

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 1 di 51	Rev. 0

**EMERGENZA GAS
INCREMENTO DI CAPACITÀ DI RIGASSIFICAZIONE (DL 17.05.2022, n. 50)**

Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti

RELAZIONE GEOLOGICA (tratto a terra)

0	Emissione	Mencucci	Tamburini	Stefani	Giu. '23
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 2 di 51	Rev. 0
PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti				

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
1.1	Premessa	3
1.2	Soluzione proposta	3
1.3	Contenuti del documento	4
2	TRACCIATO DI PROGETTO	5
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	7
3.1	Inquadramento geologico	7
3.2	Inquadramento geomorfologico	18
3.3	Piani di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A) e Piani stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)	25
3.4	Cenni di idrogeologia	35
4	CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA'	37
4.1	Sismicità storica	37
4.2	Caratterizzazione sismogenetica	37
4.3	Classificazione sismica regionale, provinciale e comunale	38
4.4	Pericolosità sismica di base lungo il tracciato	40
4.5	Caratterizzazione della risposta sismica locale lungo il tracciato	41
5	INTERFERENZE CON FAGLIE ATTIVE E CAPACI	43
6	INTERFERENZE CON AREE POTENZIALMENTE SUSCETTIBILI A LIQUEFAZIONE	45
6.1	Storicità del fenomeno di liquefazione nel territorio	45
7	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	47
8	RIFERIMENTI	51

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 3 di 51 Rev. 0

1 INTRODUZIONE

1.1 Premessa

Nell'ambito delle iniziative legate alla realizzazione di nuove capacità di rigassificazione regolate dall'art. 5 del DL n.50 del 17/5/2022 e mirate a diversificare le fonti di approvvigionamento di gas ai fini della sicurezza energetica nazionale, Snam FSRU Italia, società controllata al 100% da Snam S.p.A. ("Snam"), ha ottenuto in data 25/10/2022 l'autorizzazione unica per la realizzazione di un Terminale di Rigassificazione nel porto di Piombino, tramite l'ormeggio di un mezzo navale tipo FSRU (Floating Storage and Regasification Unit) e la realizzazione delle connesse infrastrutture per l'allacciamento alla rete di trasporto esistente (di seguito l'"Autorizzazione Unica").

L'Autorizzazione Unica, al punto 10, ha prescritto di presentare, entro 45 giorni dalla pubblicazione della Ordinanza medesima sul Bollettino Regionale della Toscana, il progetto integrativo di ricollocazione della FSRU in sito off-shore, nonché il progetto relativo agli interventi necessari per la dismissione della FSRU stessa dal porto di Piombino decorso il suddetto termine di tre anni. Con successive Ordinanze di proroga, il predetto termine è stato fissato al 26 giugno 2023.

Il Progetto FSRU Alto Tirreno, di cui il presente documento è parte integrante insieme ai suoi allegati, illustra la soluzione sviluppata dagli ingegneri e specialisti incaricati da Snam per il ricollocazione della FSRU TUNDRA per i successivi 22 anni una volta lasciato il porto di Piombino. In particolare, gli allegati tecnici riportano le principali caratteristiche del Progetto, analizzano gli aspetti ambientali, paesaggistici ed urbanistici e riportano le valutazioni relative ai temi Seveso ed antincendio.

1.2 Soluzione proposta

L'analisi ha escluso la possibilità di trovare un ormeggio a lungo termine della FSRU all'interno di un porto diverso da quello di Piombino, non rinvenendosi in nessun altro porto le seguenti caratteristiche peculiari di Piombino, quali: (i) una banchina idonea per geometria e capacità strutturali, (ii) un pescaggio del porto ovunque maggiore di 15 m, (iii) un punto di ingresso nella Rete nazionale Gasdotti ad una distanza ragionevole ed in grado di ricevere l'incremento di portata previsto (i.e., 5 miliardi di metri cubi/anno).

La ricerca della soluzione si è indirizzata verso possibili siti offshore verificando la sussistenza di tre requisiti essenziali: (i) il collegamento in un punto della Rete Nazionale in grado di ricevere la portata prevista, (ii) la fattibilità tecnica, urbanistica ed ambientale del tracciato della condotta a mare ed a terra, (iii) la capacità della FSRU di svolgere con continuità il servizio di rigassificazione rispetto alle condizioni meteomarine attese nel sito prescelto.

I requisiti sopra richiamati hanno portato a selezionare un sito offshore a circa 2 miglia nautiche (circa 4 km) dalla costa ligure di ponente di fronte a Vado Ligure (SV) potendo evitare sia le rotte di ingresso/uscita del traffico navale che sfruttare l'approdo a terra in corrispondenza dell'area industriale di Tirreno Power.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 4 di 51	Rev. 0

1.3 Contenuti del documento

Il presente documento costituisce la relazione geologica, a corredo del progetto, per il tratto a terra. In particolare, viene valutata la compatibilità dell'opera con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, sismiche e idrogeologiche del contesto territoriale interessato dalla stessa e si articola come segue:

- CAPITOLO 2: inquadramento dell'area d'intervento e descrizione del tracciato di progetto;
- CAPITOLO 3: inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area d'intervento;
- CAPITOLO 4: caratterizzazione della sismicità nell'area di progetto;
- CAPITOLO 5: analisi delle interferenze con faglie attive e capaci;
- CAPITOLO 6: analisi delle interferenze con aree potenzialmente suscettibili a liquefazione;
- CAPITOLO 7: considerazioni conclusive sui caratteri geologici, geomorfologici e sismici del territorio attraversato dal tracciato in progetto;
- CAPITOLO 8: fonti bibliografiche.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 5 di 51	Rev. 0

2 TRACCIATO DI PROGETTO

Il tracciato di progetto del “Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti” si può suddividere in 2 fasi così distinte:

- Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26”), DP 100 bar – Fase 1;
- Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20”), DP 75 bar – Fase 1;
- Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26”), DP 75 bar – Fase 2;
- Dismissione Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12”), MOP 64 bar – Fase 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 6 di 51

La seguente figura (Fig.2.1/A) illustra il tragitto a terra dei metanodotti in progetto.

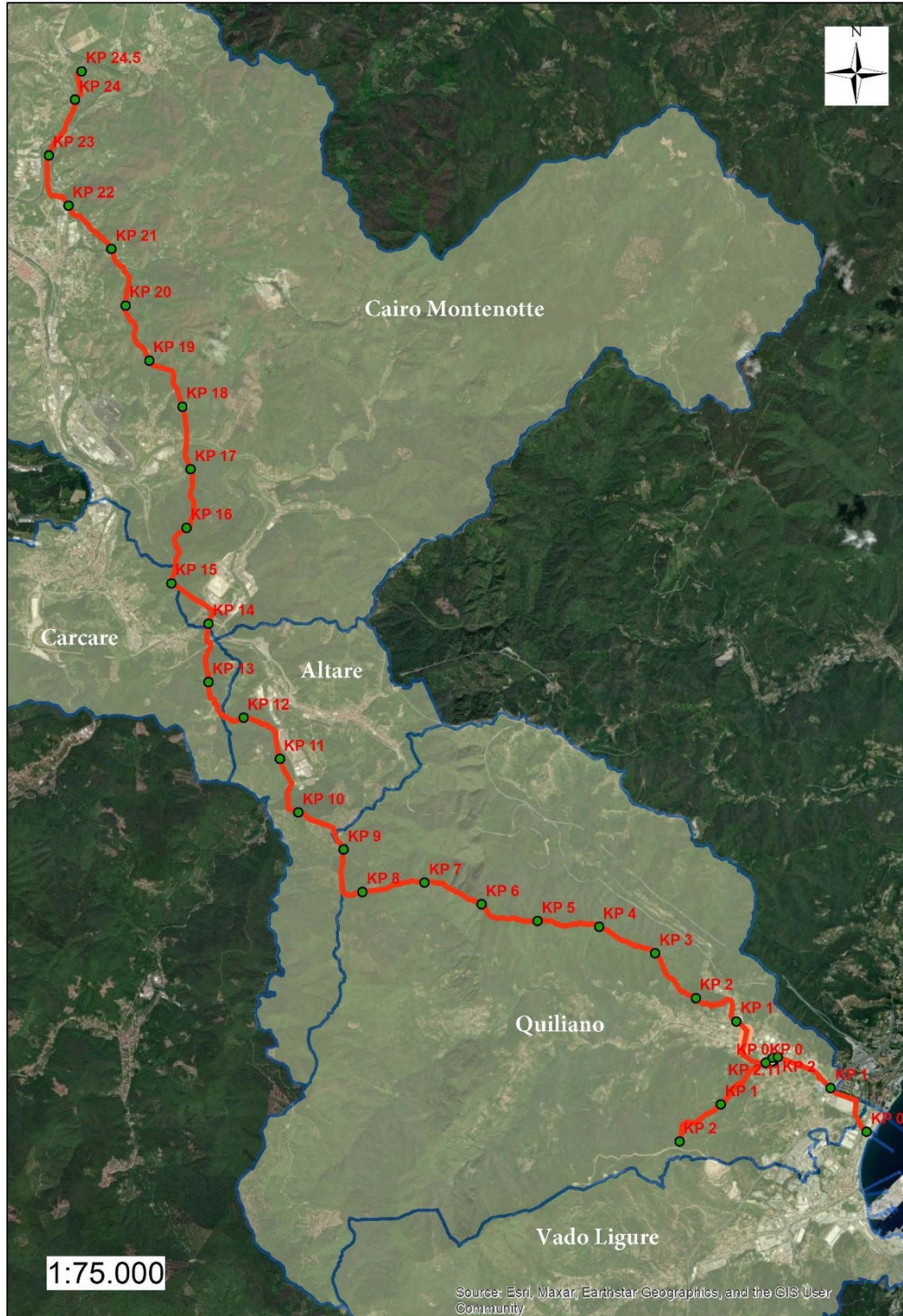


Fig.2.1/A - Linee principali in progetto: tracciati a terra

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 7 di 51 Rev. 0

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

3.1 Inquadramento geologico

Il territorio interessato dai tracciati dello studio in oggetto ricade nei comuni di Vado Ligure, Quiliano, Altare, Carcare e Cairo Montenotte ed è compreso nei Fogli della Carta Geologica Italiana in scala 1:25000:

- Carta Geologica Regionale con elementi di Geomorfologia (CGR), tav. 229.3 - Vado Ligure;
- Carta Geologica Regionale con elementi di Geomorfologia (CGR), tav. 229.4 – Savona;

e nei Fogli della Carta Geologica Italiana in scala 1:50000:

- CARG - Foglio 228 Cairo Montenotte;
- CARG - Foglio 211 Dego.

L'inquadramento geologico è stato elaborato utilizzando le informazioni presenti nelle note illustrative della cartografia indicata ed i paragrafi successivi riassumono le caratteristiche principali di ciascun tracciato di progetto.

In generale, il territorio dell'area su cui è posizionato il tracciato di progetto è interessato dalla presenza prevalente del Permo-Carbonifero Brianzonese epimetamorfo a cui corrisponde una morfologia dominante differente, più molle e tondeggianti, qua e là accidentata dalle masse triassiche, soprattutto di dolomie che sono sovrapposte al Permo-Carbonifero, e dalle masse di cristallino (graniti, pegmatiti, gneiss, anfiboliti) associate: queste ultime si estendono anche limitatamente nella fascia dei terreni mesozoici Brianzonesi prevalenti.

Nella parte settentrionale dell'area affiorano lembi isolati della serie di Montenotte.

Tutte le unità del substrato pre-terziario sono state interessate da una storia deformativa polifasica alpina e pre-alpina complessa e molto complessi sono i rapporti tettonici fra le varie serie distinte. Nell'insieme prevalgono linee strutturali a direzione E-W, con carattere prevalente di accavallamenti; subordinatamente si osservano linee trasversali NNW-SSE, con carattere di faglie; un terzo, meno sviluppato, sistema di faglie, ha direzione SW-NE.

L'area rilevata inoltre, è caratterizzata da una tettonica disgiuntiva sviluppatasi durante le fasi tardive dell'evoluzione strutturale della catena con faglie sub-verticali che interessano sia il substrato che i depositi post-orogeni.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 8 di 51 Rev. 0

3.1.1 Descrizione geologica dei tracciati

Il paragrafo descrive più in particolare la successione geologica dei terreni e delle formazioni rocciose che si incontrano in corrispondenza dei tracciati di progetto.

Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar – Fase 1

Il tracciato di progetto in oggetto ha inizio dalla linea di costa e termina al PDE di Quiliano (compreso) per una lunghezza complessiva di km 2,140.

È interamente ubicato nella piana costiera del torrente Quiliano che sfocia sul Mar Ligure, al confine tra la periferia occidentale della città di Savona e quella orientale di Vado Ligure.

La cartografia ufficiale riporta in questo tratto la presenza di depositi del quaternario così descritti:

- *al* – Depositi fluviali attuali e recenti; depositi di spiaggia (Olocene):

comprendono i depositi di spiaggia e le alluvioni attuali, potenti e medio potenti, che ricadono nella zona costiera e nel tratto terminale dei fondivalle. Generalmente costituiti da depositi stratificati con passaggi laterali tra strati a diversa granulometria, anche di forma lenticolare in funzione delle variazioni del regime idrologico nel tempo.

La figura seguente (Fig.3.1/A) illustra quanto descritto sopra.

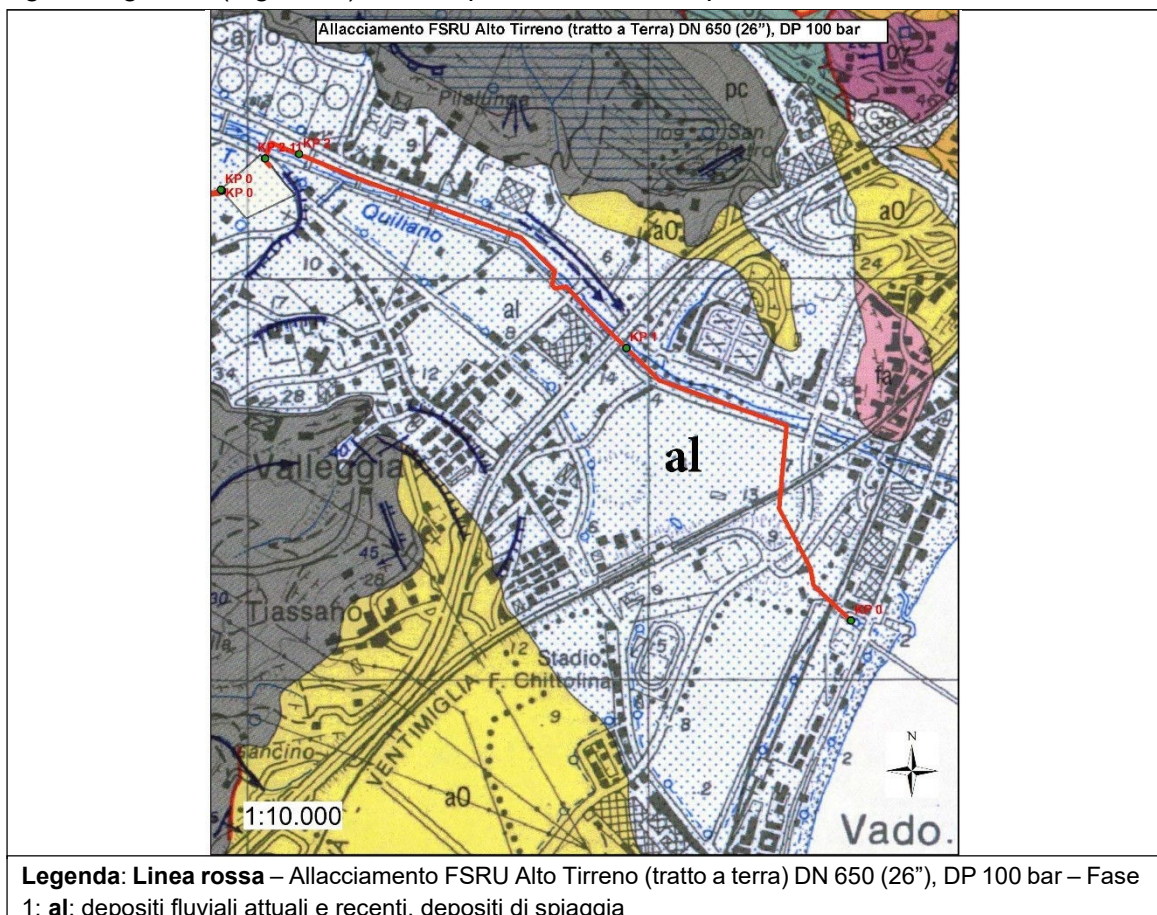




Fig.3.1/A - Geologia del tracciato di progetto, tratto a terra, da linea di costa al PDE

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 9 di 51 Rev. 0

Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20"), DP 75 bar–Fase 1

Il tracciato di progetto in oggetto ha inizio dall'impianto PDE di Quiliano e termina all'interconnessione con l'allacciamento Tirreno Power per una lunghezza complessiva di km 2,035.

