

COMUNE DI CAPOTERRA
PROVINCIA DI CAGLIARI



PIANO DI LOTTIZZAZIONE PARCO DI BACCU TINGHINU
ZONA DI ESPANSIONE RESIDENZIALE C.3 -4.1

COMMITTENTI : BAIRE ADELINA-BAIRE GIANLUCA-BAIRE MARIO-BAIRE MATTEO-BAIRE VITTORINA-CABONI
ALBINA-LAI GIANCARLO-LAI LUCIANO-PINNA REGINA - FARIGU EFISIO - SEGURO PAOLA

GEOLOGO

Dott. Geol. Tarcisio Marini

INGEGNERE

Dott.Ing. Efisio Farigu

DATA:

LUGLIO 2021

PROGETTISTA PIANO DI
LOTTIZZAZIONE

Dott. Ing. Efisio Farigu

Elaborato: RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

1. PREMESSA

Nel settore sud occidentale di Capoterra, compreso tra la Via Cavour e la Via Cagliari (località Baccu Tinghinu), sono in fase di progettazione i lavori per la realizzazione di una nuova lottizzazione ad uso residenziale. I terreni di sedime della suddetta area sono caratterizzati dalla presenza del secondo sistema geomorfico detto dei “depositi quaternari” (Rel.Geologica al P.U.C. - Elaborato D cit.), rappresentato in sito da ghiaie terrazzate antiche molto addensate. Esse si configurano come lembi di conoidi detritiche estese, in appoggio sul sottostante basamento granitico.

Viene di seguito descritto il contesto legislativo di riferimento. L'indagine ha seguito la seguente normativa tecnica:

- D.M. 11.3.1988 (e succ. mod.) “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 delle terre e delle opere di fondazione ;
 - Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;
 - D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.
 - DPR 6.6.2001, n. 380;
 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI (D.M. 14.9.05 e aggior. 2018);
 - ORDINANZA SISMICA (O.P.C.M. n. 3274 e smi)
 - Norme P.A.I. (artt. 4 c. 5 e 37 c. 7, delle Norme di Attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico);
 - Studio di compatibilità geologico-geotecnica e di supporto alla compatibilità idraulica - Perimetrazione proposta come approvata dall'ADIS con delib. N.7 del 17.02.2012 (Ing.G.Perfetto e Dott. Geol.A.Frau);
 - Relazione geologica al PUC delib. N.7 del 27.08.2012
 - P.U.C. Comune di Capoterra
 - A.D.I.S : Adozione definitiva Proposta di Variante al P.A.I del Comune di Capoterra Del.n.9 del 9 Agosto 2018;
-
- Si è proceduto nel modo che segue:
 1. localizzazione dell'intervento;
 2. rilievo geologico, geomorfologico
 3. definizione del modello idrogeologico pertinente alla situazione in sito
 4. inquadramento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni in sito

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Come riportato in figura 1, la località nella quale sorgerà la lottizzazione, ricade nella zona occidentale dell'area urbana di Capoterra, nel settore compreso tra il Rione Santarosa e il Rio Baccu Tinghinu, all'interno della zona di espansione urbanistica C3.4.1:

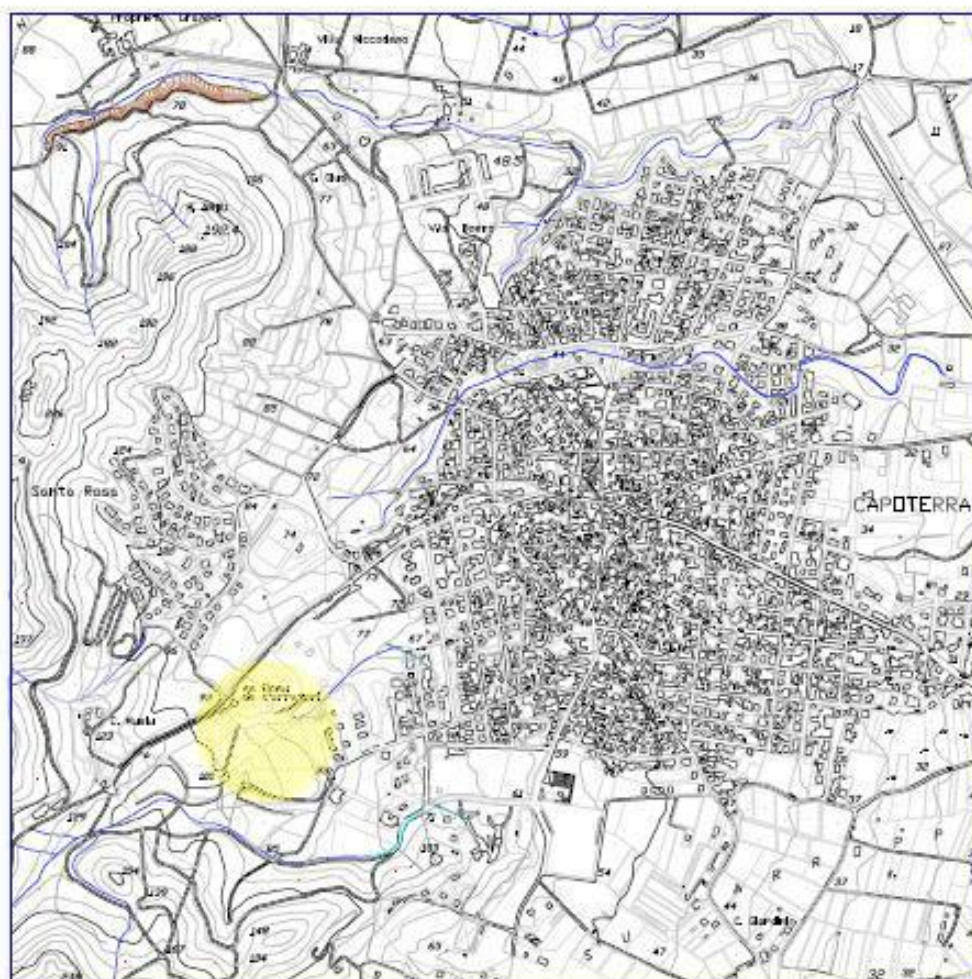


Fig. 1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO C.T.R. F.565 040 (modif.)

3. DESCRIZIONE SOMMARIA DELL'INTERVENTO

L'intervento riguarda la realizzazione di una lottizzazione a destinazione residenziale, ubicato a Capoterra in località Baccu Tinghinu. Il Settore di interesse risulta attualmente ineditato e confinante con altra lottizzazione. Viene riportata la tavola planimetrica utilizzata per lo studio idrogeologico e geologico geotecnico e per le verifiche di compatibilità



Fig 2. PROSPETTO FRONTALE VISTO DA EST (Via Siena)

Nel progetto sono previste diverse tipologie di unità abitativa. Le villette, composte da due livelli di cui uno seminterrato, saranno dotate di giardino. Sarà lasciata ai singoli proprietari la scelta di edificare esclusivamente fuori terra. Fanno parte del progetto le opere di urbanizzazione primaria, la realizzazione di piazzali parcheggio e di strade di servizio, i sottoservizi e le aree destinate a verde. Queste ultime, in accordo con l'Amministrazione, sono state individuate in una porzione di terreno posta di fronte alle scuole di Corti Pisedda (Via Cavour).

