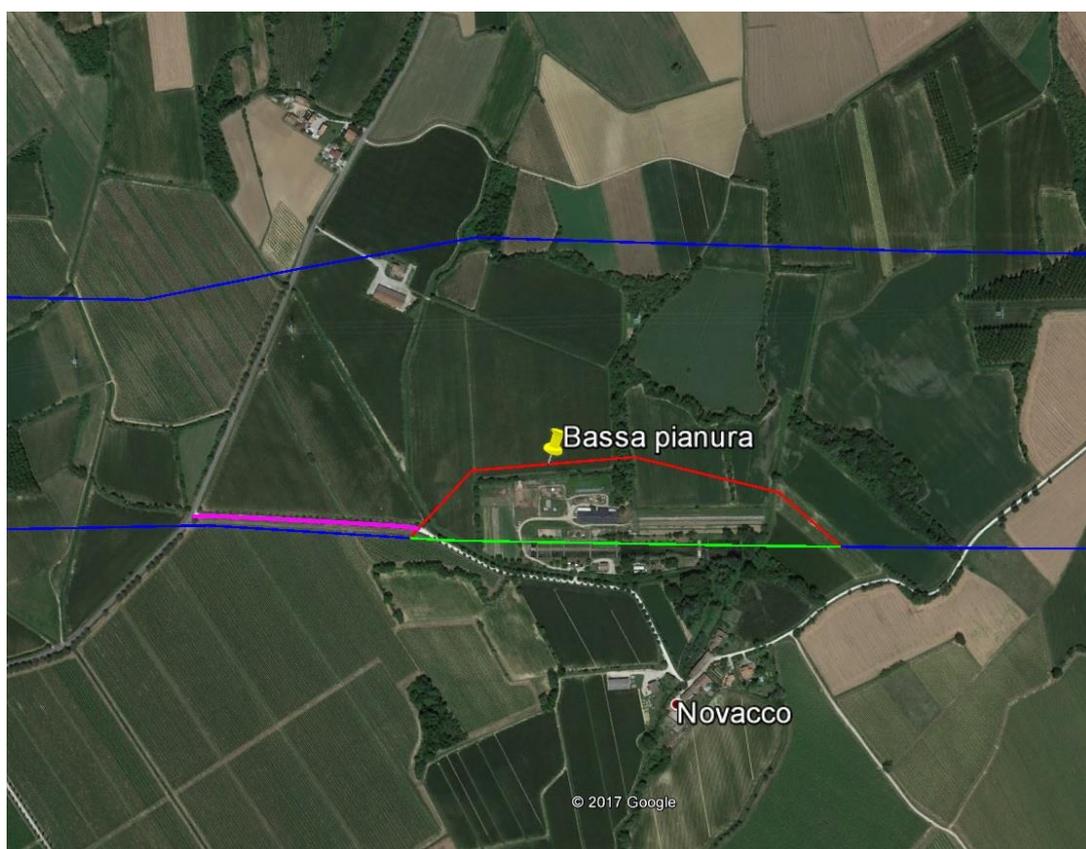


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	2,0	0,119	2,435	0,288	1,500	1,580	1,000	1,500	1,000	0,151	0,454	2,075	0,178	0,434
SLO verticale	2,0	0,119	2,435	0,288	1,500	1,580	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,055	0,135
SLD orizzontale	2,0	0,151	2,422	0,310	1,480	1,550	1,000	1,480	1,000	0,160	0,480	2,202	0,223	0,540
SLD verticale	2,0	0,151	2,422	0,310	1,480	1,550	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,079	0,191
SLV orizzontale	2,0	0,382	2,419	0,364	1,150	1,470	1,000	1,150	1,000	0,178	0,535	3,128	0,439	1,062
SLV verticale	2,0	0,382	2,419	0,364	1,150	1,470	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,319	0,771
SLC orizzontale	2,0	0,424	2,410	0,372	1,090	1,460	1,000	1,090	1,000	0,181	0,543	3,296	0,462	1,114
SLC verticale	2,0	0,424	2,410	0,372	1,090	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,373	0,898

