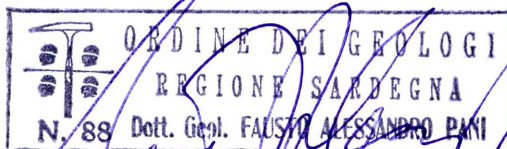


COMUNE DI ORISTANO
PROVINCIA DI ORISTANO

PIANO DI LOTTIZZAZIONE SU PITRASCIU
LOCALITÀ SA RODIA – ZONA C3
STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Responsabili dello studio:

Dott. Geol. Fausto A. Pani



Dott. Geol. Roberta M. Sanna

Novembre 2014

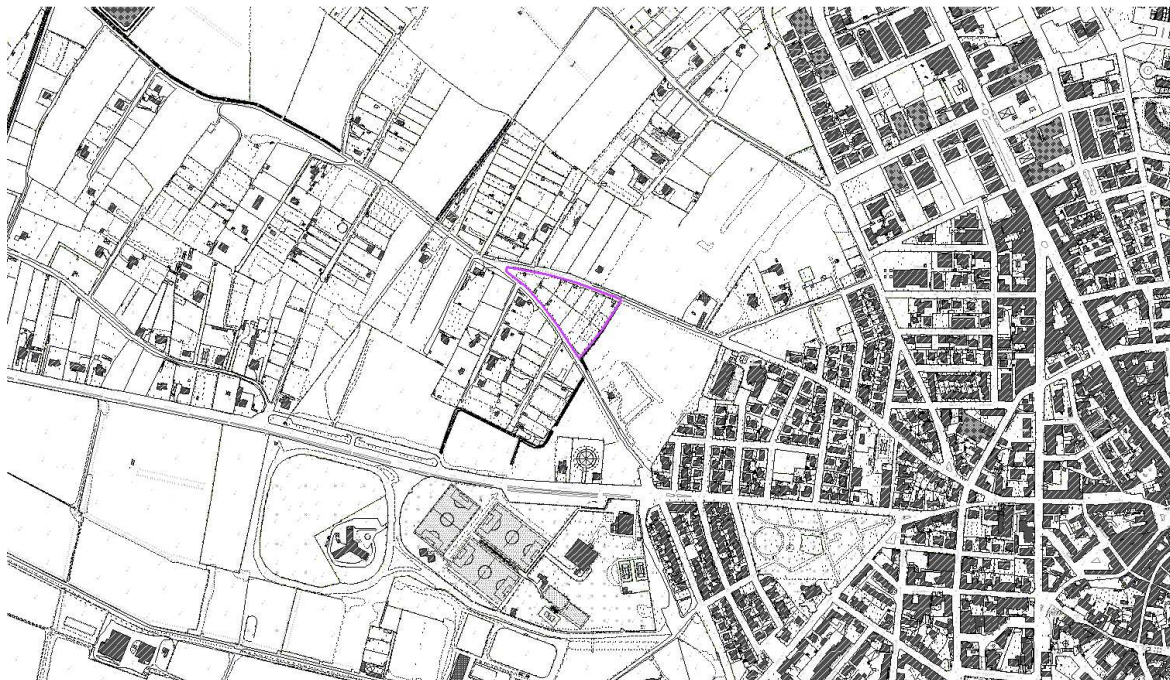
INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO DI SETTORE	4
3	GEOLOGIA DEL TERRITORIO DI PROGETTO.....	6
3.1	CENNI STORICI E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	6
3.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE.....	9
3.3	LA TETTONICA	13
4	GEOMORFOLOGIA DEL TERRITORIO DI PROGETTO	15
4.1.1	La piana alluvionale del Tirso	16
4.1.2	I campi dunari fossili ed attuali e subattuali.	16
4.2	I principali processi morfogenetici	17
5	GEOLOGIA DELL'AREA RISTRETTA.....	19
5.1	ALLUVIONI RECENTI E ATTUALI.....	19
6	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	20
6.1	Modello geotecnico	21
7	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	23
8	IDROGEOLOGIA.....	30
9	VALUTAZIONE DEI TERRENI INTERESSATI DA SCAVI.....	31
9.1	Materiali interessati da scavi	31
9.2	Studi, caratterizzazioni, certificazioni, inerenti riutilizzo terre e rocce da scavo	32
9.3	Opere provvisorie	32
10	CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA	32
10.1	Definizione della categoria del suolo di fondazione	33
11	CONCLUSIONI.....	34

1 PREMESSA

Gli scriventi Fausto Alessandro Pani e Roberta Maria Sanna hanno ricevuto l'incarico di consulenza dal gruppo di progettazione per la redazione della Relazione Geologica e Geotecnica relativa al progetto inerente la lottizzazione residenziale **SU PITRASCIU** in zona **C3** alla periferia occidentale di Oristano.

L'area coinvolta dal progetto è costituita da un settore accorpato, adiacente il prolungamento di via Cairoli, dopo l'intersezione con la Via Manconi Passino, in località sa Rodia.



Area di intervento sulla cartografia e sull'immagine del 27 luglio 2013



2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO DI SETTORE**

La seguente relazione geologica è conforme a quanto richiesto da:

- dal punto H del D.M. 11.3.1988 “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 e il collaudo delle opere di sostegno e delle terre e delle opere di fondazione”;
- dal DM 14-01-2008 NTC2008;
- dagli Eurocodici EC7 ed EC8.

In particolare, il D.M. 14-01-2008 entrato in vigore a partire dal 01-07-2009 stabilisce le Norme Tecniche per le Costruzioni o meglio le norme per la progettazione ed il dimensionamento delle strutture.

Tale documento, come anche precisato dalla successiva Circolare Applicativa del febbraio 2009, con tutti gli ovvi risvolti sulle fasi preliminari della progettazione, è quindi riferito alla fase esecutiva della progettazione.

Per quanto riguarda la sfera attinente la professionalità del geologo vengono richiesti all'interno della progettazione 3 documenti:

- relazione geologica
- relazione geotecnica
- relazione sulla modellazione sismica del sito e pericolosità sismica di base.

La relazione geologica deve contenere le indagini, la caratterizzazione e modellazione geologica del sito in riferimento all'opera ed analizzare la pericolosità geologica del sito in assenza ed in presenza delle opere. La valenza di questo documento è fondamentale non solo per la progettazione esecutiva dell'opera ma per stabilire in fase di progettazione architettonica o preliminare se l'opera si “può fare” e quali saranno le problematiche relative alla stabilità dei terreni ed all'assetto idrogeologico dell'intorno.

La relazione geotecnica riguarda le indagini, la caratterizzazione e modellazione geotecnica del solo “volume significativo” e deve valutare l'interazione opera/terreno ai fini del dimensionamento.

La relazione sulla modellazione sismica deve valutare la pericolosità sismica di base del sito, tale documento riveste importanza per la valutazione della “pericolosità” e quindi va inserito non solo nel livello di progettazione definitivo ma già fin dal livello di progettazione preliminare. Dato che tale documento specie per la trattazione degli effetti di sito assume un carattere prettamente “geologico”, lo stesso può essere redatto in forma indipendente o essere inserito nella relazione geologica.

In particolare la normativa generale presa a riferimento è costituita da:

- Decreto Ministeriale 14.01.2008
Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Istruzioni per l'applicazione delle “Norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007
- Eurocodice 8 (1998)
Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture
Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997)
Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali . - UNI

- Eurocodice 7.2 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002). UNI

- Eurocodice 7.3 (2002)

Progettazione geotecnica – Parte II : Progettazione assistita con prove in sito(2002). UNI

- Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico
- Ordinanze Autorità di Bacino nazionale, regionale o interregionale
- Piani Territoriali di coordinamento (Provincia)
- Piano Strutturale e Regolam. Urbanistico
- D.M. 11.03.1988

Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità e dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione

3 GEOLOGIA DEL TERRITORIO DI PROGETTO

L'area di riferimento è quella del territorio del Territorio di Oristano – sa Rodia - Brabau, ricadente nel bacino idrografico del sistema Cispiri – Mar'e Foghe adducente nello stagno di Cabras e Tirso, quindi al Golfo di Oristano.

Il territorio di Oristano - Brabau è sostanzialmente omogeneo e costituito dal grande sistema dei sedimenti quaternari compresi tra i corsi d'acqua del Tirso e lo stagno di Santa Giusta.

Il sistema è compreso nell'area del Campidano di Oristano e ne condivide tutte le caratteristiche.

3.1 CENNI STORICI E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

I terreni terziari e quaternari affioranti nel Campidano di Oristano, sono stati, fin dal secolo scorso, oggetto di studio da parte di numerosi Autori. Alcuni di loro si sono interessati solo del contenuto paleontologico, altri hanno dato anche interpretazioni paleogeografiche e paleoecologiche .

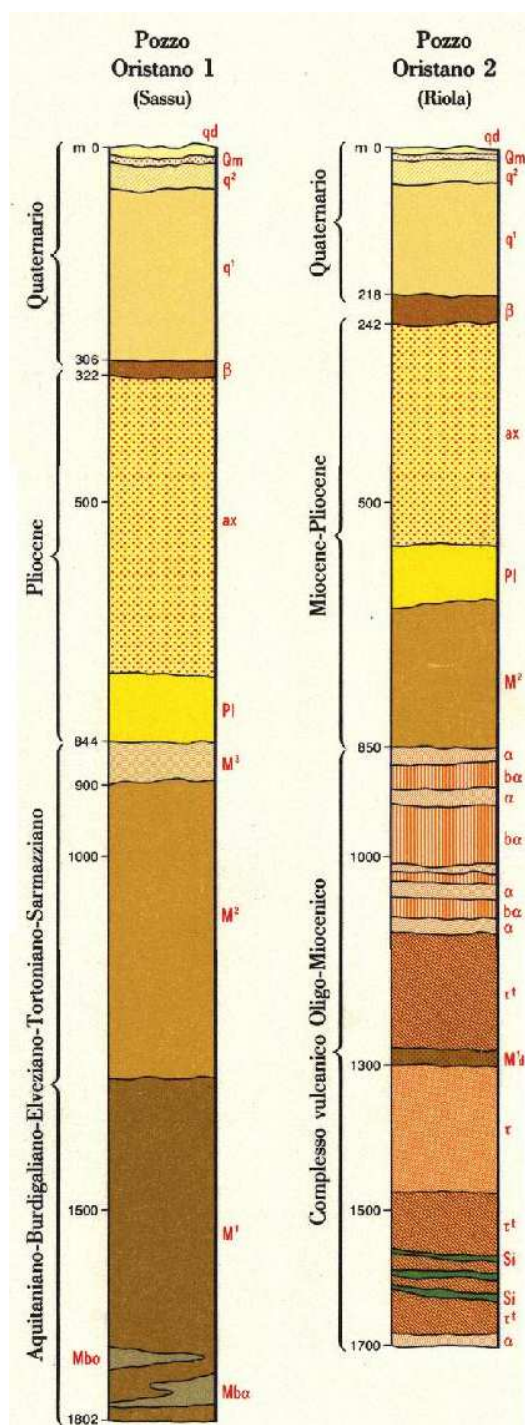
La Marmora (1857) considera le colline del Sinis formate da sedimenti terziari costituiti da calcari grossolani giallastri, ricoperti da lembi di lave basaltiche. Alla base del versante orientale si sviluppa la "piccola pianura" la cui superficie è modellata sul "grès quaternario". L'Autore analizza la penisola di Capo San Marco e la considera un sito importante per differenziare i sedimenti "subappennini" dal "grès quaternario" Nella falesia di NO affiorano infatti i depositi subappennini, costituiti da una marna turchina alla base, calcare a corbula al tetto, mentre nell versante orientale affiorano i diversi strati di grès quaternario, i cui depositi basali inglobano ciottoli di basalto e frammenti di marna.