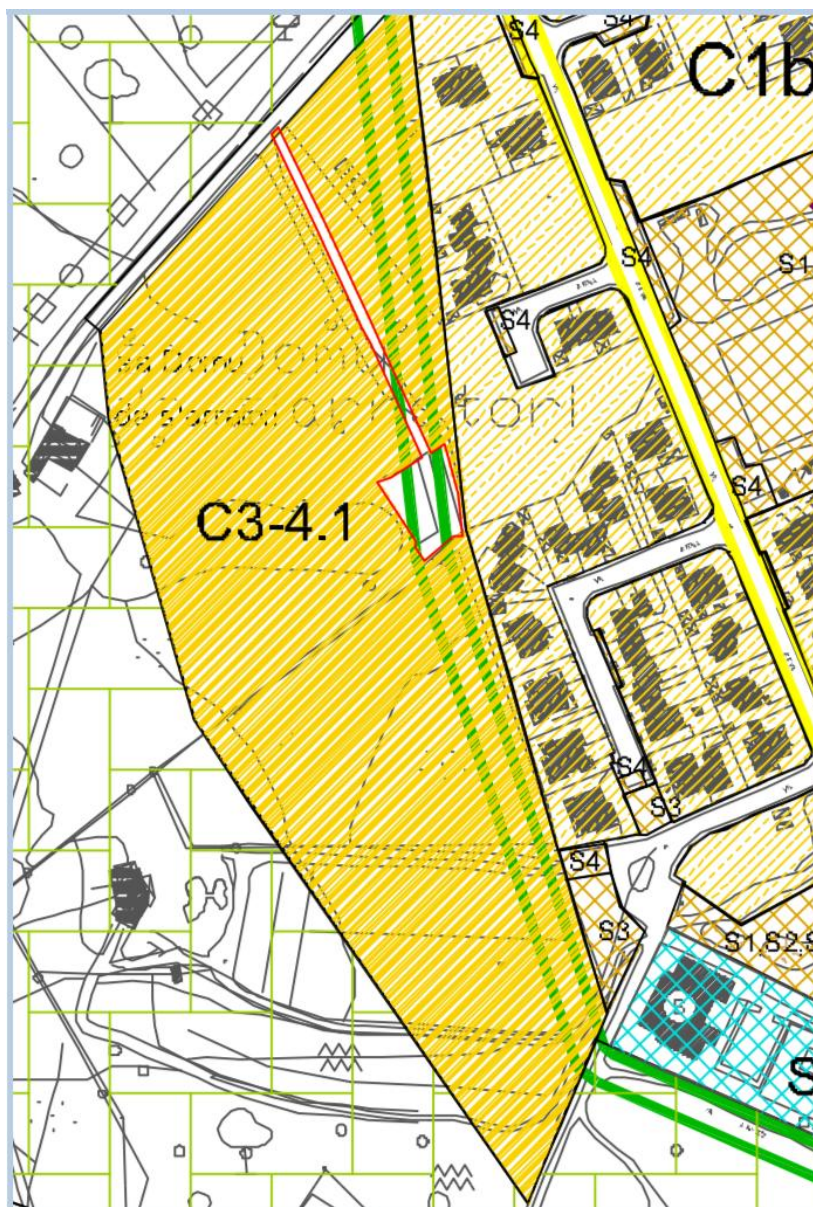


Fig. 3 INQUADRAMENTO URBANISTICO CON PERIMETRO DELLA LOTTIZZAZIONE

4. MODELLAZIONE GEOLOGICA DI AREA VASTA

La geologia generale del territorio di Capoterra è caratterizzata dalla presenza di terreni paleozoici e quaternari inquadrabili all'interno di tre complessi litologici:

1. un complesso metamorfico costituito da rocce terrigene di varia età (dal Cambriano al Siluriano) in cui vengono annoverate filladi, metarenarie, quarziti, conglomerati, etc. che, dopo varie fasi di deformazione, hanno subito un metamorfismo di contatto, a tratti anche molto spinto;

Area tipo: Ovest del paese di Capoterra – Zona collinare occidentale;