Da kp 0 a kp 0,213 circa il tracciato di progetto si trova sui depositi alluvionali precedentemente descritti (al) rappresentati da depositi fluviali attuali e recenti e da depositi di spiaggia.

Da kp 0,213 a kp 2,035 il tracciato di progetto insiste su depositi appartenenti al periodo del Carbonifero medio e superiore. Si tratta di depositi provenienti da protoliti sedimentari appartenenti al Dominio Brianzonese così classificati:

- *pcG – Scisti di Gorra (Permiano inferiore - Carbonifero superiore)*

Scisti quarzoso micacei fini comunemente di origine mista da sedimenti pelitici con inquinamento di materiale vulcanico acido (tuffiti, piroclastiti). Scisti quarzoso micacei bianco argentei, metaquarziti fini bianche monomineraliche, locali intercalazioni di metabasiti della formazione di Eze pcG*, con subordinate intercalazioni di Porfiroidi del Melogno.

- *pcM – Formazione di Murialdo (Carbonifero superiore)*

Filladi e micascisti carboniosi con caratteristiche lenti e vene di quarzo contorte. Spesso i sedimenti permiani risultano commisti a lembi della formazione di Eze rappresentati per lo più da metabasiti scistose di colore verdastro i cui affioramenti non risultano cartografabili alla scala del rilievo.

- *pc – Metasedimenti Permiani (Permiano inferiore - Carbonifero superiore)*

Metasedimenti riferibili a diverse rocce appartenenti a diverse formazioni di età Permiana e Carbonifera affioranti sul territorio e non cartografabili separatamente; queste comprendono: la Formazione degli Scisti di Gorra, la Formazione degli Scisti Viola, la Formazione di Ollano e la Formazione di Murialdo. Il complicato assetto strutturale e la difficoltà di riconoscere attraverso l'esame macroscopico le rocce appartenenti a ciascuna formazione, ha imposto la scelta di non delimitare graficamente le singole formazioni sopra indicate.

La figura alla pagina seguente (Fig.3.1/B) illustra quanto descritto sopra.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 10 di 51 Rev. 0

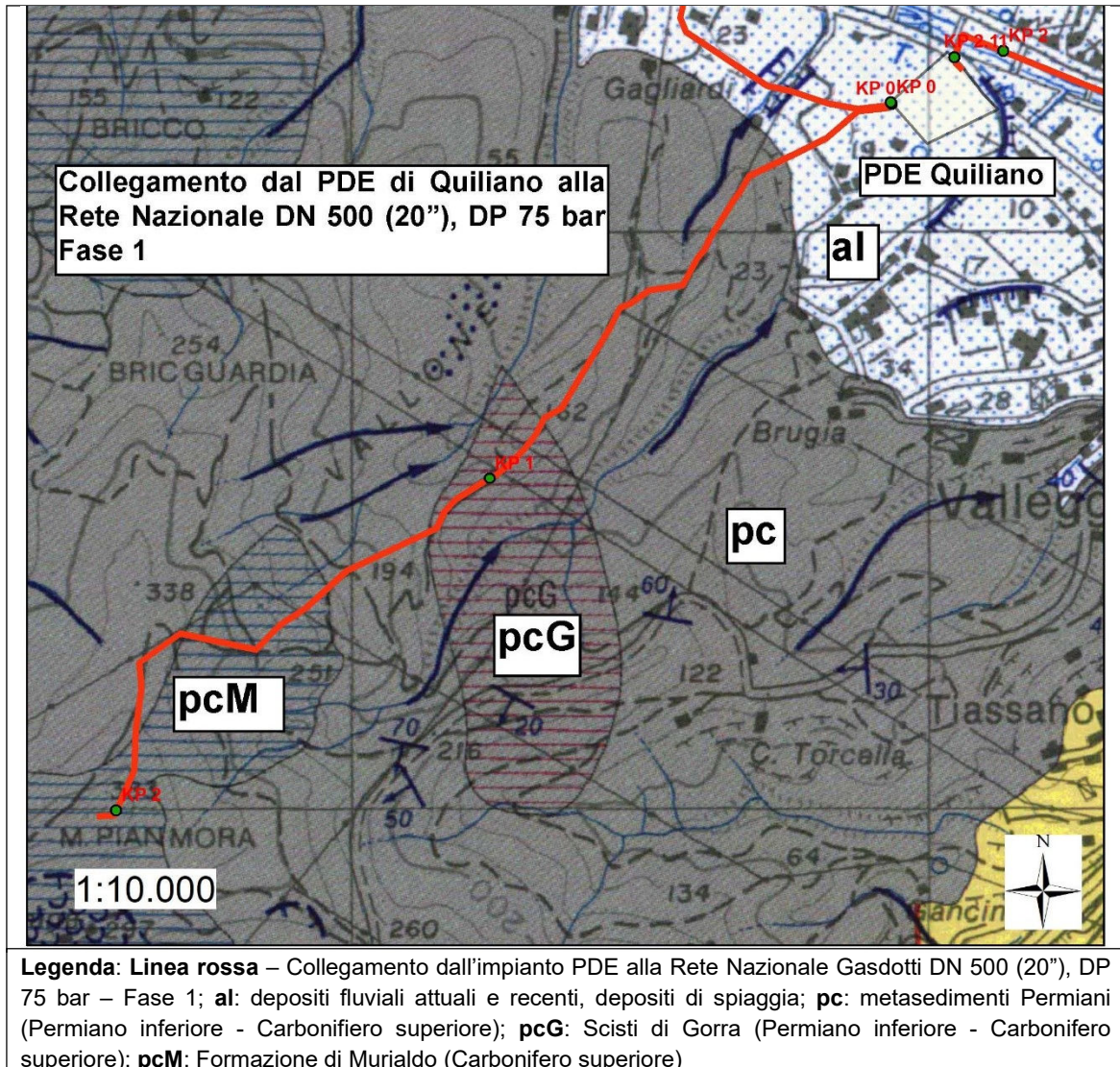


Fig.3.1/B - Geologia del tracciato di progetto, dall'impianto PDE all'allacciamento Tirreno Power

	PROGETTISTA 	COMMESSA 	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 11 di 51

Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar – Fase 2

Il tracciato di progetto in oggetto ha inizio dall'impianto PDE di Quiliano e termina all'interconnessione con il Metanodotto Ponti Cosseria e Cairo Montenotte Savona per una lunghezza complessiva di km 24,520 (quadro geologico d'insieme, Fig.3.1/C). Di seguito si elencano le formazioni geologiche attraversate dal tracciato di progetto. Per facilitare la lettura si illustrano le formazioni descritte nelle figure successive.

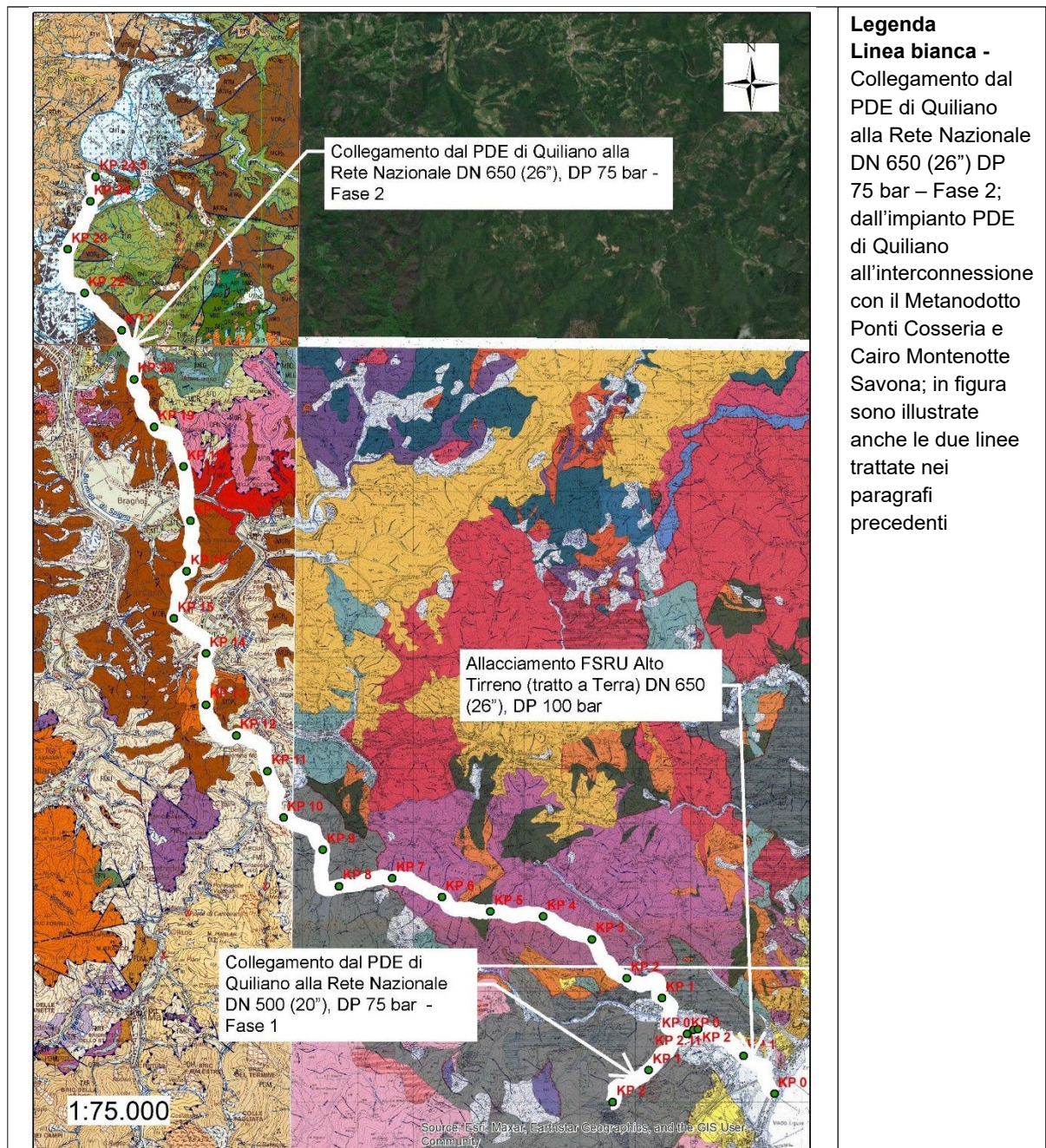


Fig.3.1/C - Geologia del tracciato di progetto, dall'impianto PDE all'allacciamento rete nazionale

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 12 di 51 Rev. 0

In particolare, da kp 0 a kp 1,410 il tracciato di progetto si trova sui depositi alluvionali precedentemente descritti (al) rappresentati da depositi fluviali attuali e recenti e da depositi di spiaggia.

Da kp 1,410 a kp 1,932 il tracciato di progetto insiste su depositi appartenenti al periodo del Carbonifero medio e superiore (Dominio Brianzonese). Si tratta di depositi provenienti da protoliti sedimentari appartenenti al Dominio Brianzonese così classificati (Fig.3.1/D):

- *pc e pcM – Formazione di Murialdo (Carbonifero superiore)*

Filladi e micascisti carboniosi con caratteristiche lenti e vene di quarzo contorte. Spesso i sedimenti permiani risultano commisti a lembi della formazione di Eze rappresentati per lo più da metabasiti scistose di colore verdastro i cui affioramenti non risultano cartografabili alla scala del rilievo.

Da kp 1,932 a kp 5,545 il tracciato di progetto è ubicato sulle formazioni dell'Unità Savona-Calizzano (Fig.3.1/D). Si tratta di:

- *oγ - Ortogneiss (Cambriano – Ordoviciano – Siluriano)*

ortogneiss con sovraimpronta polimetamorfica in facies anfibolitica prealpina; metagranitoidi a grana grossolana con megacristalli di K-feldspato (fino a 4 cm) con strutture magmatiche relitte; ortogneiss con biotite e muscovite fortemente scistosi;

- *a – Anfiboliti (Ordoviciano – Siluriano)*

metabasiti massicce, polimetamorfiche, in facies anfibolitica, localmente granatifere, metabasiti polimetamorfiche a grana generalmente da fine a media, con relitti di paragenesi eclogitiche e granato.

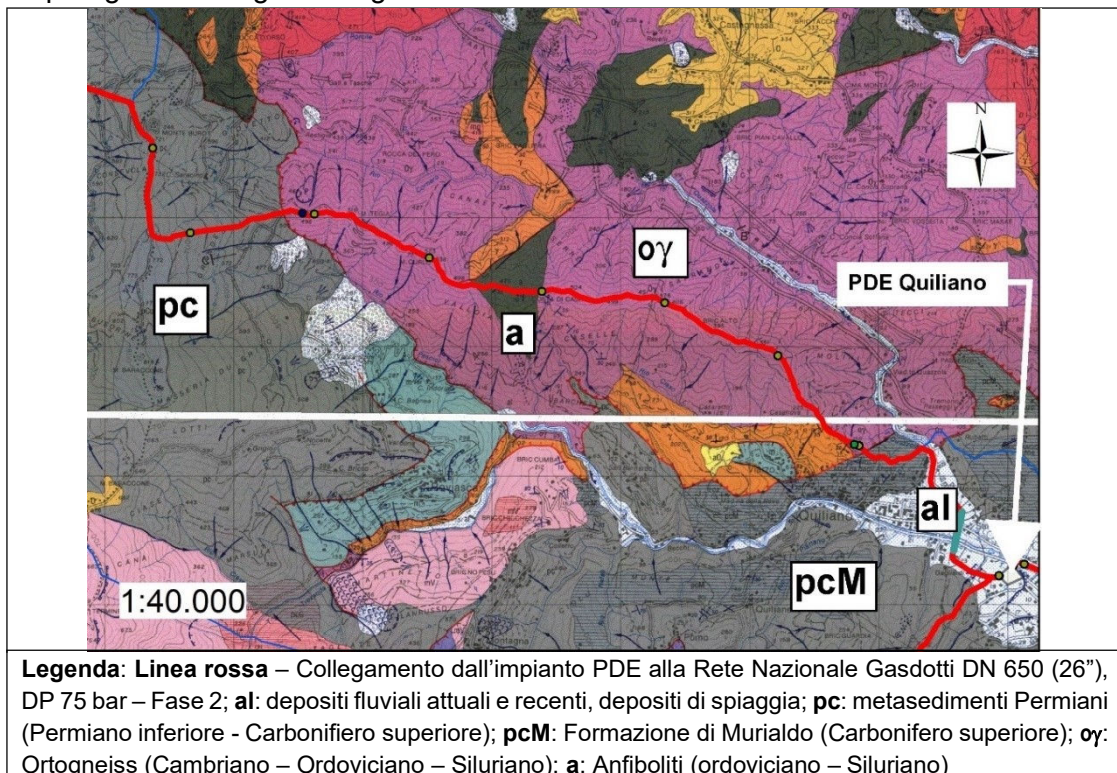


Fig.3.1/D - Geologia del tracciato di progetto, comuni di Vado e Quiliano

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 13 di 51	Rev. 0

Il tracciato di progetto continua, sia con modalità costruttiva a cielo aperto che in sotterraneo (MT Swaami Gitananda), ad insistere su depositi rappresentati dalla Formazione di Murialdo (sopra citata) fino al kp 11,838.