Mapa – L'area del Sinis dalla Carta del La Marmora (1857)

Tilia Zuccari (1969) sulla base delle analisi micropaleontologiche eseguite sui testimoni del sondaggio Oristano 2, perforato presso Riola nel 1962 e che raggiunse la profondità di 1700 m, ricostruisce la sequenza stratigrafica che dall'alto in basso è composta da:

- sabbie dunari, sabbie di spiaggia e limi argillosi a Lamellibranchi e Gasteropodi marini e di stagno, con intercalazioni di ghiaie quarzose alluvionali. Wurm-Tirreniano (m 0 - 20);
- argille e limi sabbiosi con intercalazioni ghiaioso-sabbiose assai sottili, di facies palustre ed alluvionale. Pleistocene-Pliocene superiore (?), (m 20 - 218);
- basalto in colate, compatto o bolloso, grigio scuro, (m 218 - 243);
- siltiti marnoso-calcaree o arenacee, biancastre, conglomerati, argille e marne ad abbondanti Foraminiferi e frammenti di altri organismi marini pliocenici-miocenici rimaneggiati e ciottoli di siltiti mioceniche in prevalenza, di vulcaniti e di rocce del basamento cristallino paleozoico, in facies fluvio-torrentizia o lacustre. Pliocene (formazione di Samassi), (m 243 - 671);
- marne argillose ed arenacee, quarzoso-micacee, a Foraminiferi e Lamellibranchi. Pliocene medio-superiore, (m 671 - 729);
- marne e sabbie talora grossolane in facies marina e probabilmente anche continentale. Messiniano (?), Miocene medio superiore (?), (m 729 - 856);



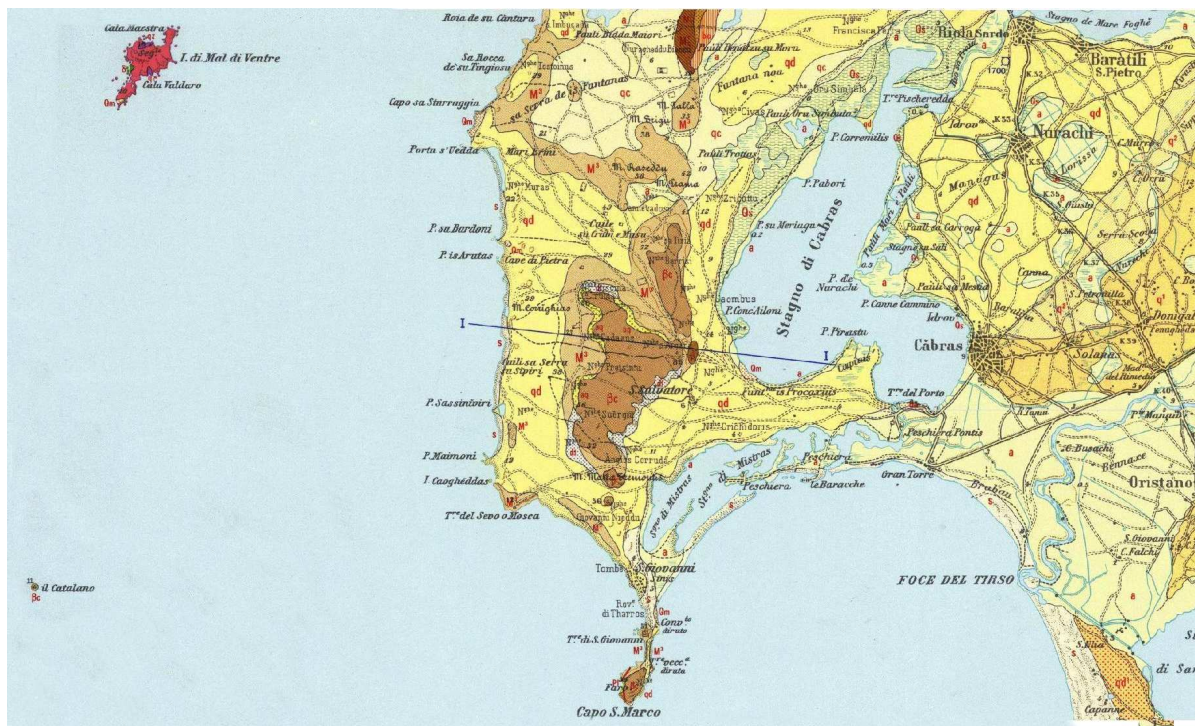
fluvio-torrentizia o lacustre. Pliocene (Formazione di Samassi), (m 310 - 370);

- marne arenacee, quarzoso-micacee, grigio scure, a Foraminiferi e Lamellibranchi. Pliocene inferiore, (m 730 - 820);

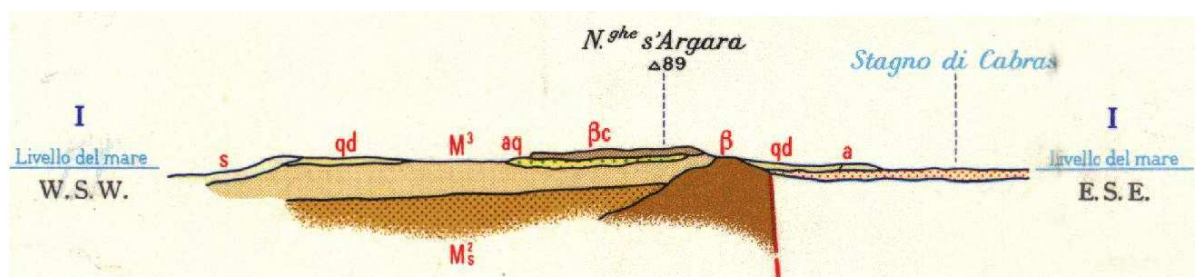
- sabbie e ciottolame di rocce cristalline paleozoiche, marne argillose e sabbie. Messiniano (?), (m 820 - 870);

- marne grigie, con intercalazioni di arenarie fini, a Foraminiferi e rari Lamellibranchi a valve assai sottili. Tortonian-Burdigaliano, (m 870 - 1430);

- marne per lo più arenacee e arenarie siltitiche grigiastre, ad intercalazioni tuffitiche, brecciolari e probabilmente laviche, bruno-verdastre, basaltico- andesitiche. Burdigaliano-Aquitano, (m 1430 - 1802).



Mappa – Carta Geologica d'Italia – Foglio 216-217 Oristano (RAS – SGI 1989)

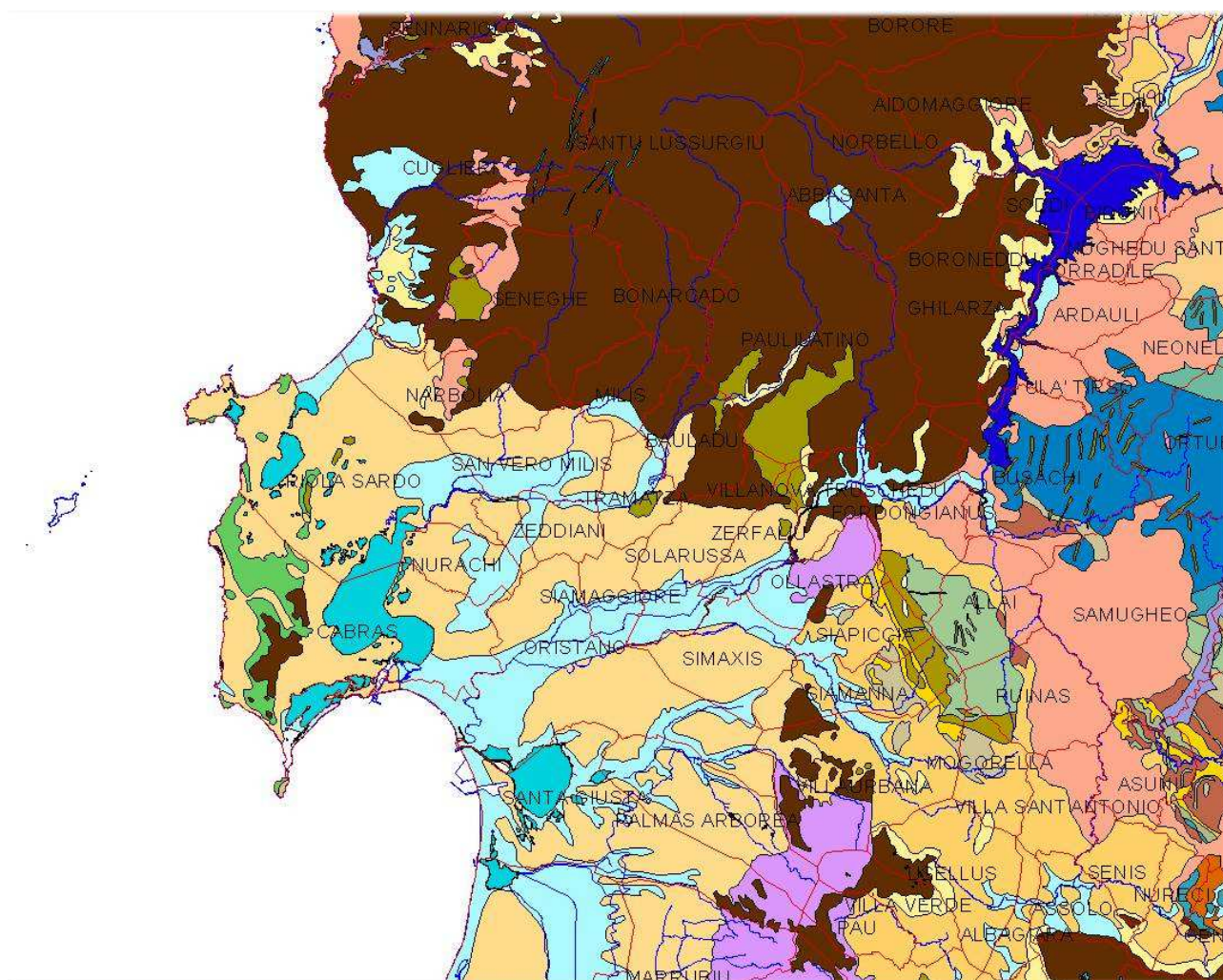


Mappa – Dalla Carta Geologica d'Italia – Foglio 216-217 Oristano (RAS – SGI 1989) la sezione II passante per il Sinis

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il territorio circostante l'area di Oristano – Brabau è costituito da terreni sedimentari e vulcanici di età terziaria e quaternaria, e quindi relativamente giovani. Fa eccezione l'Isola di Mal di Ventre, costituita invece da terreni del basamento cristallino paleozoico.

La sua parte occidentale è trova affacciata alla costa del Mar di Sardegna mentre il suo settore orientale si protende verso il bacino idrografico del Tirso.



Mappa – L'area di progetto inquadrata nella geologia dell'area vasta

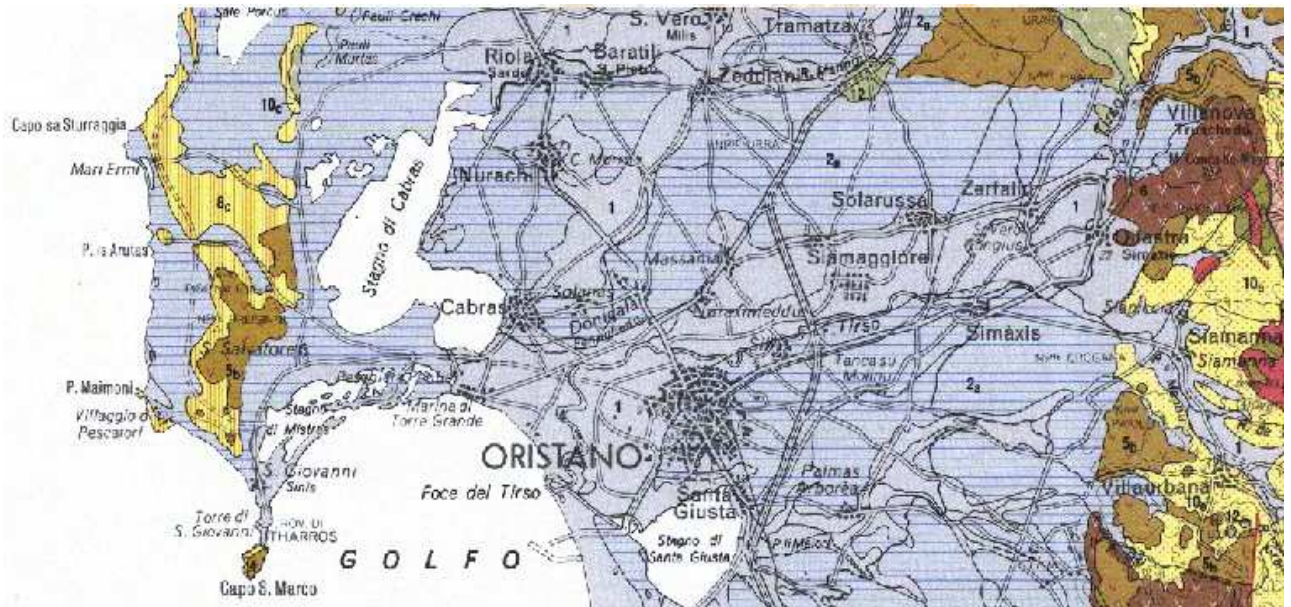
La parte orientale del territorio di Oristano – sa Rodia - Brabau occupa la piccola porzione del Campidano di Oristano compresa tra lo Stagno di Santa Giusta e lo Stagno di Cabras e costituisce l'originaria area di esondazione retro costiera del Tirso.

Il Campidano, una vasta superficie sub-pianeggiante o debolmente ondulata, modellata sui potenti depositi detritici plio-quaternari di varia origine, si estende per circa 100 km, con direzione NO-SE dal golfo di Cagliari al Golfo di Oristano, con una larghezza di circa 40 km, delimitata ad est e ad ovest da due pilastri tettonici, che nel Campidano di Oristano sono rappresentati dalla dorsale del Monte Grighine e dall'edificio vulcanico di Monte Arci, ad est, e dalla penisola del Sinis ad ovest. A nord la pianura è delimitata dal massiccio vulcanico del Montiferru.

La pianura oristanese costituisce l'estremità occidentale della fossa tettonica plio-quaternaria più nota come "graben campidanese", risultato del ringiovanimento, lungo i bordi paleozoici, delle

direttrici tettoniche, responsabili della parte mediana e meridionale della struttura oligo-miocenica, che si sviluppava dal golfo di Cagliari a quello dell'Asinara, nota come "Fossa Sarda".

La fossa oligo-miocenica è stata colmata da oltre 1.500 m di sedimenti marini quali marne, calcari, calcareniti spesso fossiliferi, alternati ad episodi vulcanici del ciclo calco-alcalino, che spesso affiorano lungo i bordi della fossa.



Mappa – L'area di progetto nella Carta Geologico-Strutturale (Carmignani et alii.)

Durante il Plio-Quaternario nel Campidano sono stati ulteriormente depositi circa 800 m fra sedimenti e vulcaniti alcaline, che poggiano sulle formazioni più antiche del ciclo sedimentario e vulcanico oligo-miocenico.

La serie sedimentaria plio-quadernaria, di spessore variabile fra qualche decina e qualche centinaio di metri, è il risultato della colmata operata da parte del fiume Tirso e dei suoi affluenti nel Pleistocene ed Olocene.

Questa successione è costituita da sedimenti continentali, per lo più appartenenti alla Formazione di Samassi, sui quali poggiano potenti depositi alluvionali, lacustri e lagunari pleistocenici, seguiti da depositi marini e lagunari flandriani-versiliani con intercalate le lave basaltiche.