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 22 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

## 2.7 Pericolosità sismica di base - zona della Bassa Pianura



Vita nominale (Vn): 100 [anni]  
 Classe d'uso: IV  
 Coefficiente d'uso (Cu): 2  
 Periodo di riferimento (Vr): 200 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLO: 120 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 201 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 1898 [anni]  
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 2475 [anni]  
 Tipo di interpolazione: Media ponderata  
 Coordinate geografiche del punto  
 Latitudine (WGS84): 45,8630400 [°]  
 Longitudine (WGS84): 13,3412100 [°]  
 Latitudine (ED50): 45,8639300 [°]  
 Longitudine (ED50): 13,3421800 [°]

### Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	120	0,076	2,483	0,302
SLD	201	0,094	2,505	0,325
SLV	1898	0,219	2,592	0,370
SLC	2475	0,240	2,610	0,374

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 23 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

### PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :1,000

Categoria sottosuolo:

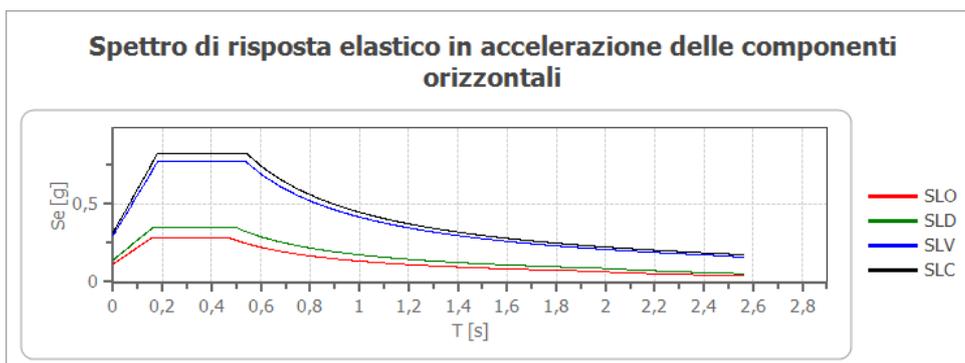
C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa  $cu_{30}$  compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fine).

Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

### Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,023	0,028	0,083	0,089
kv	0,011	0,014	0,042	0,044
amax [m/s <sup>2</sup> ]	1,120	1,382	2,917	3,104
Beta	0,200	0,200	0,280	0,280



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,076	2,483	0,302	1,500	1,560	1,000	1,500	1,000	0,157	0,471	1,905	0,114	0,284
SLD	2,0	0,094	2,505	0,325	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,494	1,976	0,141	0,353
SLV	2,0	0,219	2,592	0,370	1,360	1,460	1,000	1,360	1,000	0,180	0,541	2,475	0,297	0,771
SLC	2,0	0,240	2,610	0,374	1,320	1,450	1,000	1,320	1,000	0,181	0,542	2,559	0,316	0,826

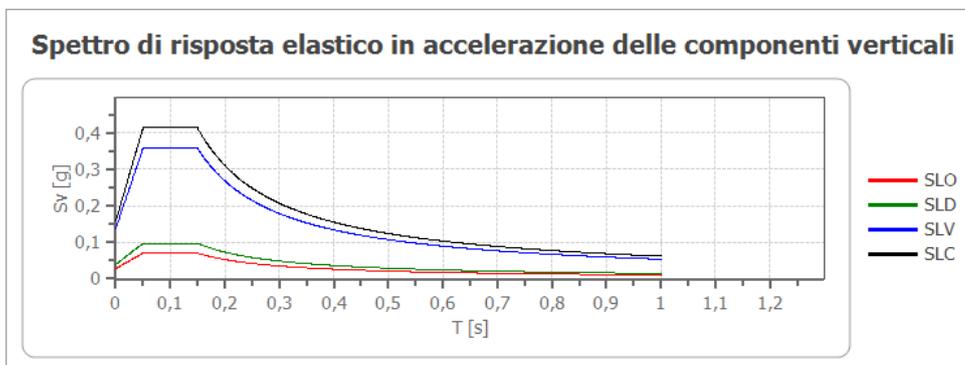
### Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$ :5%

