

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 1 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle
DN 300 (12"), DP 24 bar
ed opere connesse

RELAZIONE GEOTECNICA

Indagini Geognostiche e Prove di Laboratorio

0	Emissione	Onori	Nisii	Mattei	Giu. '22
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 2 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1 Documenti di Riferimento	4
2 INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE	5
2.1 Sondaggi a carotaggio continuo	6
2.2 Prove Penetrometriche Statiche con piezocono (CPTU)	7
2.3 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPSH)	8
2.4 Prove di Laboratorio	8
3 INDAGINI GEOGNOSTICHE INDIRECTE	12
3.1 MASW	12
3.2 Indagini sismiche a Rifrazione	13
3.3 Indagini Geoelettriche multielettrodo	14
4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	16

ALLEGATI

Allegato 1: Indagini geognostiche dirette

Allegato 2: Prove di laboratorio

Allegato 3: Indagini geognostiche indirette

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 3 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

1. PREMESSA

Il progetto denominato "Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle DN 300 (12"), DP 24 bar e opere connesse" prevede, come intervento principale, la messa in opera di una nuova condotta DN 300 (12") di lunghezza pari a 35,050 km, che sostituirà il metanodotto "Derivazione per Porto Empedocle DN 250 (10"), MOP 24 bar" attualmente in esercizio e che verrà dismesso.

La nuova infrastruttura, in generale, garantirà un livello di sicurezza ottimale incrementando l'affidabilità e la flessibilità di trasporto della rete esistente.

Fanno parte del progetto in esame anche la messa in opera di 9 linee secondarie (Tab.1/A) e la rimozione di 9 linee secondarie esistenti (Tab. 1/B).

Tab. 1/A - Linea principale e linee secondarie in progetto

Denominazione metanodotto	DN (mm)	DP (bar)	Lunghezza (km)
Linea principale			
Rifacimento Derivazione per Porto Empedocle	300	24	35,050
Linee secondarie			
Ricollegamento All.to Comune di Bompensiere	150	24	1,770
Rifacimento Diramazione per Agrigento	150	24	4,045
Rifacimento All.to Laterizi Akragas S.p.A.	100	24	0,110
Rifacimento All.to Comune di Agrigento	100	24	1,240
Rifacimento Collegamento Impianto Riduzione di Joppolo	300	24	0,280
Rifacimento Allacciamento Comune di Aragona	150	24	0,050
Ricollegamento Allacciamento Comune di Comitini	100	24	0,030
Rifacimento Allacciamento M&A Rinnovabili	100	24	0,245
Rifacimento Allacciamento Comune di Campofranco	100	24	0,070

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 4 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

Tab. 1/B - Linee secondarie in dismissione

Denominazione metanodotto	DN (mm)	MOP (bar)	Lunghezza (km)
Linea principale			
Derivazione per Porto Empedocle	250	24	39,230
Linee secondarie			
Derivazione per Bompensiere	150	24	2,510
Diramazione per Agrigento	150	24	4,140
All.to Laterizi Akragas S.p.A.	100	24	0,030
All.to Comune di Agrigento	100	24	1,115
Collegamento Impianto Riduzione di Joppolo	200	24	0,275
All.to Comune di Aragona	150	24	0,030
All.to Comune di Comitini	100	24	0,010
All.to M&A Rinnovabili	100	24	0,010
All.to Comune di Campofranco	100	24	0,080

In particolare, il tracciato di progetto si sviluppa nei territori dei comuni di Campofranco, Casteltermeni, Aragona, Joppolo Giancaxio, Raffadali, Agrigento, Porto Empedocle e le province interessate dal progetto sono quelle di Caltanissetta e di Agrigento.

Lo scopo di questa relazione è di fornire i risultati delle indagini geognostiche eseguite per la caratterizzazione del territorio interessato dai lavori per la realizzazione del Metanodotto in esame.

Si precisa che gli aspetti geologici di dettaglio (analisi geologica e geomorfologica, studio idrogeologico, analisi della sismicità e dei fenomeni sismo-indotti, studi idraulici) sono affrontati all'interno di specifiche relazioni, alle quali si rimanda per analisi più approfondite.

1.1 Documenti di Riferimento

- [1] REL-CGD-E-03021 Relazione Geologica
- [1] REL-SIS-E-03023 Analisi areale della stabilità dei versanti
- [2] REL-SIS-E-03024 Relazione Sismica
- [3] REL-CI-E-03027 Relazione Idrogeologica e censimento pozzi e sorgenti
- [4] PG-DRIF-D-03206 Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e IFFI
- [5] PG-CGD-D-03207 Geologia e Geomorfologia
- [6] PG-CI-D-03208 Idrogeologia
- [7] PG-TPSO-D-03219 Planimetria Tracciato con Punti di Sondaggio

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 5 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

2 INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE

Sulla base del quadro delle conoscenze riguardanti il territorio attraversato dal progetto della nuova condotta, dei dati di letteratura e dei sopralluoghi eseguiti, è stato individuato un insieme di siti nei quali si è ritenuto opportuno approfondire l'indagine tramite apposite campagne geognostiche.

Il piano di indagini è stato sottoposto alla committenza che ne ha condiviso l'impianto generale. Successivamente, si sono apportate modifiche in relazione alle reali condizioni dei siti da esplorare, alle esigenze dei proprietari dei terreni da indagare che ne hanno permesso l'esecuzione e ad integrazioni determinate dalle ottimizzazioni del progetto del metanodotto.