I depositi marini quaternari, rappresentati da depositi di ambiente freddo, e da depositi tirreniani tipici, sono presenti nelle sole fasce costiere.

Il sottosuolo campidanese è quindi caratterizzato dall'alternarsi di strati più o meno potenti, talora lentiformi, di ghiaie ciottoloso-sabbiose, di argille, argille limose e sabbie argillo-limose, localmente sono presenti anche dei livelli torbosi, depositi a più riprese dal Tirso e dei suoi affluenti, che grande importanza hanno avuto nella formazione della piana e nel suo successivo modellamento.

I singoli orizzonti, spesso lentiformi, presentano spessori molto variabili da luogo a luogo, rendendo difficili le correlazioni stratigrafiche.

La sequenza stratigrafica del Campidano di Oristano è stata ricostruita sulla base dei risultati di due perforazioni profonde eseguite nei primi anni '60 per una ricerca di idrocarburi promossa dalla Regione Autonoma della Sardegna.

Il primo sondaggio eseguito presso Case Sassu (tra lo Stagno di S'Ena Arrubia e l'ex stagno di Sassu), raggiunse la profondità di 1802 m ed attraversò i seguenti terreni:

- Sabbie limi argillosi, con livelli di conchiglie marine e di stagno (Quaternario) da 0 a 33 m;

- Argille, limi e scarse sabbie ciottolose in facies alluvionale e palustre (Quaternario) da 33 a 94 m;
- Argille grigiastre, limi e rare sabbie in facies prevalentemente alluvionale, con resti di gasteropodi d'acqua dolce e di piante palustri (Pliocene sup.) da 94 a 304 m;
- Basalto, grigio scuro, compatto, in colate, da 304 a 310 m;
- “Formazione di Samassi”, costituita da alternanze di limi marnoso-calcarei, talora sabbiosi, conglomerati a ciottoli di marne mioceniche prevalenti, argille e marne ad abbondanti foraminiferi miocenici e pliocenici rimaneggiati, in facies fluvio-torrentizia e subordinatamente lacustre (Pliocene medio-superiore) da 310 a 730 m;
- Marne arenacee a foraminiferi e resti di molluschi marini (Pliocene inf.) da 730 a 820 m;
- Complesso sabbioso-ciottoloso, argillo-marnoso e sabbioso-marnoso sterile (Messiniano?) da 820 a 870 m;
- Alternanze di marne ed arenarie fini di ambiente di mare aperto, a foraminiferi e lamellibranchi (Tortoniano-Burdigaliano) da 870 a 1430 m;
- Marne prevalentemente arenacee ed arenarie con intercalazioni tufacee, piroclastiche e probabilmente laviche, andesitico-basaltico, talora in giacitura caotica (Burdigaliano-Aquitano) da 1430 a 1802 m.

Il secondo sondaggio eseguito nella periferia sud-occidentale dell'abitato di Riola raggiunse il 1700 m di profondità ed attraversò i seguenti terreni:

- Sabbie dunari, sabbie e limi a conchiglie marine e di stagno, ricoprenti ghiaie alluvionali prevalentemente quarzose (Quaternario) da 0 a 20 m;
- Argille e limi sabbiosi con intercalazioni ghiaiose, in facies alluvionale prevalente e palustre (Quaternario – Pliocene Sup (?)), da 20 a 218 m;
- Basalto grigio scuro, da compatto a bolloso, in colate, da 218 a 243 m;
- “Formazione di Samassi”, costituita da alternanze di marne arenaceo-calcaree, conglomerati a ciottoli di marne e arenarie mioceniche prevalenti, sabbie, argille torbose, limi, ad abbondanti foraminiferi miocenici e pliocenici rimaneggiati, in facies fluvio-torrentizia e subordinatamente lacustre (Pliocene medio-superiore) da 243 a 671 m;
- Marne argillose ed arenacee, a foraminiferi e resti di lamellibranchi marini (Pliocene inf.) da 671 a 729 m;
- Marne e sabbie talora grossolane, in facies marina e dubbitativamente continentali nella parte alta (Messiniano ? Miocene superiore-medio?) da 729 a 856 m;
- Ignimbriti, andesiti e tufi associati (Miocene inf.) da 856 a 1298 m;
- Tufiti con intercalati livelli marini ad ostree (Miocene inferiore) da 1298 a 1308 m;
- Andesiti, Ignimbriti e tufi associati, talora con filoni e vene di calcedonio (Miocene inferiore – Oligocene superiore) da 1308 a 1700 m.

I basalti plio-quaternari, omologhi a quelli di Capo Frasca, di Capo San Marco e del Sinis, si trovano nel sottosuolo, disposti a gradinata, perché ribassati da una serie di faglie, parallele ed

ortogonali alla direzione della fossa, mostrando profondità crescenti da nord verso sud e da est verso ovest.

La colata più superficiale, attraversata da numerose perforazioni per acqua effettuate poco a monte dell'abitato di Solarussa, si trova ad una profondità di alcune decine di metri, ricoperta da depositi alluvionali, e poggia a sua volta su altri sedimenti alluvionali di età precedente. Nelle perforazioni effettuate dall'AGIP, le colate basaltiche sono ribassate alla profondità di circa 218 metri presso Riola e di 304 metri presso Sassu.

Nell'Oristanese la pianura è attraversata dal tratto terminale del fiume Tirso e dei suoi affluenti, tale superficie è resa meno monotona dalla presenza di superfici terrazzate, lagune, stagni e piccole paludi. Questi corpi idrici, relitti di bracci fluviali e meandri abbandonati del Tirso e dei suoi affluenti, oggi in parte bonificati, ed i terrazzi fluviali testimoniano le modificazioni evolutive dei corsi d'acqua e della linea di costa legate a periodi di sedimentazione alternati a periodi di erosione.

L'area, oggi pressoché pianeggiante, è caratterizzata dalla presenza di terrazzi fluviali dovuti alle inondazioni dei fiumi gravitanti nell'area. Nella piana, nel settore caratterizzato dal talweg del Tirso, si riconoscono diversi ordini di terrazzi dal T0 attuale e subattuale al T3 legato agli eventi alluvionali più antichi.

Oltre che per la posizione topografica differente tali terrazzi possono essere differenziati anche per il tipo di depositi e per il tipo di suolo che su di essi si è evoluto. I terrazzi sub-attuali ed attuali si trovano nell'area di golena e sono costituiti da sabbie quarzose fini e ghiaie e ciottoli eteromorfi e poligenici, su di essi si sono evoluti dei suoli, denominati terreni di "Bennaxi", che presentano elevate potenzialità per l'uso agricolo. I terrazzi più antichi, che si sviluppano a quote più alte rispetto ai primi, sono caratterizzati da livelli di ciottoli e ghiaie poligeniche ed eterometriche, in matrice sabbio-limo-argillosa ferrettizzata, fortemente addensati. Su di essi si sono evoluti dei suoli meno fertili dei precedenti, denominati terreni di "Gregori". La piana è attraversata anche da una fitta rete di canali artificiali, realizzati dagli anni '30 fino ad oggi.

In affioramento il termine più antico dei depositi detritici quaternari è rappresentato dalle alluvioni antiche terrazzate. Questi depositi, costituiti da alternanze di livelli ciottolosi, ghiaiosi e sabbiosi, in matrice argillo-limosa, con locali lenti di argilla e di torba, caratterizzati da una elevata eterometria della frazione più grossolana, non si rinvencono in affioramento nel territorio comunale.

Seguono i depositi delle alluvioni medie, rappresentati da livelli ciottoloso-ghiaiosi, ma con una maggiore frazione sabbiosa, le così dette alluvioni rimaneggiate, formatesi evidentemente, nel Pleistocene medio e superiore, dall'erosione e successiva sedimentazione di parte dei depositi alluvionali antichi, ad opera dei fiumi presenti.

Generalmente questi depositi alluvionali sono costituiti da materiali detritici provenienti dal bacino del Tirso. Le sabbie sono di tipo quarzoso-feldspatico, ed i ciottoli e le ghiaie sono costituiti da clasti di quarziti, granitoidi e rocce cristalline del basamento paleozoico della Sardegna, estesamente diffuso in affioramento nei territori attraversati dal Tirso.

Questi depositi alluvionali, per la loro origine, presentano caratteri macroscopici molto simili a quelli delle alluvioni antiche, dalle quali derivano, pertanto i limiti fra le due formazioni non sono sempre netti e facilmente riconoscibili in campagna. L'unico aiuto per la delimitazione degli affioramenti di questa formazione è dato dalla morfologia, più uniforme, rispetto a quella dei depositi antichi.

Questi terreni, che costituiscono buona parte del territorio di Oristano - Brabaucampidanese, ne occupano il settore altimetricamente più elevato compreso tra i 4 e gli 8 m s.l.m. Essi si sviluppano con continuità dall'abitato di Cabras fino ai limiti comunali settentrionale ed orientale. A sud sono troncati in corrispondenza dell'argine destro del Tirso, dove lasciano il posto alle alluvioni recenti, e a sud-ovest dall'alveo, oggi canalizzato e rettificato, del Rio Tanui.

Localmente inglobano piccole aree depresse, vecchie paludi bonificate, dove si rinvencono invece terreni più francamente limoso-argillosi.

Nella sequenza stratigrafica seguono i depositi alluvionali ciottoloso-sabbiosi sciolti, subattuali ed attuali, che si rinvencono lungo l'alveo del Tirso, caratterizzato in questo tratto da andamento meandriforme, lungo l'alveo del Rio Tanui, e nei terreni che si sviluppano fra questi due corsi d'acqua.

Anche nel settore della foce del Tirso si rinvencono questi depositi alluvionali recenti, che nella zona più prossima alla linea di riva sfumano nelle sabbie di spiaggia e sono ricoperti dal sabbie eoliche.

Questi depositi ciottoloso-sabbiosi, decisamente sciolti, mostrano una maggiore granulometria decisamente più minuta dei depositi alluvionali medi, con prevalenza delle frazioni argillo-limose e sabbiose. Essi derivano in parte dal rimaneggiamento dei depositi più antichi, ma è consistente anche il materiale derivante dalla deposizione del carico solido delle piene del Tirso.

Nelle zone più vicine alla costa oltre agli apporti prettamente fluviali, questi depositi hanno ricevuto consistenti apporti sabbiosi di origine eolica, provenienti dalla vicina spiaggia e dal campu dunare retrostante, quello dove negli anni '50 è stata impiantata la pineta di Torregrande.

Questi depositi, interessati nel tempo da processi pedogenetici, risultano ora ricoperti da suoli vertici anche di notevole spessore, e solo in profondità si notano meglio le facies alluvionali più tipiche.

Nel settore compreso tra la strada provinciale per San Giovanni di Sinis e quella per Torregrande le alluvioni recenti, lasciano il posto ai limi palustri, che si sviluppano attorno alla Peschiera di Pontis e nel ramo residuo dello Stagno di Sa Mardini.

Depositi argillo-limosi, talvolta torbosi, di ambiente palustre prendono il posto dei depositi alluvionali lungo la sponda sinistra dello stagno di Cabras, sviluppandosi anche nel settore a nord dell'abitato dove sono presenti gli stagni di Mar'e Pauli e di Pauli e Sali. Il passaggio fra queste due formazioni è spesso graduale, altre volte è digitato.

Di colore scuro, talvolta nerastro, sono costituiti da alternanze di fanghi nerastri, limi-argillosi, argille e lenti di torba, accumulatisi nel tempo nelle aree più depresse della pianura, dove si sviluppavano aree palustri.

La formazione, da poco costipata a molle, presenta una certa frazione sabbiosa, derivante dall'erosione delle zone circostanti.

Il territorio comunale, così come il resto della Sardegna, non è classificato sismico. Anche l'attività vulcanica, presente ed importante in ere precedenti, risulta oggi del tutto assente.

I terreni descritti sono riportati nella carta geologica allegata dove non sono state differenziate tutte le facies presenti, perché spesso gli affioramenti, di dimensioni assai ridotte, non sono facilmente cartografabili. Nella descrizione che segue si cercherà di descrivere tutti gli eventi riconoscibili, soprattutto per quanto riguarda i depositi marini e quelli eolici, in quanto nel territorio di Oristano - Brabauaffiora una delle sequenze più complete della Sardegna, di età Pleistocene medio-superiore ed Olocene.

I caratteri geologici del territorio di progetto sono sintetizzati nella carta geologica allegata.

3.3 LA TETTONICA

I tempi nei quali sono avvenuti i fenomeni geologici e tettonici che hanno portato all'attuale configurazione dell'area centro-mediterranea sono misurabili in milioni di anni.

200 milioni di anni fa America, Africa ed Europa erano riunite in un unico continente (Pangea). Intorno a 180 milioni di anni fa ebbe luogo il distacco tra Africa ed America settentrionale. Questo evento, che portò all'apertura dell'Oceano Atlantico centrale, fu seguito intorno ad 80 milioni di anni fa dal distacco dell'Europa dal Nordamerica e dalla conseguente apertura dell'Atlantico settentrionale. Con il distacco dell'Europa dall'America settentrionale cominciò il moto di convergenza tra Europa ed Africa. I margini continentali di queste due placche entrarono in collisione circa 50 milioni di anni fa.

Intorno a 30 milioni di anni fa cominciò la rotazione del Blocco Sardo-Corso con il suo distacco dalla costa meridionale della Francia e l'apertura del Mediterraneo occidentale.

Successivamente, intorno ad 8 milioni di anni fa cominciò ad aprirsi il bacino tirrenico alle spalle dell'Appennino e dell'Arco Calabro che nel corso della loro formazione avanzarono progressivamente verso l'attuale Valpadana e verso gli attuali mari Adriatico e Ionio.

