

ONSHORE – BASILICATA – VAL D'AGRI




SVILUPPO POZZO PERGOLA 1 - ESECUZIONE INGEGNERIA DI FEED

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1

CD-FE	00	03/08/2022	Emissione per informazione	M. Roccheggiani	V. Nisii	R. Scioscia		
Stato di Validità	Numero Rev.	Data	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Approvato EP (se necessario)	Approvato Eni
Indice di revisione								
Nome e logo Company:			Nome del Progetto:		Identificativo documento Company:			
 Eni S.p.A.  progetti			Sviluppo pozzo Pergola 1 – Esecuzione Ingegneria di FEED Progetto N JA0698		078521BLRVQ2033 OdL Interno n° 4310487966			
Nome e logo Contractor:					Identificativo documento Contractor			
 SAIPEM					21-LA-E-80014 Contratto n. 4310495307			
Nome e logo Vendor/Subcontractor					Identificativo documento Vendor/Sub.			
					Ordine/Contratto n.			
Nome Impianto: COVA		Localizzazione: Onshore - Basilicata Val D'agri			Scala:		Foglio 1 di 31	
			SPECIFICA TECNICA		Supera il N.			
			RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1		Superato dal N.			
					Area d'impianto:		Unità d'impianto	



Software: Microsoft Word

File name: 078521BLRVQ2033_CDFE00_31.DOCX

  	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 2/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A		Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

EniProgetti	Verificato da (se richiesto)	Unità	Firma	Data
	Approvato da	Unità	Firma	Data



Eni	Rivisto da	Unità	Firma	Data
	Rivisto da	Unità	Firma	Data
	Rivisto da	Unità	Firma	Data

 	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 3/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

ELENCO REVISIONI



00	Emissione per informazione

PUNTI IN SOSPESO

 	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 4/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

INDICE

1	SCOPO E INFORMAZIONI GENERALI	5
	1.1. INTRODUZIONE	5
	1.2. SCOPO DEL DOCUMENTO	6
	1.3. TERMINI E DEFINIZIONI	7
	1.4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVE	7
2	AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE	10
3	CARATTERISTICHE DELLE INTERFERENZE	11
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GENERALE	13
5	CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	15
	5.1. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	15
	5.2. CARATTERIZZAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE	18
6	VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	23
7	VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITÀ AREA 1	24
	7.1. DESCRIZIONE DELL'AREA	24
	7.2. INDAGINI ESEGUITE E MODELLO GEOTECNICO	25
	7.3. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI	26
	7.4. RISULTATI DELLA VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITÀ	26
8	VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITÀ AREA 2	27
	8.1. DESCRIZIONE DELL'AREA	27
	8.2. INDAGINI ESEGUITE E MODELLO GEOTECNICO	28
	8.3. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI	29
	8.4. RISULTATI DELLA VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITÀ	30
9	CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI	31

 	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 5/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

1 SCOPO E INFORMAZIONI GENERALI

1.1. INTRODUZIONE

Il Distretto Meridionale (DIME) è stato istituito a Viggiano a fine 2008 per garantire un migliore raccordo con il territorio e le Istituzioni locali e una maggiore efficienza nella gestione delle attività in campo.

In particolare, il DIME gestisce la rete di raccolta Val d'Agri (RERA) che è stata oggetto di diversi studi volti ad incrementare la produzione degli idrocarburi estratti dai 34 pozzi attualmente attivi.

Detta rete, il cui schema è riportato in Figura 1-1 Estratto della Rete di Raccolta di interesse, è costituita da 5 dorsali che raccolgono la produzione dei pozzi di ogni concessione (Grumento Nova, Caldarosa, Caldarosa (ex Costa Molina) e Volturino) ed ha lo scopo di convogliare il fluido idrocarburico contenuto nella Concessione Unificata Val d'Agri nel Centro Olio (COVA), dove viene processato e separato nelle sue componenti principali (olio, acqua e gas).

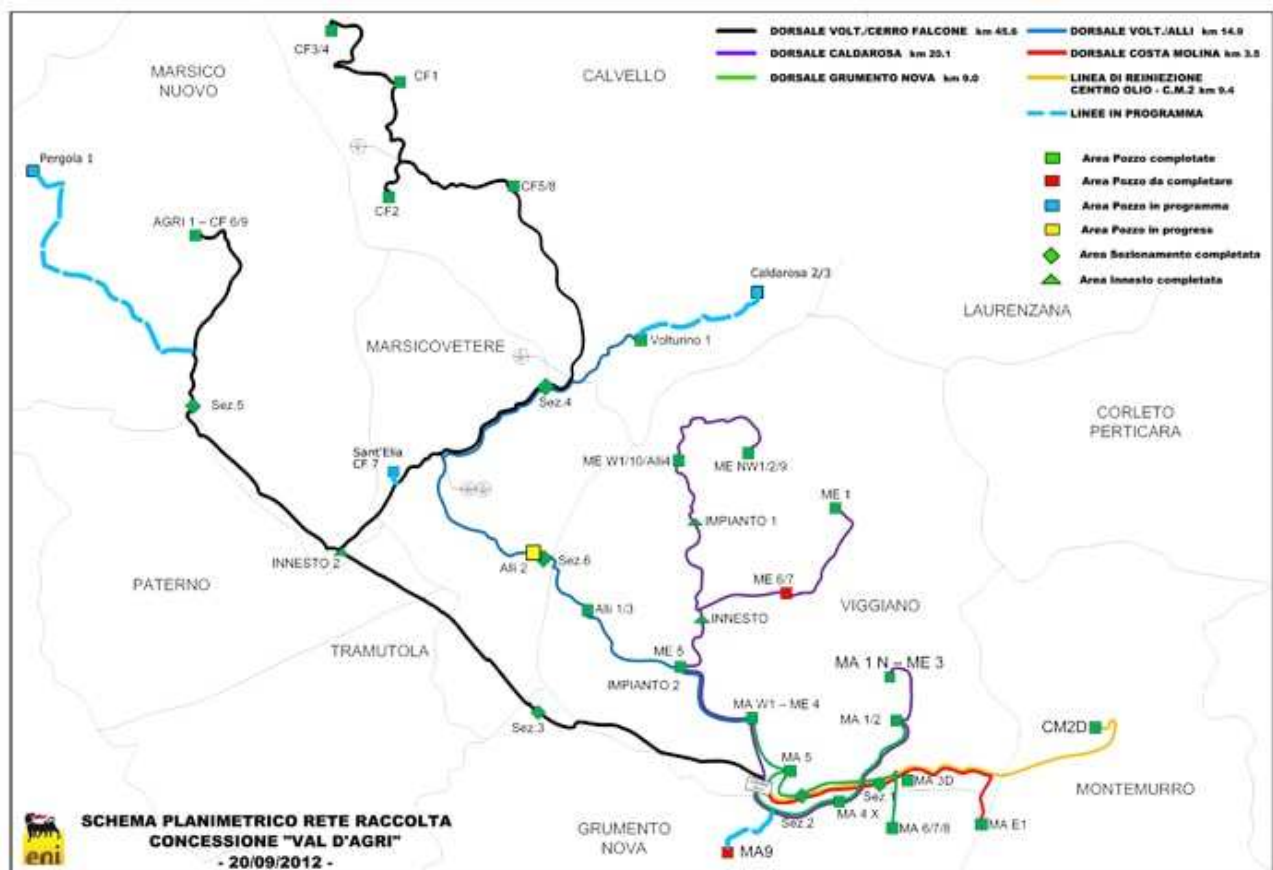



Figura 1-1 Estratto della Rete di Raccolta di interesse.

Il progetto è relativo agli interventi che il DIME intende realizzare per la messa in produzione del pozzo denominato "Pergola 1" che è stato realizzato nel territorio comunale di Marsico Nuovo in provincia di Potenza, Regione Basilicata.