2. un complesso granitoide in cui le varie litologie intrusive sono rappresentate da granitoidi (composizione intermedia da monzoniti – sieniti – tonaliti - granodioriti – graniti franchi); questi sono stati successivamente pervasi da manifestazioni magmatiche a carattere filoniano di composizione da basico-intermedia (lamprofiri) ad acida (micrograniti e filoni di quarzo); l'aureola di alterazione di queste rocce basali (granito arenizzato e derivati di origine sedimentaria, granito argillificato e caolinizzato, sabbie di alterazione a prevalente Quarzo- KFeldspato-Biotite- Argille) interessa il settore pedemontano occidentale e costituisce la formazione di appoggio delle ghiaie costituenti il piano di posa principale ; Area tipo: Monte Arbu- Su Sinzuru (sponda destra del Bacu Tinghinu e colline meridionali)

3. un complesso alluvionale e detritico composto da depositi di conoidi alluvionali riferibili al Quaternario antico (litologie in sito);, da depositi alluvionali di età quaternaria recente ed attuale e, infine da depositi di versante anch'essi recenti ed attuali dal punto di vista litologico sono costituiti da massi, ciottoli-ghiaie-sabbie-argille arrossati, mediamente compatti, composti da rocce paleozoiche (metacalcari, granitoidi, quarziti, lamprofiri, metarenarie). La matrice delle litologie più fini è prevalentemente sabbioso-limosa, ma presenta piccole percentuali della frazione argillosa. Area tipo : Litologia in sito estesa fino al centro abitato (Capoterra-Villa Boero-Rui S'AcquaTomaso) ;

Sinteticamente, l'assetto litologico stratigrafico generale, a partire dai termini più antichi della successione stratigrafica e facendo riferimento alla "Carta Geologica d'Italia" edita a cura dell'APAT , Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi geologici e Dipartimento Difesa del Suolo – Servizio Geologico d'Italia, (Fig.3) può essere riassunto come segue, dal basso verso l'alto:

A. BASAMENTO ERCINICO (Cambriano – Ordoviciano - Carbonifero Inf.- Siluriano Inf.)

- [VS] Metavulcaniti intermedio-acide
- [SVI] F.ne delle Arenarie di San Vito
- [PMN] F.ne di Pala Manna
- [MUX] F.ne di Genna Muxerru ("Scisti a graptoliti "Auct.)
- [VLD_b] Leucomonzograniti a biotite

B. DEPOSITI PLEISTOCENICI

- [PVM_{2a}] Subsintema di Portoscuso (Litologia in sito)

C. DEPOSITI OLOCENICI

[a] Depositi di versante costituiti da accumuli detritici caotici a clasti angolosi (glacis), parzialmente cementati, con livelli a componente sabbiosa e siltosa di origine colluviale

[b_{na}] Depositi alluvionali terrazzati (Ghiaie poligeniche prevalenti, con limitate lenti e livelli di sabbie fini a stratificazione incrociata)

[b_a] Depositi alluvionali (Ghiaie poligeniche da grossolane a molto grossolane, con subordinate intercalazioni sabbiose)

5. ASSETTO GEOLOGICO DI DETTAGLIO DEFINIZIONE DELLA SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA IN SITO

Estendendo il rilievo al più vicino contorno, constatato che affiorano principalmente i litostrati della formazione **[PVM_{2a}]** che sarà più avanti descritta nel dettaglio, è stata rilevata anche l'area pedemontana avente relazioni con i processi di versante.

Risulta la seguente serie:

DEPOSITI DI VERSANTE COSTITUITI DA ACCUMULI DETRITICI CAOTICI A CLASTI ANGOLOSI (GLACIS) [a]

Si tratta di accumuli detritici caotici, parzialmente cementati, con livelli a componente sabbiosa e siltosa di origine colluviale. Questi depositi (glacis) la cui giacitura è il risultato di una evoluzione morfodinamica all'insegna di ripetuti episodi di sovralluvionamento, avvenuti in condizioni climatiche diverse dall'attuale. Essi si localizzano nel settore pedemontano del Mont'Arbu e presentano una matrice prevalentemente sabbiosa legata a frazioni argillose che nell'insieme conferiscono elevate caratteristiche di densità e coesione. Si tratta della litologia presente insito. Nel rione Santarosa tale formazione sfuma in eteropia nella coltre di arenizzazione del granito. Nel settore a monte del sito non risulta presente se non in limitatissime aree, non influenti sulla stabilità del sito in studio.

DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI-CONOIDI [b_a e b_{na}] Olocene

Tali coperture quaternarie sono composte da depositi di conoidi alluvionali **[b_{na}]** e depositi alluvionali poligenici **[b_a]**, riferibili al Quaternario, da ghiaie terrazzate poligeniche, subordinate sabbie e ghiaie a stratificazione planare, brecce e clasti a spigoli angolosi

Le conoidi alluvionali affiorano al piede della rottura di pendio con il basamento ercinico (allineamento Mont'Arbu - Monte Arrubiu- Su Sinzurru) e come detto, si possono presentare anche terrazzati. La potenza media di queste conoidi, può essere valutata intorno ai 10 - 15 metri di spessore.

Dal punto di vista litologico sono costituiti da blocchi e clasti grossolani, ciottoli-ghiaie-sabbie-argille, appaiono arrossati e mediamente compatti, composti da rocce paleozoiche (calcari, granitoidi, quarziti, lamprofiri, metarenarie).

Piu a est, i depositi terrazzati vengono sormontati da alluvioni recenti poligeniche, incoerenti ed eterometriche, associate all'attività deposizionale del Rio Santa Lucia

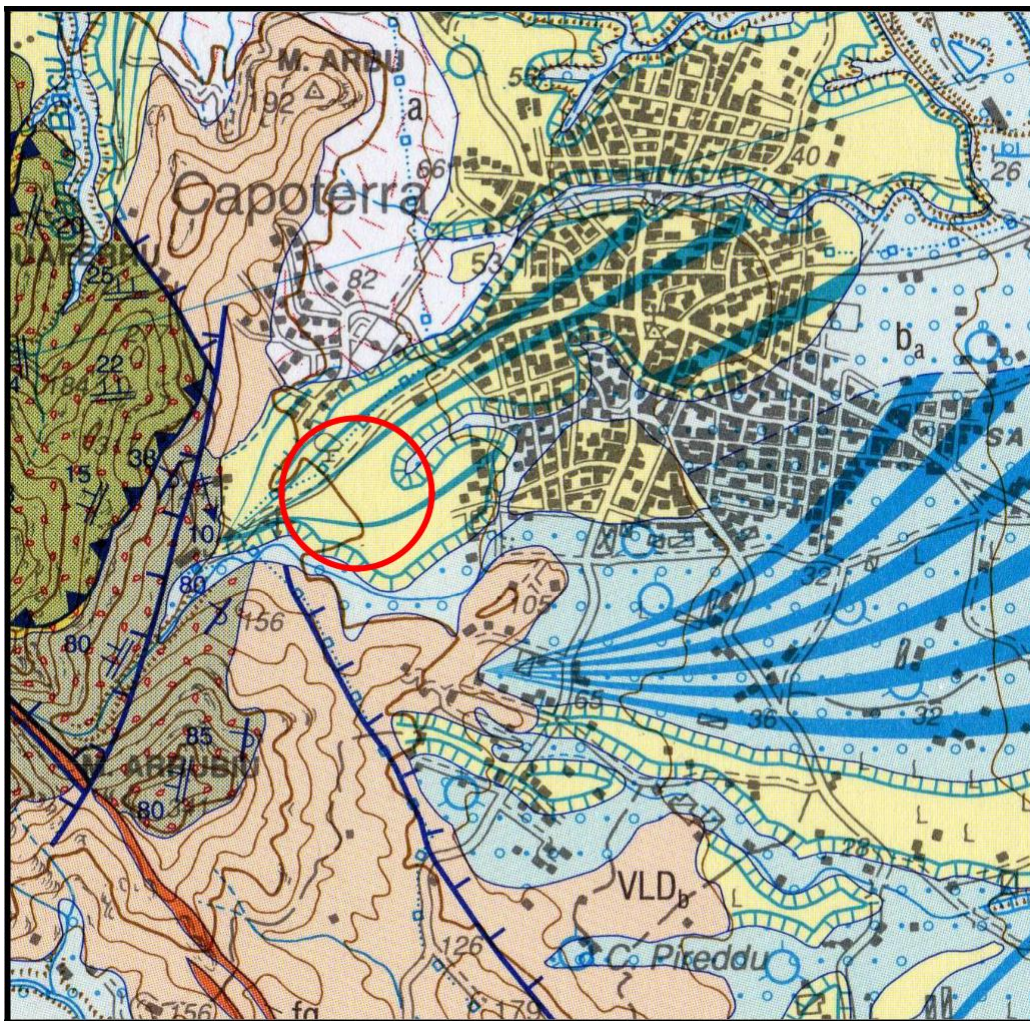


FIGURA 4 – CARTA GEOLOGICA DI INQUADRAMENTO F.565 CAPOTERRA (modif.)

tratta dalla Cartografia geologica in scala 1:50.000 dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)

LEGENDA

1. **Campitura rosa** Leucomonzograniti a biotite [VLD_b]
2. **Campitura rosa chiaro** Depositi di versante (Olocene) [a]
3. **Campitura celeste** Depositi alluvionali [b_a] [b_{na}]
4. **Campitura gialla** Ghiaie terrazzate (Sintema di Portovesme-Pleistocene) [PVM_{2a}];

SUBSINTEMA DI PORTOSCUSO [PVM_{2a}] Pleistocene