Da kp 11,838 fino a kp 12,900 il tracciato si trova nei depositi del bacino ligure-piemontese, all'interno del membro inferiore della formazione di Molare (Oligocene) così descritti:

- *MORb – Formazione di Molare (Oligocene inf – Oligocene sup.)*

Conglomerati mal selezionati con dimensioni molto varie (blocchi fino a 2 metri) in rozze bancate, con clasti poligenici e matrice arenacea grossolana. Si osservano alternanze di arenarie medie e grossolane in strati da centimetrici a metrici. Spessore molto variabile (da pochi metri fino a 80-100 metri).

Da kp 12,900 fino a kp 13,730 il tracciato attraversa i terreni ascrivibili all'unità tettonostratigrafica Calizzano-Savona per quanto riguarda la formazione degli ortogneiss di Vetria:

- *OGV – Ortogneiss di Vetria (Ordoviciano medio)*

Ortogneiss granitoidi con associazione pre-alpina a K-feldspato, oligoclasio, quarzo, muscovite e biotite subordinata, paragenesi metamorfica alpina, granati.

La figura sottostante illustra quanto descritto (Fig.3.1/E).

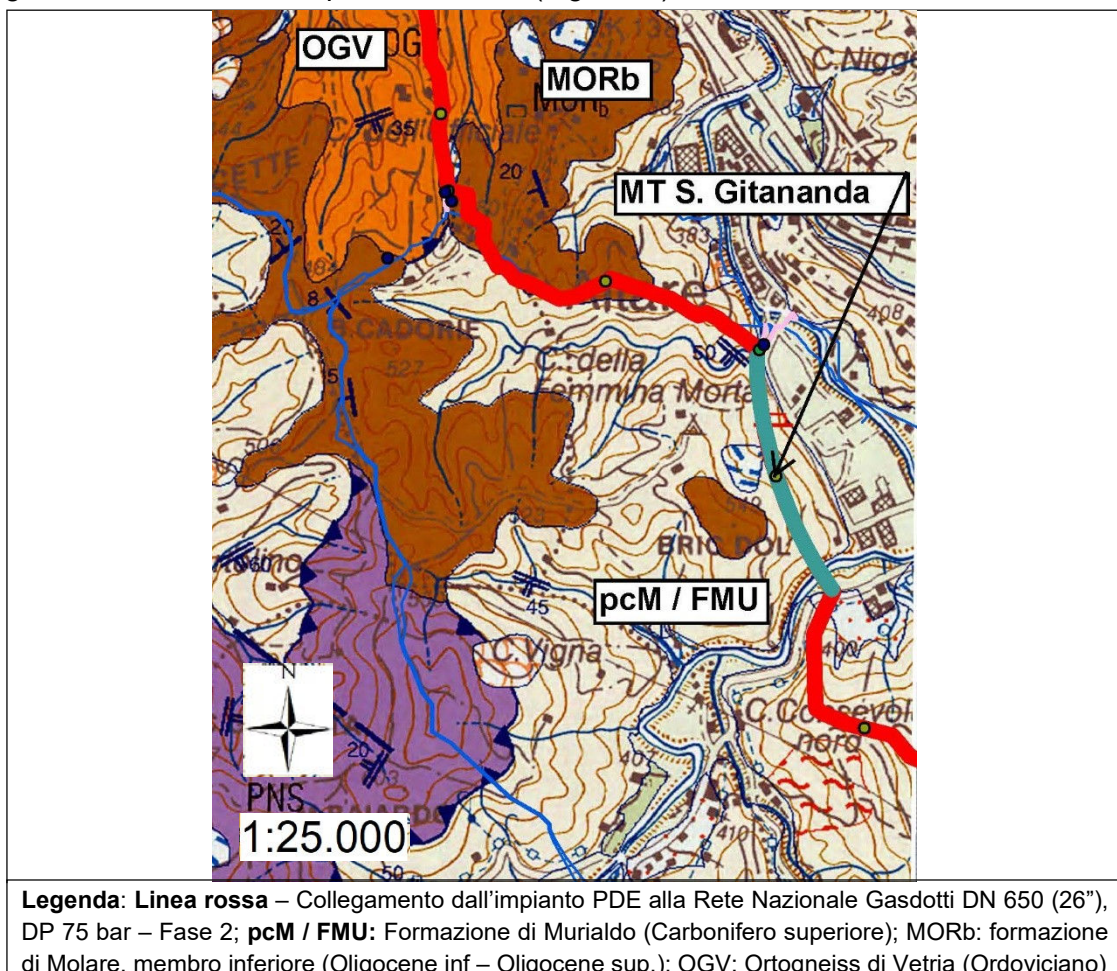


Fig.3.1/E - Geologia del tracciato di progetto, comuni di Quiliano e Altare

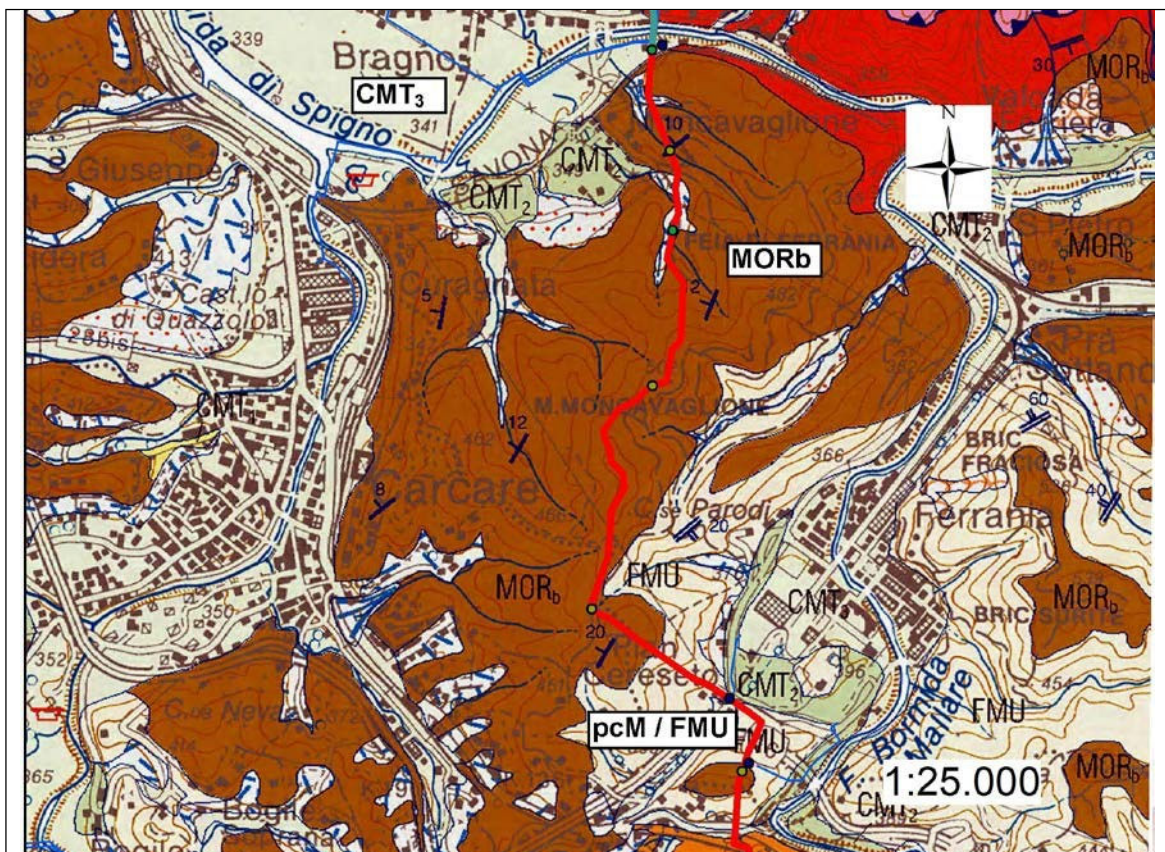
	PROGETTISTA 	COMMESSA 	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 14 di 51

Il tracciato di progetto continua nei depositi della Formazione di Murialdo sino al kp 14,700 per poi rientrare nuovamente nel membro inferiore della Formazione di Molare sino al kp 17,385 quando si incontrano i depositi essenzialmente ghiaiosi olocenici del subsistema di Cairo Montenotte:

- **CMT₃ – Subsistema di Rocchetta Cairo (Olocene – Attuale)**

Depositi essenzialmente ghiaiosi, solitamente a tessitura clasto-sostenuta, localmente contenenti rilevanti quantità di matrice sabbiosa e clasti di dimensioni anche pluridecimetriche. Alterazione pressoché nulla. Costituiscono l'attuale fascia di esondazione della Bormida e dei loro principali affluenti nonché le basse superfici terrazzate sospese a non più di 6-8 metri dall'alveo, esondabili in caso di piene eccezionali (depositi fluviali).

La figura sottostante illustra quanto descritto (Fig.3.1/F).



Legenda: Linea rossa – Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26''), DP 75 bar – Fase 2; **pcM / FMU:** Formazione di Murialdo (Carbonifero superiore); **MORb:** formazione di Molare, membro inferiore (Oligocene inf – Oligocene sup); **CMT₃:** depositi essenzialmente ghiaiosi (Olocene – Attuale)

Fig.3.1/F - Geologia del tracciato di progetto, comuni di Altare e Carcare

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 15 di 51 Rev. 0

Il tracciato di progetto continua ad insistere nei depositi fluviali sia a cielo aperto che in sotterraneo (MT Bragno) fino al kp 17,530 quando si incontrano le formazioni del deposito brianzonese (Unità tettonostratigrafica di Pamparato-Murialdo) così descritte:

- *NUC – Ortogneiss di Nucetto (Ordoviciano sup.)*

Ortogneiss granitoidi a grossi fenocristalli (1-5 cm) di k-feldspato, quarzo, muscovite e biotite. Associazione metamorfica alpina rappresentata da aggregati di albite, tengite, epidoto e clorite.

Dopo un breve passaggio nei depositi della Formazione di Molare (MORb), al kp 18,150 si osservano i terreni dell'unità tettonostratigrafica del Bormida così descritti:

- *QPN – Quarziti di Ponte Nava (Scitico)*

Quarziti biancastre e verdine, con spessore inferiore a 50 metri, fengitiche, raramente scistose, in strati e banchi, a luoghi con concentrazioni ematitiche e sottili intercalazioni di peliti verdi e violacee, più frequenti verso la sommità.

Il tracciato prosegue, da kp 18,340 fino al kp 18,890, nei depositi dell'unità tettonostratigrafica di Montenotte così classificati:

- *SFD – Scisti filladici (Cretacico sup.)*

Scisti filladici grigi e nerastrì, molto micacei, argilloscisti di colore grigio chiaro e calcescisti scuri, molto alterati, con patine rosso-brunastre.

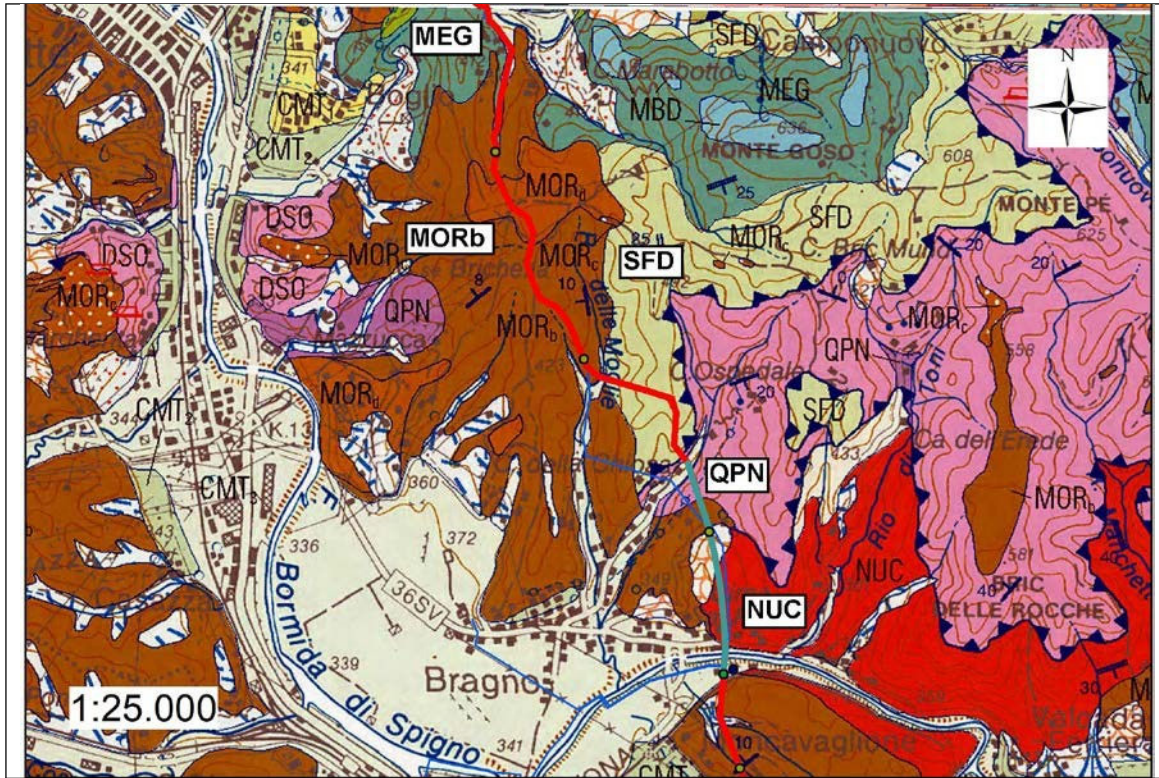
Dopo un altro passaggio nella Formazione di Molare (MORb), al kp 19,960 si incontra un'altra formazione dell'unità tettonostratigrafica di Montenotte così descritta:

- *MEG – Metagabbri (Dogger)*

Metagabbri a ossidi di Fe e Ti, a grana grossa, a relitti di clinopirosseno, con paragenesi metamorfica alpina ad anfibolo sodico, pirosseno sodico, ecc, localmente retrocesse in facies di Scisti Verdi.

La figura sottostante illustra quanto descritto (Fig.3.1/G).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 16 di 51



Legenda: Linea rossa – Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar – Fase 2; **MORb**: formazione di Molare, membro inferiore (Oligocene inf – Oligocene sup); **NUC**: Ortogneiss di Nucetto (Ordoviciano sup.); **QPN**: Quarziti di Ponte Nava, **SFD**: Scisti Filladici; **MEG**: Metagabbri

Fig.3.1/G - Geologia del tracciato di progetto, comune di Cairo Montenotte

	PROGETTISTA 	COMMESSA 	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 17 di 51

Il tracciato di progetto, al kp 20,850, entra nuovamente nella Formazione di Molare (MORd) che qui è presente nella facies così classificata:

- *MORd – Formazione di Molare (Oligocene inf.)*

Arenarie di varie granulometrie, localmente con laminazioni parallele od oblique a basso angolo, spesso fossilifere e bioturbate, in strati e banchi amalgamati, con locali e subordinate intercalazioni conglomeratiche, spessore fino a 80 metri.

Al kp 21,780 il tracciato insiste nuovamente sui depositi essenzialmente ghiaiosi olocenici del subsistema di Cairo Montenotte (CMT₃) descritti precedentemente, fino al termine, kp 24,520, fatta eccezione per brevissimi passaggi nella Formazione di Molare.

La figura sottostante illustra quanto descritto (Fig.3.1/H).