Il progetto ha superato la fase di fattibilità e lo Studio di Impatto Ambientale (SIA) è in fase di completamento.

Il progetto prevede le seguenti principali attività:

- L'allestimento a produzione della esistente area pozzo Pergola 1;
- La realizzazione dell'Area Innesto 3;
- La posa di due condotte di collegamento interrate, da 8", per il trasporto dell'olio, dal pozzo Pergola 1 all'Area Innesto 3, per una lunghezza complessiva di circa di 8 km;

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 6/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

- Posa dei cavi di servizio fra Area Pozzo Pergola 1 e Area Innesto 3.

1.2. SCOPO DEL DOCUMENTO

Il progetto denominato “Sviluppo Pozzo Pergola 1” prevede la posa di due condotte di collegamento interrato, da 8”, per il trasporto dell’olio, dal pozzo Pergola 1 all’Area Innesto 3, per una lunghezza complessiva di circa di 8 km; Il Pozzo Pergola 1, ubicato sulla sommità pianeggiante di un rilievo calcareo ad una quota di circa 1.030 m s.l.m., è profondo 2300 m ed è un pozzo caratterizzabile come “gas condensati”, con un GOR pari a 1216 Sm³/m³ che dovrà essere allacciato al RERA esistente. La concessione ricade in un’area dell’Appennino Lucano e interessa, principalmente, l’alto fondovalle del fiume Agri e parte dei rilievi circostanti. Ha un’estensione di circa 525,90 km² e passa per 40 vertici rientranti nei fogli no. 199, 200, 210 e 211 della Carta d’Italia IGM in scala 1:100.000.

Tabella 1-2 Linee in progetto.

Denominazione	DN (mm)	DP (barg)	Lunghezza (km)
Pozzo Pergola 1 – Area innesto 3 (Linea Principale)	200	110	8,13
Pozzo Pergola 1 – Area innesto 3 (Linea di Riserva)	200	110	8,13



Il Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico costituisce lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d’uso del suolo e gli interventi riguardanti l’assetto idrogeologico dei bacini in cui ricadono gli interventi.

La prima parte del tracciato rientra nell’ambito dell’Autorità di Bacino Distrettuale dell’Appennino Meridionale nel territorio di competenza dell’ex Autorità di Bacino Regionale Campania Sud ed Interregionale per il Bacino Idrografico del Fiume Sele ed interferisce con aree classificate a rischio frana.

In particolare, questo documento è dedicato alla descrizione delle due interferenze del tracciato di progetto con le aree definite a pericolosità potenziale da frana moderata P_UTR1.

Tali aree vengono anche descritte come aree a moderata propensione all’innescamento-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento.

Il presente studio di dettaglio analizza e illustra compiutamente le interazioni previste tra l’opera in progetto e gli ambiti citati, fornendo quindi elementi utili ai fini dell’emissione del parere di compatibilità idrogeologica dell’opera da parte degli Enti coinvolti.

 	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 7/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

1.3. TERMINI E DEFINIZIONI



1.3.1. Abbreviazioni, Definizioni e Termini Specifici

Acronimo	Descrizione
DN	Diametro nominale
PSAI	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico
PSI	Persistent Scatterer Interferometry
PS	Persistent Scatterer
P_UTR1	Area a moderata propensione all'insacco-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento (Pericolosità potenziale da frana moderata)
UTR	Unità Territoriale di Riferimento

1.4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO E NORMATIVE

1.4.1. Leggi e Norme Nazionali

Rif.	Numero del documento	Titolo del documento
[1]	L. n. 349/1986	Istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale.
[2]	D. Lgs. 03/04/2006, n. 152	Norme in materia ambientale
[3]	D.M. 17/01/2018	Norme tecniche per le costruzioni
[4]	Legge n. 64 del 02/02/1974	Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
[5]	Decreto del Ministro dei LL.PP. del 11/03/1988	Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
[6]	Ordinanza del Presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 (e successive modifiche ed integrazioni)	Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica.
[7]	Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)	Gruppo di lavoro MS, 2008. Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome-Dipartimento della Protezione Civile, Roma.
[8]	D.M. 17 gennaio 2018, Gazzetta Ufficiale n. 42 del 20 febbraio 2018.	Suppl. Ordinario n. 8, Aggiornamento delle "Norme Tecniche per le costruzioni".
[9]	Circolare 21 gennaio 2019, n. 7, C.S.LL.PP. Gazzetta Ufficiale n. 35 del 11 febbraio 2019.	Suppl. Ordinario n.5, Istruzioni per l'applicazione dell'"Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2019.
[10]	Linee Guida n. 13 Comitato Italiano Gas (CIG)	Linee guida per l'applicazione della normativa sismica nazionale alle attività di progettazione, costruzione e verifica dei sistemi di trasporto e distribuzione per gas combustibile. Edizione di Marzo 2009.

 	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 8/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A		Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

Rif.	Numero del documento	Titolo del documento
[11]	Testo unico coordinato delle norme di attuazione	Testo unico coordinato delle norme di attuazione dei PSAI relativi ai bacini idrografici regionali in destra e in sinistra Sele ed interregionale del fiume Sele.
[12]	H6_Pericolosità_frana_48913	H6 – Carta della pericolosità da frana TAVOLA:48913

1.4.2. Standard della COMPANYY



Rif.	Numero del documento	Titolo del documento
[13]	03516.COS.CNS.STD	Construction and Installation of Onshore Pipeline
[14]	07486.ENG.PLI.PRG	Design Criteria for Buried Pipeline
[15]	28050.ENG.INT.REL	Risk based Identification of potential critical conditions for onshore pipelines integrity management
[16]	28907.ENG.PLI.STD	Carbon Steel Line Pipes for Onshore and Offshore Pipelines
[17]	EN 1594 (2013) - Annex E	Gas supply system – Pipelines for maximum operating pressure over 16bar
[18]	03516.COS.CNS.STD	Construction and Installation of Onshore Pipeline

1.4.3. Standard Internazionali

Rif.	Numero del documento	Titolo del documento
[19]	API 5L	Specification for Line Pipe
[20]	EN 1998–5. (2004). Eurocode 8	Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance Part 5: Foundations, retaining structures and geotechnical aspects
[21]	EN 1594 (2013) – Annex E	Gas supply system – Pipelines for maximum operating pressure over 16bar.
[22]	ASME B31.4	Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries
[23]	ISO 3183	Petroleum And Natural Gas Industries – Steel Pipe for Pipeline Transportation System
[24]	ISO 13623	Petroleum and Natural Gas industries – Pipeline Transportation Systems
[25]	ASCE-ALA	Guidelines for the Design of Buried Steel Pipe' July 2001 with addendum 2005


1.4.4. Studio di Fattibilità Ambientale

Rif.	Numero del documento	Titolo del documento
[26]	AMB_ME_06_369	Studio di fattibilità Ambientale
[27]	Allegato 09 n°2 Fogli	Carta geologica
[28]	Appendice 01 al AMB_ME_06_369	Relazione geologica

 	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 9/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

1.4.5. Documenti di Progetto

Rif.	No del documento	Titolo del documento
[29]	078521BLDNQ2008	PLANIMETRIA CON TRACCIATO DI PROGETTO (SCALA 1:10 000)
[30]	078521BLRBQ2030	DATI DI PROGETTAZIONE DI BASE PER CONDOTTE A TERRA (BEDD)
[31]	078521BLDNQ2036	ALIGNMENT SHEETS
[32]	078521BLRSQ3500	RAPPORTO DEL RILIEVO TOPOGRAFICO LUNGO IL CORRIDOIO DELLA CONDOTTA
[33]	078521BLRSQ3501	RAPPORTO DEL RILIEVO GEOTECNICO

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 10/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

2 AUTORITÀ DI BACINO DISTRETTUALE DELL'APPENNINO MERIDIONALE

L'ex Autorità di Bacino Interregionale del Sele ha realizzato la rivisitazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.S.A.I.) che era stato precedentemente adottato con delibera del Comitato Istituzionale n.31 del 29/10/2001.