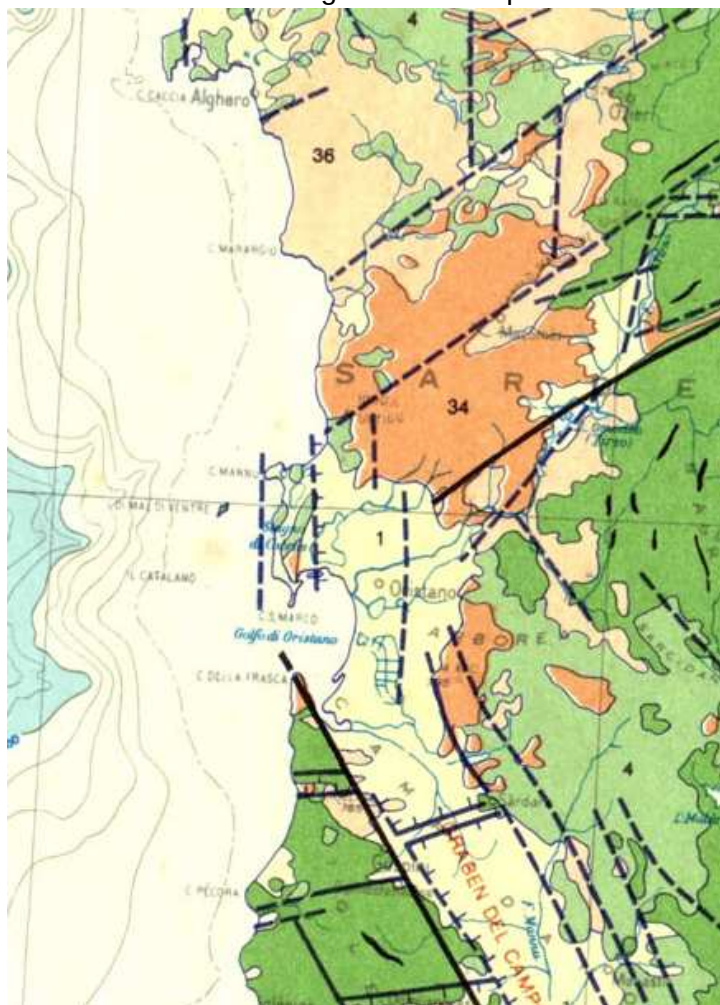
Le velocità che descrivono il moto relativo tra la placca africana e la placca europea variano da qualche centimetro per anno a frazioni di centimetro per anno. Le velocità di "scarrucolamento all'indietro" dei margini di placca nelle zone di subduzione e le velocità di apertura dei bacini post-collisionali possono essere più elevate, ma di regola non superano i 5-6 centimetri per anno nell'area centro-mediterranea.

In particolare, nel settore geologico algero-provenzale, un processo di rotazione di blocchi litosferici (sfenocasma ligure) ha portato alla formazione di nuova crosta oceanica e alla rotazione di ca. 35° in senso antiorario del blocco sardo-corso che è così passato da una posizione di continuità con l'area europeo-provenzale all'attuale posizione d'isolamento all'interno dell'area mediterranea.

Tale posizione, raggiunta nel Miocene inferiore (20 milioni di anni fa circa), da allora risulta sostanzialmente stazionaria. La Collisione continentale tra il margine sud-europeo e l'Adria ha causato in Sardegna e Corsica occidentale e meridionale estese e diffuse faglie trascorrenti con tipiche strutture sia transpressive (con tipiche flower-structures, raddoppio delle coperture mesozoiche e paleogeniche e locali sovrascorrimenti del basamento cristallino paleozoico sulle coperture stesse: ad es. Monte Albo nella Sardegna NE e P.ta Carcina nella Corsica SE) sia transtensive (con sviluppo di bacini transtensivi lungo zone di releasing delle faglie principali: ad es. bacini transtensivi dell'Anglona, di Chilivani, Ottana, ecc.).

Contemporaneamente all'azione dello sfenocasma ligure venne attivato, in fase post-collisionale, un nuovo processo di subduzione a est del blocco sardo-corso, con l'associata formazione di un arco vulcanico (vulcanismo calcalcalino sardo).

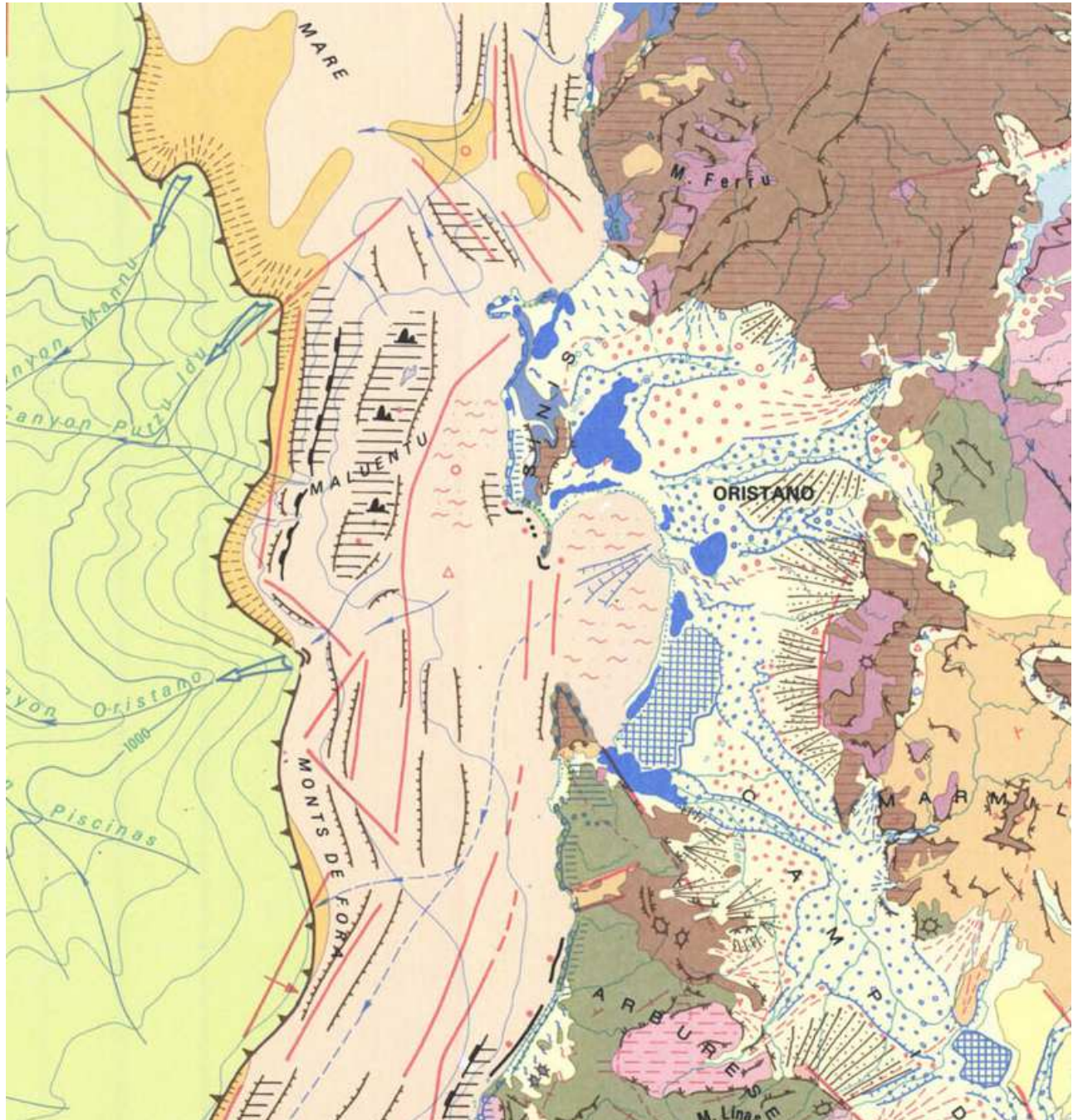
Su scala geologica le modeste velocità di movimento descritte, possono produrre sostanziali modificazioni paleogeografiche, con la creazione di oceani dove prima esistevano continenti o con la costruzione di gigantesche catene di montagne dove prima si estendevano spazi oceanici.



Mapa della tettonica del S della Sardegna (da Carmignani et alii, Mem Descr Carta Geol. Strutt. Sardegna op. cit.)

4 GEOMORFOLOGIA DEL TERRITORIO DI PROGETTO

L'assetto geomorfologico del territorio di Oristano - Brabau è dovuto all'interazione degli aspetti geostrutturali dell'area con i processi esogeni, intendendo con il termine geostrutturali: la tettonica, i processi vulcanici, i caratteri litologici, ossia le caratteristiche chimico-fisiche che condizionano la resistenza dei materiali nei confronti dei processi di demolizione (composizione, coerenza, alterabilità, resistenza, fragilità, etc.), e quelli giaciturali; e con il termine processi esogeni: alterazione, erosione, trasporto e deposizione.



Mappa - L'area del Sinis dalla Carta geomorfologica della Sardegna da Ulzega et alii

Giocano un ruolo attivo anche le condizioni climatiche, la presenza e lo stato di copertura vegetale e non ultima l'attività antropica.

Il territorio di progetto, per quanto in un primo momento possa sembrare omogeneo e monotono, mostra invece una considerevole variabilità di forme e processi morfogenetici, che creano paesaggi morfologici assai vari, di interesse didattico–scientifico e paesaggistico.

In esso si possono riconoscere due principali domini geomorfologici:

- la piana alluvionale del Tirso
- i campi dunari fossili, attuali e subattuali

Ognuna di queste aree presenta caratteri morfologici tipici molto diversi dalle altre, come conseguenza diretta della natura geostrutturale e dei processi morfogenetici in essa prevalenti.

4.1.1 La piana alluvionale del Tirso

Il settore posto alle spalle della costa è costituito dalla piana alluvionale del Tirso.

L'area è attualmente caratterizzata da una regimazione idraulica superficiale originata al momento della trasformazione fondiaria e della bonifica del settore.

Il settore esterno alla golena arginata è drenato artificialmente attraverso una idrovora che ne allontana le acque superficiali consentendone l'utilizzo agricolo.

Tutta l'area veniva originariamente inondata nel corso delle piene invernali del Tirso, in particolare prima della costruzione della Diga di Santa Chiara.

4.1.2 I campi dunari fossili ed attuali e subattuali.

I campi dunari si rinvergono quasi con continuità lungo tutta la costa occidentale.

Nel nostro caso, l'esempio è costituito rappresentato dal vasto estendimento di dune subattuali ed attuali di Torre Grande e di quelle ormai consumate dall'attività estrattiva, del Cirras.

Le dune sono di tipo longitudinale, orientate prevalentemente secondo la direzione del vento prevalente. Il cuneo di sabbie eoliche, separato dalla spiaggia dal cordone dunare di retrospiaggia raggiunge e supera la provinciale che ne margina il piede di retroduna.

Negli anni '50 per cercare di fermare l'avanzata delle sabbie eoliche nell'entroterra è stata impiantata nella zona tra la provinciale e la spiaggia una pineta artificiale.

Particolarmente significativa è inoltre l'azione morfogenetica esplicita dall'uomo. Tra i processi antropici ricadono tutte le modificazioni del rilievo dovute all'attività umana, siano esse determinate deliberatamente dall'uomo, come costruzioni, strade, laghi artificiali, o siano conseguenze morfologiche non previste di tali attività, come certi tipi di frane, dissesti, etc..

4.2 I principali processi morfogenetici

La fase morfogenetica principale responsabile dell'assetto morfologico dell'area in esame è certamente legata a fattori strutturali. Sotto questa voce si intendono le evidenze morfologiche legate sia alla natura litologica e giacitura dei diversi affioramenti sia alle deformazioni tettoniche che li hanno interessati.

Lungo tutta la fascia costiera l'azione del vento ha dato luogo a vasti campi dunari, ed alcuni di essi sono ancora attivi.