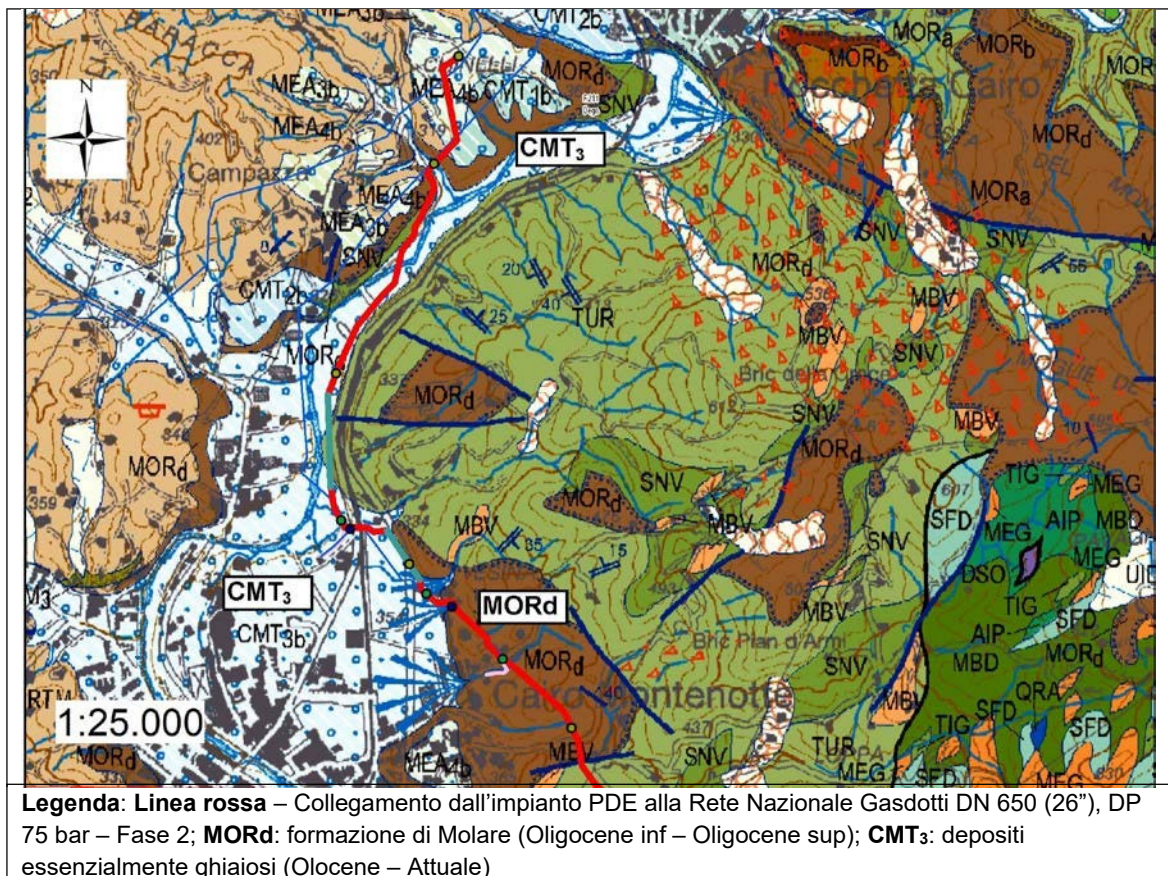



Fig.3.1/H - Geologia del tracciato di progetto, comune di Cairo Montenotte

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 18 di 51 Rev. 0

3.2 Inquadramento geomorfologico

Il territorio attraversato dal tracciato di progetto presenta una morfologia nettamente differenziata in quattro domini:

1. le aree di piana fluviale, fluvio-marina e marino-costiera;
2. le aree terrazzate, sia di bassa e bassissima quota, prossime alla costa, sia di quota media;
3. i rilievi a versanti tra il ripido e il molto ripido, tipici dei settori medio-alto e alto delle valli,
4. i rilievi e soprattutto i crinali montonati, spesso mammellonati, degli spartiacque

Ciascuno dei domini individuati può essere ulteriormente specificato e articolato a seconda della litologia prevalente.

In generale si individuano le seguenti caratteristiche geomorfologiche prevalenti:

- le ovvie e tipiche forme pianeggianti, talvolta sospese, dei settori coperti da coltri alluvionali quaternarie;
- le forme montonate, interrotte da pareti e segmenti ripidi e ripidissimi, tipiche degli areali in cui dominano i conglomerati oligocenici della formazione di Molare;
- le forme mediamente acclivi, diffusamente rimodellate dalla presenza di potenti coltri di copertura tipiche di substrati alterabili e alterati, comuni a diverse formazioni e unità in facies fogliettate, filladiche e particolarmente sconnesse e alterate, sia dell'Unità Savona-Calizzano, sia del Tegumento Permo-Carbonifero;
- le forme prevalentemente lineari, spoglie e moderatamente acclivi dei versanti modellati su facies anfiboliche, o di altre facies metamorfiche massicce, tenaci e meno alterabili.

3.2.1 Processi di degradazione dei versanti: Pericolosità da frana

Il 17 Febbraio 2017 con l'entrata in vigore del DM 25 Ottobre 2016, sono state soppresse le Autorità di Bacino Nazionali, Interregionali e Regionali di cui alla legge 183/1989, e tutte le relative funzioni sono state trasferite alle Autorità di Bacino Distrettuali. In particolare, per tutto ciò che riguarda la trattazione del quadro programmatico in riferimento alla pianificazione di bacino, si fa riferimento allo studio esaustivo illustrato nel SIA (REL-AMB-E-09201).

In questo e nei paragrafi successivi, si fa riferimento alle interferenze esistenti tra il tracciato in progetto e la mosaicatura nazionale della pericolosità da frana realizzata dall'ISPRA sulla base dei dati forniti dalle Autorità di Bacino Distrettuali (Rapporto ISPRA 2021 su Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio).

L'edizione 2021 del Rapporto sul dissesto idrogeologico in Italia fornisce il quadro di riferimento sulla pericolosità associata a frane e alluvioni, nonché sull'erosione costiera per l'intero territorio nazionale e presenta gli indicatori di rischio relativi a popolazione, famiglie, edifici, aggregati strutturali, imprese e beni culturali. I dati del Rapporto e la cartografia online rappresentano uno strumento centrale a supporto delle politiche di mitigazione del rischio, per l'individuazione delle priorità di intervento, la ripartizione dei fondi, la programmazione degli interventi di difesa del suolo.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 19 di 51	Rev. 0
PROGETTO		Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		

Le aree a pericolosità da frana dei Piani di Assetto Idrogeologico includono, oltre alle frane già verificatesi, anche le zone di possibile evoluzione dei fenomeni e le zone potenzialmente suscettibili a nuovi fenomeni franosi. Tali aree sono comprese in una mosaicatura nazionale che è stata utilizzata per la produzione dei nuovi indicatori di rischio per frane.

Tutti i dati sono stati omogeneizzati, in tal modo sono state evidenziate 5 classi: pericolosità molto elevata P4, elevata P3, media P2, moderata P1 e aree di attenzione AA.

Relativamente alle Norme di attuazione dei PAI, l'analisi condotta nel 2015 ha evidenziato che nelle aree classificate a pericolosità da frana molto elevata (P4) sono consentiti esclusivamente: gli interventi di demolizione senza ricostruzione; gli interventi strettamente necessari a ridurre la vulnerabilità degli edifici esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie o di volume e senza cambiamenti di destinazione d'uso; le opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi; gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria; la realizzazione di nuove infrastrutture lineari e a rete previste da normative di legge, dichiarate essenziali, non delocalizzabili e prive di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili; le pratiche per la corretta attività agricola e forestale con esclusione di ogni intervento che aumenti il livello di rischio; gli interventi volti alla bonifica dei siti contaminati; gli interventi di consolidamento e restauro conservativo dei beni culturali tutelati ai sensi della normativa vigente. Nelle aree classificate a pericolosità da frana elevata (P3) sono generalmente consentiti, oltre agli interventi ammessi nelle aree a pericolosità molto elevata, anche gli interventi di ampliamento di edifici esistenti per l'adeguamento igienico-sanitario e la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente. Nelle aree classificate a pericolosità da frana media (P2) gli interventi ammissibili sono quelli previsti dagli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica. Gli interventi generalmente sono soggetti ad uno studio di compatibilità finalizzato a verificare che l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente i processi geomorfologici nell'area interessata dall'opera e dalle sue pertinenze. Nelle aree classificate a pericolosità da frana moderata (P1) è generalmente consentita ogni tipologia di intervento prevista dagli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica. Le Aree di attenzione (AA) corrispondono generalmente a porzioni di territorio ove vi sono informazioni di possibili situazioni di dissesto a cui non è ancora stata associata alcuna classe di pericolosità. Ogni determinazione relativa ad eventuali interventi è subordinata alla redazione di un adeguato studio geomorfologico volto ad accertare il livello di pericolosità sussistente nell'area.



Per quanto riguarda le interferenze tra i tracciati di progetto e quello in dismissione e le aree PAI di dissesto geomorfologico sopra descritte, si fa riferimento alla cartografia relativa (PG-PAI-D-11216, PAI-D-11316, PAI-D-11416) e alla seguente tabella (Tab.3.2/A):

Tab.3.2/A - Interferenze con le aree PAI

Da km	A km	Percor. parz. (km)	Comune	Classe di pericolosità
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20''), DP 75 bar – Fase 1, in progetto				
60	210	150	Quiliano	P1
210	380	170		P2
380	385	5		P1
385	500	115		P2

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 20 di 51	Rev. 0
PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti				

Da km	A km	Percor. parz. (km)	Comune	Classe di pericolosità
500	555	55		P3
555	640	85		P2
640	650	10		P3
650	650	0		P2
650	760	110		P3
760	850	90		P2
850	875	25		P3
875	880	5		P2
880	945	65		P3
945	1455	510		P2
1455	1965	510		P1
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar – Fase 2, in progetto				
65	160	95		P1
160	235	75		P2
235	410	175		P1
410	440	30		P2
1405	1440	35		P1
1440	1720	280		P2
1720	1790	70		P1
1790	1900	110		P2
1900	1940	40		P1
1940	2110	170		P1
2210	2280	70		P1
2335	2705	370		P1
2725	3105	380		P1
3135	3165	30		P1
3215	3305	90		P1
3420	3550	130		P1
3565	4215	650	Quiliano	P1
4255	4290	35		P1
4310	4315	5		P1
4320	4340	20		P1
4400	4570	170		P1
4605	4625	20		P1
4645	4650	5		P1
4700	4715	15		P1
4825	4915	90		P1
4985	5055	70		P1
5055	5090	35		P2
5085	5130	45		P1
5130	5140	10		P2
5140	5170	30		P1
5170	5205	35		P2
5205	5230	25		P1

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 21 di 51	Rev. 0
PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti				

Da km	A km	Percor. parz. (km)	Comune	Classe di pericolosità
5230	5255	25		P2
5255	5265	10		P1
5265	5285	20		P2
5285	5415	130		P1
5480	5520	40		P1
5555	5580	25		P1
5585	5615	30		P1
5640	5665	25		P1
5695	5755	60		P1
5795	5945	150		P1
5990	6180	190		P1
6225	6310	85		P1
6425	6515	90		P1
6555	6615	60		P1
6650	6945	295		P1
6980	7005	25		P1
7055	7225	170		P1
7270	7275	5		P1
7275	7430	155		P2
7430	7465	35		P1
7465	8260	795		P2
8260	8270	10		P1
8270	8275	5		P2
8275	8320	45		P1
8705	8815	110		P1
8815	8820	5		P2
8920	9005	85		P1
17840	18000	160*	Cairo Montenotte	P3
*: tratto in trenchless (MT Bragno)				
Dismissione Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12”), MOP 64 bar – Fase 2				
6545	6670	125	Cairo Montenotte	
11895	11930	35	Carcare	
15700	15810	110		
15860	15860	0		
15860	15890	30		
15890	15910	20		
15910	15985	75		
15985	15990	5		
15990	16055	65		
16390	16435	45		
16435	17240	805		
17240	17280	40		
17280	17430	150		
17430	17440	10		
17495	17655	160	Quiliano	

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO			
PROGETTO			Fg. 22 di 51	Rev. 0
Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti				

Da km	A km	Percor. parz. (km)	Comune	Classe di pericolosità
17700	17725	25		
17770	18060	290		
18100	18170	70		
18200	18290	90		
18355	18360	5		
18375	18380	5		
18400	18490	90		
18535	18620	85		
18640	18720	80		
18765	18920	155		
18960	19015	55		
19045	19075	30		
19090	19160	70		
19190	19230	40		
19290	19425	135		
19425	19445	20		
19445	19460	15		
19460	19480	20		
19480	19505	25		
19505	19545	40		
19545	19625	80		
19625	19655	30		
19655	19710	55		
19800	19890	90		
20000	20015	15		
20060	20070	10		
20075	20115	40		
20140	20310	170		
20370	20415	45		
20415	20455	40		
20495	21150	655		
21160	21290	130		
21410	21500	90		
21545	21580	35		
21610	21990	380		
22010	22375	365		
22440	22505	65		
22605	22680	75		

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 23 di 51 Rev. 0

3.2.2 Processi di degradazione dei versanti: Inventario dei fenomeni Franosi in Italia (progetto IFFI)

L'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, censisce le frane verificatesi sul territorio nazionale secondo modalità standardizzate e condivise (APAT, 2007a).

Dalla consultazione del repertorio cartografico del geoportale regionale (Informazioni geoscientifiche) riferito all'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia del progetto IFFI (<https://www.progettoiffi.isprambiente.it/inventario/>), si riscontra che non sussistono particolari interferenze tra i tracciati in progetto e le aree perimetrate (perimetrazione frane, deformazioni gravitative profonde di versante e aree soggette a crolli o a frane superficiali diffuse) ad eccezione di un breve tratto riferito al tracciato "Collegamento dal PDE di Quiliano alla Rete Nazionale DN 650 (26") DP 75 bar – Fase 2".

Si riporta nel seguito un breve riepilogo:

- *Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a Terra) DN 650 (26") DP 100 bar e impianto PDE-IW: non si riscontra la presenza di aree perimetrate nell'intorno del tracciato;*
- *Collegamento dal PDE di Quiliano alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20") DP 75 bar – Fase 1: non si rilevano interferenze dirette con perimetrazioni da frana.*
- *Collegamento dal PDE di Quiliano alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26") DP 75 bar – Fase 2: si riscontra la presenza di alcune aree perimetrate a frana lungo il percorso del tracciato; si segnala in particolare:*
 - ✓ in prossimità del kp 8 (Comune di Quiliano) il metanodotto è distante 15 m circa da un'area perimetrata a frana (tipo di movimento complesso, codice identificativo 0090015000 del catalogo IFFI),
 - ✓ poco prima del kp 12 (Comune di Altare) il metanodotto è distante 15 m circa da un'area perimetrata a frana (tipo di movimento scivolamento rotazionale/traslato, codice identificativo 0090202500 del catalogo IFFI),
 - ✓ in prossimità del Kp 18, nel tratto di attraversamento mediante tecnologia trenchless (MT Bragno) nel Comune di Cairo Montenotte, il metanodotto intercetta (nel tratto intermedio per circa 160m) una frana quiescente che è stata stabilizzata e che ha un tipo di movimento complesso (codice identificativo 0090098700 del catalogo IFFI), come mostrato nella successiva figura (Fig.3.2/A). Si evidenzia che tale tecnologia di attraversamento permetterà di annullare quasi totalmente l'interferenza del metanodotto con l'area perimetrata a dissesto.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 24 di 51 Rev. 0

