

Area di intervento - Località “BARRAMAU”

POZZETTO (PZ8)

Di seguito si riepiloga schematicamente la successione stratigrafica e i parametri geotecnici dei livelli riscontrati, dall'alto verso il basso, utili alla definizione del problema.

In termini generali si ha:

A – Suolo argilloso , color marrone scuro sino a 0,20 metri ;

$$\gamma \cong 1,6 \div 1,7 \text{ g/cm}^3;$$

$$\varphi^{\circ} \cong 25;$$

B – Alluvioni costituite da ciottoli di dimensioni sino a 20 cm. in matrice sabbiosa argillosa color marrone sino a fondo scavo;

$$\gamma \cong 1,8 \div 1,9 \text{ g/cm}^3 ;$$

$$\varphi^{\circ} \cong 26 \div 30;$$

$$C \cong 10 \div 20 \text{ kPa};$$

Area di intervento - Località “FRAIDAS”

POZZETTO (PZ9)

Di seguito si riepiloga schematicamente la successione stratigrafica e i parametri geotecnici dei livelli riscontrati, dall'alto verso il basso, utili alla definizione del problema.

In termini generali si ha:

A – Suolo argilloso , color marrone scuro sino a 0,60 metri ;

$$\gamma \cong 1,6 \div 1,7 \text{ g/cm}^3;$$

$$\varphi^{\circ} \cong 25;$$

B – Argilla limosa, localmente debolmente sabbiosa, color marrone scuro sino 1,70 metri;

$$\gamma \cong 1,8 \div 1,9 \text{ g/cm}^3 ;$$

$$\varphi^{\circ} \cong 16 \div 17;$$

$$C \cong 25 \div 26 \text{ kPa};$$

C – Sabbia grossa e ghiaia sciolta in matrice limosa, color marrone sino a fondo scavo;

$$\gamma \cong 1,6 \text{ g/cm}^3 ;$$

$$\varphi^{\circ} = 29,28;$$

$$C = 0,2 \text{ kPa};$$

PROVE DI LABORATORIO

E' stata eseguita n° 1 prova di Taglio diretto e n° 1 Classificazione – Analisi granulometrica – Limiti di Atterberg.

Nella tabella seguente i risultati ottenuti :

TAGLIO DIRETTO			
CAMPIONE	PROFONDITA' mt.	Attrito interno φ°	Coesione C (kPa)
PZ9	3,40	29,28	0,21

CLASSIFICAZIONE – ANALISI GRANULOMETRICA – LIMITI DI ATTERBERG							
Campione	Profondità mt.	Indice di consistenza	Limiti di consistenza			Classe	Descrizione
PZ9	3,40	I _c (%)	L _l (%)	L _p (%)	L _q (%)	UNI 10006	Sabbia
		-	-	-	-	A1 - b	

Area di intervento - Località “PEZZU MANNU”

POZZETTO (PZ10)

Di seguito si riepiloga schematicamente la successione stratigrafica e i parametri geotecnici dei livelli riscontrati, dall'alto verso il basso, utili alla definizione del problema.

In termini generali si ha:

A – Suolo argilloso , color marrone scuro sino a 0,60 metri ;

$$\gamma \cong 1,6 - 1,7 \text{ g/cm}^3;$$

$$\varphi^{\circ} \cong 25;$$

B – Argilla limosa, localmente debolmente sabbiosa, color marrone scuro sino 1,70 metri;

$$\gamma \cong 1,8 \div 1,9 \text{ g/cm}^3 ;$$

$$\varphi^{\circ} \cong 16 \div 17;$$

$$C \cong 25 \div 26 \text{ kPa};$$

C – Sabbia limosa argillosa color marrone scuro sino a fondo scavo;

$$\gamma \cong 1,9 \text{ g/cm}^3 ;$$

$$\varphi^{\circ} = 26,91;$$

$$C = 6,4 \text{ kPa};$$

- FALDA = - 3.50 m.

PROVE DI LABORATORIO

E' stata eseguita n° 1 prova di Taglio diretto e n° 1 Classificazione – Analisi granulometrica – Limiti di Atterberg.