Il Progetto di Piano rivisitato è stato adottato in via preliminare con delibera del Comitato Istituzionale n.1 del 04/04/2011 ed è divenuto vigente a far data dalla data di pubblicazione dell'avviso di adozione sulla G.U.R.I. n.109 del 12/05/2011.



Nel corso del completamento del procedimento di adozione del piano, è intervenuto il succitato riassetto istituzionale delle Autorità di Bacino, e il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, con le norme di attuazione e il programma degli interventi, è stato definitivamente adottato dall'Autorità di Bacino Campania Sud e Interregionale del Fiume Sele con delibera n.20 del 18/09/2012, entrando in vigore il 28/10/2012, giorno successivo alla pubblicazione dell'avviso sulla G.U.R.I. n.247.

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico relativo al bacino idrografico del fiume Sele costituisce Stralcio del Piano di Bacino (P.S.A.I.), ai sensi della vigente normativa in materia di difesa del suolo e ha valore di Piano territoriale di Settore.

A seguito della pubblicazione su G. U. n.27 del 20/02/2017 del D.M. 25 ottobre 2016, gli elaborati dei vigenti Piani di Assetto Idrogeologico - Rischio da frana e Rischio idraulico sono stati trasmessi all'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale, dalla Regione Campania Direzione Generale dei LL.PP., con nota prot. 1085 del 17/05/2017, acquisita con prot. 3525 del 17/05/2017.

Il piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni, le norme d'uso del suolo e gli interventi riguardanti l'assetto idrogeologico del bacino idrografico del Sele e, ai sensi della vigente normativa in materia di difesa del suolo, esso individua:

- a. le aree a pericolosità e rischio idrogeologico molto elevato, elevato, medio e moderato, ne determina la perimetrazione e definisce le relative norme di attuazione;
- b. le aree oggetto di azioni per prevenire la formazione e l'estensione di condizioni di rischio;
- c. le tipologie per la programmazione e la progettazione degli interventi, strutturali e non strutturali, di mitigazione o eliminazione delle condizioni di rischio.

 	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 11/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

3 CARATTERISTICHE DELLE INTERFERENZE


Per quanto riguarda il pericolo da frana, dall'analisi della cartografia del PSAI risulta che il tracciato in progetto interferisce con due aree classificate come a pericolosità potenziale da frana moderata P_UTR1, definite anche come a moderata propensione all'innescò-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unita Territoriale di Riferimento.

Come disciplinato dall'articolo 35 e 36 delle norme di attuazione, nelle aree classificate P_UTR1 è consentito qualunque intervento previsto dallo strumento urbanistico comunale o altra pianificazione sovraordinata.

Nella seguente tabella (Tab. 3-1) sono riportati alcuni dettagli relativi alle due interferenze oggetto di questa relazione.

Tabella 3-1 Interferenze con aree a Pericolosità da Frana P_UTR1

Denominazione	da (km)	a (km)	Percorrenza (m)	Comune	Classe di pericolosità
POZZO PERGOLA 1 - AREA INNESTO 3					
Area 1	0	0,084	84	Marsico Nuovo	P_UTR1
Area 2	2,455	2,481	26	Marsico Nuovo	P_UTR1

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 12/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

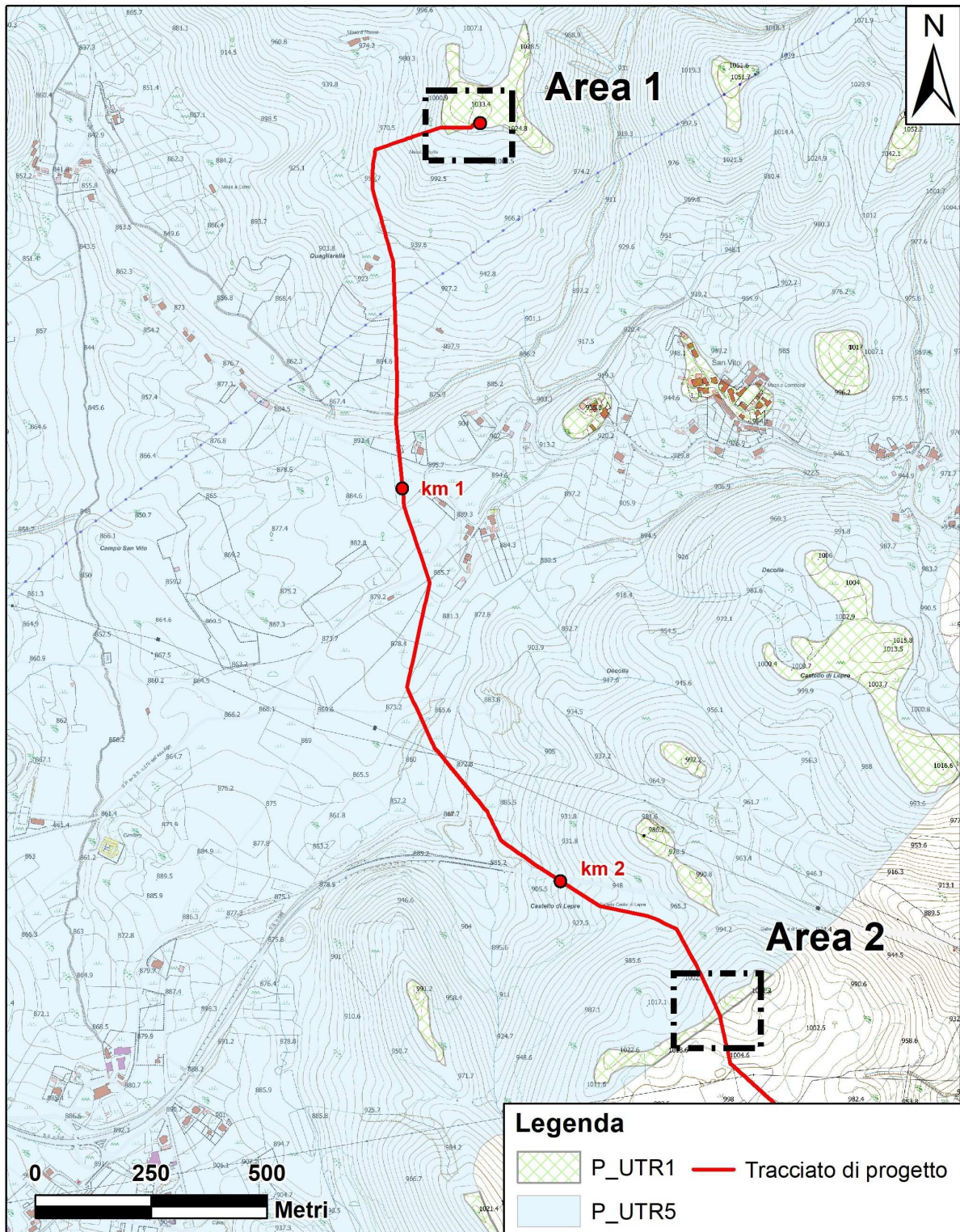



Figura 3-1 Corografia dell'area di studio. Nei riquadri sono indicate le interferenze con le aree P_UTR1.

Per quanto riguarda l'inquadramento territoriale e la descrizione delle aree in esame, con relativa cartografia, si rimanda al successivo Capitolo 7 e 8 "Verifica Tecnica di compatibilità Area 1" e "Verifica Tecnica di compatibilità Area 2".