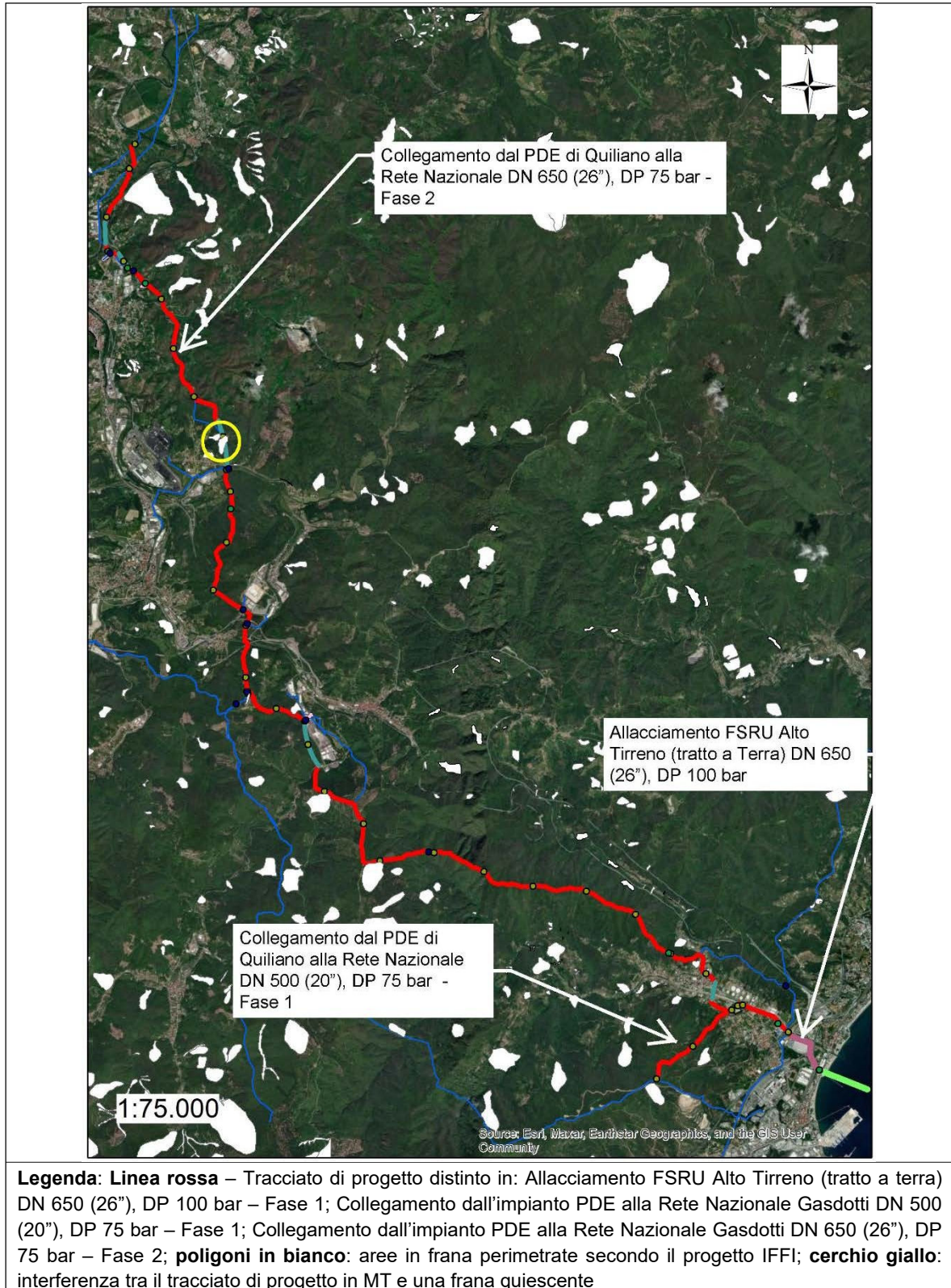


Fig.3.2/A – Inventario fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI)

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 25 di 51 Rev. 0

3.3 Piani di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A) e Piani stralcio Assetto Idrogeologico (PAI)

Ai sensi del D.Lgs. n. 152 del 03.04.2006, dal 17 febbraio 2017 risultano soppresse le singole Autorità di Bacino ex L. n. 183 del 1989 ed i relativi organi di gestione, sostituite dalle Autorità Distrettuali.

Nel caso specifico dell'opera in progetto, l'Autorità di bacino del Fiume Po è confluita nell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po, mentre l'Autorità di Bacino della Regione Liguria è confluita nell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale (Fig.3.3/A).

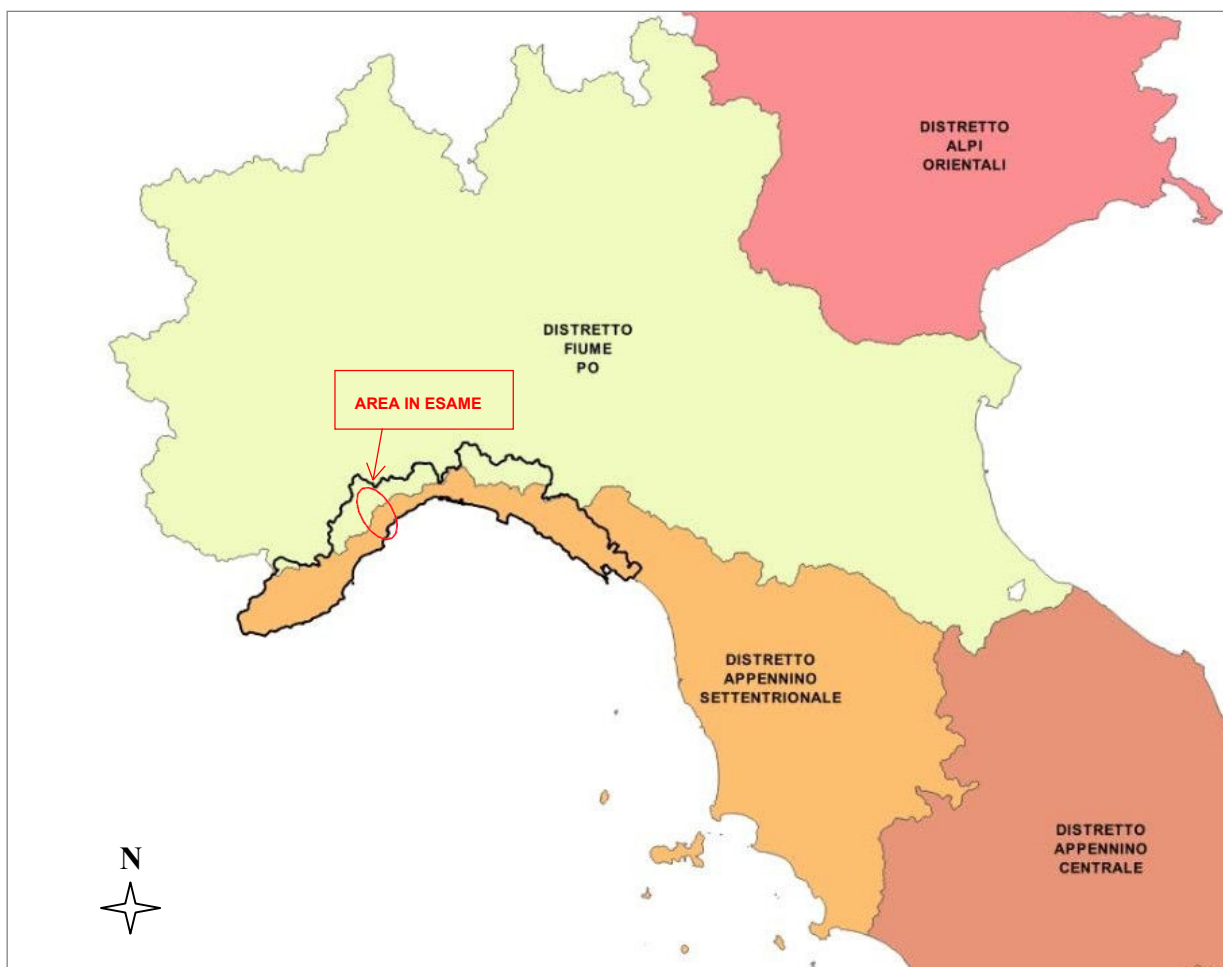




Fig.3.3/A - Perimetrazioni dei nuovi Bacini distrettuali con indicazione dell'area d'intervento

Di seguito si riportano gli strumenti normativi e i documenti tecnici a cui si fa riferimento per la progettazione e l'analisi di compatibilità idraulica delle opere, nei casi di interferenza con aree censite a pericolosità idraulica.

Nell'ambito di competenza del Distretto del Fiume Po ricadono i seguenti piani stralcio:

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 26 di 51 Rev. 0

- ✓ Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) - Distretto del Fiume Po, adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera n. 4 del 17 dicembre 2015 e approvato con delibera n. 2 del 3 marzo 2016 è definitivamente approvato con d.p.c.m. del 27 ottobre 2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 30, serie Generale, del 6 febbraio 2017.

L'elaborazione dei PGRA è temporalmente organizzata secondo "cicli di pianificazione", in quanto la Direttiva prevede che i Piani siano riesaminati e, se del caso, aggiornati ogni sei anni. Il "primo ciclo" ha avuto validità per il periodo 2016-2021.

Attualmente è in corso il secondo ciclo. In tal senso la Conferenza Istituzionale permanente dell'Autorità di bacino distrettuali del fiume Po ha adottato all'unanimità ai sensi degli art. 65 e 66 del D.Lgs 152/2006 il primo aggiornamento del PGRA, con Delibera n.5 del 20 dicembre 2021.

- ✓ Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del fiume Po (PAI), approvato con D.P.C.M. del 24 maggio 2001, con la finalità di ridurre il rischio idrogeologico entro valori compatibili con gli usi del suolo in atto, in modo tale da salvaguardare l'incolumità delle persone e ridurre al minimo i danni ai beni esposti.

Tale piano è stato oggetto di successive varianti, soprattutto di carattere locale ma in qualche caso anche di carattere generale e che riguardano anche la delimitazione delle fasce fluviali.

In particolare si segnala che, con delibera n. 5 del 17 dicembre 2015, il Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po ha adottato il progetto di variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Po (PAI) - integrazioni all'elaborato 7 (Norme di attuazione) e il progetto di variante al Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del delta del fiume Po (PAI delta) - integrazioni all'elaborato 5 (Norme di attuazione), finalizzati al coordinamento tra tali Piani ed il Piano di gestione dei rischi di alluvione (PGRA), ai sensi dell'art. 7, comma 3, lettera a), del decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49. Il progetto di variante summenzionato è stato poi successivamente approvato con Decreto del Presidente del Consiglio Dei Ministri del 22 febbraio 2018.

Nell'ambito di competenza del Distretto Appennino Settentrionale ricadono i seguenti piani stralcio:

- ✓ Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) - Distretto idrografico Appennino Settentrionale.

L'elaborazione dei PGRA è temporalmente organizzata secondo cicli di pianificazione in quanto la Direttiva prevede che i Piani siano riesaminati e, se del caso, aggiornati ogni sei anni. Il primo ciclo ha avuto validità per il periodo 2015-2021. Attualmente è in corso il secondo ciclo. La Conferenza Istituzionale Permanente (CIP), con delibera n. 26 del 20 dicembre 2021, ha infatti adottato il primo aggiornamento del PGRA (2021-2027).

A seguito della delibera di *CIP n. 26 del 20 dicembre 2021* e della pubblicazione del relativo avviso in Gazzetta Ufficiale, nel territorio distrettuale si ha che:

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 27 di 51	Rev. 0
PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti				

- con l'adozione del primo aggiornamento, le mappe del PGRA sono vigenti su tutto il territorio distrettuale;
 - per i bacini regionali liguri, gli articoli 4, 6 e 14 della Disciplina di Piano, compresi gli allegati in essi richiamati e le mappe, sono adottati quali misure di salvaguardia immediatamente vincolanti;
 - per i bacini regionali liguri, nelle more dell'approvazione del PGRA con DPCM, continuano, a trovare applicazione i relativi Piani stralcio di bacino relativo all'assetto idrogeologico (PAI) emanati dalle sopresse Autorità di bacino;
 - a seguito dell'entrata in vigore del PGRA conseguente alla pubblicazione del DPCM sulla Gazzetta Ufficiale, nel territorio ligure, il PGRA sostituirà il PAI vigente a far data dall'entrata in vigore della disciplina emanata dalla Regione Liguria diretta a dare applicazione alle disposizioni del PGRA nel settore urbanistico.
- ✓ Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino Quiliano, provincia di Savona, approvato con deliberazione del Consiglio provinciale DCP n. 47 del 25.11.2003. L'ultima variante, approvata con DSG n. 121 del 23/11/2022, è entrata in vigore con il BURL n. 51 del 21/12/2022 - parte II.

Il Piano stralcio è tutt'ora vigente e dal 2 febbraio 2017, con la pubblicazione in G.U. del decreto ministeriale n. 294 del 26 ottobre 2016, la sua competenza è passata all'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

In generale, nei P.G.R.A. le classi di pericolosità fluviale sono state riviste seguendo le indicazioni della direttiva europea, pertanto, la rappresentazione della pericolosità avviene attraverso tre classi in funzione della frequenza di accadimento dell'evento (quindi con pericolosità elevata si indica una maggiore frequenza di accadimento) (Tab.3.3/A):

Tab.3.3/A - Classi di Pericolosità da Alluvione

Classi di Pericolosità	Frequenza di accadimento
P1	Bassa (L)
P2	Media (M)
P3	Elevata (H)

Nell'elaborazione della cartografia afferente alle aree a pericolosità idraulica, nell'ambito del progetto (PG-PAI-D-11216, PG-PAI-D-11316, PG-PAI-D-11416), sono stati utilizzati gli stessi tematismi dei PGRA, come di seguito riportato:

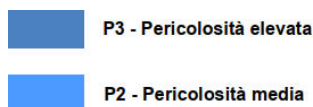
	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 28 di 51 Rev. 0

- per la pericolosità idraulica del dominio fluviale sono stati individuati 3 scenari definiti dal D.Lgs. 49/2010 (recepimento della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE):



- P3: Elevata con tempo di ritorno fino a 50 anni (alluvioni frequenti);
- P2: Media con tempo di ritorno tra 50 anni e 200 anni (alluvioni poco frequenti)
- P1: Bassa con tempo di ritorno tra 200 anni e 500 anni (scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi)

- per la pericolosità idraulica del dominio costiero, per ingressione delle acque marine, sono stati individuati 2 scenari in conformità alla Direttiva Alluvioni 2007/60/CE:



- P3: Elevata con tempo di ritorno fino a 50 anni (alluvioni frequenti);
- P2: Media con tempo di ritorno tra 50 anni e 100 anni (alluvioni poco frequenti)

Il progetto nella sua estensione ricade nelle pertinenze territoriali sia dell'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po sia dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Per la progettazione delle opere e per le analisi di compatibilità si fa pertanto riferimento sia ai Piani di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) sia ai Piani stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI).

La Disciplina del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po, stabilisce che per gli ambiti censiti a pericolosità da alluvioni nel PGRA vengano considerate le misure di salvaguardia previste nelle N.A. del PAI.

La Disciplina del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, non pone particolari restrizioni in merito alle interferenze con aree a pericolosità da alluvioni fluviali, infatti, prevede che qualsiasi intervento deve eventualmente essere realizzato in maniera tale da non pregiudicare l'attuale assetto idraulico dei corsi d'acqua, in modo da non provocare dei rischi per i beni esistenti e in condizioni tali da poter gestire il rischio a cui è soggetto.

Pertanto, risultano maggiormente definite e stringenti le disposizioni contenute nelle Norme di Attuazione dei Piani stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

3.3.1 Interferenze dell'opera con le aree a pericolosità idraulica

Nel presente paragrafo vengono analizzate le potenziali criticità riscontrate lungo il tracciato delle opere in progetto e in dismissione, in riferimento alle interferenze con le aree a pericolosità idraulica secondo quanto previsto dai Piani di Gestione del Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) e dai Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

	PROGETTISTA 	COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 29 di 51

Riguardo il pericolo idraulico, la seguente figura (Fig.3.3/B - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera PGRA - Fonti: Cartografie Ambiente (regione.liguria.it) e PGRA - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera (appenninosettentrionale.it) derivata dalla cartografia dei PGRA (primo aggiornamento 2021-2027 in attuazione alla Dir. 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera) mostra che il tracciato del metanodotto attraversa delle fasce di pericolosità idraulica.