Le indagini geognostiche sono state commissionate alla ditta L&R (Laboratori e Ricerche) di Catania che ha operato lungo tutto il tracciato in diversi periodi di tempo. La documentazione relativa alle indagini geognostiche, comprendente le attrezzature utilizzate, l'ubicazione, la stratigrafia e la documentazione fotografica delle cassette catalogatrici è raccolta nell'Allegato 1.

Le indagini geognostiche dirette sono state eseguite:

- a) in corrispondenza degli attraversamenti dei maggiori corsi d'acqua per definire lo spessore e le caratteristiche stratigrafiche del sottosuolo che contribuiscono a stabilire le coperture ottimali nell'attraversamento e il dimensionamento delle eventuali opere idrauliche che saranno necessarie per ripristinare e/o proteggere i tratti spondali interessati dagli scavi;
- b) in corrispondenza delle opere trenchless per definire la stratigrafia lungo il profilo di perforazione e valutarne il livello di criticità;
- c) in corrispondenza di situazioni di criticità morfologica di versante allo scopo di ottimizzare il tracciato e definire gli interventi di mitigazione da adottare;
- d) in corrispondenza degli impianti di linea per valutare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

La campagna di indagini è stata eseguita in due fasi distinte. La prima fase (2020-2021) è stata svolta per determinare la fattibilità del tratto compreso nei comuni di Campofranco e Casteltermini e ha previsto la realizzazione di 16 sondaggi a carotaggio continuo, mentre la seconda fase (2021-2022) ha interessato il resto del tracciato ed è consistita nella realizzazione di 28 sondaggi a carotaggio continuo e 15 prove penetrometriche.

In totale, nell'ambito della campagna geognostica programmata per il presente progetto (Rif. PG-TPSO-D-03219), sono state eseguite:

- n. 44 sondaggi a carotaggio continuo
- n. 11 prove penetrometriche statiche (CPTU)
- n. 04 prove penetrometriche dinamiche (DPSH)

I sondaggi geognostici hanno raggiunto profondità variabili in funzione delle condizioni stratigrafiche e geotecniche riscontrate e delle caratteristiche dello specifico intervento da realizzare.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 6 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

2.1 Sondaggi a carotaggio continuo

La seguente tabella 2.1/A elenca le indagini geognostiche in carotaggio continuo complessivamente realizzate lungo il tracciato di progetto del metanodotto oggetto di studio (n° 44) specificandone il nome assegnato, la profondità raggiunta, le coordinate geografiche in WGS84, i limiti amministrativi di riferimento ed orientativamente il km di tracciato a cui fa riferimento.

Tab. 2.1/A: Ubicazione delle indagini geognostiche in carotaggio continuo

km	Code	Profondità	Latitudine	Longitudine	Comune	Scopo	
Rif. Der. per Porto Empedocle DN 300 (12") – FASE 1							
4,21	PE-A-B01	10.00	37.491154	13.679595	Casteltermini (AG)	Alveo Fiume Platani	
4,22	PE-A-B03	15.00	37.493714	13.680954		Attraversamento stradale	
3,96	PE-A-B04	10.00	37.495426	13.683044		PIDI	
3,75	PE-A-B06	15.0	37.495714	13.685229		TOC "Fiume Platani (1° attr.)"	
3,56	PE-A-B07	20.0	37.495472	13.687408		Attraversamento stradale	
3,49	PE-A-B08	20.0	37.495757	13.688209	Campofranco (CL)	Versante instabile	
2,91	PE-A-B09	15.0	37.493959	13.693970		Versante instabile	
1,56	PE-A-B10	15.0	37.495511	13.704506		MT "Cozzo Don Michele"	
1,17	PE-A-B12	15.0	37.497191	13.707433			
1,16	PE-A-B13	20.0	37.497180	13.707551			
0,79	PE-A-B14	15.0	37.500358	13.708866			
0,50	PE-A-B15	40.0	37.502632	13.710533			
0,32	PE-A-B16	40.0	37.503613	13.712197			
Rif. Der. per Porto Empedocle DN 300 (12") – FASE 2							
5,99	PE-B-B25	20.0	37.483205	13.667112	Campofranco (CL)	MT "Fiume Platani (2° attr.)"	
6,22	PE-B-B26	25.0	37.481323	13.665957		TOC "Fiume Platani (3° attr.)"	
6,43	PE-B-B27	15.0	37.479551	13.665041			
6,79	PE-B-B28	20.0	37.476958	13.664143	Aragona (AG)	TOC "Fiume Platani (4° attr.)"	
7,73	PE-B-B29	20.0	37.475000	13.653611		PIL n. 2	
8,58	PE-B-B30	15.0	37.467377	13.652658		PIL n. 3	
8,93	PE-B-B31	15.0	37.464371	13.651734		Area instabile	
9,60	PE-B-B32	15.0	37.459167	13.648611		TOC "Vallone Portavò"	
11,00	PE-B-B34	20.0	37.448623	13.640736		TOC "Vallone Portavò Aragona"	
11,69	PE-B-B37	20.0	37.442586	13.638938		TOC "Vallone Aragona"	
12,05	PE-B-B38	10.0	37.439845	13.636711		PIDI n. 4	
14,89	PE-B-B40	15.0	37.421944	13.617500		PIDI n. 5	
16,56	PE-B-B41	15.0	37.410910	13.606609		Area instabile	
19,55	PE-B-B44	15.0	37.392228	13.587972			
22,73	PE-B-B46	15.0	37.377512	13.561569		Joppolo Giancaxio (AG)	PIDI n. 6
23,54	PE-B-B47	15.0	37.370614	13.559072		Raffadali (AG)	TOC "Vallone Cacici"
24,99	PE-B-B49	15.0	37.360534	13.550779	Agrigento	Attraversamento stradale	
25,99	PE-B-B53	15.0	37.354963	13.542524		PIL n. 7	