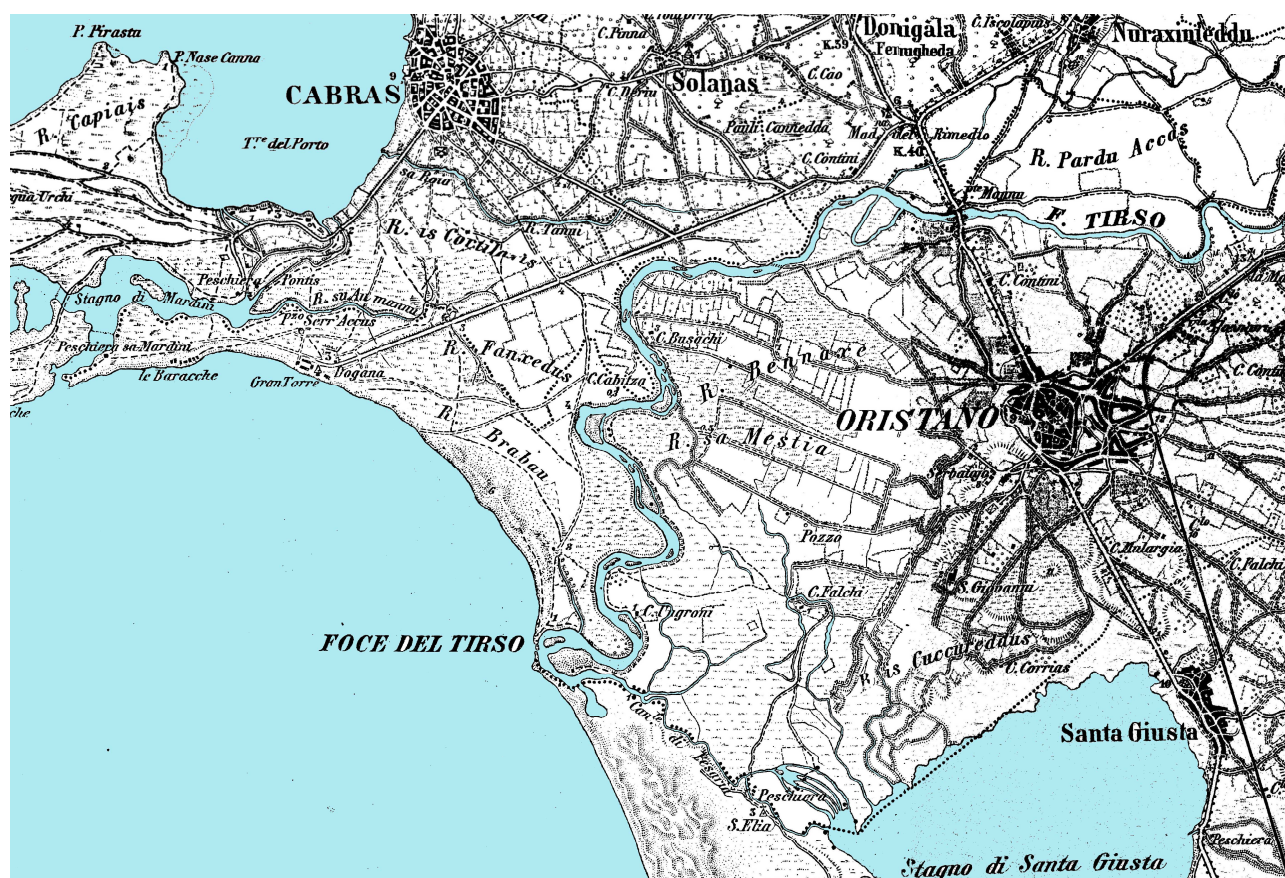
Altri, come Torregrande, sono stati rimboschiti per cercare di stabilizzare le dune.

I campi dunari non protetti dalla vegetazione subiscono frequenti modificazioni ad opera del vento.

La costa occidentale è caratterizzata da tratti alterni di costa alta e rocciosa e costa bassa e sabbiosa.

Il settore costiero che si affaccia nel golfo di Oristano, è caratterizzato, in gran parte, da una costa ad arco sabbiosa.

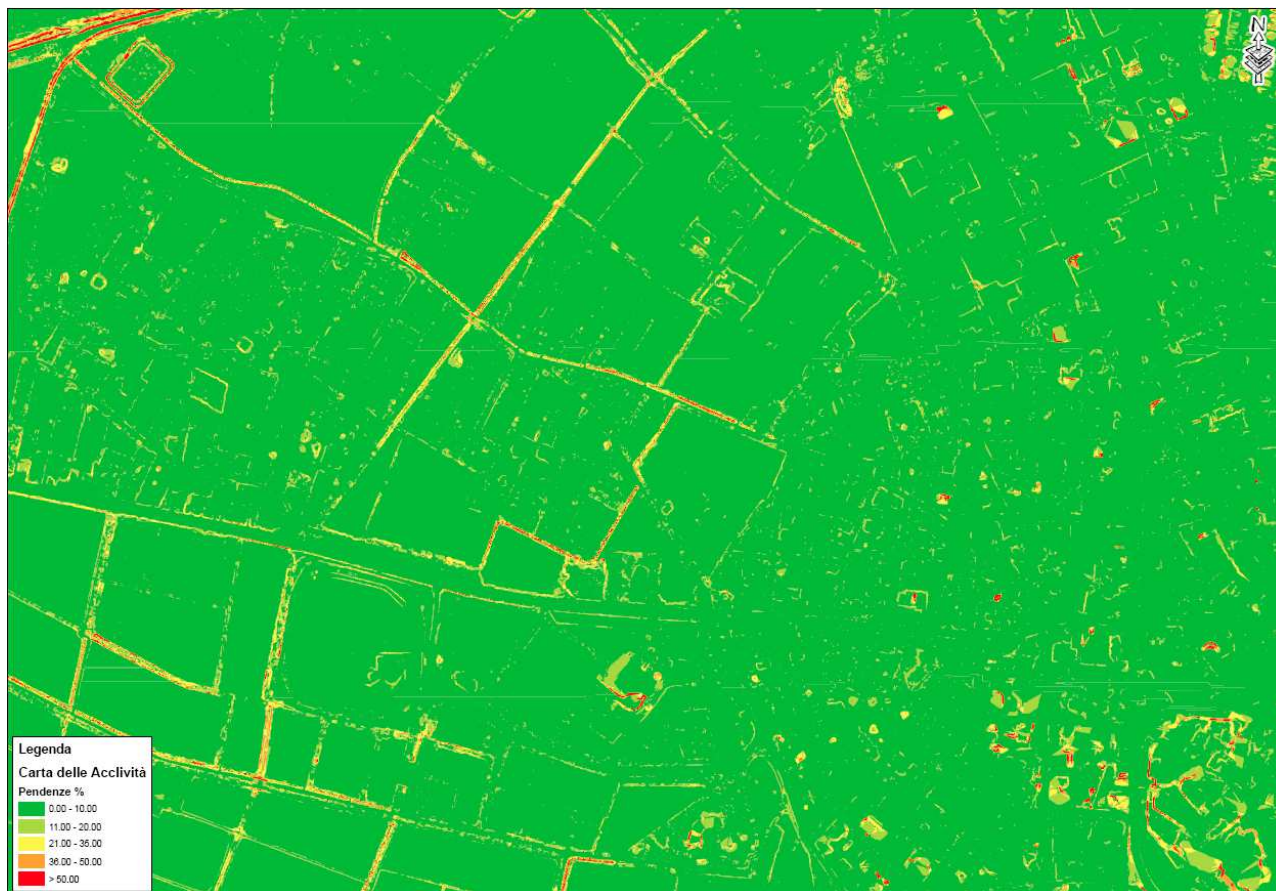
La spiaggia, comprendente anche il settore focivo del Tirso, è alimentata dagli apporti solidi del Tirso, nonostante il trasporto solido del fiume sia diminuito nel tempo per la presenza di alcune dighe di ritenuta lungo il suo corso, e sembra essere in una situazione di equilibrio. Non sono evidenti arretramenti della linea di spiaggia, forse anche per la presenza nella spiaggia sommersa di vaste praterie di posidonia che proteggono il sistema spiaggia dall'azione erosiva delle onde.



Mappa – Il reticolo idrografico tra Santa Giusta e Cabras prima delle modificazioni e arginature

Il settore di progetto è costituito dalla piana alluvionale del Tirso, oggi salvaguardata da un sistema arginale messo in opera tra le due guerre mondiali.

L'area, antecedentemente la formazione degli argini del Tirso, era correntemente soggetta a naturali inondazioni annuali che laminavano parte delle piene verso lo Stagno di Santa Giusta e quello di Cabras.



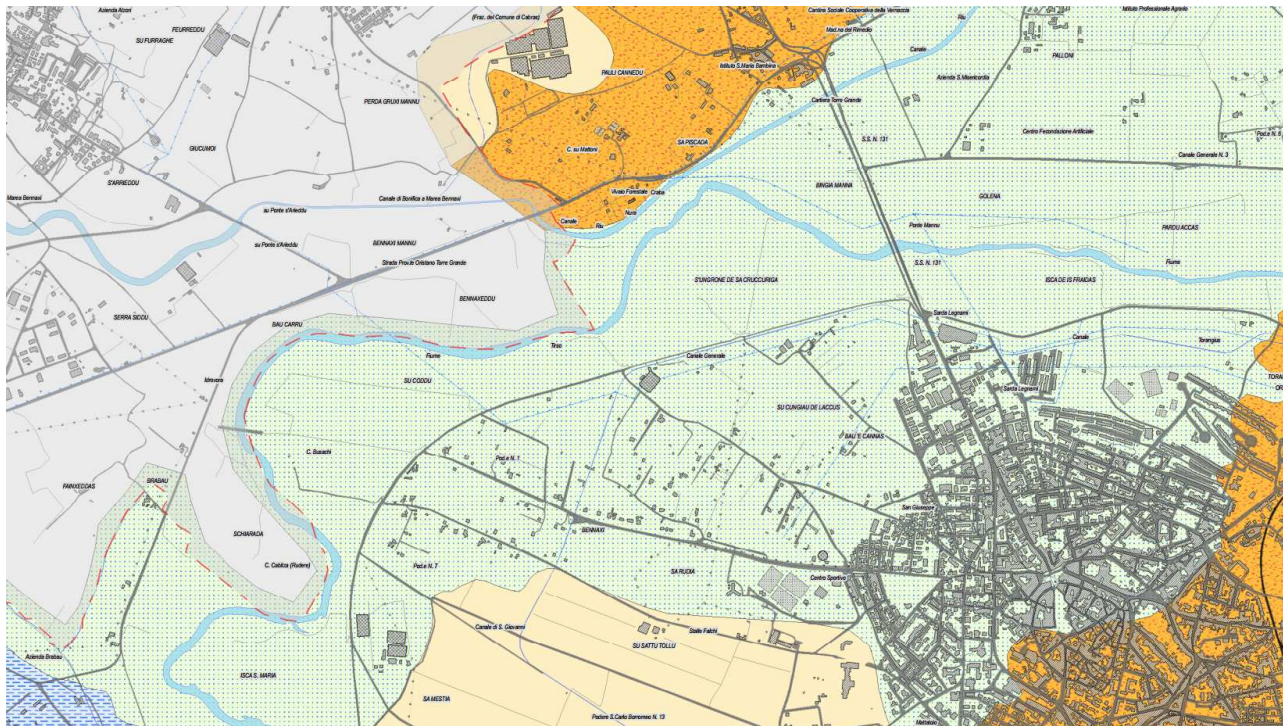
La carta delle acclività prodotta secondo le prescrizioni delle Linee Guida PAI mostra la presenza di acclività costituite dalle sole scarpe di rilevati.

Non sono presenti all'interno dell'area canali di dreno, incisi nel piano campagna con profondità e scarpe tali da costituire fonte di pericolosità di frana.

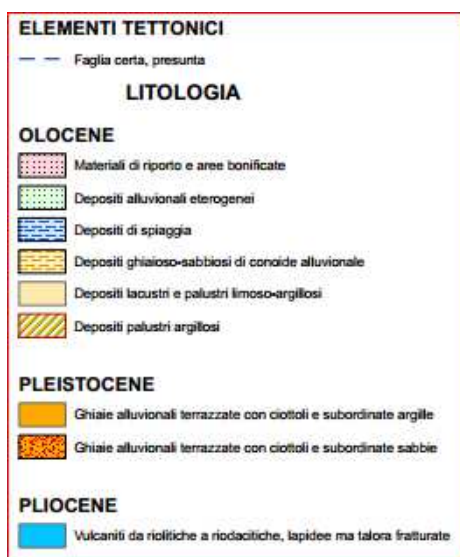
5 GEOLOGIA DELL'AREA RISTRETTA

L'area ristretta comprende le formazioni alluvionali recenti e attuali.

5.1 ALLUVIONI RECENTI E ATTUALI



Carta geologica del sito (Fonte PUC)



Formano la gran parte dell'area circostante il progetto e costituiscono il substrato delle piane alluvionali dei corsi d'acqua i cui alvei sono stati sovente modificati o sistemati da opere di bonifica.

E' il caso del sistema alveale del Tirsu, parzialmente incluso all'interno dell'attuale sistema di argini onde limitare la sua naturale esondazione a discapito delle aree abitate e coltivate adiacenti il suo corso attuale.

6 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la progettazione sono utilizzate le indagini geognostiche eseguite in zone prossime nel novembre 2011.

Le indagini geognostiche necessarie per il dimensionamento delle strutture fondali e per la caratterizzazione sismica dell'area.

Le indagini eseguite, nel novembre 2011, sono consistite in:

- ❖ n° 3 sondaggi a carotaggio continuo;
- ❖ n° 12 prove SPT in foro;
- ❖ n° 1 profilo sismico tipo MASW

Durante le operazioni di perforazione sono stati prelevati:

- ❖ n° 2 campioni indisturbati;
- ❖ n° 1 campione rimaneggiato.

Sui campioni prelevati sono state successivamente eseguite, dalla ditta Geosystem srl, le seguenti analisi e prove di laboratorio:

- ❖ n° 1
- ❖ n° 2 prove di taglio diretto
- ❖ n° 2 prove edometriche

Nella tabella tab sono riportati i sondaggi, la profondità di prelievo dei campione indisturbati e le analisi eseguite.

So ndaggio	Profondità sondaggio m
S1	20,00
S2	15,00
S3	25,00

Tab. – Sondaggi e profondità raggiunte

Per la caratterizzazione dei terreni coesivi presenti nel sottosuolo sono stati prelevati n° 2 campioni indisturbati, mentre per la caratterizzazione dei terreni interessati da scavi è stato prelevato un campione rimaneggiato.

Nella tabella seguente sono riportati i sondaggi, la profondità di prelievo dei campioni rimaneggiati ed indisturbati prelevati in foro e le analisi e prove di laboratorio eseguite. Si precisa che il campione rimaneggiato è stato prelevato dopo la realizzazione della documentazione fotografica. Pertanto dalla fotografia della prima cassa dello stesso del sondaggio S1 non si evince il prelievo del campione.