La mappa della figura (Fig.3.3/B) riunisce le seguenti informazioni:

1. aree potenzialmente allagabili per effetto delle inondazioni marine nel territorio costiero della Regione Liguria mappate in conformità alla Direttiva 2007/60/CE;
2. scenari di pericolosità alluvionale secondo la direttiva europea 2007/60/CE e il d.lgs. 49/2010 dei piani di bacino vigenti facenti parte del PGRA del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale (di interesse per il territorio del comune di Quiliano);
3. mappatura della pericolosità alluvionale secondo la direttiva europea 2007/60/CE e il d.lgs. 49/2010 approvata con Decreto del Segretario Generale dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po n.43 del 11/04/2022 (di interesse per i territori dei comuni di Altare, Carcare, Cairo Montenotte).

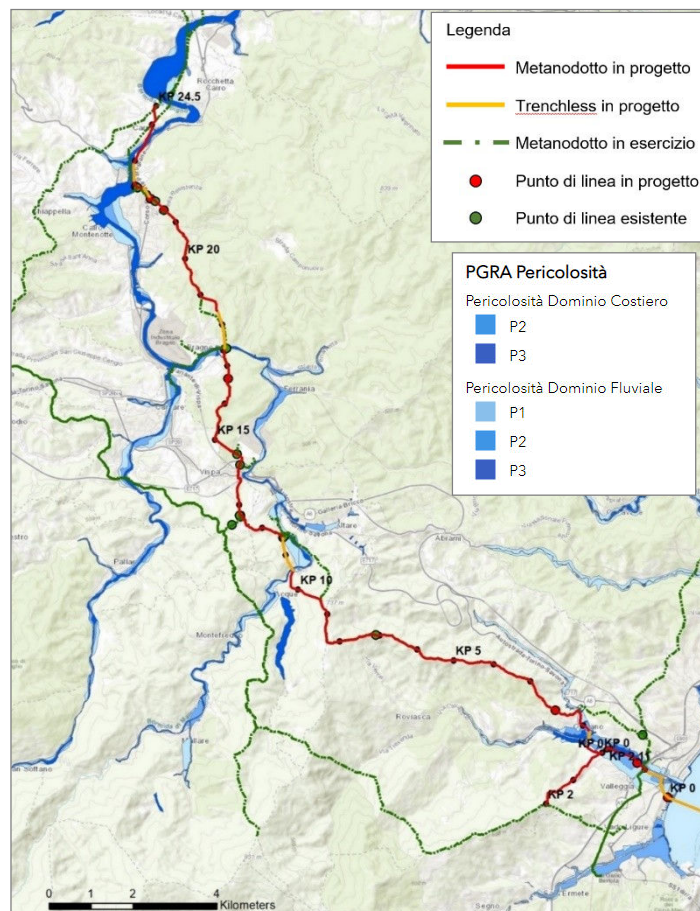


Fig.3.3/B - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera PGRA - Fonti: Cartografie Ambiente (regione.liguria.it) e PGRA - Mappa della Pericolosità da alluvione fluviale e costiera (appenninosettentrionale.it)

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 30 di 51	Rev. 0
PROGETTO		Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		

Per quanto riguarda l'assetto idraulico, i tratti di interferenza con gli ambiti di competenza dei PGRA sono riportati nella tabella seguente (Tab.3.3/B) e cartografati nella suddetta planimetria.

Tab.3.3/B - PGRA: Pericolosità idraulica



Da km	A km	Percor. parz. (km)	Comune	Classe di pericolosità
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar – Fase 1, in progetto				
0,000	0,045		Vado Ligure	P1
0,075	0,175		Vado Ligure	P1
0,175	0,220	0,045 (*)	Vado Ligure	P1
0,220	0,230	0,010 (*)	Quiliano	P1
0,265	0,375	0,110 (*)	Quiliano	P1
0,390	0,405	0,015 (*)	Quiliano	P1
0,405	0,540	0,135 (*)	Quiliano	P2-P1
0,540	0,885	0,345 (*)	Quiliano	P3-P2-P1
0,885	1,030		Quiliano	P3-P2-P1
1,050	1,185		Quiliano	P3-P2-P1
1,185	1,205		Quiliano	P2-P1
1,205	1,235		Quiliano	P3-P2-P1
1,235	1,265		Quiliano	P2-P1
1,265	2,105		Quiliano	P3-P2-P1
2,105	2,115		Quiliano	P2-P1
2,115	2,120		Quiliano	P1
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20"), DP 75 bar – Fase 1, in progetto				
0,000	0,080		Quiliano	P1
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar – Fase 2, in progetto				
0,000	0,085		Quiliano	P1
0,200	0,210		Quiliano	P3-P2-P1
0,445	0,460		Quiliano	P2-P1
0,460	0,470		Quiliano	P3-P2-P1
0,470	0,595	0,125 (*)	Quiliano	P3-P2-P1
0,595	0,695	0,100 (*)	Quiliano	P2-P1
0,695	0,775	0,080 (*)	Quiliano	P3-P2-P1
0,775	0,815		Quiliano	P3-P2-P1
0,815	0,845		Quiliano	P2-P1
0,845	1,365		Quiliano	P3-P2-P1
1,365	1,455		Quiliano	P1
10,550	10,585		Altare	P2-P1
10,585	10,610	0,025 (*)	Altare	P2-P1
10,610	10,645	0,035 (*)	Altare	P3-P2-P1
17,395	17,430		Cairo Montenotte	P2-P1
17,430	17,450	0,020 (*)	Cairo Montenotte	P2-P1

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 31 di 51	Rev. 0
PROGETTO				
Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti				

Da km	A km	Percor. parz. (km)	Comune	Classe di pericolosità
17,450	17,480	0,030 (*)	Cairo Montenotte	P3-P2-P1
22,355	22,360		Cairo Montenotte	P1
22,360	22,375		Cairo Montenotte	P2-P1
22,375	22,525		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
22,525	22,545	0,020 (*)	Cairo Montenotte	P3-P2-P1
22,545	22,645	0,100 (*)	Cairo Montenotte	P2-P1
22,645	22,905	0,260 (*)	Cairo Montenotte	P1
22,905	23,005		Cairo Montenotte	P1
23,315	23,335		Cairo Montenotte	P1
23,335	23,455		Cairo Montenotte	P2-P1
23,455	23,535		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
23,535	23,660		Cairo Montenotte	P2-P1
23,660	23,695		Cairo Montenotte	P1
23,695	23,975		Cairo Montenotte	P2-P1
23,975	23,980		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
23,980	23,985		Cairo Montenotte	P1
Dismissione Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12”), MOP 64 bar – Fase 2				
0,410	0,415		Cairo Montenotte	P1
0,415	0,425		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
0,425	0,430		Cairo Montenotte	P2-P1
1,295	1,340		Cairo Montenotte	P1
1,340	1,425		Cairo Montenotte	P2-P1
1,425	1,890		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
1,890	1,905		Cairo Montenotte	P2-P1
1,905	2,160		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
2,160	2,175		Cairo Montenotte	P2-P1
2,175	2,180		Cairo Montenotte	P1
7,085	7,115		Cairo Montenotte	P3-P2-P1
7,115	7,165		Cairo Montenotte	P2-P1
13,065	13,175		Altare	P2-P1
13,175	13,565		Altare	P3-P2-P1
13,565	13,630		Altare	P2-P1
13,630	13,640		Altare	P1
13,660	13,725		Altare	P1
13,775	13,795		Altare	P1
13,800	13,970		Altare	P2-P1
13,970	13,980		Altare	P1

(*) Interferenza superata con metodologia di posa trenchless

Come riportato nella tabella precedente le opere oggetto del presente studio attraversano alcune aree a “pericolosità idraulica elevata - P3”, “aree a pericolosità idraulica media - P2” e “aree a pericolosità idraulica bassa - P1”.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 32 di 51 Rev. 0

In particolare, il metanodotto “Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26”), DP 100 bar – Fase 1” interessa:

- ✓ le aree P3 a pericolosità elevata per una lunghezza complessiva di 1,495 km, che si riduce a 1,150 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P2 a pericolosità media per una lunghezza complessiva di 1,690 km, che si riduce a 1,210 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P1 a pericolosità bassa per una lunghezza complessiva di 2,020 km, che si riduce a 1,360 km considerando i tratti trenchless.

Il metanodotto “Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20”), DP 75 bar – Fase 1” interessa:

- ✓ le aree P1 a pericolosità bassa per una lunghezza complessiva di 0,080 km.

Il metanodotto “Collegamento dall’impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26”), DP 75 bar – Fase 2” interessa:

- ✓ le aree P3 a pericolosità elevata per una lunghezza complessiva di 1,105 km, che si riduce a 0,815 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P2 a pericolosità media per una lunghezza complessiva di 1,735 km, che si riduce a 1,200 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P1 a pericolosità bassa per una lunghezza complessiva di 2,335 km, che si riduce a 1,540 km considerando i tratti trenchless.

Il metanodotto principale in dismissione “Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12”), MOP 64 bar – Fase 2” interessa le aree P3 a pericolosità elevata per una lunghezza complessiva pari a 1,145 km, le aree P2 per una lunghezza complessiva pari a 1,660 km e le aree P1 per una lunghezza di 1,820 km.

In merito alla compatibilità Idraulica dell’intervento è necessario ribadire che il metanodotto in progetto rappresenta un’infrastruttura lineare (di interesse pubblico) di trasporto del gas, che risulta tra le tipologie d’intervento per le quali, ai sensi delle Norme di Piano, è consentita l’interferenza con le aree a pericolosità idraulica, a condizione che sia assicurato il non aggravio delle condizioni di pericolosità e di rischio idraulico e purché non pregiudichino la possibilità di realizzare gli interventi di sistemazione idraulica. A tal proposito, si evidenzia che il metanodotto in progetto non presenta alcun problema operativo e di sicurezza in caso di innalzamento della falda e/o di allagamento dell’area e non determina alcun incremento del carico insediativo nell’area di intervento. Le uniche strutture visibili risulteranno essere le paline ed i cartelli indicatori e pertanto, anche in occasione delle piene eccezionali del corso d’acqua, non si introdurranno interferenze idrauliche significative per la laminazione delle piene e/o riduzioni della capacità di invaso. La costruzione dell’infrastruttura lineare, inoltre, non determina alcuna forma di trasformazione del territorio. Non sono previsti cambiamenti di destinazioni d’uso del suolo, né azioni di esproprio.

Si segnala, inoltre, che sono localizzati all’interno di aree a pericolosità idraulica i seguenti impianti e punti di linea in progetto (Tab.3.3/C):

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 33 di 51	Rev. 0
PROGETTO		Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		

Tab.3.3/C - PGRA: Pericolosità idraulica

Prog. (km)	Impianto	Comune	Classe di pericolosità
Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26"), DP 100 bar – Fase 1, in progetto			
0,000	PIL 1	Vado Ligure	P1
1,250	PIL 2	Quiliano	P2-P1
2,120	Wobbe Quiliano 1	Quiliano	P2-P1
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20"), DP 75 bar – Fase 1, in progetto			
0,000	Wobbe Quiliano 1	Quiliano	P1
2,000	Interconnessione con All.Tirreno Power DN 500	Quiliano	-
Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26"), DP 75 bar – Fase 2, in progetto			
0,000	Impianto PDE di Quiliano	Quiliano	P1
2,035	PIDI 1 con Interconnessione DN 300	Quiliano	-
11,425	PIDS/PIDA 1.1	Altare	-
12,750	PIDI 2	Carcare	-
16,680	PIL 3	Cairo Montenotte	-
17,410	PIDI 4	Cairo Montenotte	P2-P1
21,405	PIDA 4.1	Cairo Montenotte	-
21,855	PIL 5	Cairo Montenotte	-
22,380	PIDI 6	Cairo Montenotte	P3-P2-P1
24,525	Impianto finale	Cairo Montenotte	-

e in dismissione (Tab.3.3/D):

Tab.3.3/D - PGRA: Pericolosità idraulica

Prog. (km)	Impianto	Comune	Classe di pericolosità
Dismissione Met. Cairo Montenotte – Savona DN 300 (12"), MOP 64 bar – Fase 2			
2220	PIDI 33	Cairo Montenotte	-
2785	PIL 33.1	Cairo Montenotte	-
3080	PIDA 4102154/1	Cairo Montenotte	-
7155	HPRS di Bragno	Cairo Montenotte	P2-P1
7880	PIL 4500510/2	Cairo Montenotte	-
10515	PIDS 20709/1	Cairo Montenotte	-
11850	PIDI DI VISPA 4500510/2.1	Carcare	-
13135	PIDS 4103134/0.1	Altare	P2-P1
13455	PIDA 4104307/1	Altare	P3-P2-P1
17615	PIL 4500510/5	Quiliano	-

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 34 di 51

La localizzazione dei punti di linea, indispensabili alla funzionalità e l'operatività dei metanodotti in progetto, all'interno di aree a pericolosità idraulica è compatibile con le prescrizioni delle Norme di Piano poiché gli effetti sull'assetto morfologico-idraulico non determinino modificazioni sostanziali rispetto alle condizioni fisiche e idrologiche locali preesistenti, non alterano i fenomeni idraulici naturali, non determinano un aumento dei rischi e non costituiscono ostacolo al deflusso delle acque.

Per una trattazione più approfondita delle disposizioni normative relative agli strumenti di pianificazione territoriale, inclusa la recente DGR/428/2021, si rimanda alla consultazione dello Studio Ambientale (Doc. n. REL-AMB-E-09201).

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 35 di 51 Rev. 0

3.4 CENNI DI IDROGEOLOGIA

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area interessata dal tracciato di progetto sono derivate naturalmente dalle particolarità geologiche e geomorfologiche presenti.

Di seguito si forniscono le informazioni principali relative alla permeabilità delle varie formazioni che affiorano nell'area descritte precedentemente (vedi paragrafo 3.1) derivanti da dati reperiti presso i siti istituzionali dei Comuni coinvolti e dalle Note Illustrative della carta geologica in scala 1:50000 (CARG).

In generale la permeabilità viene distinta in base al movimento dell'acqua nel terreno: si distinguono così permeabilità per fratturazione e fessurazione, prevalenti negli ammassi rocciosi e permeabilità per porosità, caratteristiche dei materiali sciolti.

Laddove il paesaggio è prevalentemente modellato in ammassi rocciosi cristallini, si osserva una permeabilità di tipo secondario legata al grado di fratturazione/tettonizzazione dei litotipi esistenti, i cui valori sono generalmente di grandezza limitata. Le coltri detritiche di copertura e la piana alluvionale di fondovalle sono invece sede di permeabilità di tipo primario per porosità, con presenza di falde acquifere apprezzabili solo nella piana alluvionale e localmente nelle aree pedemontane per le falde di detrito più potenti; tali falde presentano fluttuazioni verticali legate a cicli stagionali e/o alle precipitazioni intense.

La permeabilità per fratturazione dà origine ad acquiferi discontinui, le cui emergenze risultano modeste e puntuali, interessa ovviamente le formazioni costituite da rocce a comportamento fragile come ad esempio il substrato metamorfico.

Le formazioni che costituiscono la successione oligo-miocenica possono essere suddivise in complessi caratterizzati da acquiferi con distinte caratteristiche idrogeologiche, ma di limitata e modesta importanza. In particolare, il complesso arenaceo-conglomeratico, coincidente sostanzialmente con la Formazione di Molare, è caratterizzato da una permeabilità da media a scarsa per porosità e subordinatamente per fratturazione. Nei settori in cui i depositi sono poco cementati e contengono una minore percentuale della frazione fine si possono originare modeste sorgenti con portate massime di 5l/sec.

3.4.1 Permeabilità per fratturazione e fessurazione

Le rocce la cui permeabilità avviene prevalentemente per fratturazione e fessurazione sono indicate secondo le seguenti categorie caratterizzate da valori di permeabilità crescenti:

- Rocce a permeabilità medio bassa. (valori orientativi $10^{-6} < k < 10^{-4}$ cm/sec);

Sono inserite in questa categoria i conglomerati pliocenici ed i conglomerati a cemento argilloso del Fluviale antico, gli scisti Permiani e Carboniferi.


- Rocce a permeabilità medio alta ($k > 10^{-4}$ cm/sec);

Sono rappresentate da metavulcaniti, quarziti e miloniti.