Nella tabella seguente i risultati ottenuti :

TAGLIO DIRETTO			
CAMPIONE	PROFONDITA' mt.	Attrito interno φ°	Coesione C (kPa)
PZ10	3,50	26,91	6,4

CLASSIFICAZIONE – ANALISI GRANULOMETRICA – LIMITI DI ATTERBERG							
Campione	Profondità mt.	Indice di consistenza	Limiti di consistenza			Classe	Descrizione
PZ9	3,50	I _c (%)	L _I (%)	L _p (%)	L _q (%)	UNI 10006	Sabbia
		0,5	24,5	19,5	5,0	A4	

12 – VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI STABILITA' DEI TERRENI

La capacità della parete di scavo di autosostenersi in assenza di opere di stabilizzazione deve essere valutata con attenzione; è necessario quindi conoscere la natura geologica e geotecnica dei terreni interessati.

Infatti, è possibile dare allo scavo un'inclinazione (definita Inclinazione di sicurezza, scarpa, angolo di scarpa) tale per cui essa risulti stabile nel breve periodo e non vi sia pericolo di crollo.

Detta inclinazione di sicurezza è determinata dalle caratteristiche della parete di scavo; tra quelle di maggiore interesse vanno ricordate:

- le condizioni geologiche (presenza di discontinuità quali, ad esempio, fratture e/o intercalazioni di livelli litologicamente differenti) e idrogeologiche (eventuale presenza e condizioni di circolazione delle acque sotterranee);
- le caratteristiche geometriche (altezza);
- le caratteristiche geotecniche del terreno (angolo di attrito interno, coesione);
- le condizioni al contorno dello scavo (presenza di sovraccarichi in prossimità della parete di scavo, quali costruzioni, edifici, ecc.).

Si terrà conto della diversità intrinseca del tipo di terreno dove dovrà essere effettuato lo scavo.

Terreni granulari (non coesivi)

La stabilità in questi terreni dipende direttamente dalle caratteristiche geotecniche e può essere ricondotta, indipendentemente dall'altezza dello scavo, al valore dell'angolo di attrito interno del materiale non coesivo.

Definito il Fattore di Sicurezza (FS) di una parete di scavo come:

$$FS = tg \varphi / tg \beta$$

dove:

φ = angolo di attrito interno del materiale

β = inclinazione della parete di scavo

per valori di FS maggiori o uguali a 1 lo scavo può essere considerato stabile, in assenza di significative variazioni delle condizioni al contorno.

Terreni coesivi

Nei terreni coesivi si può superare l'inclinazione dell'angolo d'attrito, in virtù della maggiore resistenza interna del materiale, per la presenza di forze di coesione tra le particelle.

Anzi, queste condizioni vengono convenzionalmente definite mediante le notazioni " $\varphi = \varphi_u = 0$; $c = c_u > 0$ ", per indicare che il terreno reagisce alle tensioni indotte essenzialmente grazie alla coesione interna, poiché le forze di attrito risultano inibite dalle sovrappressioni neutre.

Ciò risulta particolarmente evidente nei terreni argillosi, dove è possibile, per un tempo limitato, realizzare pareti verticali in grado di autosostenersi.

In tal caso il fattore di controllo della stabilità è costituito dall'altezza della parete verticale.

Tale valore può essere velocemente calcolato con la seguente relazione:

$$H_c = 4 c / \gamma_n$$

dove:

H_c = altezza critica

c = coesione

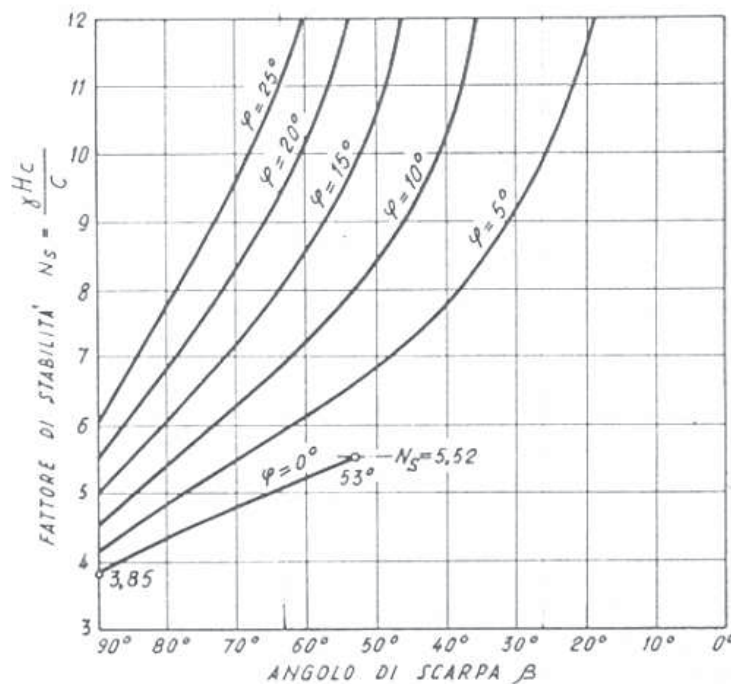
γ_n = densità naturale del terreno

Terreni dotati di attrito e coesione

Nel caso più generale, in cui la reazione dei terreni è funzione sia dell'attrito interno che della coesione, è possibile ricorrere ad uno strumento definito "Curve di Taylor".

Il valore della scarpa e della relativa altezza critica dello scavo possono essere ricavati con l'ausilio del grafico di seguito illustrato, che pone in relazione l'angolo di scarpa con un

coefficiente adimensionale N_s (Fattore di Stabilità) in dipendenza dei valori dell'angolo di attrito interno (φ) del materiale.



Il Fattore di Stabilità N_s , in tal caso correlato al valore approssimativo dell'angolo di attrito interno del terreno, permette di risalire all'altezza critica dello scavo, ossia alla massima altezza consentita con un determinato angolo di scarpa (β), secondo la relazione:

$$H_c = N_s c / \gamma_n$$

dove:

c = coesione del materiale;

γ_n = densità naturale del materiale;

H_c = altezza critica dello scavo.

In altri termini, con tale grafico è possibile verificare speditivamente la stabilità a breve termine di una parete di taglio, note le principali caratteristiche geotecniche dei materiali.

Consistenza	Molto soffice	Soffice	Media	Elevata
C_u (t/mq.)	2,00	2,00 – 4,00	4,00 – 8,00	> 10
H critica (m.)	1,50	1,50 – 5,00	3,00 – 5,00	≈ 8 *

Per effettuare la valutazione delle condizioni di stabilità di uno scavo bisogna tener presente la classificazione dei suoli (Soil Classification System) come definiti dalla Norma Standard 1926 (Safety and health regulations for construction) dell'OSHA:

- Rocce stabili
- Terreno “*tipo A*”
- Terreno “*tipo B*”
- Terreno “*tipo C*”

Le rocce stabili sono definibili come un complesso di minerali solidi naturali che possono essere scavati con pareti verticali che rimangono intatte per tutto il periodo di esposizione agli agenti atmosferici.

Con terreno di “*tipo A*” si intendono i suoli coesivi costituiti da argille/limi o da terre a forte componente argillosa.

Con terreno di “*tipo B*” si intendono i terreni mediamente coesivi a parziale composizione granulare (sabbie e ghiaie con presenza di componente argillosa/limosa) o dotati di attrito interno come i terreni costituiti da frammenti rocciosi spigolosi.

Con terreno di “*tipo C*” si intendono i terreni incoerenti a comportamento granulare come le sabbie e le ghiaie.

Le massime pendenze consentite, in funzione della classificazione sopra descritta, sono le seguenti:

Tipo di roccia o terreno	Max pendenza consentita (h/v) per scavi profondi meno di 6,10 m	
Roccia stabile	Verticale	90°
Terreno “ <i>tipo A</i> ” *	¾ : 1	53°
Terreno “ <i>tipo B</i> ” **	1 : 1	45°
Terreno “ <i>tipo C</i> ”	1 ½ : 1	34°

* per scavi di breve periodo (max 24 ore di scavo aperto) e di profondità max di 3,67 m, la max pendenza consentita è di ½ : 1 ovvero 63°.

** scavi tipo trincea con le pendenze consigliate possono essere realizzati, in assenza di opere provvisorie di sostegno, solo in terreni dotati di coesione.