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 13/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO GENERALE

L'area di studio è inserita nel bacino idrografico dell'Agri, situato nella zona assiale dell'Appennino meridionale. La Val d'Agri è una valle intermontana di età quaternaria di età quaternaria legata ad una tettonica compressiva che ha comportato la creazione di una serie di coltri di sovrascorrimento, orientata in senso NW-SE con un fondovalle lungo circa 30 km e largo 9 km.

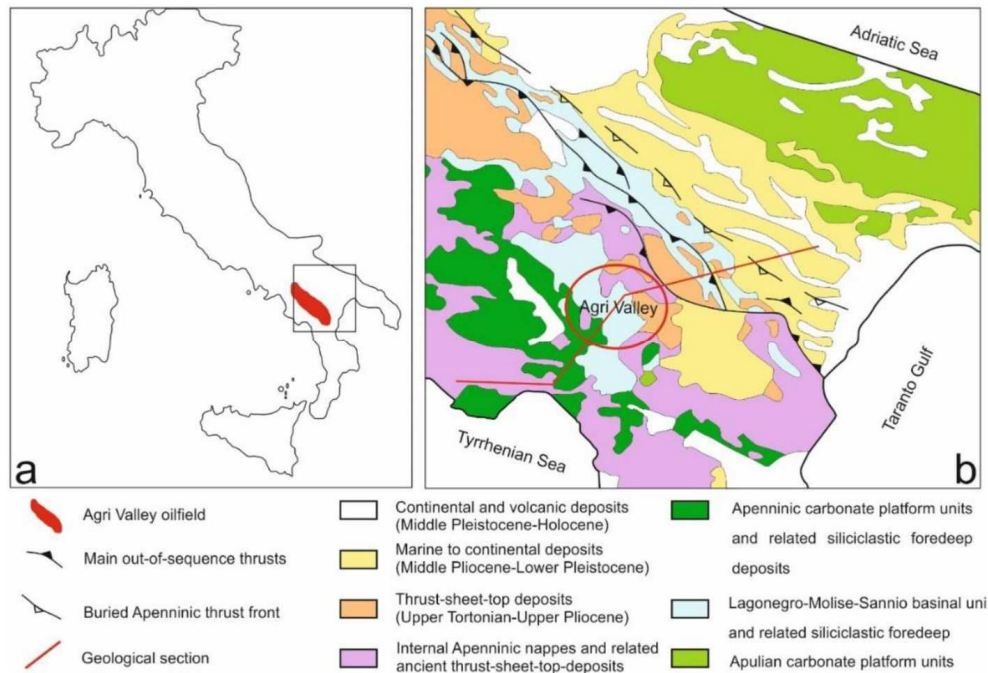



Figura 3-1 (a) Localizzazione dell'area di studio. (b) Mappa strutturale-geologica schematica dell'Appennino meridionale da Patacca et al., 1992 (modificata da Rizzo et al., 2020).

L'alta Val d'Agri è ubicata sull'asse principale dell'Appennino meridionale, ed è definita da rilievi le cui quote si aggirano dai 1.200 metri dei Monti della Maddalena ai 2.005 metri del Monte Sirino. Essa è delimitata a nord-nord-est dal gruppo montuoso Calvelluzzo-Volturino-Monte di Viggiano-Sant'Enoc, a ovest dai Monti della Maddalena, a sud dal Monte Sirino e dal Monte Raparo, aprendosi verso est-sud-est dove per circa un centinaio di chilometri scorre il fiume Agri prima di sfociare nel mar Ionio. La valle si estende da sud-est verso nord-ovest per circa 140 chilometri quadrati, ed è larga massimo 12 chilometri, sviluppandosi nella piana alluvionale a una quota media di circa 600 metri sul livello del mare.

La Val d'Agri si presenta prevalentemente pianeggiante, la sua regolarità è interrotta da conoidi di deiezione e incisioni fluviali, a testimonianza dell'attività di sollevamento dell'area e dell'erosione dei versanti, e da colline e rilievi di modeste dimensioni prevalentemente calcarei del substrato emergenti dalla piana, resti delle antiche strutture sedimentarie. I conoidi alluvionali sono soprattutto riconoscibili alla base dei versanti meridionali del gruppo montuoso del Volturino-Monte di Viggiano e testimoniano le fasi di maggiore erosione degli stessi da parte degli agenti atmosferici e di ben precisi andamenti climatici.

La sequenza stratigrafica del bacino dell'alta Val d'Agri, caratterizzata da tassi di sedimentazione differenziabili in apporti di piana e di conoide alluvionale, ha costituito notevoli pile sedimentarie alternate da paleosuoli, testimonianze di periodi climatici caratterizzati da stabilità ambientale, intervallati da eventi di sollevamento e quindi di erosione nel corso del Quaternario.


Alla fine del Pleistocene superiore si registra un tasso di erosione maggiore rispetto a quello di sedimentazione che determina l'incisione della soglia da parte del fiume Agri e l'incisione dei sedimenti di piana alluvionale mettendo la sequenza sedimentaria a giorno su scarpate ripide che costeggiano lo stesso asse fluviale. Nel periodo olocenico, l'incisione dei depositi alluvionali dette inizio alla formazione dei terrazzi morfologici

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 14/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

determinati all'interno della successione stratigrafica di età pleistocenica.

Le aree direttamente interessate dal progetto interessano le seguenti unità geologiche:

- **Unità Lagonegrese II** (Primo tratto delle condotte di collegamento);
- **Unità della Piattaforma appenninica (Monti della Maddalena)** (settore centrale del tracciato delle condotte - area di Castel di Lepre);
- **Depositi Continentali Quaternari** (tratti che si sviluppano in corrispondenza delle aree vallive);

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 15/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

5 CARATTERIZZAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

La caratterizzazione dell'azione sismica attesa nelle due aree P_UTR1 è stata definita considerando le norme attualmente in vigore (NTC 2018).

5.1. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Le nuove 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 TR considerati dalla pericolosità sismica, tre parametri:

- **a_g**: accelerazione orizzontale massima al bedrock con superficie topografica orizzontale;
- **F₀**: 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).

In Tabella 5-1 sono riportati i valori minimi di Vita Nominale (V_N) di progetto da assegnare ai diversi tipi di costruzioni.



 	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 16/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

Tabella 5-1 Valori minimi della Vita Nominale VN di progetto per i diversi tipi di costruzioni (Tab. 2.4.I delle NTC 2018)

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Il coefficiente d'uso (C_U) è assegnato sulla base della classe d'uso a cui può essere riferita la costruzione in progetto. La definizione delle classi d'uso è riferita alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso dell'infrastruttura. In accordo alle NTC 2018 (cfr. § 2.4.2 delle NTC 2018), le costruzioni sono suddivise in Classi d'Uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5/11/2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il valore di ciascun coefficiente d'uso (C_U) associato alle classi d'uso è riportato in Tab. 5-2 (cfr. § 2.4.3 delle NTC 2018).

Tabella 5-2 Valori del coefficiente d'uso C_U (rif. Tab. 2.4.II delle NTC 2018)

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1,0	1,5	2,0


Le NTC 2018 definiscono l'azione sismica considerando un periodo di ritorno (T_R) che è funzione della probabilità di superamento (P_{VR}) di un valore di accelerazione orizzontale nella vita di riferimento dell'opera (V_R).

In accordo con il Decreto del capo dipartimento della Protezione Civile nr. 3685 del 21/10/2003 il gasdotto in progetto è considerato opera strategica (Classe d'uso IV e quindi Coefficiente d'uso 2 per le NTC 2018).

L'infrastruttura in progetto rientra nelle costruzioni con livelli di prestazioni ordinari, quindi con valore minimo di vita nominale pari a 50 anni.