Sondaggio	Profondità prelievo da p.c. (m)	Tipo Campione	Analisi eseguite
S1	0,50 – 1,00	rimaneggiato	Classificazione CNR-UNI 10006
S 3	2,30 – 2,70	indisturbato	Prova di Taglio c.d.
S 3	2,30 – 2,70	indisturbato	Prova edometrica
S 3	7,40 – 8,00	indisturbato	Prova di Taglio c.d.
S 3	7,40 – 8,00	indisturbato	Prova edometrica

Tab. – Profondità di prelievo campioni ed analisi e prove di laboratorio eseguite

Le analisi e prove di laboratorio sono state eseguite dalla ditta Geosystem di Quartucciu.

Nella tabella seguente sono riportate le profondità delle prove SPT eseguite nei fori di sondaggi eseguiti dalla ditta TEC.AM srl nel novembre 2011.

Sondaggio	Profondità falda m	SPT Prof. Prova da p.c. m
S1	- 2,00	
		1,50
		5,40
		9,00
		12,50
S2	- 2,00	
		1,50
		5,00
		9,20
		12,50
S3	- 2,00	
		1,50
		5,40
		10,00
		12,50

Tab. – Profondità esecuzione prove SPT in foro

Per la caratterizzazione sismica del sito, ai sensi della NTC 2008, è stata eseguita un'indagine sismica tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Tale tecnica consente, attraverso le misure delle onde superficiali di Rayleigh, la determinazione delle velocità delle onde di taglio Vs.

L'indagine sismica è stata eseguita dallo Studio di geologia tecnica e geofisica applicata all'ingegneria del Dott. Luciano Puddu, di Monserrato (Ca).

L'ubicazione delle indagini è riportata nella base topografica e nella carta geologica allegata, mentre le stratigrafie dei sondaggi geognostici ed i certificati delle prove ed analisi di laboratorio sono riportati nella "Relazione sulle Indagini Geognostiche".

Le indagini sono state eseguite seguendo le "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche", elaborate dalla Commissione A.G.I. per la normativa geotecnica.

6.1 Modello geotecnico

I risultati delle analisi di superficie e delle indagini geognostiche hanno consentito la ricostruzione preliminare della conformazione geologica dei terreni di fondazione dell'opera in progetto.

In particolare è stato possibile identificare lo spessore e natura dei terreni e le loro caratteristiche tecniche, ed è stato possibile ricostruire un modello geologico-tecnico, di supporto alla progettazione definitiva dell'opera prevista.

Per l'elaborazione del modello geotecnico si è operato per fasi successive di approfondimento.

Utilizzando come base il modello geologico, sono state successivamente differenziate le categorie di materiali presenti, in funzione dei caratteri tecnici degli stessi.

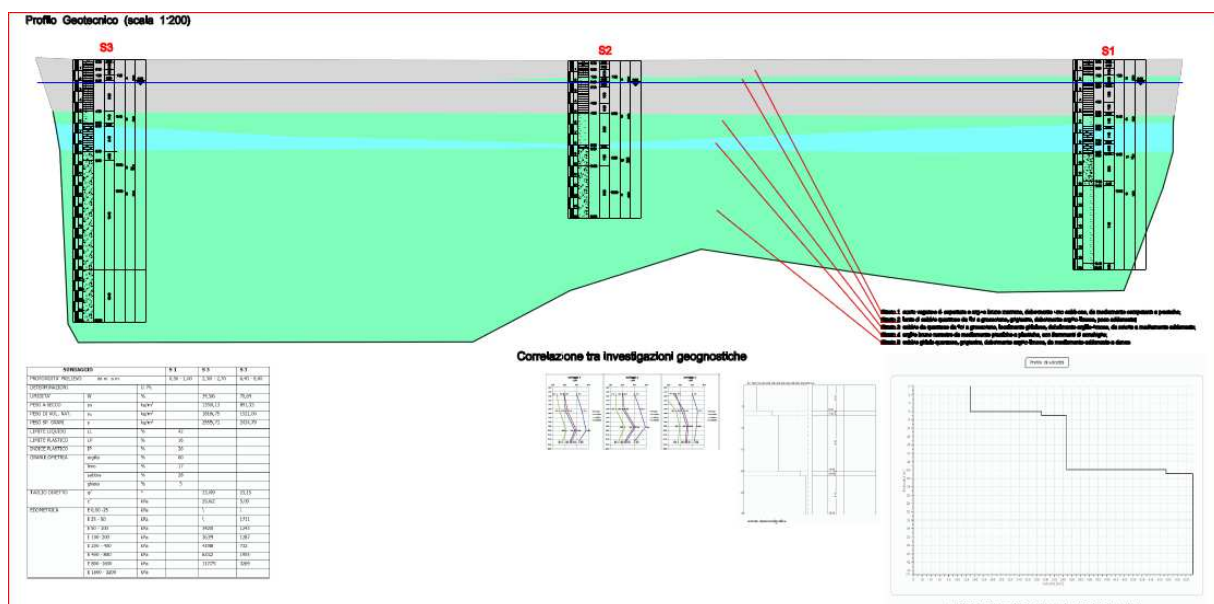
Le informazioni acquisite nel corso dei rilievi geologici e geomorfologici di campagna, delle indagini in sito eseguite ed i dati reperiti in letteratura hanno consentito di definire con una sufficiente approssimazione la situazione stratigrafica della zona interessata dalle opere fondali dell'edificio in progetto.

Tutta l'area è costituita da una sequenza di sedimenti di fascia di transizione, variabili da palustre ad alluvionali franchi.

Si tratta di depositi alluvionali sciolti, sabbioso-limosi o sabbio ghiaiosi in profondità (OLOCENE) (media qualità geotecnica), passanti a depositi di ambiente palustre costituiti da limi ed argille limose talvolta ciottolose, fanghi torbosi con frammenti di molluschi. (OLOCENE) (Mediocre qualità geotecnica).

L'alternanza si ripete verso la superficie con depositi sabbiosi e poi argillo limosi fino alla coltre pedogenizzata.

L'assetto litostratigrafico del sottosuolo può essere ricondotto al modello schematizzato nella figura seguente.



- Strato 1: suolo vegetale e argille bruno marrone, debolmente limo-sabbiose, da mediamente competenti a plastiche;
- Strato 2: lente di sabbie quarzose da fini a grossolane, grigiastre, debolmente argillo-limose, poco addensate;
- Strato 3: sabbie da quarzose da fini a grossolane, localmente ghiaiose, debolmente argillo-limose, da sciolte a mediamente addensate;
- Strato 4: argille bruno nerastre, con frammenti di conchiglie, da mediamente plastiche a plastiche;
- Strato 5: sabbie ghiaie quarzose, grigiastre, debolmente argillo-limose, da mediamente addensate a dense.

Fig. – Profilo geotecnico

Nel profilo geotecnico i termini presenti nel sottosuolo sono stati accorpati, sulla base di considerazioni prevalentemente qualitative, in 5 strati principali, che dall'alto in basso sono:

- Strato 1: suolo vegetale e argille bruno marrone, debolmente limo-sabbiose, da mediamente competenti a plastiche. Questo strato, al quale è stato accorposto anche il livello superficiale di suolo vegetale (0,20 m di spessore) è stato intercettato fino ad una profondità di circa 5,30 m da p.c. nel sondaggio S1. Lo spessore delle l'unità tende a decrescere da sondaggio S1 al sondaggio S3 dove la base della stessa è stata intercettata a - 4,90 m da p.c.. Esso mostra caratteristiche tecniche nel complesso scadenti.

- Strato 2: lente di sabbie quarzose da fini a grossolane, grigiastre, debolmente argillo-limose, poco addensate. Questo strato, assente nel sondaggio S3, è stato incontrato dalle verticali del sondaggio S1 da - 1,50 m da p. c. a - 2,25 m da p.c. (spessore 0,75 m) e nel sondaggio S2 da - 1,60 m da p.c. a - 2,00 m da p.c. (spessore 0,40 m). Esso è caratterizzato da caratteri tecnici da mediocri a scadenti.
- Strato 3: sabbie da quarzose da fini a grossolane, localmente ghiaiose, debolmente argillo-limose, da sciolte a mediamente addensate. Questo strato, che si intercetta nei sondaggi da circa - 5,30 m a - 6,60 m da p.c nel sondaggio S1, da - 4,95 m a - 8,00 m da p.c. nel sondaggio S2 e da - 4,90 m a - 6,30 m nel sondaggio S3, mostra uno spessore variabile lungo le tre verticali di indagine, presentando gli spessori maggiori (circa 3,00 m) nel settore centrale del lotto, in corrispondenza del sondaggio S2. Esso presenta caratteri tecnici da mediocri a discreti.
- Strato 4: argille bruno nerastre, con frammenti di conchiglie, da mediamente plastiche a plastiche. Questo strato, costituito da materiali di ambiente palustre, compressibili, localmente plastici, con caratteristiche tecniche da scadenti a molto scadenti, in corrispondenza della verticale del sondaggio S2 mostra uno spessore di circa 0,35 m, mentre nei sondaggi posti alle estremità del sedime dell'edificio mostra spessori di 2,20 m (S1) e 2,70 m (S3).
- Strato 5: sabbie ghiaie quarzose, grigiastre, debolmente argillo-limose, da mediamente addensate a dense. Questo strato, che si incontra con continuità fino a fine sondaggio in tutte le verticali investigate, caratterizzato da all'alternarsi di livelli più francamente sabbiosi ed altri più francamente ghiaiosi, come meglio specificato nelle stratigrafie, mostra caratteri tecnici da mediocri a discreti.

Il sedime si presenta nel complesso sommariamente omogeneo realmente, mentre mostra alcune differenze negli spessori dei singoli strati identificati.

Durante i lavori di perforazione il livello idrico è stato intercettato in tutte le verticali indagate a - 2,00 m da p.c.. Il livello idrostatico, misurato successivamente, si è stabilizzato a - 1,35 m da p.c nel sondaggio S1, a - 1,65 m da p.c. nel sondaggio S2 e a - 1,00 m da p.c. nel sondaggio S3.

La ricostruzione del modello geologico-tecnico, ha permesso di affrontare i vari problemi geotecnici legati alla progettazione delle opere previste, di valutare la stabilità d'insieme dell'area interessata dall'opera, e di identificare le problematiche che la natura e le caratteristiche tecniche dei terreni possono creare nella scelta delle soluzioni progettuali.

7 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Gli strati identificate nel modello geotecnico di riferimento, attraverso l'analisi congiunta di dati misurati tramite prove in situ e di laboratorio, sono stati caratterizzati da un punto di vista meccanico.

I parametri sono stati calcolati sulla base di elaborazioni di tipo statistico.

La valutazione quantitativa dei parametri geomeccanici è stata eseguita dall'elaborazione dei dati acquisiti tramite l'esecuzione di n. 3 sondaggi, 12 SPT ed alcune prove di laboratorio.

In riferimento alle indagini eseguite ed alle prove (tipologia di strumento utilizzato) si devono considerare in maniera critica i valori di portanza ammissibile.

Nella tabella seguente sono riportati i risultati delle analisi e prove di laboratorio eseguite sui campioni prelevati nei sondaggi.

SONDAGGIO			1	S	S 3	3	S
PROFONDITA' PRELIEVO da m a m			0,5 0 - 1,00		2,30 - 2,70		6,4 0 - 8,00
DETERMINAZIONI		U . M.					
UMIDITA'	W	%			34,5 6	70, 64	
PESO A SECCO	γ_s	g/m^3 k			1350 ,13	89 1,33	
PESO DI VOL. NAT.	γ_N	g/m^3 k			1816 ,75	15 21,00	
PESO SP. GRANI	γ	g/m^3 k			2555 ,71	24 34,79	
LIMITE LIQUIDO	LL	%	42				
LIMITE PLASTICO	LP	%	16				
INDICE PLASTICO	IP	%	26				
GRANULOME TRIA	argilla	%	60				
	limo	%	17				
	sabbia	%	28				
	ghiaia	%	5				
TAGLIO DIRETTO	ϕ'	°			23,0 9	23, 15	
	c'	k Pa			29,6 2	5,0 9	
EDOMETRICA	E 0,00 -25	k Pa			\	\	
	E 25 - 50	k Pa			\	11	17
	E 50 - 100	k Pa			3420	43	12
	E 100- 200	k Pa			3639	87	12
	E 200 - 400	k Pa			4198	2	73
	E 400 - 800	k Pa			6332	55	19
	E 800 -1600	k Pa			5 1177	69	32
	E 1600 - 3200	k Pa					

Il campione 1 prelevato nel sondaggio S1 tra -0,70 m - 1,00 m da p.c., rappresentativo della parte superficiale dei terreni di sedime, ricade nel gruppo A – 7 – 6 , secondo la classificazione CNR-UNI 10006.

In particolare il campione 1 prelevato nel sondaggio S1 ed il campione 2 prelevato nel Sondaggio S3 si riferiscono allo strato 1 costituito da suolo vegetale e argille bruno marrone, debolmente limo-sabbiose, da mediamente competenti a plastiche, caratterizza il sedime tra -0,00 m - 4,90 -4,95 m da p.ca.

Il campione 3, prelevato nel sondaggio S3, è rappresentativo dello Strato 4, costituito da argille bruno nerastre, con frammenti di conchiglie, da mediamente plastiche a plastiche, mostra spessori compresi tra 0,35 (S2) m e 2,70 m (S3).

Come si nota entrambi i campioni sui quali sono state eseguite prove di laboratorio mostrano caratteri tecnici scadenti.

Per il materiale rappresentato dal campione 1 prelevato tra 2,30 – 2,70 nel sondaggio S3 si possono assumere i seguenti parametri caratteristici:

- $\sigma' = 23,09$
- $c' = 29,62$ Kpa

Per il materiale rappresentato dal campione 2 prelevato tra 7,40 – 8,00 m i parametri caratteristici sono i seguenti:

- $\sigma' = 23,15$
- $c' = 5,09$ Kpa

Questi terreni risentono particolarmente della presenza d'acqua, che ne peggiora i caratteri tecnici già scadenti.