13. CONCLUSIONI

L'esecuzione dei pozzetti geognostici e delle prove penetrometriche ha permesso di individuare una sequenza stratigrafica, che nell'area in esame si presenta distribuita orizzontalmente e verticalmente omogenea.

Essa è caratterizzata da livelli litologici debolmente consistenti (*Argille limose*) (pozzetti PZ4, PZ5, PZ6, PZ7, PZ9, PZ10), presenza di livelli mediamente/debolmente consistenti (*Sabbie limose*) (pozzetti PZ6, PZ9) e presenza di livelli molto consistenti (*Alluvioni ciottolose*) (pozzetto PZ8).

Dai parametri geotecnici rilevati, la formazione nel suo complesso risulta essere costituita da litologie con mediocri caratteristiche meccaniche.

La falda al momento risulta assestarsi a quote che vanno dai - 2,60 ai -3,50 metri dal piano campagna.

Si deve tener conto che il suo livello piezometrico subirà delle variazioni e raggiungerà quote superiori soprattutto in periodi di maggiore piovosità.

La presenza d'acqua influirà negativamente su quelle che sono le caratteristiche fisico meccaniche delle litologie facendone variare e diminuire i valori.

Tutto ciò è dovuto al fatto che in generale, il materiale argilloso presenta la particolarità di modificare la propria consistenza in funzione della percentuale d'acqua che contiene. Queste variazioni possono essere accompagnate da forti aumenti di volume del terreno (*rigonfiamento*) all'aumentare della percentuale d'acqua oppure da una consistente contrazione (*ritiro*) in caso di siccità.

Sebbene i terreni attraversati, siano caratterizzati da parametri geotecnici a mediocri, gli studi ed analisi eseguiti indicano che il progetto proposto è compatibile con le caratteristiche geotecniche dei materiali che caratterizzano il sottosuolo dell'area in oggetto.

La portanza dei terreni attraversati è generalmente sufficiente alle necessità progettuali.

Naturalmente in fase di progettazione esecutiva delle opere previste dovranno essere verificate le condizioni locali al fine di dimensionare adeguatamente le opere.

Le scelte progettuali dovranno essere tali da ridurre al minimo i cedimenti.

La stabilità è nel complesso buona e non viene turbata dall'attuazione del progetto proposto.

I cedimenti dei terreni hanno entità ridotte o comunque compatibili con la tipologia delle opere previste nell'area.

L'intervento proposto, così come ipotizzato, non interferisce negativamente con strutture pubbliche o private esistenti.

Poichè l'intervento che dovrà essere realizzato consiste nell'esecuzione di scavi per la posa in opera di condotte sino ad una certa profondità del piano campagna si deve tener conto della stabilità delle pareti di scavo durante l'esecuzione dei lavori in funzione delle

caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati, come esposto precedentemente.

Nel caso in questione l'area in esame è caratterizzata generalmente, perlomeno sino alla profondità di scavo prevista, da una tipologia di **terreno "A"** (*coesivo costituito da argille/limi o da terre a forte componente argillosa*) e soltanto in un caso ci troviamo in presenza di un terreno granulare molto consistente (pozzetto PZ8)

Tenendo conto ovviamente di tutte le norme di sicurezza legate agli scavi, dai pozzetti eseguiti si deduce che le pareti degli stessi, data l'alta coesione delle argille, sono in grado di autosostenersi almeno in assenza di precipitazioni.

Gli stessi non dovranno però essere tenuti aperti oltre lo stretto necessario, per evitare fenomeni di rigonfiamento nelle argille, e andranno eventualmente sostenuti con idonee opere in caso di variazione della consistenza e/o di cedimenti.

In merito alla necessità di opere provvisorie per la realizzazione degli scavi previsti in terra fino alla quota di imposta delle condotte si ritiene che non siano necessarie opere provvisorie, vista la limitata profondità da raggiungere (max 1,50 m) e in ogni caso sino alla profondità massima di – 1,50 metri dal piano campagna.

Ciò non esclude la possibilità e la necessità di richiedere l'adozione di idonei accorgimenti, quali la svasatura delle pareti o l'armatura degli scavi, qualora gli stessi siano necessari per garantire la sicurezza dei lavoratori.