Di conseguenza, assumendo $V_N=50$ anni e $C_U=2$ si ottiene una Vita di Riferimento (V_R) dell'opera pari a:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 100 \text{ anni.}$$

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 17/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

Le probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale (P_{VR}) nella vita di riferimento dell'opera (V_R) sono funzione dell'importanza dell'opera e dello stato limite considerato (cfr. § 7.1 delle NTC 2018).

Data l'importanza dell'opera ed in accordo al paragrafo 7.1 delle NTC 2018, sono stati considerati due stati limite:

- Stato Limite di Danno SLD (in esercizio);
- Stato Limite di salvaguardia della Vita SLV (a rottura).

I rispettivi valori di probabilità di superamento (P_{VR}) sono forniti nella Tab. 5-3 (rif. Tabella 3.2.I delle NTC 2018).

Tabella 5-3 Probabilità di superamento PVR in funzione dello stato limite considerato (Tab. 3.2.I delle NTC 2018)

Stati Limite	P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R	
Stati limite di esercizio	SLD	81%
	SLV	10%
Stati limite ultimi	SLC	5%

Da tali assunzioni sono stati calcolati i valori dei periodi di ritorno (T_R) per i due stati limite in accordo alla seguente espressione (cfr. Par. C3.2.1 e Tabella C.3.2.1 della Circolare 21 gennaio 2019, n. 7, C.S.LL.PP. Gazzetta Ufficiale n. 35 del 11 febbraio 2019):


$$T_R = -\frac{V_N}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Per i due stati limite considerati si ottengono i seguenti periodi di ritorno (T_R):

- 100 anni per lo Stato Limite di Danno (SLD);
- 950 anni per uno Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV).

Calcolati i periodi di ritorno (T_R) per i due stati limite (SLD e SLV) è stato determinato l'andamento dei valori di accelerazione orizzontale massima (a_g , espressi in g) attesi al bedrock con superficie topografica orizzontale nelle aree in studio, interpolando i dati NTC2018.

I valori di accelerazione orizzontale massima attesa al bedrock (a_g) sono riportati nel paragrafo successivo.

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 18/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

5.2. CARATTERIZZAZIONE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE

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 Tabella 5-4 sono descritte le caratteristiche per l'assegnazione delle categorie topografiche.

Tabella 5-4 Descrizione delle categorie topografiche previste dalle NTC 2018 (cfr, Tab. 3.2.III delle NTC 2018)

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Sulla base dei dati *Digital Terrain Model* (DTM), disponibili lungo il corridoio di progetto, è stata eseguita un'analisi delle pendenze, attraverso la quale sono state attribuite le categorie topografiche lungo il tracciato.

Le NTC 2018 assegnano dei coefficienti di amplificazione (S_T) (cfr. Tab. 3.2.V delle NTC 2018), per ciascuna

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 19/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

delle categorie topografiche definite in Tab. 5-4.

In Tab. 5-5 sono riportati i valori dei coefficienti di amplificazione topografica corrispondenti a ciascuna categoria.

Tabella 5-5 Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST (Tab. 3.2.V delle NTC 2018)

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

In generale, la variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove S_T assume il valore massimo riportato nella Tabella 5-5, fino al livello di base, dove S_T assume valore unitario (cfr. § 3.2.3.1 delle NTC 2018).

L'area interessata dal tracciato del metanodotto in progetto presenta una configurazione topografica semplice; pertanto, è possibile fare riferimento alla Tab. 3.2.III delle NTC 2018 per l'identificazione delle categorie topografiche.

L'analisi topografica, derivata dal modello di elevazione digitale del terreno (DTM), ha consentito l'assegnazione della categoria topografica alle due aree in studio:

- AREA 1: categoria topografica **T1**
- AREA 2: categoria topografica **T2**

In diretta correlazione alla Tab. 3.2.V delle NTC 2018, sono stati definiti i seguenti coefficienti di amplificazione topografica (S_T):

- Coefficiente di amplificazione topografica per categorie T1: $S_T=1,0$
- Coefficiente di amplificazione topografica per categorie T2: $S_T=1,2$

La caratterizzazione delle unità geologiche presenti lungo il tracciato in progetto è stata realizzata sulla base di mappe e informazioni geologiche, geomorfologiche disponibili (cartografia di base e letteratura tecnico-scientifica), integrate con informazioni ottenute da sopralluoghi, da risultati delle indagini geonostiche in sito.

L'assegnazione delle categorie di sottosuolo dei terreni affioranti lungo il tracciato in progetto è stata eseguita in accordo all'approccio semplificato delle NTC 2018 (cfr Tab. 3.2.II delle NTC 2018), come descritto in Tab. 5-6.



 	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 20/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

Tabella 5-6 Descrizione delle categorie di sottosuolo (Tab. 3.2.II delle NTC 2018)

Categoria	Descrizione
A	<i>Annessi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.</i>
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.</i>

La definizione della velocità equivalente ($V_{s,eq}$) nelle NTC 2018 rappresenta la velocità media di propagazione delle onde di taglio (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{s,i}$ velocità delle onde sismiche di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come la formazione costituita da roccia o terreno rigido, caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30m$ nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

In accordo alle nuove norme NTC 2018, la caratterizzazione dell'azione sismica attesa in superficie deve essere eseguita attraverso la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio (V_s). Pertanto, sono state eseguite una serie di prove indirette di tipo MASW (N. 4 indagini) lungo il tracciato in progetto.

La localizzazione delle prove sismiche è stata opportunamente riferita ad aree identificate come rappresentative dei contesti geologici-geomorfologici e litologici presenti lungo il tracciato di progetto.

Alle aree P_UTR1 oggetto di questo studio sono state assegnate le seguenti categorie di sottosuolo:

- **AREA 1:** categoria di sottosuolo **B**
- **AREA 2:** categoria di sottosuolo **A**

Assegnate le categorie di sottosuolo, i valori dei coefficienti di amplificazione stratigrafica (S_s) sono stati definiti in accordo alla Tabella 3.2.IV delle NTC 2018 (rif. Tab. 5-7).


	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 21/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

Tabella 5-7 Espressioni per il calcolo del coefficiente di amplificazione stratigrafica (SS) in funzione della categoria di sottosuolo (Tab. 3.2.IV delle NTC 2018)

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

Il coefficiente di amplificazione topografica (S_T) e il coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) sono necessari per il calcolo del valore di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo (PGA).

La stima dell'accelerazione orizzontale di picco in superficie (PGA) attesa nel periodo di ritorno considerato e lungo il territorio di interesse si ottiene dal prodotto tra il fattore di risposta sismica locale S e l'accelerazione massima orizzontale attesa al suolo rigido a_g , in accordo alla seguente espressione:

$$PGA = a_g \cdot S$$

Il coefficiente S, che tiene conto del coefficiente di amplificazione topografico (S_T) e di quello di amplificazione stratigrafico (S_s), può essere calcolato mediante la relazione (cfr. Par. 3.2.3 delle NTC2018):

$$S = S_s \cdot S_T$$

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) per lo stato limite ultimo (SLV, $T_R=950$ anni) determinati attraverso l'interpolazione della griglia nazionale dell'INGV risultano essere:

- a_g AREA 1 = 0,346 g
- a_g AREA 2 = 0,346 g

Questi valori, moltiplicati per i differenti coefficienti di amplificazione S individuati nelle aree in esame, hanno permesso la stima dei seguenti valori di accelerazione massima attesa al suolo (PGA) per lo stato limite ultimo SLV ($T_R=950$ anni):

- **PGA AREA 1** = 0,420 g
- **PGA AREA 2** = 0,346 g

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:

- ag: accelerazione di picco attesa al substrato rigido (espressa in g);
- S: fattore di risposta sismica locale;
- Tc: periodo del tratto iniziale a velocità costante dello spettro.