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 7 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

km	Code	Profondità	Latitudine	Longitudine	Comune	Scopo
27,31	PE-B-B55	15.0	37.346186	13.533586	Porto Empedocle (AG)	MT "Monte Mavaro"
27,39	PE-B-B56	35.0	37.346069	13.532623		
27,76	PE-B-B57	15.0	37.346323	13.528455		
30,07	AG-B-B58	15.0	37.333490	13.512463		PIDI n. 8
31,21	PE-B-B59	20.0	37.325221	13.507669		Attraversamento stradale
35,05	PE-B-B60	15.0	37.296419	13.508334		Impianto finale
Ric. All. Comune di Bompensiere DN 150 (6")						
0,30	PE-A-B17	15.0	37.507037	13.715953	Campofranco (CL)	Area instabile
0,67	PE-A-B19	15.0	37.505817	13.718868		TOC "Contrada Palermitano"
1,33	PE-A-B21	20.0	37.502002	13.724595		
Rif. Dir. Per Agrigento DN 150 (6")						
1,05	AG-B-B61	20.0	37.327348	13.522943	Agrigento	Area instabile
2,45	AG-B-B62	20.0	37.322297	13.536611		Area instabile
3,38	AG-B-B64	30.0	37.319386	13.546264		TOC "Contrada Pipitone"
4,04	AG-B-B66	15.0	37.317500	13.553504		PIL n. 1B

2.2

Prove Penetrometriche Statiche con piezocono (CPTU)

La seguente tabella 2.2/A elenca le indagini CPTU realizzate lungo il tracciato di progetto del metanodotto oggetto di studio (n° 11) specificandone il nome assegnato, la profondità raggiunta, le coordinate geografiche in WGS84, i limiti amministrativi di riferimento ed orientativamente il km di tracciato a cui fa riferimento.

Tab. 2.2/A: Ubicazione delle indagini CPTU

km	Code	Profondità	Latitudine	Longitudine	Comune	Scopo
Rif. Der. per Porto Empedocle DN 300 (12")						
10,34	PE-B-C33	10.0	37.453475	13.645092	Aragona (AG)	Sondaggio di linea
12,27	PE-B-C39	14.0	37.438234	13.635314		TOC "Vallone Aragona"
17,23	PE-B-C42	16.0	37.405961	13.603833		Attraversamento stradale
19,61	PE-B-C45	17.0	37.392225	13.587353		Area instabile
23,54	PE-B-C47	4.0	37.370614	13.559072	Raffadali (AG)	TOC "Vallone Caciçi"
23,82	PE-B-C48	5.0	37.368157	13.559090		
25,16	PE-B-C50	16.0	37.359615	13.549512	Agrigento	Area instabile
25,49	PE-B-C51	18.0	37.357643	13.546941		Area instabile
25,57	PE-B-C52	17.0	37.357149	13.546261		Area instabile
26,93	PE-B-C54	12.0	37.348293	13.536522		Area instabile
Rif. All. Com. Agrigento DN 100 (4")						
0,88	AG-B-C67	15.04	37.311909	13.558123	Agrigento	TOC "Fiume Drago"

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 8 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

2.3 Prove Penetrometriche Dinamiche (DPSH)

La seguente tabella 2.3/A elenca le indagini DPSH realizzate lungo il tracciato di progetto del metanodotto oggetto di studio (n° 4) specificandone il nome assegnato, la profondità raggiunta, le coordinate geografiche in WGS84, i limiti amministrativi di riferimento ed orientativamente il km di tracciato a cui fa riferimento.

Tab. 2.3/A: Ubicazione delle indagini DPSH

km	Code	Profondità	Latitudine	Longitudine	Comune	Scopo
Rif. Der. per Porto Empedocle DN 300 (12")						
23,54	AG-B-D47a	10	37.370614	13.559072	Raffadali (AG)	TOC "Vallone Cacici"
23,82	AG-B-D48a	14	37.368157	13.559090		
Rif. Dir. per Agrigento DN 150 (6")						
3,17	AG-B-D63a	6	37.320022	13.543940	Agrigento	TOC "Contrada Pipitone"
Rif. All. Com. Agrigento DN 100 (4")						
0,88	AG-B-D67a	8	37.311909	13.558123	Agrigento	TOC "Fiume Drago"

2.4 Prove di Laboratorio

La seguente tabella (Tab. 2.4/A) elenca i campioni indisturbati e rimaneggiati raccolti nel corso dei carotaggi ed inviati al laboratorio (Laboratorio Geomeccanico - Orazi, Pesaro) e le prove eseguite per la definizione dei parametri geotecnici.

Tab. 2.1/C: Elenco dei campioni prelevati e prove di laboratorio eseguite

Sondaggio	Campione	Profondità dal p.c. (m)	Prove di laboratorio*
Rif. Der. per Porto Empedocle DN 300 (12") – FASE 1			
PE-A-B01	CR1	3,30-3,75	CG
	CR2	6,00-6,32	CG
	SH1	9,00-9,40	CG-ELL
PE-A-B03	CR1	3,00-3,45	CG
	CR2	6,00-6,45	CG
	SH1	9,60-10,00	CG-ELL
	SH2	14,00-14,40	CG-ELL
PE-A-B04	SH1	3,00-3,45	CG-ELL-TD
	CR1	6,00-6,45	CG
	CR2	9,00-9,33	CG
PE-A-B06	SH1	3,00-3,40	CG-ELL-EDO-TD
	CR1	6,00-6,45	CG
	SH2	10,70-11,00	CG-ELL
	SH3	14,20-14,60	CG-ELL
PE-A-B07	CR1	4,00-4,45	CG
	SH1	8,00-8,40	CG-TX-TD
	SH2	10,70-11,00	CG-ELL
	SH3	14,00-14,40	CG-ELL
	SH4	18,00-18,40	CG-ELL
PE-A-B08	CR1	3,00-3,15	CG
	CR2	6,00-6,15	CG
	SH1	10,00-10,40	CG-ELL
	SH2	14,20-14,55	CG-ELL
	SH3	18,00-18,35	CG-ELL
PE-A-B09	CR1	8,00-8,45	CG-TD*
	SH1	14,00-14,35	CG-ELL