3.4.2 Permeabilità per porosità

Le formazioni sciolte permeabili per porosità, indipendentemente dalla loro origine naturale o antropica sono indicate come:

- Terreni a permeabilità alta ($k > 10^{-3}$ cm/sec);

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005	
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 36 di 51	Rev. 0

Sono rappresentati dai depositi alluvionali, coltri detritiche, accumuli di frana, riporti grossolani;

- Terreni a permeabilità bassa ($k < 10^{-3}$ cm/sec);

I terreni a bassa permeabilità sono rappresentati dai sedimenti del Fluviale antico e dalle coperture sciolte su rocce argillose.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 37 di 51	Rev. 0
PROGETTO		Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		

4 CARATTERIZZAZIONE DELLA SISMICITA'

Per ciò che è inerente alla caratterizzazione sismica dell'area interessata dal tracciato di progetto si fa riferimento al documento: "REL-SIS-E-11004" in cui si fornisce una trattazione completa. Di seguito si riporta solo un breve riassunto.

4.1 Sismicità storica

La sismicità storica dell'area in esame è stata analizzata consultando i seguenti cataloghi:

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) redatto dal Gruppo di lavoro CPTI dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV);
- DataBase Macrosismico Italiano (DBMI15, INGV).

Il Catalogo CPTI15 copre l'intero territorio nazionale italiano, con porzioni delle aree e dei mari confinanti e contiene 4894 terremoti nella finestra temporale 1000-2020. Il catalogo include i terremoti con intensità massima o epicentrale maggiore o uguale a 5, insieme a quelli con magnitudo strumentale equivalente (secondo i metodi e le conversioni descritte nel seguito) a Mw 4.0 o superiore.

La distribuzione dei terremoti storici nell'area di interesse estratti dal catalogo CPTI15) e dal database DBMI15 **Errorre. L'origine riferimento non è stata trovata.** dimostra che la zona in studio è caratterizzata complessivamente da una sismicità bassa e molto bassa, sia dal punto di vista della frequenza di eventi che dei valori di magnitudo.

4.2 Caratterizzazione sismogenetica

La caratterizzazione sismogenetica dell'area in studio è stata elaborata in base a:

1. Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9 (Meletti C. e Valensise G., 2004);
2. DISS (Database of Individual Seismogenic Sources), un database geografico che racchiude la tettonica, le faglie e le informazioni paleo-sismiche al fine di caratterizzare al meglio le sorgenti sismogenetiche localizzate sul territorio nazionale.

Entrambe le fonti sono elaborate a cura dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV).

4.2.1 Zonazione Sismogenetica "ZS9"

La caratterizzazione sismogenetica di un'area viene elaborata solitamente considerando la Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall'INGV (Meletti C. e Valensise G., 2004).

Secondo questa zonazione il territorio nazionale è stato diviso in 42 zone-sorgente, individuate mediante l'osservazione delle caratteristiche della sismicità storica/attuale (massima magnitudo, frequenza degli eventi in catalogo, distribuzione nelle classi di magnitudo) e dallo studio delle geometrie delle sorgenti sismo-tettoniche.

La zonazione sismogenetica del territorio nazionale prevede una distinzione delle aree sorgenti mediante limiti di colore diverso. I limiti di colore nero separano aree con differenti caratteristiche tettoniche o geologico strutturali, mentre i limiti di colore blu dividono zone con

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 38 di 51 Rev. 0

uno stesso stile deformativo ma con differenti caratteristiche di sismicità, quali: distribuzione spaziale, frequenza degli eventi, massima magnitudo rilasciata.

L'area oggetto di interesse, all'interno della quale è compreso il tracciato di progetto, non rientra nella zonazione sismogenetica proprio per la sua bassa sismicità. Non è infatti stata utilizzata per la valutazione della pericolosità sismica.

4.2.2 Sorgenti Sismogenetiche "DISS"

La banca dati DISS ("Database of Individual Seismogenic Sources" versione 3.3.0), messa a punto dall'INGV, fornisce una caratterizzazione completa delle principali strutture sismo-tettoniche presenti sul territorio italiano.

Il DISS è un database georiferito che racchiude la tettonica, le faglie e le informazioni paleo-sismiche al fine di localizzare e caratterizzare al meglio le potenziali sorgenti sismogenetiche con magnitudo attesa superiore di M 5.5 localizzate sul territorio nazionale.

Al fine di approfondire ed integrare l'analisi sismogenetica e neotettonica del territorio esaminato si è proceduto alla consultazione di questo database.

Il DISS include le seguenti categorie di sorgenti sismogenetiche:

- Sorgenti sismogenetiche individuali, ovvero una rappresentazione semplificata e tri-dimensionale del piano di faglia. Si assume che le sorgenti individuali esibiscano comportamenti caratteristici rispetto al rapporto lunghezza/larghezza del piano di rottura ed alla magnitudo massima attesa.
- Sorgenti sismogenetiche composite (precedentemente definite zone sismogenetiche): si tratta di regioni estese contenenti un numero non specificato di sorgenti sismogenetiche. Le sorgenti sismogenetiche composite non sono associate ad uno specifico set di terremoti o a distribuzioni di terremoti. Queste sono basate su dati geologici e geofisici e sono caratterizzate da parametri geometrici e cinematici.
- Sorgenti sismogenetiche "dibattute", ovvero faglie attive che sono state proposte in letteratura come potenziali sorgenti sismogenetiche, ma che non sono state considerate abbastanza affidabili da essere introdotte nel database.

Il database DISS (v. 3.3.0) è stato interrogato per verificare le possibili interferenze tra il tracciato del gasdotto in progetto e le potenziali sorgenti sismogenetiche in esso riportate.

Il gasdotto in progetto non interferisce con alcuna zona sismogenetica.

4.3 **Classificazione sismica regionale, provinciale e comunale**

Gli studi sulla classificazione sismica si basano essenzialmente sulle conoscenze derivanti dai cataloghi dei terremoti, dalle ricerche sulla zonazione sismogenetica, dagli studi delle relazioni di attenuazione del moto del suolo e dalle valutazioni dell'accelerazione massima (a_{max}) attesa al sito con determinati tempi di ritorno.

A seguito dell'emanazione dei criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche da parte dello Stato, inseriti prima nell'allegato 1 dell'Opcm 3274/2003 e in seguito aggiornati con l'Opcm 3519/2006, la Regione Liguria ha individuato le zone sismiche e ha stilato un elenco regionale dei comuni in zona sismica (DGR n.530/2003).

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 39 di 51	Rev. 0
PROGETTO		Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		

Attualmente la vigente suddivisione delle zone sismiche in Liguria è definita dalla DGR n.216/2017, con l'aggiornamento dato dalla DGR n.962/2018.

La classificazione sismica a livello nazionale prevede quattro classi di pericolosità, come illustrato nella seguente tabella (Tab.4.3/A):

Tab.4.3/A - Classificazione sismica, classi di pericolosità

Zona sismica	Pericolosità sismica	Accelerazione al suolo (*)
1	Alta	> 0.25 g
2	Media	0.15 ÷ 0.25 g
3	Bassa	0.05 ÷ 0.15 g
4	Molto bassa	< 0.05 g

(*) Cfr. allegato 1 dell'Opcm 3274/2003.

Per la Liguria, non esistono comuni classificati in zona sismica 1 – alta pericolosità.

In base a quanto detto, i territori comunali interessati dal tracciato di progetto appartengono alle zone sismiche 3 e 4, associate ad una classe di pericolosità sismica bassa e molto bassa.

In particolare, la tabella successiva illustra le zone sismiche per ciascun comune interessato dal tracciato di progetto (Tab.4.3/B). Ciascuna zona è individuata mediante valori di accelerazione massima del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{s30} > 800$ m/s.

Tab.4.3/B - Valori di accelerazione massima al suolo per le zone sismiche 3 e 4

N. sulla mappa in figura precedente	Comune	Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag]
64	Vado Ligure	3	0,15g
52	Quiliano	3	0,15g
5	Altare	3	0,15g
18	Carcare	4	0,05g
15	Cairo Montenotte	4	0,05g

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 40 di 51 Rev. 0

4.4 Pericolosità sismica di base lungo il tracciato

La caratterizzazione dell'azione sismica attesa lungo il territorio interessato dall'opera è stata definita considerando le norme attualmente in vigore (NTC 2018).

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) DM 17.01.2018 definiscono il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. La "pericolosità sismica di base", costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e alle strutture connesse con il funzionamento di opere come i gasdotti.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV, <http://esse1.mi.ingv.it/>).

Le NTC definiscono il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10.751 punti in cui è stato suddiviso l'intero territorio italiano. Le stesse NTC forniscono, per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno T_R considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al bedrock con superficie topografica orizzontale;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro elastico di risposta in accelerazione orizzontale;
- T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro elastico di risposta in accelerazione orizzontale.

Dal punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito dipende dalla posizione rispetto ai nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame (Tabella A1 delle NTC), dalla Vita Nominale (V_N) e dalla Classe d'Uso (C_U) dell'opera. I nodi del reticolo di riferimento riportati nella Tabella A1 delle NTC hanno un passo di circa 10 km e sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

La rappresentazione grafica dello studio di pericolosità sismica di base dell'INGV, da cui è stata tratta la Tabella A1 delle NTC, è caratterizzata da una mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale, espressa in termini di accelerazione massima del suolo rigido (in g) in funzione della probabilità di eccedenza nel periodo di riferimento considerato.

Per un qualunque punto del territorio, non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto (a_g , F_0 , T_c^*) possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R dell'opera che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, dal prodotto della Vita Nominale di progetto (V_N) per il coefficiente d'uso (C_U) (cfr. § 2.4.3 delle NTC 2018).

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 41 di 51 Rev. 0

4.5 Caratterizzazione della risposta sismica locale lungo il tracciato

In accordo alla normativa tecnica per le costruzioni vigente (NTC 2018), una volta definita l'azione sismica massima attesa al substrato rigido (suolo rigido $V_s > 800$ m/s), va stimata l'eventuale risposta sismica del sito di interesse.

Per risposta sismica locale si intendono tutte le modifiche al moto sismico atteso in un sito (in termini di amplificazione, frequenza e durata del moto) introdotte dalle condizioni geologiche e morfologiche locali.

Gli effetti amplificativi dell'azione sismica in un sito sono causati da fenomeni fisici che alterano la propagazione delle onde sismiche (riflessioni, risonanze, diffrazioni, etc.), che si innescano in corrispondenza di irregolarità morfologiche e/o di eterogeneità lito-stratigrafiche degli strati più superficiali del terreno.

L'opera in progetto non è localizzata in un sito specifico, ma è costituita da una infrastruttura lineare con sviluppo dell'ordine di decine di chilometri.

Pertanto, una valutazione preliminare dell'effetto di amplificazione del moto può essere realizzata solo con un metodo areale, che consenta di caratterizzare in generale la risposta sismica dei terreni presenti lungo un tracciato.

L'approccio proposto in questo studio si basa su una "estensione" del metodo semplificato riportato nelle NTC 2018, che consente la valutazione della risposta sismica locale di un sito specifico.

L'analisi della risposta sismica locale dei terreni presenti lungo il tracciato è stata eseguita caratterizzando in dettaglio dal punto di vista morfologico e geologico la fascia di territorio nel quale si sviluppa la linea in progetto. Queste caratterizzazioni sono state poi utilizzate per attribuire le categorie topografiche e quelle di sottosuolo (cfr. Par. 3.2.2 delle NTC 2018), alle quali sono associati dei coefficienti di amplificazione (cfr. Par. 3.2.3 delle NTC 2018).

In accordo alle NTC 2018, l'azione sismica attesa al suolo, riferita come accelerazione orizzontale massima (PGA), è stimata mediante la seguente relazione:

$$PGA = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

In cui:

S_S = coefficiente dell'effetto dell'amplificazione stratigrafica

S_T = coefficiente dell'effetto dell'amplificazione topografica

a_g = accelerazione orizzontale massima su substrato rigido (categoria A).

Il valore di PGA è espresso in multipli della accelerazione di gravità (g) o in m/s^2 .

La morfologia del tracciato è stata caratterizzata sulla base delle categorie topografiche definite nella normativa NTC 2018 (cfr. Tab. 3.2.III delle NTC 2018).

In accordo alle NTC2018, i valori di accelerazione attesi al substrato rigido (a_g) sono stati determinati attraverso l'interpolazione della griglia nazionale dell'INGV per ogni punto del tracciato in progetto, con un passo di 10m.

I valori di accelerazione al bedrock (a_g) determinati attraverso l'interpolazione della griglia nazionale dell'INGV per ogni punto del tracciato in progetto sono risultati essere:

- $a_g = 0,064 \pm 0,075$ g per lo stato limite ultimo SLV ($T_R=950$ anni)

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 42 di 51 Rev. 0

Questi valori, moltiplicati per i differenti coefficienti di amplificazione S individuati lungo il tracciato, hanno permesso la stima dei seguenti valori di accelerazione massima attesa al suolo (PGA):

- **PGA = 0,079÷0,123g** per lo stato limite ultimo SLV ($T_R=950$ anni).

La stima della massima velocità orizzontale al suolo (PGV) per gli stati limite considerati in accordo alle norme NTC 2018 (cfr. Par. § 3.2.3.3, NTC 2018) può essere definita mediante la seguente relazione:

$$PGV = 0.16 \cdot a_g \cdot S \cdot T_C$$

in cui:

- a_g : accelerazione di picco attesa al substrato rigido (espressa in m/sec^2);
- S : fattore di risposta sismica locale;
- T_C : periodo del tratto iniziale a velocità costante dello spettro.

Quest'ultimo parametro si ottiene dalla formula:

$$T_c = C_C \cdot T_c^*$$

essendo:

- T_c^* definito, insieme al valore di a_g , per ciascun nodo della discretizzazione (Tabella A1 delle NTC 2008);
- C_C un coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (Tabella 3.2.IV delle NTC 2018, riportata in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Mediante tale relazione sono stati calcolati i valori di velocità orizzontale minimi e massimi attesi al suolo (PGV) lungo il tracciato per lo stato limite ultimo (SLV):

- **PGV = 0,056 m/s (PGA 0,079 g) ÷ 0,096 m/s (PGA 0,123 g)** per lo stato limite ultimo SLV ($T_R=950$ anni).

I valori di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo saranno considerati per la definizione delle verifiche degli stati tensionali indotti dallo scuotimento sismico del terreno (*ground shaking*) sui tratti rettilinei e curvi delle tubazioni interrato in occasione dell'azione sismica massima attesa in concomitanza con l'esercizio dell'opera, che andrà calcolata per tutti i diametri e gli spessori previsti per le condotte in esame.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 43 di 51 Rev. 0

5 INTERFERENZE CON FAGLIE ATTIVE E CAPACI

Nell'ambito della caratterizzazione della pericolosità sismica di un territorio è da valutare anche la possibile presenza lungo il corridoio di interesse di Faglie Attive e Capaci (FAC).

La definizione in letteratura scientifica di una Faglia Attiva e Capace (Rif. Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci - FAC), è la seguente:

- una faglia è definita Attiva se si è attivata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni (parte alta del Pleistocene superiore-Olocene);
- una faglia è definita Capace quando ritenuta in grado di produrre, entro un intervallo di tempo di interesse per la società, una deformazione/dislocazione della superficie del terreno, e/o in prossimità di essa.

In questo capitolo è stata eseguita una valutazione della pericolosità del tracciato rispetto all'interferenza con possibili Faglie Attive e Capaci (FAC) in termini areali (analisi di pericolosità di primo livello), ossia analizzando i dati disponibili nel corridoio di interesse dell'opera:

- cartografie e database ufficiali;
- informazioni riportate in letteratura scientifica
- osservazioni geologico-geomorfologiche eseguite durante i sopralluoghi nel territorio di interesse.


Il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly Hazard from Capable faults), che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano. In particolare, il catalogo contiene la raccolta di tutte le informazioni disponibili sulle 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 dare luogo a deformazioni superficiali.

Come evidenziato dalla figura successiva (Fig.5/A), il metanodotto in progetto "FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti" non interferisce con nessuna faglia attiva e capace censita dal catalogo ITHACA.