Quest'ultimo parametro si ottiene dalla formula:

$$T_c = C_c \cdot T_c^*$$

  	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 22/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

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)


Mediante tale relazione sono stati calcolati i valori di velocità orizzontale minimi e massimi attesi al suolo (PGV) nelle aree in esame per lo stato limite ultimo (SLV, $T_R=950$ anni):

- **PGV AREA 1** = 0,366 m/s (PGA 0,420 g)
- **PGV AREA 2** = 0,302 m/s (PGA 0,346 g)

In Tabella 5-8 sono riportati i valori massimi attesi di velocità orizzontale (PGV) agli Stati Limite di Danno e di Vita per la linea in progetto.

Tabella 5-8 Valori massimi attesi di accelerazione orizzontale al suolo (PGA) e di velocità orizzontale (PGV) per gli Stati Limite di Danno e di salvaguardia della Vita relativi alle aree P_UTR1

Denominazione	DN	L (m)	TR (anni) = 100		TR (anni) = 950	
			a_{max} (g)	v_{max} (m/s)	a_{max} (g)	v_{max} (m/s)
Area 1	200 (8")	84	0,173	0,133	0,420	0,366
Area 2	200 (8")	26	0,115	0,088	0,346	0,302

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 23/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

6 VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

Col termine di liquefazione si intende generalmente la perdita di resistenza dei terreni saturi, sotto sollecitazioni di taglio cicliche o monotoniche, in conseguenza delle quali il terreno raggiunge una condizione di fluidità pari a quella di un liquido viscoso.


Ciò avviene quando la pressione dell'acqua nei pori aumenta progressivamente fino ad eguagliare la pressione totale di confinamento e quindi allorché gli sforzi efficaci, da cui dipende la resistenza al taglio, si riducono a zero.

Questi fenomeni si verificano soprattutto nelle sabbie fini e nei limi saturi di densità da media a bassa e a granulometria piuttosto uniforme, anche se contenenti una frazione fine limoso-argillosa.

Le caratteristiche stratigrafiche dell'immediato sottosuolo delle aree in studio, situate in nell'area sommitale di rilievi calcarei con presenza di roccia sub-affiorante, permettono di escludere l'instaurarsi di fenomeni di alterazione locale (liquefazione) delle caratteristiche di resistenza al taglio dei terreni in concomitanza di eventi sismici.

In particolare, in accordo a quanto previsto nelle N.T.C., al punto 7.11.3.4.2, la verifica a liquefazione può essere omessa per entrambe le aree in esame in quanto:

- la distribuzione granulometrica è esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) delle NTC 2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 7.11.1(b) delle NTC2018 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 24/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE		00
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

7 VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITÀ AREA 1

La verifica tecnica di compatibilità riguarda l'interferenza del tracciato delle condotte con un'area classificata P_UTR1, posta tra il punto iniziale della linea (in area pozzo) ed il km 0,084 circa.

7.1. DESCRIZIONE DELL'AREA

Si tratta di un'area ubicata a nord-ovest dell'abitato di Marsico Nuovo, ad ovest del Monte Volturino, ad una quota di circa 1030 m.

Questa zona P_UTR1 ricopre interamente la sommità del rilievo sul quale si trova l'area Pozzo Pergola 1 (Fig. 7-1).

In particolare, l'interferenza con il tracciato delle condotte è limitata agli 84 metri (circa) iniziali, 30 m dei quali in area pozzo e i restanti 54 m circa in corrispondenza di un un'area fittamente boscata e semi-pianeggiante (Fig. 7-2), posta immediatamente a monte della successiva discesa lungo il versante occidentale.

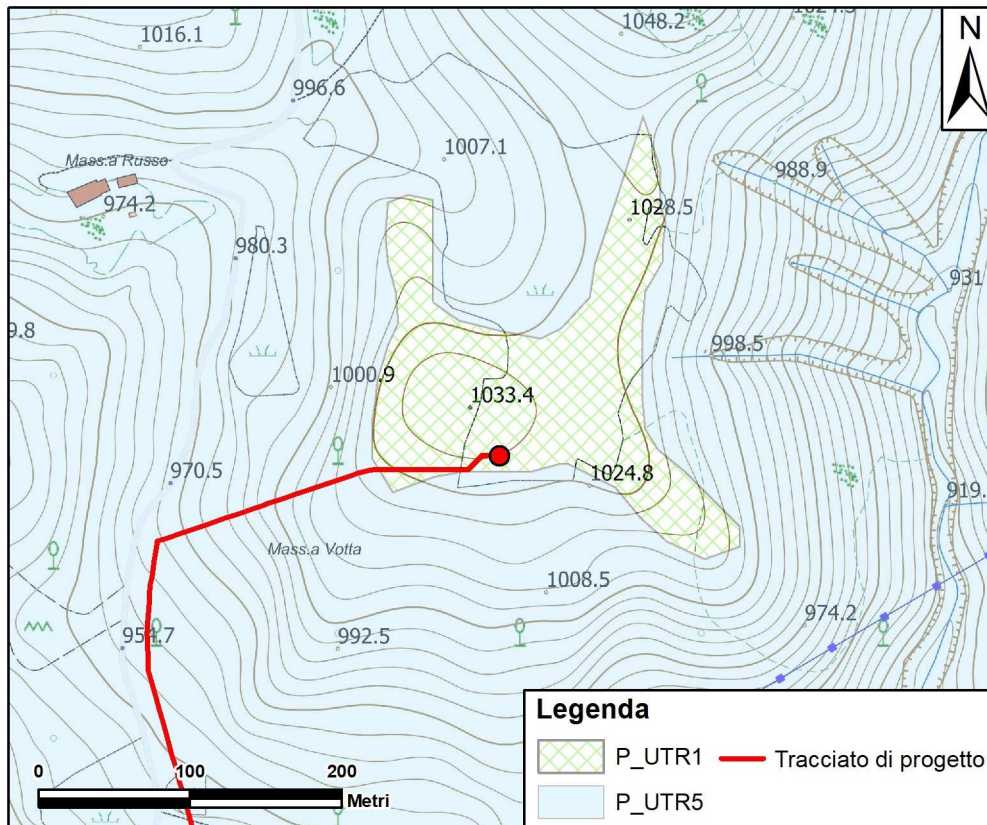



Figura 7-1 Corografia dell'Area 1 (P_UTR1)

Dall'analisi della cartografia geologica esistente e da quanto osservabile in sito, l'area è caratterizzata dalla presenza in sub-affioramento dei litotipi appartenenti agli scisti silicei (STS_c , Giurassico) in prossimità del contatto con i sottostanti calcari con selce (SLC_c , Triassico).

La situazione è localmente complicata dalla presenza della vegetazione e della copertura detritica che ricopre superficialmente i litotipi del substrato rendendoli non propriamente visibili in affioramento.

Nonostante le pendenze che caratterizzano i versanti che bordano il rilievo (dell'ordine del 45% ed oltre), la stabilità complessiva dell'area è buona. Non sono stati osservati fenomeni di dissesto gravitativo in atto o quiescente. Lungo i versanti e tantomeno in corrispondenza del rilievo non sono stati rilevati indizi morfologici legati alla dinamica evolutiva dei versanti sia legati ai processi gravitativi che erosivi dovuti alle acque ruscellanti superficiali.

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 25/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

La buona stabilità dell'area e dei versanti, insieme alle forti pendenze che le caratterizzano, lasciano supporre un forte controllo della litologia compente sul contesto morfologico, con la presenza di unità rocciose in sub-affioramento.



Figura 7-2 Fotografia dell'Area 1 lungo la direzione delle condotte


7.2. INDAGINI ESEGUITE E MODELLO GEOTECNICO

Il modello geotecnico del sottosuolo è stato definito sulla base del quadro delle conoscenze riguardanti il territorio attraversato dalla condotta in progetto e considerando i risultati della campagna geognostica eseguita nell'antistante area pozzo.