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$ :1,000

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 24 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2,0	0,076	2,483	0,302	1	1,560	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,028	0,070
SLD	2,0	0,094	2,505	0,325	1	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,039	0,097
SLV	2,0	0,219	2,592	0,370	1	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,138	0,358
SLC	2,0	0,240	2,610	0,374	1	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,158	0,414

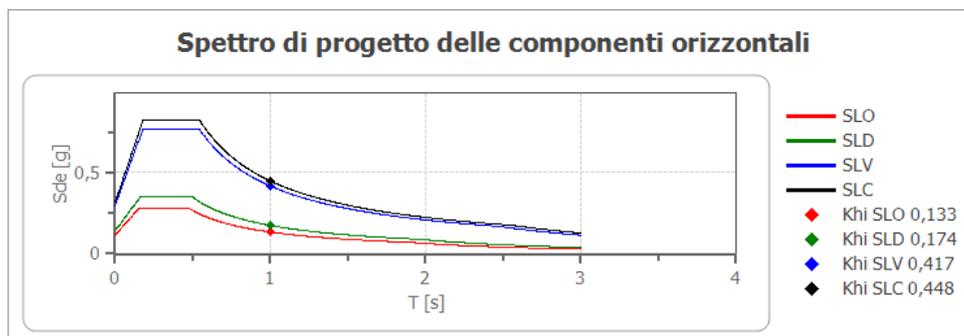
### Spettro di progetto

Fattore di struttura spettro orizzontale  $q:1,00$

Fattore di struttura spettro verticale  $q:1,00$

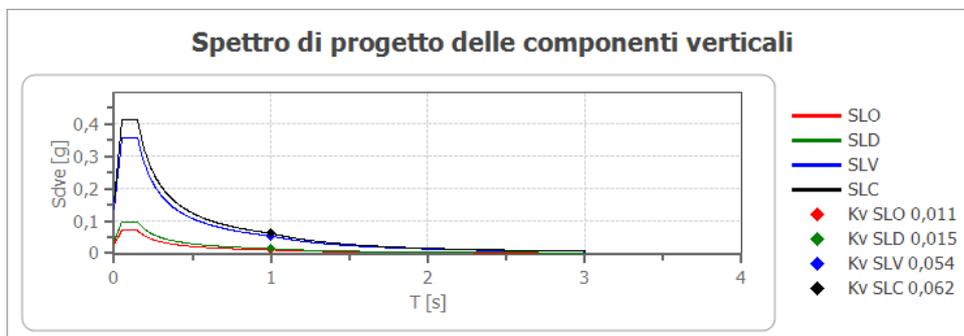
Periodo fondamentale  $T:1,00[s]$

	SLO	SLD	SLV	SLC
$k_{hi} = S_{de}(T)$ Orizzontale [g]	0,133	0,174	0,417	0,448
$k_v = S_{dve}(T)$ Verticale [g]	0,011	0,015	0,054	0,062



 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITA</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITA'</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 25 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	2,0	0,076	2,483	0,302	1,500	1,560	1,000	1,500	1,000	0,157	0,471	1,905	0,114	0,284
SLO verticale	2,0	0,076	2,483	0,302	1,500	1,560	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,028	0,070
SLD orizzontale	2,0	0,094	2,505	0,325	1,500	1,520	1,000	1,500	1,000	0,165	0,494	1,976	0,141	0,353
SLD verticale	2,0	0,094	2,505	0,325	1,500	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,039	0,097
SLV orizzontale	2,0	0,219	2,592	0,370	1,360	1,460	1,000	1,360	1,000	0,180	0,541	2,475	0,297	0,771
SLV verticale	2,0	0,219	2,592	0,370	1,360	1,460	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,138	0,358
SLC orizzontale	2,0	0,240	2,610	0,374	1,320	1,450	1,000	1,320	1,000	0,181	0,542	2,559	0,316	0,826
SLC verticale	2,0	0,240	2,610	0,374	1,320	1,450	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000	0,158	0,414