PROGETTISTA



COMMESSA
NQ/R20133

UNITA'
000

LOCALITA'

REGIONE SICILIA

REL-GEO-E-03022

PROGETTO / IMPIANTO

RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE
DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse

Fg. 9 di 16

Rev.
0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

Sondaggio	Campione	Profondità dal p.c. (m)	Prove di laboratorio*
PE-A-B10	SH1	3,00-3,40	CG-ELL-TD
	SH2	6,00-6,30	CG-ELL
	SH3	10,00-10,40	CG-ELL
	SH4	14,00-14,40	CG-ELL
PE-A-B12	CR1	3,00-3,45	CG
	SH1	6,00-6,40	CG-ELL-TD
	SH2	10,00-10,40	CG-ELL
PE-A-B13	SH3	14,00-14,40	CG-ELL
	SH1	3,00-3,45	CG-ELL-TD
	SH2	6,00-6,30	CG-ELL
	SH3	10,00-10,35	CG-ELL
	SH4	14,00-14,35	CG-ELL
PE-A-B14	SH5	18,00-18,30	CG-ELL
	SH1	3,00-3,55	CG-ELL-TD
	SH2	6,00-6,25	CG-ELL
	SH3	10,00-10,35	CG-ELL
PE-A-B16	SH4	14,00-14,25	CG-ELL
	RS1	28,60-29,00	CM
PE-A-17	RS2	32,30-32,70	CM
	CR1	3,30-3,75	CG-TD*
	CR2	7,00-7,23	CG
	SH1	9,00-9,30	CG-ELL
PE-A-B19	SH2	14,35-14,70	CG
	SH1	3,00-3,50	CG-ELL-TD
	SH2	6,00-6,30	CG-ELL
	SH3	10,00-10,35	CG-ELL
PE-A-B21	SH4	14,00-14,25	CG-ELL
	SH1	3,00-3,30	CG-ELL
	SH2	5,25-5,70	CG-ELL
	SH3	10,00-10,35	CG-ELL
	SH4	14,00-14,33	CG-ELL
Rif. Der. per Porto Empedocle DN 300 (12") – FASE 2			
PE-B-B25	SH5	18,00-18,30	CG-ELL
	CI1	3,00-3,45	CG-ELL-TD
	CI2	9,00-9,55	CG-ELL
	CI3	15,00-15,30	CG-ELL
PE-B-B26	CI4	18,3-18,70	CG-ELL
	CI1	3,00-3,35	CG-ELL
	CI2	7,00-7,30	CG-ELL
	CI3	12,00-12,35	CG-ELL-TD
	CI4	15,00-15,40	CG-ELL
	CR (SPT1)	18,30-18,75	CG
	CI5	21,00-21,30	CG-ELL
PE-B-B27	CI6	24,00-34,30	CG-ELL
	CR (SPT1)	3,00-3,45	CG
	CR (SPT2)	6,00-6,45	CG
	CR (SPT3)	9,00-9,45	CG
	CR (SPT4)	12,00-12,45	CG
PE-B-B28	CI1	14,70-15,00	CG
	CR (SPT1)	3,00-3,45	CG
	CR (SPT2)	6,00-6,45	CG
	CI1	9,00-9,45	CG-ELL-TD
	CI2	12,00-12,45	CG-ELL
	CI3	15,00-15,40	CG-ELL
PE-B-B29	CI4	18,00-18,30	CG-ELL
	CI1	3,00-3,30	CG-ELL-TD
	CI2	6,00-6,30	CG-ELL
	CI3	9,00-9,30	CG-ELL
	CR (SPT1)	12,00-12,04	CG
	CR (SPT2)	15,00-15,07	CG



PROGETTISTA



COMMESSA
NQ/R20133

UNITA'
000

LOCALITA'

REGIONE SICILIA

REL-GEO-E-03022

PROGETTO / IMPIANTO

RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE
DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse

Fg. 10 di 16

Rev.
0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

Sondaggio	Campione	Profondità dal p.c. (m)	Prove di laboratorio*
	CI4	18,30-18,60	CG-ELL
PE-B-B30	CI1	1,50-1,70	CG-ELL-TD
	CR (SPT1)	3,00-3,45	CG
	CI2	4,50-4,80	CG-ELL-EDO
	CI3	7,50-7,80	CG-ELL
	CI4	12,00-12,30	CG-ELL
PE-B-B31	CI1	1,50-1,80	CG-ELL-TD
	CR (SPT1)	3,00-3,45	CG
	CI2	4,50-4,80	CG-ELL-EDO
	CI3	7,00-7,30	CG-ELL
	CI4	12,00-12,30	CG-ELL
PE-B-B32	CI1	3,60-4,00	CG-ELL-TD
	CI2	6,00-6,30	CG-ELL
	CI3	9,00-9,30	CG-ELL
	CI4	12,00-12,30	CG-ELL
PE-B-B34	CI1	3,00-3,50	CG-ELL-TD
	CI2	6,00-6,50	CG-ELL
	CI3	9,00-9,40	CG-ELL
	CI4	12,60-13,00	CG-ELL-TD
	CI5	15,00-15,40	CG-ELL
	CI6	17,00-17,45	CG-ELL
PE-B-B37	CI1	2,70-3,20	CG-ELL-TD
	CI2	6,00-6,40	CG-ELL-TD
	CI3	9,00-9,45	CG-ELL
	CI4	12,00-12,45	CG-ELL
	CI5	15,45-15,95	CG-ELL
	CI6	18,00-18,45	CG-ELL
PE-B-B38	CR (SPT1)	3,00-3,25	CG
	CI1	6,00-6,45	CG-ELL-TD
	CI2	9,00-9,45	CG-ELL-TD
PE-B-B40	CI1	1,70-2,00	CG-TX-TD
	CI2	3,00-3,50	CG-TX-EDO
	CI3	4,50-4,80	CG-ELL
	CI4	7,50-7,80	CG-ELL
	CI5	12,00-12,30	CG-ELL
PE-B-B41	CI1	1,40-1,80	CG-ELL
	CI2	3,00-3,30	CG-ELL-TD
	CI3	4,50-4,80	CG-ELL-EDO
	CL1	8,20-8,50	CM
PE-B-B44	CI1	3,10-3,50	CG-ELL-TD
	CI2	6,00-6,40	CG-ELL
	CI3	9,00-9,35	CG-ELL-TD
	CI4	12,00-12,40	CG-ELL
	CI5	14,60-15,00	CG-ELL
PE-B-B46	CI1	1,50-2,00	CG-ELL-TD
	CI2	3,00-3,50	CG-ELL
	CI3	4,60-5,00	CG-ELL-EDO
	CI4	7,30-7,70	CG-ELL
	CI5	12,00-12,30	CG-ELL
PE-B-B49	CI1	3,30-3,60	CG-ELL-TD
	CI2	6,00-6,50	CG-ELL
	CI3	9,00-9,40	CG-ELL
	CI4	12,00-12,40	CG-ELL-TD
	CI5	15,00-15,50	CG-ELL
PE-B-B53	CI1	1,50-1,90	CG-ELL
	CI2	3,00-3,50	CG-ELL-TD
	CI3	4,50-4,80	CG-ELL-EDO
	CI4	7,50-8,00	CG-ELL
	CI5	12,00-12,30	CG-ELL
PE-B-B55	CI1	3,00-3,50	CG-ELL-TD



PROGETTISTA

COMMESSA
NQ/R20133UNITA'
000

LOCALITA'

REGIONE SICILIA

REL-GEO-E-03022

PROGETTO / IMPIANTO

RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE
DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse

Fg. 11 di 16

Rev.
0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

Sondaggio	Campione	Profondità dal p.c. (m)	Prove di laboratorio*
	CI2	6,20-6,60	CG-ELL
	CI3	9,50-10,00	CG-ELL-TD
	CI4	12,00-12,40	CG-ELL
PE-B-B56	CI1	1,70-2,00	CG-ELL-TD
	CI2	7,40-7,80	CG-ELL
	CI3	16,90-17,40	CG-ELL-TD
	CI4	21,00-21,40	CG-ELL
	CL1	26,70-27,00	CM
PE-B-B57	CL1	5,70-6,00	CM
	CL2	12,00-12,45	CM
AG-B-B58	CR (SPT1)	1,50-1,95	CG-TD*
	CR (SPT2)	3,00-3,45	CG
	CI1	4,65-5,00	CG-ELL-EDO-TD
	CI2	7,55-8,00	CG-ELL
PE-B-B59	CI3	12,00-12,40	CG-ELL
	CR (SPT1)	3,45-3,90	CG-TD*
	CR (SPT2)	6,70-7,05	CG-TD*
	CL1	9,10-9,35	CG-CM
	CL2	12,55-12,70	CG
	CL3	15,70-16,00	CG
	CL4	17,80-18,00	CG-CM
PE-B-B60	CI1	1,55-1,95	CG-ELL-EDO-TD
	CR (SPT1)	3,25-3,39	CG-TD*
	CR (SPT2)	4,90-5,00	CG
	CR (SPT3)	7,60-7,72	CG
	CR1	12,10-12,40	CG
AG-B-B61	CI1	3,00-3,40	CG-ELL-TD
	CI2	6,00-6,50	CG-ELL
	CI3	9,00-9,50	CG-ELL-TD
	CI4	12,00-12,50	CG-ELL
	CI5	15,00-15,40	CG-ELL
	CI6	18,00-18,40	CG-ELL
AG-B-B62	CI1	3,00-3,40	CG-ELL-TD
	CI2	6,00-6,40	CG-ELL-TD
	CI3	9,00-9,45	CG-ELL
	CI4	12,55-12,90	CG-ELL-TD
	CI5	15,00-15,40	CG-ELL
	CI6	18,00-18,40	CG-ELL
AG-B-B64	CR1	2,80-3,00	CG-PLT
	CI1	7,50-7,90	CG-ELL
	CI2	12,40-12,80	CG-ELL
	CI3	15,30-15,70	CG-ELL
	CI5	21,00-21,50	CG-ELL
	CI6	27,55-28,00	CG-ELL
AG-B-B66	CI2	3,00-3,45	CG-ELL-TD
	CI3	4,55-5,00	CG-ELL-EDO
	CR (SPT1)	7,55-8,00	CG
	CI4	12,00-12,45	CG-ELL

*Sigle prove di laboratorio:

- CG: Classificazione Generale (Caratteristiche volumetriche; Limiti di Atterberg; Caratteristiche granulometriche e Classificazione USCS)
- TX: Prova triassiale UU
- EDO: Prova edometrica
- TD: Prova di taglio diretto (*campione ricostituito)
- ELL: Prova di espansione laterale libera
- PLT Point Load Test
- CM Compressione Monoassiale (rocce)

I certificati delle prove di laboratorio, con i risultati ottenuti sono presentati in Allegato 2.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 12 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE INDIRECTE

Così come avvenuto per le indagini dirette, i punti di investigazione e gli stendimenti sono stati condivisi con il committente e definiti sulla base dei dati riguardanti il territorio disponibili in letteratura e dei sopralluoghi realizzati.