La presenza di fitta vegetazione non ha permesso di eseguire indagini in esatta corrispondenza del tratto di interferenza. Tuttavia, data la prossimità delle indagini eseguite per la progettazione impianti e l'omogeneità geologico-strutturale dell'area sommitale del rilievo, l'esame dei risultati ottenuti nelle indagini eseguite ha consentito di ricostruire la successione stratigrafica della zona interessata dall'opera in progetto.

Tale successione può essere schematizzata a grandi linee con un modello a tre strati caratterizzato da:

- *Strato 1*: coltre di copertura (sedimenti di origine eluvio-colluviale);
- *Strato 2*: substrato alterato e/o fratturato;
- *Strato 3*: formazione calcarea.

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 26/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

7.3. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI

Dal punto di vista geotecnico il sottosuolo è stato suddiviso in tre orizzonti stratigrafici.

La parametrizzazione geotecnica è la seguente:

Strato 1: dal p.c. a 3,00 m circa di profondità

Coltre di copertura eluvio-colluviale

- Peso di volume $\gamma = 18-19 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito interno $\varphi = 22-23^\circ$
- Coesione efficace $c' = 0,3 \text{ t/m}^2$

Strato 2: da 3,0 a 10,0 m circa di profondità

Formazione calcarea alterata e fratturata

- Peso di volume $\gamma = 19-21 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\varphi = 22-25^\circ$
- Coesione efficace $c' = 1,0 \text{ t/m}^2$

Strato 3: da 10,0 m circa di profondità in poi

Formazione calcarea

- Peso di volume, $\gamma = 21-23 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\varphi' = 35-45^\circ$

Falda acquifera


Le caratteristiche litologiche e geomorfologiche dell'area rendono improbabile la presenza della falda acquifera nei primi metri di profondità.

7.4. RISULTATI DELLA VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITÀ

I sopralluoghi e l'esame delle caratteristiche geologico/geomorfologiche dell'attraversamento dell'area P_UTR1 in oggetto mostrano un quadro di sostanziale stabilità e l'assenza di particolari fattori predisponenti al dissesto.

Inoltre, si ritiene che date le pendenze moderate e il modesto diametro delle condotte che comporterà un volume di scavo ridotto, si possano escludere modificazioni sostanziali delle condizioni di stabilità del versante attraversato.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area P_UTR1 a pericolosità potenziale da frana moderata esistano le condizioni di compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di stabilità dell'area analizzata.

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 27/31
					Stato di validità CD-FE	Rev. N° 00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

8 VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITÀ AREA 2

La verifica tecnica di compatibilità riguarda l'interferenza del tracciato delle condotte con una area classificata come P_UTR1, posta tra il km 2,455 ed il km 2,481 circa.

8.1. DESCRIZIONE DELL'AREA

Si tratta di un'area ubicata ad ovest dell'abitato di Marsico Nuovo, a circa 2,5 km dal centro abitato, ad una quota di circa 1027 m. Questa zona P_UTR1 è una sottile striscia che unisce le sommità di due rilievi calcarei, facenti parte del complesso di Castel di Lepre, lungo la linea di spartiacque (Fig. 8-1).

In particolare, l'interferenza con il tracciato delle condotte è limitata a soli 26 metri (circa), in un'area di versante rocciosa, ricoperta solamente da un sottile strato di terreno residuale/vegetale e declinante verso S-O (Fig. 8-2).

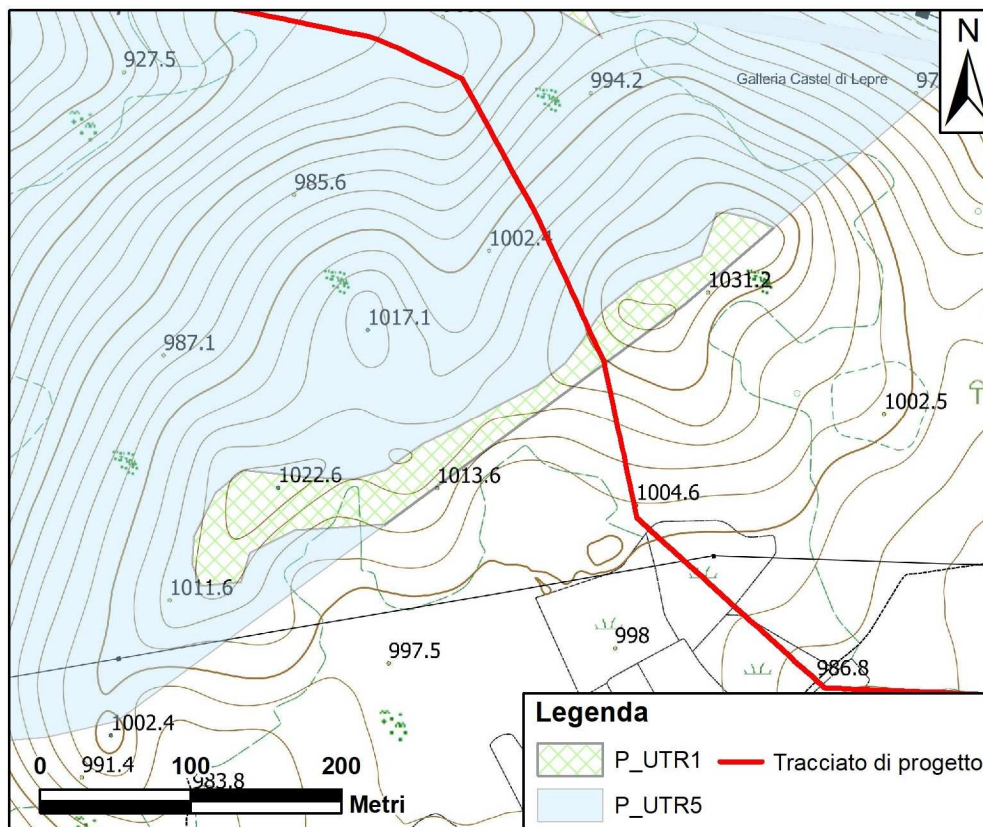


Figura 8-1 Corografia dell'Area 2 (P_UTR1)

Dall'analisi della cartografia geologica esistente e da quanto osservabile in sito, l'area è caratterizzata dalla presenza in affioramento dei litotipi appartenenti ai Calcari Bio-litoclastici con rudiste (CBI).

Questa formazione rocciosa cretacea caratterizza tutta l'area di Castel di Lepre ed è contraddistinta da calcari cristallini in strati di 60 cm a banchi, localmente brecciati con interstrati pelitici generalmente sottili con rudiste in frammenti.


	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 28/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							



Figura 8-2 Fotografia dell'Area 2

8.2. INDAGINI ESEGUITE E MODELLO GEOTECNICO

Il modello geotecnico del sottosuolo è stato definito sulla base del quadro delle conoscenze riguardanti il territorio attraversato dalle condotte in progetto e considerando i risultati della campagna geognostica lungo il tracciato.

La posizione scomoda, difficilmente raggiungibile con macchinari adeguati, non ha permesso di eseguire indagini dirette in esatta corrispondenza del tratto di interferenza. Tuttavia, dai sopralluoghi effettuati è emersa la presenza di roccia calcarea sub-affiorante in posto, a tratti coperta da un sottile strato di terreno vegetale e/o di alterazione.

È stato quindi possibile ricostruire la successione stratigrafica della zona interessata dall'opera in progetto.

Tale successione può essere schematizzata a grandi linee con un modello a due strati caratterizzato da:


- *Strato 1*: formazione calcarea alterata e fratturata;
- *Strato 2*: formazione calcarea compatta in posto.

Inoltre, per indagare la presenza o meno di fenomeni di dissesto, è stata eseguita una analisi interferometrica satellitare PSI (*Persistent Scatterer Interferometry*).