	PROGETTISTA 	COMMESSA 	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 44 di 51



Fig.5/A - Faglie attive e capaci presenti nel Database ITHACA

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 45 di 51 Rev. 0

6 INTERFERENZE CON AREE POTENZIALMENTE SUSCETTIBILI A LIQUEFAZIONE

In generale, il fenomeno della liquefazione dei terreni interessa i depositi incoerenti saturi che, durante ed immediatamente dopo una sollecitazione di tipo ciclico e dinamico, possono subire una drastica riduzione della rigidezza e della resistenza a taglio a causa dell'incremento di pressioni interstiziali. La probabilità che un deposito raggiunga le condizioni per la liquefazione dipende anche dallo stato di addensamento, dalla composizione granulometrica, dalle condizioni di drenaggio, dalla storia delle sollecitazioni sismiche e dall'età del deposito stesso. Nei casi in cui esiste la possibilità di accadimento del fenomeno, è necessario verificare la suscettibilità dei terreni alla liquefazione e quindi che l'opera risulti stabile nei confronti del fenomeno.

Nel presente studio la valutazione della potenziale suscettibilità alla liquefazione dei terreni attraversati dal tracciato in progetto è stata eseguita in maniera preliminare attraverso uno screening dell'area interessata dall'opera, basandosi esclusivamente sulla consultazione del catalogo CEDIT, il quale riporta i risultati di un'intensa ricerca storica dei terremoti che hanno prodotto effetti deformativi indotti in superficie (dall'anno 1000 d.C. al 2016).

In una successiva fase di progettazione, le analisi per la definizione dell'eventuale potenziale di liquefazione, saranno oggetto di uno studio specialistico per il quale risulta necessario la pianificazione di una campagna di indagini geognostiche dirette dedicate.

6.1 Storicità del fenomeno di liquefazione nel territorio

Il CEDIT è gestito dal Centro di Ricerca sui Rischi Geologici "CERI" dell'Università "Sapienza" di Roma. Questo catalogo è stato costruito attraverso un'intensa ricerca storica dei terremoti che hanno prodotto effetti deformativi indotti in superficie (frane, fratturazioni, fagliazione superficiale, liquefazione e variazioni topografiche del livello del suolo). La ricerca è stata integrata anche con la consultazione dei rapporti tecnici e le pubblicazioni scientifiche sui terremoti recenti e passati.

Il database costruito è organizzato in forma di schede, in cui ognuna di queste contiene le informazioni relative sia agli effetti cosismici indotti sul territorio, che ai relativi eventi sismici che li hanno generati (Fortunato et al., 2012).

A tal proposito è stato consultato il catalogo al fine di verificare se nel territorio interessato dall'opera in progetto sono stati censiti fenomeni di liquefazione associati ai principali eventi sismici avvenuti (Fig.6/A).

	PROGETTISTA 	COMMESSA 	UNITA' 400
	LOCALITÀ ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 46 di 51



Fig.6/A - Fenomeni di liquefazione censiti nel catalogo CEDIT

Nella figura precedente (Fig.6/A), si evidenzia che all'interno del corridoio interessato dal tracciato in progetto non si registrano fenomeni di liquefazione associati ai terremoti storici presenti nel catalogo CEDIT.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO			
PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 47 di 51	Rev. 0

7 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione ha lo scopo di evidenziare i caratteri geologici, geomorfologici e sismici del territorio attraversato dal tracciato in progetto denominato "Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26)", DP 100 bar, DN 500 (20"), DP 75 bar, DN 650 (26"), DP 75 bar, Fase 1 e Fase 2, che parte dall'allacciamento con l'FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) e si collega con l'impianto PDE alla rete nazionale Gasdotti.

I sopralluoghi in campo, la consultazione delle cartografie di base e l'analisi bibliografica condotta, hanno permesso di delineare gli elementi morfologici, geologici, idrogeologici e sismici generali dell'area interessata dal progetto. In particolare, per quanto riguarda la classificazione sismica, si fa riferimento al documento "REL-SIS-E-11004" per una trattazione più completa ed esaustiva.

il territorio dell'area su cui è posizionato il tracciato di progetto è interessato dalla presenza prevalente del Permo-Carbonifero brianzonese epimetamorfico a cui corrisponde una morfologia dominante differente, più molle e tondeggianti, qua e là accidentata dalle masse triassiche, soprattutto di dolomie che sono sovrapposte al Permo-Carbonifero, e dalle masse di cristallino (graniti, pegmatiti, gneiss, anfiboliti) associate: queste ultime si estendono anche limitatamente nella fascia dei terreni mesozoici brianzonesi prevalenti.

Nella parte settentrionale dell'area affiorano lembi isolati della serie di Montenotte.

Tutte le unità del substrato pre-terziario sono state interessate da una storia deformativa polifasica alpina e pre-alpina complessa e molto complessi sono i rapporti tettonici fra le varie serie distinte. Nell'insieme prevalgono linee strutturali a direzione E-W, con carattere prevalente di accavallamenti; subordinatamente si osservano linee trasversali NNW-SSE, con carattere di faglie; un terzo, meno sviluppato, sistema di faglie, ha direzione SW-NE.

L'area rilevata inoltre, è caratterizzata da una tettonica disgiuntiva sviluppatasi durante le fasi tardive dell'evoluzione strutturale della catena con faglie sub-verticali che interessano sia il substrato che i depositi post-orogeni.

Le caratteristiche idrogeologiche dell'area interessata dal tracciato di progetto sono derivate naturalmente dalle particolarità geologiche e geomorfologiche presenti. In generale la permeabilità viene distinta in base al movimento dell'acqua nel terreno: si distinguono così permeabilità per fratturazione e fessurazione, prevalenti negli ammassi rocciosi e permeabilità per porosità, caratteristiche dei materiali sciolti. Laddove il paesaggio è prevalentemente modellato in ammassi rocciosi cristallini, si osserva una permeabilità di tipo secondario legata al grado di fratturazione/tettonizzazione dei litotipi esistenti, i cui valori sono generalmente di grandezza limitata. Le coltri detritiche di copertura e la piana alluvionale di fondovalle sono invece sede di permeabilità di tipo primario per porosità, con presenza di falde acquifere apprezzabili solo nella piana alluvionale e localmente nelle aree pedemontane per le falde di detrito più potenti; tali falde presentano fluttuazioni verticali legate a cicli stagionali e/o alle precipitazioni intense. La permeabilità per fratturazione dà origine ad acquiferi discontinui, le cui emergenze risultano modeste e puntuali, interessa ovviamente le formazioni costituite da rocce a comportamento fragile come ad esempio il substrato metamorfico. Le formazioni che costituiscono la successione oligo-miocenica possono essere suddivise in complessi caratterizzati da acquiferi con distinte caratteristiche idrogeologiche, ma di limitata e modesta importanza. In particolare, il complesso arenaceo-conglomeratico, coincidente sostanzialmente con la Formazione di Molare, è caratterizzato da una permeabilità da media a scarsa per porosità e subordinatamente per fratturazione. Nei settori in cui i depositi sono poco cementati e

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 48 di 51	Rev. 0
PROGETTO		Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		

contengono una minore percentuale della frazione fine si possono originare modeste sorgenti con portate massime di 5l/sec.

Relativamente alla pericolosità idraulica, il progetto nella sua estensione ricade nelle pertinenze territoriali sia dell'Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po sia dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

In particolare, il metanodotto "Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a terra) DN 650 (26)", DP 100 bar – Fase 1" interessa:

- ✓ le aree P3 a pericolosità elevata per una lunghezza complessiva di 1,495 km, che si riduce a 1,150 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P2 a pericolosità media per una lunghezza complessiva di 1,690 km, che si riduce a 1,210 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P1 a pericolosità bassa per una lunghezza complessiva di 2,020 km, che si riduce a 1,360 km considerando i tratti trenchless.

Il metanodotto "Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20)", DP 75 bar – Fase 1" interessa:

- ✓ le aree P1 a pericolosità bassa per una lunghezza complessiva di 0,080 km.

Il metanodotto "Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26)", DP 75 bar – Fase 2" interessa:

- ✓ le aree P3 a pericolosità elevata per una lunghezza complessiva di 1,105 km, che si riduce a 0,815 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P2 a pericolosità media per una lunghezza complessiva di 1,735 km, che si riduce a 1,200 km considerando i tratti trenchless;
- ✓ le aree P1 a pericolosità bassa per una lunghezza complessiva di 2,335 km, che si riduce a 1,540 km considerando i tratti trenchless.

Dal punto di vista geomorfologico, sono state individuate le interferenze esistenti tra il tracciati in progetto e la mosaicatura nazionale della pericolosità da frana realizzata dall'ISPRA sulla base dei dati forniti dalle Autorità di Bacino Distrettuali (Rapporto ISPRA 2021 su Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio). A questo proposito si fa riferimento alla cartografia relativa (PG-PAI-D-11216, PAI-D-11316, PAI-D-11416) e alla tabella riportata nel capitolo dedicato (Tab.3.2/A).

Contestualmente è stato consultato anche l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (Progetto IFFI), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome, che censisce le frane verificatesi sul territorio nazionale secondo modalità standardizzate e condivise (APAT, 2007a). Dalla sua consultazione si riscontra che non sussistono particolari interferenze tra i tracciati in progetto e le aree perimetrate (perimetrazione frane, deformazioni gravitative profonde di versante e aree soggette a crolli o a frane superficiali diffuse) ad eccezione di un breve tratto riferito al tracciato "Collegamento dal PDE di Quiliano alla Rete Nazionale DN 650 (26)" DP 75 bar – Fase 2".

Si riporta nel seguito un breve riepilogo:

- *Allacciamento FSRU Alto Tirreno (tratto a Terra) DN 650 (26)" DP 100 bar e impianto PDE-IW: non si riscontra la presenza di aree perimetrate nell'intorno del tracciato;*
- *Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 500 (20)" DP 75 bar – Fase 1: non si rilevano interferenze dirette con perimetrazioni da frana.*

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ		REL-CGB-E-11005	
	ALTO TIRRENO		Fg. 49 di 51	Rev. 0
PROGETTO				
Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti				

- *Collegamento dall'impianto PDE alla Rete Nazionale Gasdotti DN 650 (26") DP 75 bar – Fase 2*: si riscontra la presenza di alcune aree perimetrate a frana lungo il percorso del tracciato; si segnala in particolare:
 - ✓ in prossimità del kp 8 (Comune di Quiliano) il metanodotto costeggia un'area perimetrata a frana (tipo di movimento complesso, codice identificativo 0090015000 del catalogo IFFI),
 - ✓ poco prima del kp 12 (Comune di Altare) il metanodotto costeggia un'area perimetrata a frana (tipo di movimento scivolamento rotazionale/traslato, codice identificativo 0090202500 del catalogo IFFI),
 - ✓ in prossimità del Kp 18, nel tratto di attraversamento mediante tecnologia trenchless (MT Bragno) nel Comune di Cairo Montenotte, il metanodotto intercetta (nel tratto intermedio per circa 160m) una frana quiescente che è stata stabilizzata e che ha un tipo di movimento complesso (codice identificativo 0090098700 del catalogo IFFI). Si evidenzia che tale tecnologia di attraversamento permetterà di annullare quasi totalmente l'interferenza del metanodotto con l'area perimetrata a dissesto.

Lo studio della sismicità è stato eseguito considerando i dati disponibili nei cataloghi ufficiali (es: INGV; ISPRA; etc.); in particolare, l'analisi della pericolosità sismica del territorio in esame ha fornito una valutazione dei seguenti aspetti:

- sismicità storica del territorio;
- caratterizzazione sismogenetica;
- definizione dell'azione sismica massima attesa.

In particolare, la distribuzione dei terremoti storici nell'area di interesse estratti dal catalogo CPT15) e dal database DBMI15 dimostra che la zona in studio è caratterizzata complessivamente da una sismicità bassa e molto bassa, sia dal punto di vista della frequenza di eventi che dei valori di magnitudo.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismogenetica, l'area oggetto di interesse, all'interno della quale è compreso il tracciato di progetto, non rientra nella zonazione sismogenetica proprio per la sua bassa sismicità. Non è infatti stata utilizzata per la valutazione della pericolosità sismica. Inoltre, il gasdotto in progetto non interferisce con alcuna zona sismogenetica.


Per quanto riguarda la classificazione sismica regionale, provinciale e comunale, i territori comunali interessati dal tracciato di progetto appartengono alle zone sismiche 3 e 4, associate ad una classe di pericolosità sismica bassa e molto bassa.

Per tutto ciò che è inerente alla caratterizzazione della risposta sismica locale lungo il tracciato, l'approccio proposto in questo studio si basa su una "estensione" del metodo semplificato riportato nelle NTC 2018, che consente la valutazione della risposta sismica locale di un sito specifico.

Tale studio ha evidenziato i seguenti valori di accelerazione massima attesa al suolo (PGA):

- **PGA = 0,079÷0,123g** per lo stato limite ultimo SLV ($T_R=950$ anni);

mentre i valori di velocità orizzontale minimi e massimi attesi al suolo (PGV) lungo il tracciato per lo stato limite ultimo (SLV) sono i seguenti:

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 50 di 51 Rev. 0

- **PGV = 0,056 m/s (PGA 0,079 g) ÷ 0,096 m/s (PGA 0,123 g)** per lo stato limite ultimo SLV ($T_R=950$ anni).

I valori di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo saranno considerati per la definizione delle verifiche degli stati tensionali indotti dallo scuotimento sismico del terreno (*ground shaking*) sui tratti rettilinei e curvi delle tubazioni interrate in occasione dell'azione sismica massima attesa in concomitanza con l'esercizio dell'opera, che andrà calcolata per tutti i diametri e gli spessori previsti per le condotte in esame.

Inoltre, lo studio di primo livello eseguito per la valutazione della pericolosità del tracciato rispetto all'interferenza con possibili Faglie Attive e Capaci (FAC) ha evidenziato che l'area interessata dalle opere in progetto non presenta interferenze con nessuna delle faglie capaci presenti in letteratura scientifica e censite nei database di riferimento (ITHACA).

Uguualmente la consultazione del catalogo CEDIT non evidenzia la presenza di eventi storici legati a fenomeni di liquefazione che ricadono all'interno dell'area oggetto di studio.

In base alle considerazioni emerse dal presente studio, si può affermare che l'opera in progetto risulta compatibile con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche del territorio attraversato, nonché con i relativi strumenti di pianificazione vigenti.

	PROGETTISTA		COMMESSA	UNITA' 400
	LOCALITÀ	ALTO TIRRENO		REL-CGB-E-11005
	PROGETTO	Progetto FSRU Alto Tirreno e Collegamento alla Rete Nazionale Gasdotti		Fg. 51 di 51 Rev. 0

8 RIFERIMENTI

- Carta Geologica Regionale con elementi di geomorfologia (CGR), tav. 229.3, "Vado Ligure", sc. 1:25000.
- Carta Geologica Regionale con elementi di geomorfologia (CGR), tav. 229.4, "Savona", sc. 1:25000.
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica, Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC), versione 1.0 Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome – Dipartimento della protezione civile, Roma, 2015.
- DISS Working Group (2018). Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.1: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M 5.5 in Italy and surrounding areas. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia; DOI:10.6092/INGV.IT-DISS3.2.1.
- Fortunato C., Martino S., Prestininzi A., Romeo R.W., coauthors Fantini A., Sanandrea P. (2012). New release of the Italian catalogue of earthquake-induced ground failures (CEDIT). Italian Journal of Engineering Geology and Environment, DOI: 10.4408/IJEGE.2012-02.O-05
- ISPRA-SGI, 2011, Carta Geologica d'Italia, Foglio 228 "Cairo Montenotte" Sc. 1:50000 e Note Illustrative.
- ISPRA-SGI, 2010, Carta Geologica d'Italia, Foglio 211 "Dego" Sc. 1:50000 e Note Illustrative.
- ITHACA (Italy HAZard from CApable faults). Sito web: <http://sgi1.isprambiente.it/ArcGIS/services/servizi/ithaca/mapserver/WMSserver?>.
- Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>).
- Meletti C. Valensise G., (2004). Zonazione sismogenetica ZS9, App. 2 al Rapporto Conclusivo.
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>).