I livelli sabbiosi e ghiaiosi sono invece stati caratterizzati con le prove SPT eseguite nei fori di sondaggio.

I risultati delle prove, riportati nella tabella che segue, sono stati elaborati per definire i parametri tecnici dei livelli granulari da utilizzare per il dimensionamento delle opere fondali.

Sondaggio	Profondità falda m	SPT Prof. Prova da p.c. m
S1	- 2,00	
		1,50
		5,40
		9,00
		12,50
S2	- 2,00	
		1,50
		5,00
		9,20
		12,50
S3	- 2,00	
		1,50
		5,40
		10,00
		12,50

I risultati delle prove SPT consentono di descrivere più compiutamente le formazioni attraversate dai sondaggi ed in particolare di completare la stratigrafia con indicazioni sullo stato di addensamento – consistenza del deposito.

Sulla base delle analisi eseguite e secondo quanto riportato in letteratura le correlazioni tra i valori di NSPT ed i parametri geotecnici sono sufficientemente attendibili per i materiali granulari, a granulometria sabbiosa e ghiaio fine, sono invece meno attendibili quando si trovano livelli di ghiaie grossolane, in quanto spesso il NSPT può essere direttamente influenzato dalla presenza di materiale grossolano e può portare a delle sovrastime dei parametri geotecnici del deposito analizzato.

Per quanto riguarda l'applicazione della SPT per misurare le proprietà meccaniche dei terreni coesivi, viene ritenuto in generale che i parametri ricavati non

siano attendibili, e le correlazioni basate sulle prove SPT devono essere considerate solo indicative.

Nella Figura seguente sono riportate tali valutazioni in funzione del n° di colpi NSPT, sia per i terreni granulari che per quelli coesivi elaborate da Terzaghi e Peck (1948) e Skempton (1986), per le sabbie.

SABBIE(*)					ARGILLE	
Stato di addensamento	$N(σ_{ve} = 0.75)$	N_1	$(N_1)_{95}$	$(N_1)_{100} D^{0.25}$	Stato di consistenza	N
Molto sciolta (Very loose)	4	4.4	3	—	Molle (Very soft)	2
Sciolti (Loose)	10	11	8	65	Tenero (Soft)	4
Media (Medium)	(18)	20	15	60	Medio (Medium)	8
	30	33	25	59	Compatto (Stiff)	15
Addensata (Dense)	50	55	42	58	Molto compatto (Very stiff)	30
Molto addensata (Very dense)	(70)	77	58	58	Duro (Hard)	
(*) $C_N = 1.1$; $ER_{95} = 0.75$						

Tabella 2.9 Classifica orientativa della compattezza dei terreni in base alla prova SPT (Terzaghi e Peck, 1948; Skempton, 1986 per sabbie)

I valori di NSPT ricavati dalle prove in situ sono stati elaborati secondo varie metodologie proposte da diversi autori, e nelle tabelle seguenti si riportano i risultati ottenuti.

S 1

	SPT1	SPT2	SPT3	SPT4	SPT5	SPT6	SPT7	SPT8	SPT9	SPT10
quota dal p.c. (m)	1,50	5,40	9,00	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
falda	No	Si	Si	Si	No	No	No	No	No	No
Nspt	4	12	22	17						

	ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (°)									
R.B.S.	22,7	28,4	31,7	30,5						
J.N.R.	28,2	30,6	32,6	31,8						
De Mello	24,2	28,2	29,7	29,1						
Owasaki & Iwasaki	23,9	30,5	34,2	32,9						
Sowers	29,1	31,4	33,2	32,5						
Peck Hanson & Thornburn	28,3	30,6	32,4	31,7						
Meyerhof	25,9	34,4	36,6	35,8						
Hatanaka & Uchida	27,8	33,6	36,9	35,7						
Wolff	28,3	30,6	32,5	31,8						
Schmertmann (DR)	35,0	37,3	35,0	35,0						

	DENSITA' RELATIVA (%)									
Gibbs & Holtz	47	62	66	55						
Meyerhof	43	64	73	63						
Schultze & Menzebach	47	65	72	63						
Bazaraa	31	42	48	43						
Skempton										
Marcuson & Bieganousky										
Cubrinowski & Ishihara										

	MODULO ELASTICO [Young] (MPa)							
D'Appolonia <i>et al</i>								
Tornaghi <i>et al</i>	14,0	24,2	30,1	28,0				
Jambu								
Schmertmann								
Schultz & Menzebach	/	13,6	17,0	15,7				
Webb								
Jamiolkowski <i>et al</i> [E25]								

	MODULO EDOMETRICO (MPa)							
Farrent	2,8	8,3	12,9	11,1				
Menzebach & Malcev								

S2

	SPT1	SPT2	SPT3	SPT4	SPT5	SPT6	SPT7	SPT8	SPT9	SPT10
quota dal p.c. (m)	1,50	5,00	9,20	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
falda	No	Si	Si	Si	No	No	No	No	No	No
Nspt	10	10	35	13						

	ANGOLO DI RESISTENZA ALTAGLIO (°)							
R.B.S.	27,2	27,2	34,4	29,0				
J.N.R.	30,0	30,0	34,5	30,9				
De Mello	27,6	27,5	30,9	28,3				
Owasaki & Iwasaki	29,1	29,1	37,4	31,1				
Sowers	30,8	30,8	35,0	31,6				
Peck Hanson & Thornburn	30,0	30,0	34,2	30,8				
Meyerhof	28,8	33,7	38,5	34,8				
Hatanaka & Uchida	32,4	32,4	39,6	34,1				
Wolff	30,0	30,0	34,3	30,9				
Schmertmann (DR)	35,0	37,3	35,0	35,0				

	DENSITA' RELATIVA (%)							
Gibbs & Holtz	71	59	74	50				
Meyerhof	68	59	85	57				
Schultze & Menzebach	74	60	83	57				
Bazaraa	49	39	55	39				
Skempton								
Marcuson & Bieganousky								
Cubrinowski & Ishihara								

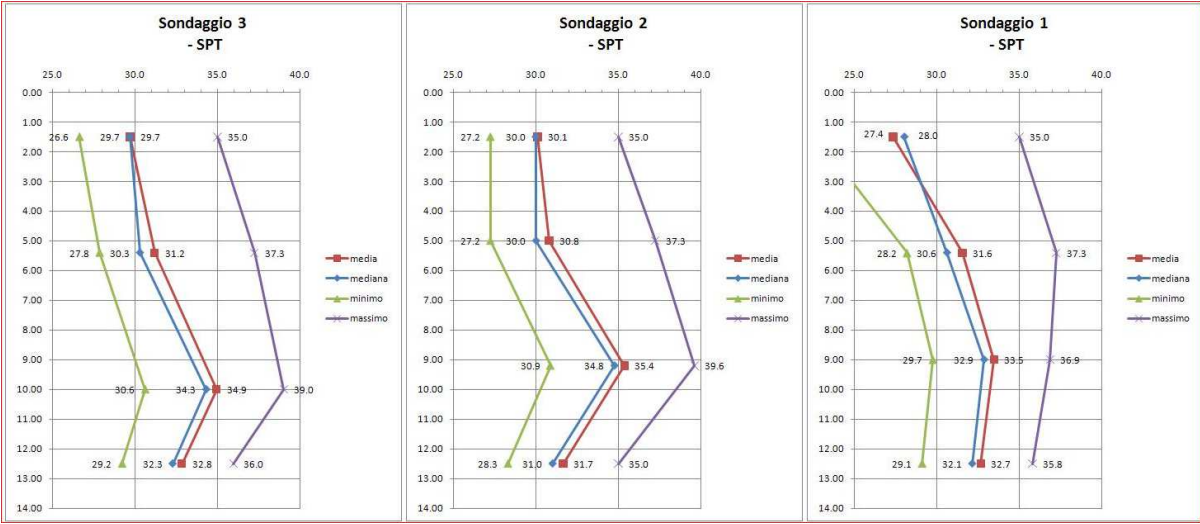
	MODULO ELASTICO [Young] (MPa)							
D'Appolonia <i>et al</i>								
Tornaghi <i>et al</i>	22,1	22,1	35,0	25,2				
Jambu								
Schmertmann								
Schultz & Menzebach	/	12,6	20,4	14,2				
Webb								
Jamiolkowski <i>et al</i> [E25]								

	MODULO EDOMETRICO (MPa)							
Farrent	7,0	7,0	17,4	9,0				
Menzebach & Malcev								

S3

	SPT1	SPT2	SPT3	SPT4	SPT5	SPT6	SPT7	SPT8	SPT9	SPT10
quota dal p.c. (m)	1,50	5,40	10,00	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
falda	No	Si	Si	Si	No	No	No	No	No	No
Nspt	9	11	32	18						
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO (°)										
B.S.	26,6	27,8	33,8	30,7						
J.N.R.	29,7	30,3	34,1	32,0						
De Mello	27,2	27,9	30,6	29,2						
Owasaki & Iwasaki	28,4	29,8	36,7	33,2						
Sowers	30,5	31,1	34,6	32,6						
Peck Hanson & Thornburn	29,7	30,3	33,8	31,8						
Meyerhof	28,3	34,0	38,1	36,0						
Hatanaka & Uchida	31,8	33,0	39,0	35,9						
Wolff	29,8	30,3	33,9	31,9						
Schmertmann (DR)	35,0	37,3	35,0	35,0						
DENSITA' RELATIVA (%)										
Gibbs & Holtz	68	60	70	56						
Meyerhof	64	62	80	64						
Schultze & Menzebach	70	62	80	64						
Bazaraa	47	40	53	44						
Skempton										
Marcuson & Biegansousky										
Cubrinowski & Ishihara										
MODULO ELASTICO [Young] (MPa)										
D'Appolonia <i>et al</i>										
Tornaghi <i>et al</i>	21,0	23,2	33,9	28,4						
Jambu										
Schmertmann										
Schultz & Menzebach	/	13,1	19,6	16,0						
Webb										
Jamiołkowski <i>et al</i> [E25]										
MODULO EDOMETRICO (MPa)										
Farrent	6,3	7,7	16,4	11,5						
Menzebach & Malcev										

Nella figura sottostante sono riportati i grafici dell'andamento dell'angolo d'attrito ricavato con le elaborazioni eseguite.



Per quanto riguarda l'angolo di attrito relativo ai livelli investigati tramite prove SPT in foro, sulla base delle analisi statistiche dei dati rilevati, cautelativamente, è stato considerato come parametro caratteristico il valore minimo ricavato.

Nella seguente scheda sono riportati i caratteri dei terreni incontrati sulla verticale del sondaggio S1.

S1	profondità	spessore	descrizione	SPT	P. Penetrometer Kg/cm²	Densità relativa	Φ	c Kpa	Modulo edometrico MPa
	0,00 – 0,20	0,2	Suolo vegetale bruno con frustoli vegetali						
	0,20 – 0,60	0,60	Argilla limosa bruno-marrone, localmente sabbiosa, con resti di radici			Sciolti 15-35%	23		
	0,60 – 1,50	0,70	Argilla limosa bruno-marrone localmente debolmente sabbiosa, poco competente			Sciolti 15-35%	23		
	1,50 – 2,25	0,75	Sabbia ghiaiosa quarzosa, in matrice argillo-limosa, bruno marrone sciolti	2 – 2 – 2 (-1,50 m)		Sciolti 15-35%	23		2,8
	2,25 – 2,50	0,25	Argilla limosa bruno marrone, da mediamente competente a plastica con lente ciottoloso-sabbiosa a ~ 2,45		2,66		23,09	c' = 29,62	
	2,50 – 4,00	1,50	Argilla bruno marrone, mediamente competente		2,2		23,09	c' = 29,62	
	4,00 – 5,00	1,00	Argilla grigio nerastra mediamente competente		2,02		23,09	c' = 29,62	
	5,00 – 5,30	0,30	Argilla grigio nerastra, plastica						
	5,30 – 6,30	1,00	Sabbia da fine a grossolana, grigio nerastra poco addensata	5 – 6 – 6 (-1,50 m)	0,48	Sciolti 15-35%	28		8,3
	6,30 – 6,60	0,30	Sabbia fine argillo limosa grigio- nerastra, con lenti centimetri che torbose						
	6,60 – 7,70	1,10	Argilla nerastra debolmente limo-sabbiosa, con resti di conchiglie (<i>Cardium edulis</i>), plastica		0,48		Φ' = 23,15	c' = 5,09	
	7,70 – 8,00	0,30	Idem, con ciottoli di quarzo diam max 2 cm		0,42		Φ' = 23,15	c' = 5,09	
	8,00 – 8,80	0,80	Argilla nerastra debolmente limo-sabbiosa con frammenti di conchiglie, plastica		0,42		Φ' = 23,15	c' = 5,09	
	8,80 – 8,90	0,10	Idem con ciottoli diam 2 – 4 cm		0,42		Φ' = 23,15	c' = 5,09	
	8,90 – 11,60	2,70	Sabbia quarzosa, da fine a grossolana e ghiaia debolmente argillo limosa, Diam max clasti 8-7 cm. Mediamente addensate	6 – 11 – 11 (-9,00 m)		Med. Densa 35 – 65%	30		12,9
	11,60 – 12,00	0,40	Livello più francamente ghiaioso Mediamente addensato						
	12,00 – 19,40	7,40	Sabbia grigiastra quarzosa, da fine a grossolana, e ghiaia, debolmente argillo limosa, mediamente addensate	6 – 8 – 9 (-12,50 m)		Med. Densa 35 – 65%	29		11,1

Nella seguente scheda sono riportati i caratteri dei terreni incontrati sulla verticale del sondaggio S2.