In particolare, sono state eseguite indagini MASW per la caratterizzazione delle categorie di sottosuolo, indagini geoelettriche e rilievi sismiche per la definizione della stratigrafia delle aree interessate dai lavori (Allegato 3).

Le indagini geognostiche indirette sono state eseguite:

- a) in corrispondenza delle opere trenchless per definire la stratigrafia lungo il profilo di perforazione e valutarne il livello di criticità;
- b) in corrispondenza di situazioni di criticità morfologica di versante allo scopo di ottimizzare il tracciato e definire gli interventi di mitigazione da adottare;
- c) in corrispondenza degli impianti di linea.

In totale, nell'ambito della campagna geognostica programmata per il presente progetto (Rif. PG-TPSO-D-03220), sono state eseguiti:

- n. 12 indagini MASW;
- n. 6 stendimenti per indagini di sismica a rifrazione;
- n. 21 stendimenti per indagini geoelettriche (ERT).

3.1 MASW

Le acquisizioni con metodologia MASW prevedono l'allestimento di uno stendimento lineare con distanza intergeofonica definita. La scelta del passo considera la risoluzione e la profondità di indagine richiesta, nonché la risposta di sito.

La scelta del posizionamento dello stendimento è influenzata dallo spazio necessario all'installazione della strumentazione e dalle criticità di cantiere (traffico, difficoltà logistiche, variazioni in quota, sorgenti fonti di disturbo, ecc.). Definiti i parametri di acquisizione (sample rate, record length), si procede con la ripetizione dell'acquisizione per aumentare l'intensità del segnale coerente rispetto al rumore di fondo.

L'impulso sismico viene indotto da una sorgente posta in asse rispetto all'allineamento; la scelta della distanza sorgente-primario geofono, considera:

- una sorgente che sia sufficientemente lontana da poter considerare anche sui geofoni più vicini, le onde sferiche generate assimilabili ad onde piane, così come presupposto dal sistema sintetico;
- una sorgente che sia sufficientemente vicina da essere rilevata con chiarezza anche dai geofoni più lontani rispetto la sorgente;
- le caratteristiche di sito: maggiore è il fattore di attenuazione dell'impulso indotto (presenza di asfalto o roccia), più contenuta sarà la distanza sorgente-array.

L'intervallo di campionamento viene definito in modo da assicurare un buon dettaglio del segnale (teorema di Nyquist-Shannon: frequenza di campionamento minima, pari al doppio della frequenza massima dell'intervallo di frequenze considerato), in una lunghezza temporale sufficientemente lunga da garantire l'arrivo e l'attenuazione del segnale su tutti i geofoni.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 13 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

Il numero di scoppi (*shot*) eseguiti sono stabiliti sulla base dell'intensità dell'impulso legata alla tipologia di sorgente utilizzata e alla risposta di sito: meno è intenso il segnale ricevuto dai geofoni, maggiore è il numero di acquisizioni ripetute sullo stesso array.

L'indagine MASW è stata effettuata realizzando uno stendimento lineare di 24 geofoni a bassa frequenza (4,5 Hz), equispaziati a 3m con lunghezza totale dell'array sismico pari a circa 70 m.

I dati sismici sono stati acquisiti impostando la frequenza di campionamento a 2000 Hz e la lunghezza temporale di registrazione a 2000 ms.

Sono state effettuate tre serie di acquisizioni sullo stesso array ma con sorgente posizionata da parti opposte dello stesso allineamento (serie coniugate) con distanza sorgente-primario/ultimo ricevitore pari a 3,5 e 10 metri.

Per ogni punto di scoppio (*shot*) si è proceduto con la ripetizione dell'acquisizione (*stacking*), per aumentare l'intensità del segnale coerente rispetto al rumore di fondo.

La campagna di indagini è stata eseguita in due fasi distinte. La prima fase (2020-2021) è stata svolta per determinare la fattibilità del tratto compreso nei comuni di Campofranco e Casteltermini e ha previsto la realizzazione di 3 MASW, 2 stendimenti per la sismica a rifrazione e 10 stendimenti per le indagini geoelettriche, mentre la seconda fase (2021) ha interessato il resto del tracciato ed è consistita nella realizzazione di 9 MASW, 4 stendimenti per la sismica a rifrazione e 11 stendimenti per le indagini geoelettriche.