La presenza della falda idrica che oscilla attorno a - 2,60 e -3,50 metri da p.c. deve essere presa in considerazione nel caso di approfondimenti del piano di posa dell'opera sotto il livello idrico, al fine di predisporre tutte le misure necessarie per garantire la stabilità dei fronti di scavo e ridurre al massimo la possibilità di infiltrazioni idriche.

Pertanto nel caso in cui si debbano approfondire gli scavi oltre la profondità di – 1,50 m dal p.c. è invece necessario prevedere adeguate opere provvisorie al fine di rendere stabili le pareti degli scavi.

In questa ultima ipotesi la presenza di acqua di falda che andrà ad occupare la parte medio basale degli scavi, rende la stabilità dei fronti alquanto precaria.

Le importanti venute d'acqua che sono intercettate dagli scavi dovranno essere adeguatamente allontanate per poter effettuare tutte le lavorazioni previste.

Si consiglia di effettuare queste lavorazioni nei periodi di magra della falda suddetta.

Dolianova ,

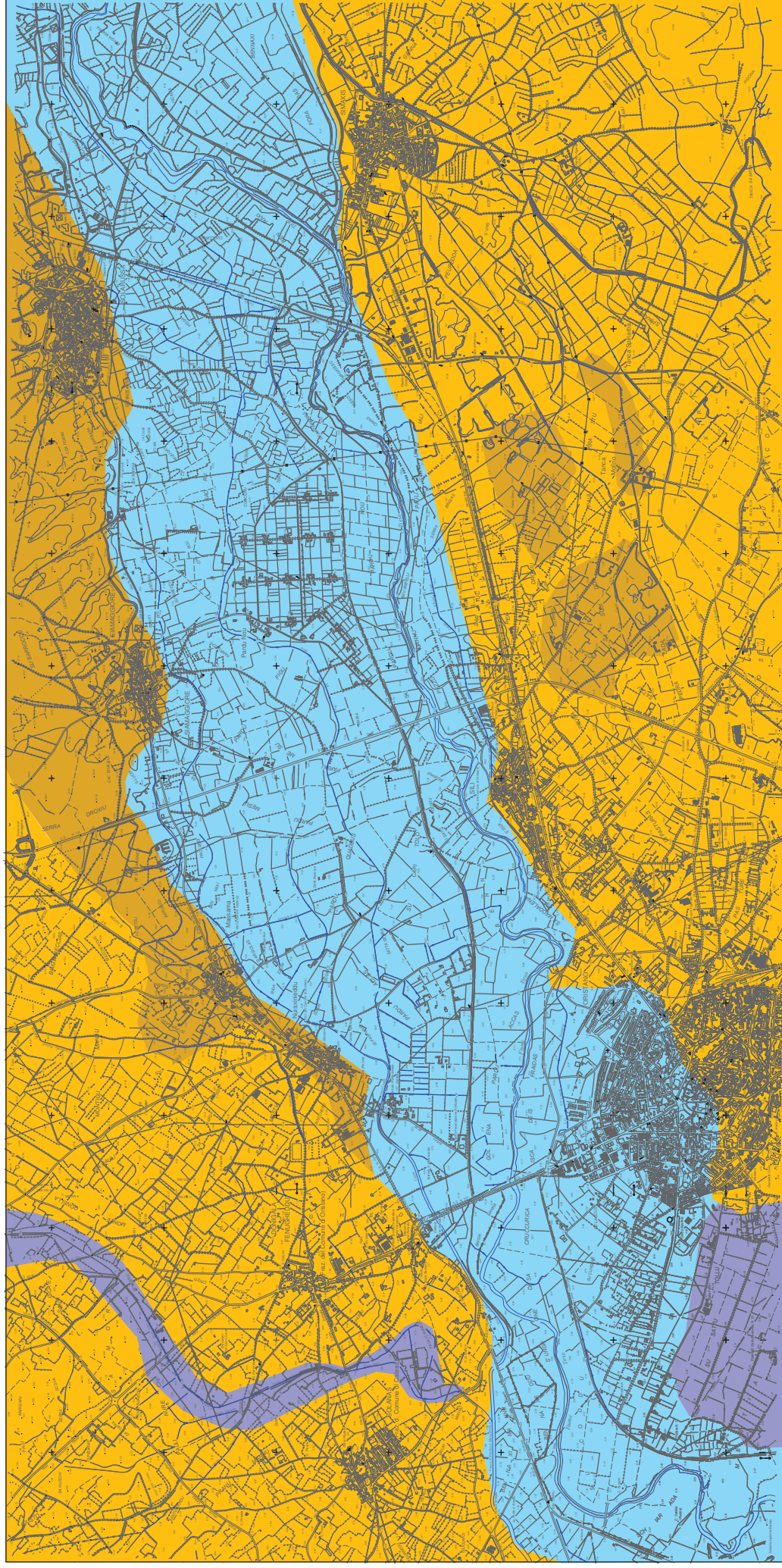
IL TECNICO

Dott. Geol. Giampiero Fenu

ALLEGATI

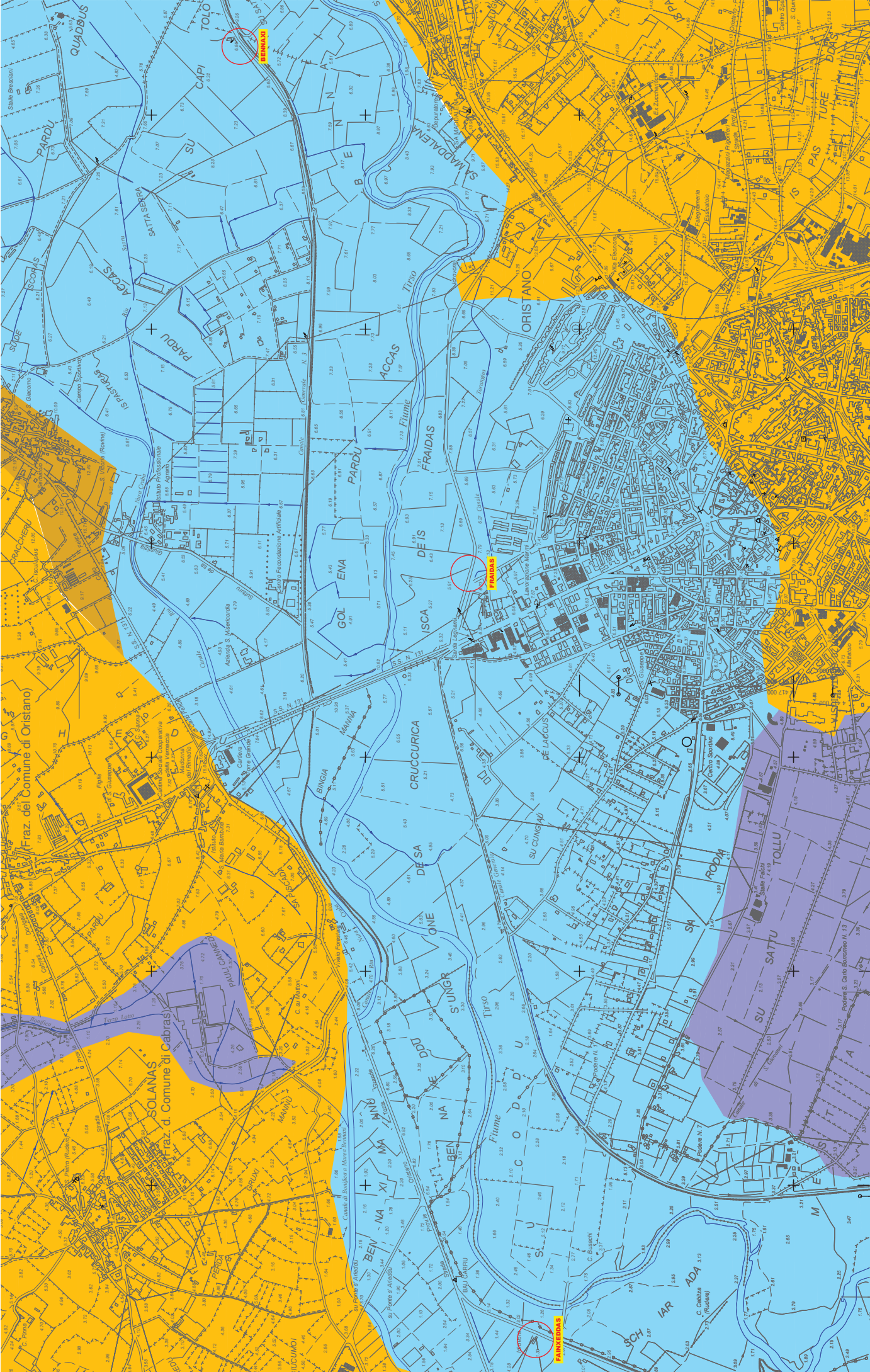
- Carta Geolitologica generale
- Carta Geolitologica con ubicazione aree di intervento
- Planimetria con ubicazione pozzetti geognostici (Satellitare)
- Fotografie esecuzione pozzetti geognostici
- Stratigrafie pozzetti geognostici con relative fotografie
- Planimetria con ubicazione prove penetrometriche DP (Satellitare)
- Risultati ed elaborati grafici prove penetrometriche DP
- Certificati prove di laboratorio
- Profili geotecnici