S2 profondità	spessore	descrizione	spessore	SPT	P.Penetrometer Kg/cmq	Densità relativa	ϕ	c	Modulo edometrico MPa
0,00 – 0,20	0,2	Suolo vegetale bruno con frustoli vegetali							
0,20 – 0,80	0,60	Argilla limosa bruno-marrone, localmente sabbiosa, con resti di radici				Sciolti 15-35%	27		
0,80 – 1,50	0,70	Argilla limosa bruno-marrone localmente debolmente sabbiosa, poco competente				Sciolti 15-35%	27		
1,50 2,00	0,50	Sabbia-ghiaiosa quarzosa, in matrice argillo-limosa bruna marrone, poco addensata		2 – 4 – 6 (- 1,50m)	2,02 2,16	Sciolti 15-35%	27		7,0
2,00 2,50	0,25	Argilla limosa bruno marrone, plastica con lente ciottoloso-sabbiosa a – 2,45			1,64		$\phi' = 23,09$	c' 29,62 Kpa	
2,50 4,00	1,50	Argilla bruno marrone, mediamente competente			1,41		$\phi' = 23,09$	c' 29,62 Kpa	
4,00 4,95	0,95	Argilla grigio nerastra mediamente competente			1,19		$\phi' = 23,09$	c' 29,62 Kpa	
4,95 8,00	3,05	Sabbia quarzosa grigio-nerastra fine, localmente grossolana, debolmente argillo-limosa, poco addensata		4 – 5 – 5 (- 5,00 m.)		Sciolti 15-35%	27 $\phi' = 23,15$	c' = 5,09 Kpa	7,0
8,00 8,35	0,35	Argilla nerastra, debolmente limosa, plastica con frammenti di conchiglie			0,54		$\phi' = 23,15$	c' = 5,09 Kpa	
8,35 10,00	1,65	Ghiaia e sabbia grigiastra, debolmente argillo-limosa. Diam max 7 cm da mediamente addensata a densa		14 – 21 – 14 (- 9,20 m)		Densa 65-85%	31		17,4
10,00 15,00	5,00	Sabbia quarzosa, grigia, da fine a grossolana, con ghiaia, diam. Max 3 cm, debolmente argillo-limosa, mediamente addensata		8 – 7 – 6 (- 12,50 m)		Med. Densa 35 – 65%	28		9,00

Nella seguente scheda sono riportati i caratteri dei terreni incontrati sulla verticale del sondaggio S3, fino alla profondità investigata con le prove SPT.

S3 profondità	spessore	descrizione	spessore	SPT	P.Penetrometer Kg/cmq	Densità relativa	ϕ	c	Modulo edometrico MPa
0,00 – 0,20	0,20	Suolo vegetale bruno con frustoli vegetali							
0,20 – 0,90	0,70	Argilla limosa bruno-marrone, localmente sabbiosa				Sciolti 15-35%	27		
0,90 – 1,50	0,60	Argilla limosa bruno-marrone localmente debolmente sabbiosa, mediamente competente				Sciolti 15-35%	27		
1,50-2,00	0,50	Argilla limosa bruno-marrone, poco competente		3 – 4 – 5 (- 1,50 m)		Sciolti 15-35%	27		6,3
2,00-4,90	2,90	Argilla limosa bruno-grigiastra, con scarso scheletro sabbioso – Prelievo di campione indisturbato tra 2,30 – 2,70			2,02 kg/cmq 2,16 kg/cmq		$\phi' = 23,09$	c' 29,62 Kpa	
4,90-6,00	1,10	Sabbia quarzosa fine, grigia, debolmente argillo-limosa, poco addensata		6 – 5 – 6 (- 5,40 m.)		Med. Densa 35 – 65%	27		7,7
6,00-6,30	0,30	Argilla limosa debolmente sabbiosa, nerastra poco competente					$\phi' = 23,15$	c' = 5,09 Kpa	
6,30-8,70	2,40	Argilla grigio nerastra, debolmente limosa, con frammenti di conchiglie e scarso scheletro sabbioso, da poco competente a plastica Prelievo campione indisturbato 7,40 – 8,00 m			0,38 kg/cmq		$\phi' = 23,15$	c' = 5,09 Kpa	
8,70-9,60	0,90	Sabbia quarzosa e ghiaia, grigia, debolmente argillo-limosa, poco addensata. Diam max clasti cm 3,00				Med. Densa 35 – 65%	27		
9,60-25,00	15,40	Sabbia quarzosa grigiastra, da fine a grossolana, con ghiaia, debolmente argillo-limosa, da poco addensata a densa		7 – 9 – 23 (- 10,00 m) 7 – 9 – 9 (- 12,50 m)		Densa 65-85% Densa 35-65%	31 28		16,4 11,5

8 IDROGEOLOGIA

Le indagini eseguite hanno permesso di delineare l'assetto idrogeologico dell'area d'interesse.

La circolazione idrica superficiale dominata dalla presenza del fiume e dai numerosi canali di scolo a servizio della rete di irrigazione del Consorzio di Bonifica dell'Oristanese (CBO).

Il sistema dei canali di scolo consortili trasferisce le acque superficiali, tramite il Canale di San Giovanni, allo stagno di Santa Giusta, che è collegato con il mare tramite il Canale di Pesaria.

La circolazione idrica sotterranea si svolge nei livelli granulari delle alluvioni recenti del Tirso.

I suoli superficiali, composti prevalentemente da frazioni argillose e limose, sono caratterizzati da ridotta circolazione idrica.

Nel sottosuolo investigato con i sondaggi geognostici fino alla profondità di -25 m da p.c. è stata incontrata l'unità idrogeologica delle alluvioni recenti.

Questa unità, costituita da livelli argillo-limosi e livelli sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi, presenta nel complesso una permeabilità media che, in funzione della percentuale dei materiali fini presenti, può decrescere o aumentare consistentemente.

In questa unità idrogeologica si trovano acquiferi freatici e semiconfinati principali.

Essi sono alimentati principalmente dal corso di subalveo del Tirso e dal drenaggio dei numerosi canali di bonifica e dalla stessa infiltrazione efficace alimentata dalle acque meteoriche. Anche l'idrografia sepolta contribuisce ad alimentare queste falde acquifere.

Tutte e tre le perforazioni eseguite hanno incontrato una falda semiconfinata alla profondità di - 2,00 m da p.c.. Il livello idrostatico si è stabilizzato a - 1,35 m da p.c. nel sondaggio S1, a - 1,65 m da p.c. nel sondaggio S2 e a - 1,00 m da p.c. nel sondaggio S3.

9 VALUTAZIONE DEI TERRENI INTERESSATI DA SCAVI

9.1 Materiali interessati da scavi

Sulla base delle considerazioni emerse attraverso la caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime, è stato previsto uno scavo, della profondità di 1,50 m da p.c., per la realizzazione del piano di fondazione degli edifici.

Lo scavo previsto interesserà oltre allo scotico del suolo vegetale (0,20 m) uno strato di materiale argilloso debolmente limoso e sabbioso per circa 1,20 m.

Questi materiali, sulla base delle analisi di laboratorio eseguite, ricade nel gruppo A – 7 – 6, secondo la classificazione CNR-UNI 10006.

Dal punto di vista dello scavo questi materiali sono considerati terreni di qualsiasi natura.

Il materiale di risulta degli scavi potrà essere in parte riutilizzato in loco.

Il materiale proveniente dallo scotico e la parte più superficiale del livello di argille debolmente limoso- sabbiose, fino alla profondità interessata da apparati radicali, dello spessore di circa 0,30-0,40 m, verrà accantonato in cantiere e potrà essere utilizzato per la sistemazione finale delle superfici.

Questo materiale può essere utilizzato anche per il rimodellamento e ripristino ambientale delle aree interessate dai lavori o in aree prossime.

Lo stesso materiale non può essere miscelato con i materiali necessari per la realizzazione di dreni.

Il materiale eccedente e non riutilizzabile dovrà essere conferito in discarica.

9.2 Studi, caratterizzazioni, certificazioni, inerenti riutilizzo terre e rocce da scavo

Le analisi e valutazioni ai sensi del TU Ambiente (L. 156/2006) e successive modificazioni, e delle perimetrazioni del sito di interesse nazionale SULCIS-IGLESIENTE-GUSPINESE di cui al D.M. 12 marzo 2003 ed in particolare rispetto alle aree perimetrate ai sensi degli Artt. 7-8-9 del D.M. 471/99, indicano che i materiali di scavo non provengono da aree caratterizzate da una perimetrazione predisposta dalle norme suddette o interne a bacini idrografici posti a valle di aree minerarie significative o di zone industriali ad elevato inquinamento e conseguentemente, trattandosi di terreni in posto, si dichiara che sono esenti dalla potenziale presenza di sostanze inquinanti sulla base delle tabelle della normativa vigente.

Solo il tratto del lotto attualmente adibito a strada sterrata, potrebbe risultare potenzialmente inquinato, anche se il traffico veicolare è, in quel tratto assai, scarso.

Per questo tratto si consiglia, in fase esecutiva di effettuare le analisi di verifica prima del riutilizzo del materiale in loco.

9.3 Opere provvisoriali

In merito alla necessità di opere provvisoriali per la realizzazione degli scavi previsti:

- in terra sciolta con pendenza 2/3 fino alla quota di imposta delle fondazioni;
- in terra sciolta con pendenza 2/3 fino alla quota di imposta delle condotte fognature e acque bianche;

si ritiene che non siano necessarie opere provvisoriali per la realizzazione degli stessi, vista la limitata profondità da raggiungere (max 1,50 m), in quanto con la pendenza prescritta si scongiura ogni problema di instabilità delle pareti di scavo.

10 CLASSIFICAZIONE SISMICA DELL'AREA

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica l'intero" una nuova classificazione sismica del territorio nazionale.

La nuova classificazione sismica del territorio nazionale è articolata in 4 zone a diverso grado di sismicità espresso dal parametro a_g = accelerazione orizzontale massima convenzionale su suolo di categoria A.

I valori convenzionali di a_g sono espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g , da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale e sono riferiti ad una probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Per ogni classe sismica si assumono i valori riportati nella tabella sottostante.

ZONA	VALORE di a_g
1	0.35g
2	0.25g
3	0.15g
4	0.05g

TABELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003

L'intero territorio della Sardegna, che precedentemente, non era classificato sismico, con la nuova classificazione sismica introdotta dall'O.P.C.M. n. 3274/2003, ricade in zona sismica 4.

La Regione Sardegna con Delibera G. R. n.15/31 del 30/03/2004 ha recepito, in via transitoria, fino a nuova determinazione, conseguente l'aggiornamento della mappa di rischio sismico nazionale, la classificazione sismica dei Comuni della Sardegna, così come riportato nell'allegato A dell'O.P.C.M. n. 3274/2003.

Il Territorio del Comune di Oristano e conseguentemente il sito in esame ricadono in zona sismica 4.

10.1 Definizione della categoria del suolo di fondazione

Sulla base delle indagini geofisiche eseguite, consistite in un profilo sismico con metodologia MASW, la categoria di suolo di fondazione, definita secondo le specifiche del 3.2.2 del D.M. 14 gennaio 2008 "Norme tecniche per le costruzioni", dal D.M. 14 gennaio 2008, ricade nella categoria C.

A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s , eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina) .
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina) .
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT,30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu,30 < 70 kPa nei terreni a grana fina) .
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).
Tabella 3.2.III Categorie aggiuntive	
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs,30 inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu,30 < 20 kPa) , che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione , di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Le caratteristiche orografiche dell'area, pianeggiante, riconducono il sito in esame alla categoria topografica T1.

11 CONCLUSIONI

La situazione geologica incontrata, sia localmente che all'intorno del punto esaminato, la successione stratigrafica ed i parametri geomeccanici dei terreni costituenti il sedime, ricostruiti sulla base di indagini geognostiche eseguite in passato nelle vicinanze, non evidenziano controindicazioni particolari per l'ampliamento e ristrutturazione del fabbricato.

Le opere in progetto non sono di aggravio od anche di solo pregiudizio ad alcuna situazione di instabilità del suolo.

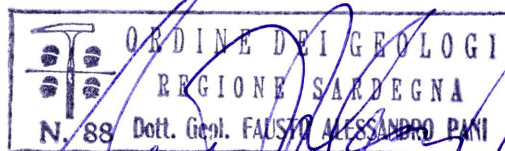
Le stesse non sono di pregiudizio alcuno ad interventi attuati dallo Stato o da altri Enti Pubblici per contenere fenomeni di instabilità del suolo.

Non sono presenti ristagni idrici superficiali.

L'area ricade nella zona Hi1 di pericolosità idraulica, secondo le mappature del PAI. Il rischio per questa classe di pericolosità è moderato, perché l'area è protetta da fenomeni di esondazione delle piene da adeguati argini che delimitano l'area golenale del Tirso, e dalle dighe di ritenuta, tra le quali diga Cantoniera, che garantiscono anche funzioni di regolazione delle acque.

Le caratteristiche meccaniche del sedime, da scarse a mediocri, sono compatibili con i carichi previsti in progetto. Naturalmente è necessario verificare in fase di progettazione esecutiva, strutturali è necessario per evitare che si possano verificare cedimenti differenziali eccessivi, è necessario irrigidire al massimo le fondazioni esistenti ed intervenire con il ridimensionamento di alcuni plinti esistenti, di dimensioni inferiori rispetto agli altri plinti esistenti.

Dott. Geol. Fausto Alessandro Pani



Dott. Geol. Roberta M. Sanna