La tabella sottostante (Tab. 3.1/A) fornisce le coordinate geografiche (WGS84) dei punti rilevati:

Tab. 3.1/A: Ubicazione delle indagini MASW

CODE	Longitudine	Latitudine	Comune	Scopo
Rif. Met. Der. per Porto Empedocle DN 300 (12")				
PE-A-M01	13.686033	37.495616	Casteltermini (AG)	PIDI
PE-A-M02	13.704639	37.495336	Campofranco (CL)	Area instabile
PE-A-M03	13.707167	37.497309		Area instabile
PE-B-M04	13.652828	37.467356	Aragona (AG)	PIL n.2
PE-B-M05	13.651734	37.464372		PIL n.3
PE-B-M06	13.617747	37.421845		PIDI n.4
PE-B-M07	13.606724	37.411001		PIDI n.5
PE-B-M08	13.561539	37.377514	Joppolo Giancaxio (AG)	PIDI n.6
PE-B-M09	13.542544	37.354955	Agrigento	PIL n.7
PE-B-M10	13.513851	37.332842		PIDI n.8
PE-B-M10a	13.507665	37.325234	Porto Empedocle (AG)	Area instabile
PE-B-M11	13.508328	37.296394		I

3.2 Indagini sismiche a Rifrazione

Le varie metodologie di indagine sismica si basano sulla propagazione delle onde sismiche da una sorgente di energia artificiale a una serie di ricevitori. Il passaggio delle onde attraverso il mezzo indagato e le variazioni che esse ne subiscono permettono di ricostruire le caratteristiche meccaniche e geometriche del sottosuolo.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 14 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

Misurando i tempi di arrivo o le ampiezze delle onde sismiche è possibile ottenere la distribuzione nel mezzo indagato di velocità sismica (modello di velocità) o attenuazione (modello cinematico), che permettono di definire le caratteristiche meccaniche del sottosuolo.

L'elaborazione tomografica è stata effettuata con il software Rayfract che utilizza il metodo di inversione WET (Wavepath Eikonal Travelttime).

La seguente Tabella (Tab. 3.2/A) elenca indagini eseguite indicandone la lunghezza e l'ubicazione del punto centrale:

Tab. 3.2/A: Ubicazione delle indagini sismiche a rifrazione

CODE	Lunghezza	Longitudine	Latitudine	Comune	Scopo
Rif. Met. Der. per Porto Empedocle DN 300 (12")					
PE-A-R03	595	13.710712	37.502232	Campofranco (CL)	MT Cozzo Don Michele
PE-B-R09	175	13.588123	37.392088	Aragona (AG)	Area instabile
PE-B-R10	170	13.547431	37.357747	Agrigento	Area instabile
PE-B-R11	500	13.531445	37.346243		MT Monte Mavaro
Ric. All. Comune di Bompensiere DN 150 (6")					
PE-A-R04	955	13.722792	37.503091	Campofranco (CL)	TOC Contrada Palermitano
Rif. Dir. per Agrigento DN 150 (6")					
AG-B-R14	500	13.546465	37.319355	Agrigento	TOC Contrada Pipitone

3.3 Indagini Geoelettriche multielettrodo

Il sistema dei profili elettrici superficiali con dispositivo multi-array per Tomografia Elettrica di Resistività (ERT) è una metodologia innovativa in quanto, evoluzione delle misure geoelettriche classiche, intesa ed applicata in modo tale da ottenere risoluzioni spaziali elevate.

Utilizzando un sistema a 4 elettrodi, due che iniettano la corrente, due che misurano la differenza di potenziale, otteniamo la resistività del corpo investigato se questo è omogeneo ovvero se la sua resistività è costante.

L'esecuzione di misure di resistività ottenute traslando lateralmente il quadripolo consente di ottenere informazioni relative a variazioni laterali di resistenza. Se invece si aumenta la spaziatura tra gli elettrodi di corrente e di tensione, aumenta la profondità di indagine e si ottengono informazioni maggiori sulle variazioni verticali. La strumentazione tipica delle tecniche di tomografia elettrica permette di effettuare le due operazioni in modo automatico, e di associare ad ogni linea di misura, una distribuzione bidimensionale di resistività apparente, detta *pseudosezione*.

Per eseguire le misure è stato utilizzato un Georesistivimetro multicanale IRIS SYSCAL PRO, capace di gestire contemporaneamente oltre 256 elettrodi e di personalizzare, tramite specifico software applicativo, tutte le misure desiderate e la loro posizione nel sottosuolo. Questo strumento ha una precisione strumentale di circa 0,5% ed utilizza una alimentazione in corrente continua fino a 2,5 A.

La tomografia di resistività elettrica ha come obiettivo la costruzione di un modello elettrico bidimensionale o tridimensionale del sottosuolo effettuando delle misure di potenziale elettrico in seguito all'immissione di corrente elettrica.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 15 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

L'elaborazione dei dati rilevati (resistività apparenti) ed organizzati in forma vettoriale è stata ottenuta con il programma Res2dinv di L0oke and Barker (1996) che lavora con il metodo di ottimizzazione dei minimi quadrati "vincolato alla regolarità" per convertire i dati di resistività apparente in una sezione del modello.

In fase esecutiva, identificato il profilo da investigare, mediante metodo topografico di precisione (battuta GPS), si è proceduto all'infissione di picchetti in acciaio antimagnetico ed al loro successivo collegamento con i cavi multipolari al geo-resistivometro.