CARTA GEOLITOLÓGICA



- Depositi lacustri e palustri limoso-argillosi (OLOCENE)
- Depositi alluvionali eterogenei (OLOCENE)
- Ghiaie alluvionali terrazzate con ciottoli e subordinate sabbie (PLEISTOCENE)
- Ghiaie alluvionali terrazzate con ciottoli e subordinate argille (PLEISTOCENE)





ELABORATI STRATIGRAFICI

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE POZZETTI GEOGNOSTICI



PLANIMETRIA CON UBICAZIONE POZZETTI GEOGNOSTICI



PLANIMETRIA CON UBICAZIONE POZZETTI GEOGNOSTICI



PLANIMETRIA CON UBICAZIONE POZZETTI GEOGNOSTICI





POZZETTO GEOGNOSTICO PZ4 – Località “FAINXEDDAS”



POZZETTO GEOGNOSTICO PZ5 – Località “BENNAXI”



POZZETTO GEOGNOSTICO PZ6 – Località “PARDU NOU”



POZZETTO GEOGNOSTICO PZ7 – Località “CUCCURURUINAS”



POZZETTO GEOGNOSTICO PZ8 – Località “BARRAMAU”

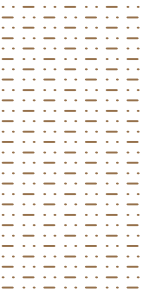


POZZETTO GEOGNOSTICO PZ9 – Località “FRAIDAS”



POZZETTO GEOGNOSTICO PZ10 – Località “PETZU MANNU”

 Studio Geologico - Tecnico Dott. Geol. Giampiero Fenu Via Indipendenza , 19 09041 Dolianova (CA)	Committente : Consorzio di Bonifica dell' Oristanese Cantiere : Corpi arginali fiume Tirso Località : Fainxeddass Inizio scavo : 18/07/2016 Fine scavo : 18/07/2016	Pozzetto : PZ4 Profondità : 2,60 m. Quota : p.c. Longitudine : 39°54'46.4137" Latitudine : 08°32'47.9538"
---	--	--

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.60		Suolo argilloso color marrone	2.60	
	2.60		Argilla limosa sabbiosa, debolmente consistente color marrone scuro - Fine scavo		





Studio Geologico - Tecnico
Dott. Geol. Giampiero Fenu
Via Indipendenza , 19
09041 Dolianova (CA)

Committente : Consorzio di Bonifica dell' Oristanese
Cantiere : Corpi arginali fiume Tirso
Località : Bennaxi
Inizio scavo : 21/07/2016
Fine scavo : 21/07/2016

Pozzetto : PZ5
Profondità : 2,70 m.
Quota : p.c.
Longitudine : 39°55'32.1359"
Latitudine : 08°03'.5337"

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.50		Suolo argilloso color marrone		
1			Argilla limosa sabbiosa, debolmente consistente color marrone scuro - Fine scavo		
2					
	2.70			2.70	2.70





Studio Geologico - Tecnico
Dott. Geol. Giampiero Fenu
Via Indipendenza , 19
09041 Dolianova (CA)

Committente : Consorzio di Bonifica dell' Oristanese

Cantiere : Corpi arginali fiume Tirso

Località : Pardu Nou

Inizio scavo : 21/07/2016

Fine scavo : 21/07/2016

Pozzetto : PZ6

Profondità : 2,70 m.