Questa tecnica di telerilevamento satellitare permette di rilevare da remoto i movimenti del terreno con precisione millimetrica, sfruttando edifici o affioramenti rocciosi come riflettori naturali a terra.

I dati radar utilizzati sono stati acquisiti dalla missione Sentinel-1 dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA), in orbita ascendente, dal 2017 a tutto il 2021.

I risultati, mostrati in Fig. 8-3, non evidenziano movimenti apprezzabili nell'arco temporale indagato, con valori di velocità media annuale dei riflettori stimate nell'ordine degli 0,5-2 mm l'anno. L'area risulta pertanto stabile e si escludono fenomeni di dissesto in atto. Si evidenzia come siano rilevabili diversi riflettori (PS), a testimonianza del contesto prettamente roccioso che caratterizza l'area in studio.

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 29/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

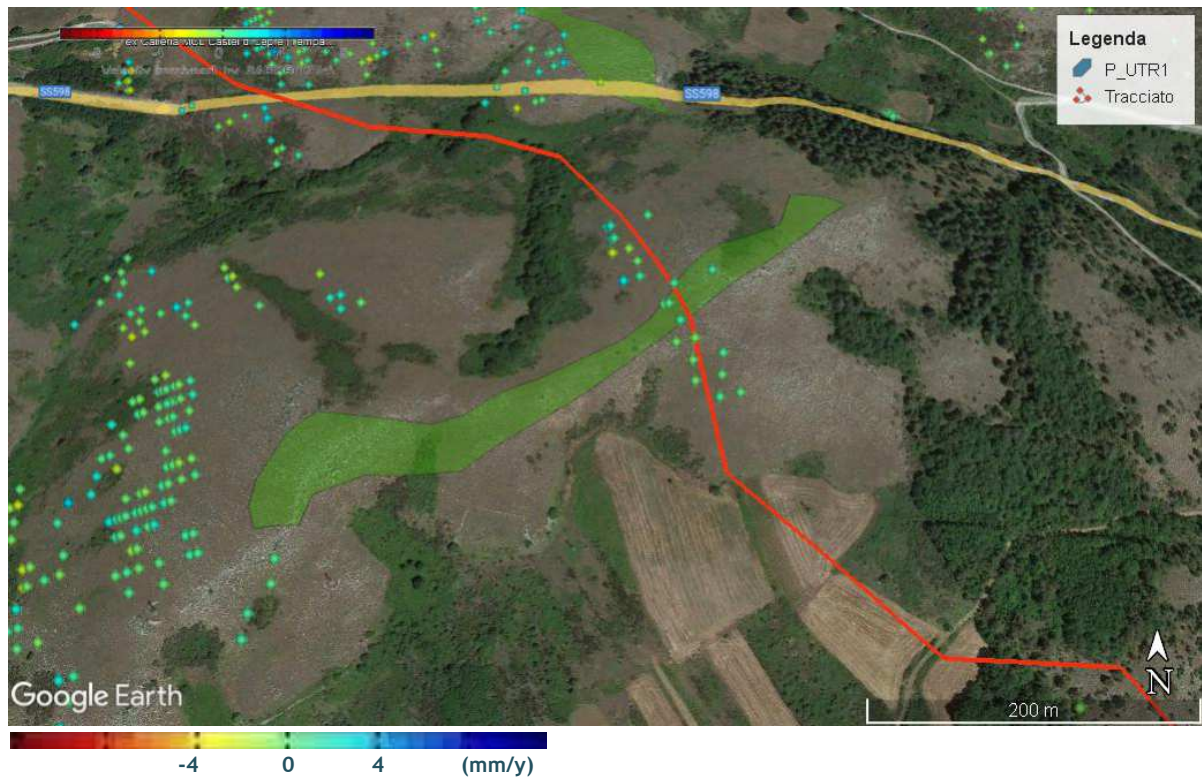


Figura 8-3 Analisi interferometrica satellitare PSI. I riflettori a terra (PS) sono visibili nell'immagine come punti colorati. Il colore esprime la velocità media annuale in mm/anno.

8.3. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E GEOTECNICHE DEI TERRENI

Dal punto di vista geotecnico il sottosuolo può essere suddiviso in due orizzonti stratigrafici.

La parametrizzazione geotecnica è la seguente:

Strato 1: dal p.c. sino a 2 m di profondità

Formazione calcarea alterata e fratturata

- Peso di volume $\gamma = 22-23 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\varphi' = 30-40^\circ$


Strato 2: da 2 m di profondità in poi

Formazione calcarea compatta

- Peso di volume $\gamma = 23-24 \text{ kN/m}^3$
- Angolo di attrito $\varphi' = 35-45^\circ$

Falda acquifera

Le caratteristiche litologiche e geomorfologiche dell'area rendono improbabile la presenza della falda acquifera nei primi metri di profondità.

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 30/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

8.4. RISULTATI DELLA VERIFICA TECNICA DI COMPATIBILITÀ


I sopralluoghi effettuati e l'esame delle caratteristiche geologico/geomorfologiche mostrano che in corrispondenza dell'area P_UTR1, l'opera attraverserà terreni caratterizzati dalla formazione calcarea affiorante con buone caratteristiche geomeccaniche.

Inoltre, l'analisi interferometrica satellitare, eseguita con immagini radar della missione Sentinel-1, mostra per l'area in studio un sostanziale quadro di stabilità.

Alla luce di quanto descritto, nell'area interessata dai lavori di costruzione delle condotte in progetto non si rilevano né fenomeni gravitativi in atto/quiescenti né la presenza di particolari fattori predisponenti al dissesto.

Inoltre, si esclude che i lavori (scavi di dimensioni ridotte) possano apportare modificazioni sostanziali delle condizioni di stabilità del versante attraversato.

Per i motivi sopra esposti si ritiene che nella percorrenza dell'area P_UTR1 a pericolosità potenziale da frana moderata esistano le condizioni di compatibilità tra l'opera in progetto e le condizioni di stabilità dell'area analizzata.

	Identificativo Company: 078521BLRVQ2033		Identificativo Contractor 21-LA-E-80014		Revision Index		Foglio / di 31/31
					Stato di validità	Rev. N°	
					CD-FE	00	
Company: Eni S.p.A	Settore: DIME	Unità: PROG-ME	Localizzazione: Onshore-Basilicata-Val D'Agri			03/08/2022	
RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ GEOLOGICA SU AREE RISCHIO FRANE P_UTR1							

9 CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

Nel presente studio, è stata analizzata la compatibilità geomorfologica degli interventi necessari alla realizzazione del progetto "Sviluppo Pozzo Pergola 1" in due aree distinte interferenti con le condotte in progetto definite a pericolosità potenziale da frana moderata P_UTR1 dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.S.A.I.) del Sele.

L'interferenza con le aree perimetrate è limitata a percorrenze di poche decine di metri (84 m e 26 m circa).

Le aree di interferenza sono state oggetto di sopralluoghi dedicati e indagini geognostiche che hanno consentito la definizione del modello geologico del sottosuolo.

Le verifiche eseguite non mostrano evidenza di fenomeni gravitativi in atto né la presenza di particolari fattori predisponenti al dissesto.

Si evidenzia che sia durante la fase di costruzione che dopo la posa delle condotte, non vi saranno variazioni apprezzabili riguardanti l'assetto morfologico delle aree in studio. Gli scavi saranno di dimensioni ridotte (DN 200) e non determineranno variazioni sulla stabilità globale dei pendii e sul volume di terreno coinvolto.

In definitiva, la realizzazione dell'opera in progetto non determinerà l'alterazione dell'attuale stato di equilibrio idrogeologico delle aree P_UTR1 in studio. Pertanto, si ritiene che il progetto proposto risulti realizzabile e compatibile.