## 2.8 Liquefazione dei terreni

Per liquefazione s'intende il processo di trasformazione di una sostanza solida in liquida, si verifica in condizioni sature d'acqua che in seguito a sollecitazione cicliche subiscono una riduzione della resistenza al taglio con conseguenti fenomeni di assestamento. Sono soprattutto suscettibili alla liquefazione le sabbie fini e medie a granulometria uniforme con un contenuto di limo del 25% ed oltre.

In particolare le NTC 2008 riportano che: La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

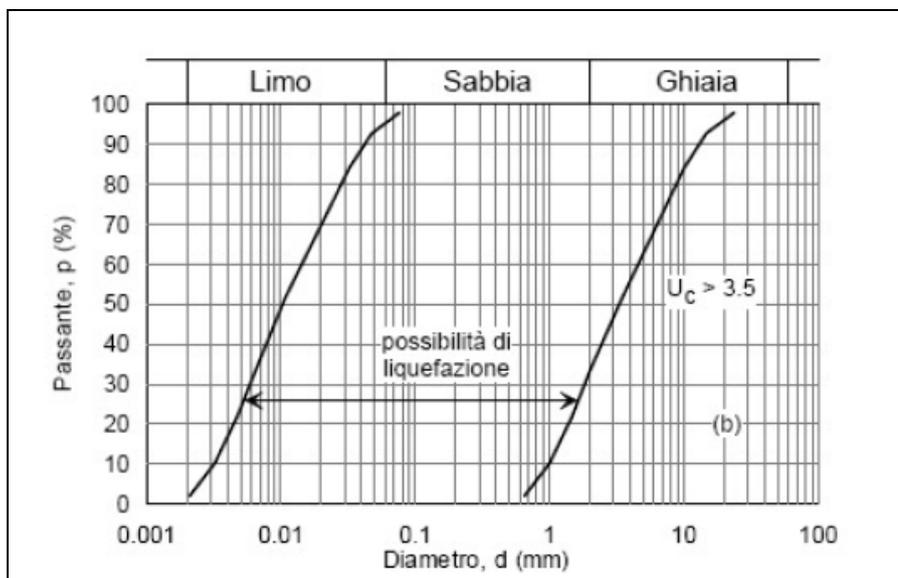
1. *eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;*
2. *accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;*
3. *profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;*
4. *depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore*

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 26 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

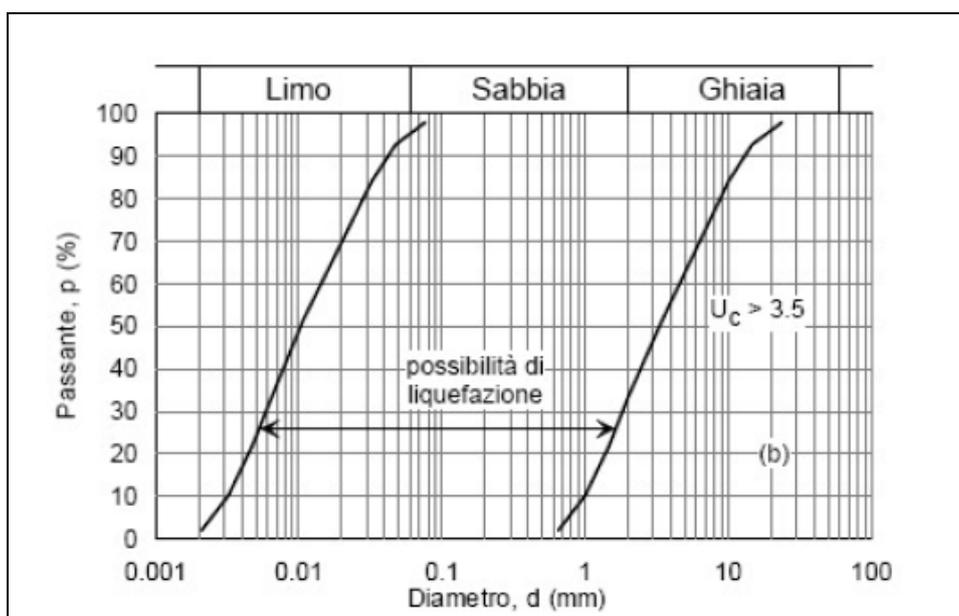
Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

5. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 5.3.A nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 5.3.B nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ ”



**Fig. 2.5. A** Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$



**Fig. 2.5. B** Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 27 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

Relativamente all'area interessata dagli interventi del declassamento, si evidenzia che per quelli ricadenti nel Carso si possono escludere fenomeni di liquefazione, per quelli ricadenti nell'alta pianura, in base alla natura tendenzialmente grossolana dei sedimenti e all'assetto idrogeologico il fenomeno della liquefazione può essere considerato trascurabile e nullo. Infine nella bassa pianura, la natura granulometrica dei sedimenti sabbiosi e l'assetto idrogeologico determinano un potenziale rischio di liquefazione.

 <b>SNAM RETE GAS</b>	<b>PROGETTISTA</b> 	<b>COMMESSA</b> <b>NR/17157</b>	<b>UNITÀ</b> <b>00</b>
	<b>LOCALITÀ</b> <b>REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA</b>	<b>SPC. 00-RT-E-5113</b>	
	<b>PROGETTO/IMPIANTO</b> <b>Met. MESTRE-TRIESTE tratto Gonars-Trieste</b> <b>Interventi per il declassamento a 24 bar ed opere</b> <b>connesse</b>	Pagina 28 di 28	<b>Rev.</b> <b>1</b>

Rif. TFM: 011-PJM5-005-00-RT-E-5113

### 3. CONCLUSIONI

Il territorio interessato dal progetto è caratterizzato da una sismicità che varia da medio-alta a bassa. Da evidenziare che alcuni interventi interferiscono con alcune faglie attive, riportate nel catalogo ITHACA, che potenzialmente possono rappresentare una sorgente sismogenetica.

Dalla consultazione dei cataloghi sismici i terremoti più elevati si sono verificati soprattutto nella fascia pedemontana e prealpina dove si ha un territorio geomorfologico molto articolato, mentre nella fascia di media e bassa pianura, ossia l'area interessata dal progetto, la sismicità risulta modesta e per tale ragione è invece considerata stabile.

Dalle singole elaborazioni eseguite vi sono delle differenze tra i tre siti considerati (Carso, Alta Pianura, Bassa Pianura) in quanto i valori di  $a_g$  per lo stato limite SLO, sono rispettivamente 0.80, 0.119, 0.076; SLD 0,103, 0.151, 0.094; SLV 0.230,0.382, 0.219; SLC 0.251, 0,424,0.240.

Per le opere in progetto sono state anche eseguite le verifiche strutturali delle condotte allo scuotimento sismico prendendo in considerazione il massimo terremoto di progetto previsto lungo il tracciato, calcolato in accordo a quanto previsto dalle nuove norme tecniche delle costruzioni (NTC).

I risultati delle analisi, dettagliati nell'Annesso doc. 00-RT-E-5121, evidenziano l'idoneità dei materiali e dello spessore utilizzato per la tubazione di linea a sopportare le sollecitazioni trasmesse dal movimento transitorio del terreno durante l'evento sismico.

Dai risultati si evince inoltre che in nessun caso si avvicinano i valori di resistenza a rottura dell'acciaio utilizzato per le condotte in progetto. Lo spessore delle tubazioni sia nei tratti rettilinei che in quelli in curva è quindi risultato idoneo ad assorbire le sollecitazioni sismiche trasmesse.

### 4. ANNESSO

00-RT-E-5121 Verifica strutturale allo scuotimento sismico