Quota : p.c.

Longitudine : 39°56'03.4870"

Latitudine : 08°39'27.8226"

Scala 1:50	Profondità'	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.50		Suolo argilloso color marrone		
	1.70		Argilla limosa debolmente consistente color marrone scuro		
	2.50		Sabbia media argillosa limosa color marrone - Fine scavo		





Studio Geologico - Tecnico
Dott. Geol. Giampiero Fenu
Via Indipendenza , 19
09041 Dolianova (CA)

Committente : Consorzio di Bonifica dell' Oristanese

Cantiere : Corpi arginali fiume Tirso

Località : Cuccuru Ruinas

Inizio scavo : 21/07/2016

Fine scavo : 21/07/2016

Pozzetto : PZ7

Profondità : 3,30 m.

Quota : p.c.

Longitudine : 39°56'28.3648"

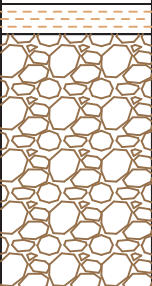
Latitudine : 08°40'04.9339"

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.50		Suolo argilloso color marrone		
	1		Argilla limosa sabbiosa, debolmente consistente color marrone scuro - Fine scavo		
	3.30				

3.30



 Studio Geologico - Tecnico Dott. Geol. Giampiero Fenu Via Indipendenza , 19 09041 Dolianova (CA)	Committente : Consorzio di Bonifica dell' Oristanese Cantiere : Corpi arginali fiume Tirso Località : Barramau Inizio scavo : 21/07/2016 Fine scavo : 21/07/2016	Pozzetto : PZ8 Profondità : 1,90 m. Quota : p.c. Longitudine : 39°57'21.3220" Latitudine : 08°42'04.9339"
---	---	--

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.20 1 1.90		Suolo argilloso color marrone Argilla limosa sabbiosa, debolmente consistente color marrone scuro - Fine scavo		

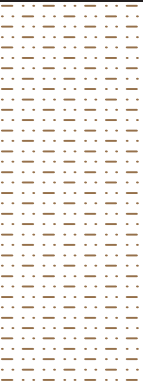




Studio Geologico - Tecnico
Dott. Geol. Giampiero Fenu
Via Indipendenza , 19
09041 Dolianova (CA)

Committente : Consorzio di Bonifica dell' Oristanese
Cantiere : Corpi arginali fiume Tirso
Località : Fraidas
Inizio scavo : 25/07/2016
Fine scavo : 25/07/2016

Pozzetto : PZ9
Profondità : 3,40 m.
Quota : p.c.
Longitudine : 39°54'58.0218"
Latitudine : 08°35'18.7146"

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.60		Suolo argilloso color marrone		
1			Argilla limosa debolmente consistente color marrone scuro		
2					
3					
3.20 3.40			Sabbia media argillosa limosa color marrone - Fine scavo		= 3.40 =





Studio Geologico - Tecnico
Dott. Geol. Giampiero Fenu
Via Indipendenza, 19
09041 Dolianova (CA)

Committente : Consorzio di Bonifica dell' Oristanese

Cantiere : Corpi arginali fiume Tirso

Località : Pezzu Mannu

Inizio scavo : 25/07/2016

Fine scavo : 25/07/2016

Pozzetto : PZ10

Profondità : 3,50 m.

Quota : p.c.

Longitudine : 39°55'31.5161"

Latitudine : 08°38'20.7814"

Scala 1:50	Profondita'	Stratigrafia	Descrizione	Falda	Campioni
	0.60		Suolo argilloso color marrone		
	1		Argilla limosa debolmente consistente color marrone scuro		
	2				
	3				
	3.00		Sabbia limosa argillosa, color marrone scuro - Fine scavo	3.50	3.50
	3.50				