La seguente Tabella (Tab. 3.3/A) elenca indagini eseguite indicandone la lunghezza e l'ubicazione del punto centrale:

Tab. 3.3/A: Ubicazione delle indagini geoelettriche

CODE	Lunghezza	Longitudine	Latitudine	Comune	Scopo
Rif. Met. Der. per Porto Empedocle DN 300 (12")					
PE-A-E01a	155	13.679638	37.491216	Casteltermini (AG)	Fiume Platani
PE-A-E01b	155	13.679727	37.491757		
PE-A-E01c	155	13.680290	37.492811		
PE-A-E01d	155	13.679742	37.492252		
PE-A-E02a	160	13.686516	37.495613	Campofranco (CL)	TOC Fiume Platani (1° attr.)
PE-A-E02b	160	13.687299	37.495350		
PE-A-E02c	155	13.688715	37.495599		MT Cozzo Don Michele
PE-A-E02d	155	13.687966	37.495867		
PE-A-E03	595	13.710712	37.502232	Campofranco (CL)	MT Fiume Platani (2° attr.)
PE-B-E06a	250	13.665705	37.480720		
PE-B-E06b	200	13.667071	37.483136	Casteltermini (AG)	TOC Fiume Platani (3° attr.)
PE-B-E07a	155	13.662324	37.476621		
PE-B-E07b	135	13.664411	37.477008	Campofranco (CL)	TOC Fiume Platani (4° attr.)
PE-B-E08a	130	13.655639	37.475383		
PE-B-E08b	75	13.658044	37.475829	Casteltermini (AG)	Area instabile
PE-B-E09	175	13.588123	37.392088	Aragona (AG)	
PE-B-E11	500	13.531445	37.346243	Agrigento	MT Monte Mavaro
Ric. All. Comune di Bompensiere DN 150 (6")					
PE-A-E04	955	13.722792	37.503091	Campofranco (CL)	TOC Contrada Palermitano
Rif. Met. Der. per Porto Empedocle DN 300 (12")					
AG-B-E12	170	13.522895	37.327382	Agrigento	Area instabile
AG-B-E13	210	13.536988	37.322193		Area instabile
AG-B-E14	500	13.546465	37.319355		TOC Contrada Pipitone

I risultati di tutte le indagini indirette con le ricostruzioni dei profili che derivano dalla loro interpretazione sono mostrati nell'Allegato 3.

	PROGETTISTA 	COMMESSA NQ/R20133	UNITA' 000
	LOCALITA' REGIONE SICILIA	REL-GEO-E-03022	
	PROGETTO / IMPIANTO RIFACIMENTO DERIVAZIONE PER PORTO EMPEDOCLE DN 300 (12"), DP 24 bar ed opere connesse	Fg. 16 di 16	Rev. 0

Rif. SAIPEM: 023113-105-SPC-LA-E-83022

4 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il piano di indagini è stato definito sulla base dei dati disponibili e dei sopralluoghi eseguiti nel territorio interessato dalla realizzazione della Derivazione per Porto Empedocle DN 300 (12").

Lo scopo delle indagini è di raccogliere le informazioni necessarie alla caratterizzazione dei terreni dal punto di vista geotecnico, per consentire le scelte del tracciato, delle metodologie di posa e delle tipologie di ripristino adeguate a minimizzare i rischi per il metanodotto in oggetto e l'impatto sul territorio attraversato.

Per tale ragione, le indagini geognostiche sono state eseguite:

- a) in corrispondenza degli attraversamenti dei maggiori corsi d'acqua;
- b) in corrispondenza delle opere trenchless;
- c) in corrispondenza di situazioni di criticità morfologica di versante;
- d) in corrispondenza degli impianti di linea;

In totale, nell'ambito della campagna geognostica programmata per il presente progetto, sono state eseguite:

- n. 44 sondaggi a carotaggio continuo
- n. 11 prove penetrometriche statiche (CPTU)
- n. 4 prove penetrometriche dinamiche (DPSH)
- n. 12 indagini MASW;
- n. 6 stendimenti per indagini di sismica a rifrazione;
- n. 21 stendimenti per indagini geoelettriche (ERT).

I risultati ottenuti con le indagini eseguite e con le analisi di laboratorio, sono raccolti ed allegati alla presente relazione e costituiscono un elemento indispensabile per l'elaborazione di tutte le relazioni e gli elaborati di progetto che necessitano delle informazioni geotecniche in essa contenute.

Nell'ambito di ciascuna relazione, sarà definito il modello geotecnico del sottosuolo, con identificazione del volume significativo e degli specifici parametri geotecnici ad esso associati, dedotti dall'interpretazione delle prove di laboratorio e dalle misure in sito (Rif. NTC18 – §6.2.2).

Da un punto di vista litologico, nella parte iniziale il metanodotto attraversa principalmente litologie sabbiose (Formazione Terravecchia) e argillose (Argille varicolori inferiori del basamento). Si tratta delle rocce più antiche affioranti lungo il tracciato, caratterizzate da spessori di alcune centinaia di metri che costituiscono il substrato d'appoggio della serie evaporitica, affiorante nei rilievi che delimitano il fondovalle dei fiumi Gallo d'Oro e Platani.

Procedendo verso Aragona il tracciato del metanodotto si sviluppa principalmente all'interno del fondovalle del Vallone Aragona, caratterizzato da depositi alluvionali prevalentemente argilloso-limosi.

Lasciata la zona di fondovalle, si attraversano formazioni calcaree e calcareo-marnose, appartenenti alla Formazione dei Trubi ed a tratti lembi litoidi del Gruppo della Gessoso Solfifera.

Continuando verso sud, il tracciato si sviluppa attraversando depositi detritici di versante e formazioni sabbiose e argillose, fino allo spartiacque di Monte Mavaro.

Dallo spartiacque di Monte Mavaro fino a Porto Empedocle il metanodotto attraversa un settore caratterizzato da un'alternanza piuttosto frequente delle litologie calcareo marnose (Trubi) ed evaporitiche (Gruppo della Gessoso Solfifera) con ripetuti passaggi laterali; sui versanti e nelle zone depresse sono presenti coltri detritiche e aree limitate di terreni alluvionali prevalentemente argillosi.