Questa unità, presente in sito ed estesamente diffusa a Capoterra, si trova al contatto sia con il basamento granitico, sia con i depositi di versante (Baccu Tinghinu). Essa prende il nome da depositi del Pleistocene superiore di età post-tirreniana, di origine continentale, affioranti nella sezione-tipo di Portoscuso. Sono in genere caratterizzati da una chiara associazione o relazione laterale con unità litostratigrafiche terrazzate. I depositi più estesi sono costituiti da ghiaie medio-grossolane, con clasti da sub-arrotondati ad angolosi e a spigoli vivi che talora raggiungono la taglia dei blocchi. Presentano una stratificazione incrociata concava con canali molto piatti che raramente si approfondiscono anche nel substrato.

Lo spessore totale può essere superiore i 10 m, ma più frequentemente è di alcuni metri. Il fatto è stato confermato dai sondaggi eseguiti che hanno attraversato la formazione per 6,50 m (S.1) e 7,80 m (S.2)

Questi depositi rappresentano i residui di estese conoidi alluvionali terrazzate coalescenti di vaste proporzioni che delimitavano il bordo del Campidano e i settori di piana costiera (Cagliari-Pula). La loro messa in posto è da riferirsi al rimaneggiamento di detriti prodotti per processi di degradazione fisica dei versanti (termoclastismo, crioclastismo) in condizioni di clima arido come quelle verificatesi durante l'ultima fase fredda pleistocenica.

UNITA' INTRUSIVA DI VILLACIDRO Carbonifero Sup. - Permiano

Questa unità, estesamente rappresentata nella zona di Capoterra dalla tipologia VLD_b (leucomonzograniti a biotite a grana media e medio fine, di colore rosato con struttura porfirica da equigranulare a moderatamente inequigranulare e tessitura isotropa) è senz'altro molto diffusa in questo settore del Basso Sulcis. Appartiene al più vasto plutone del Monte Lattias, intruso tardivamente entro le formazioni metamorfiche più antiche della Formazione di Pala Manna e di quella di Masoni e Porcus (Carbonifero Inf.-Siluriano) affioranti più a Ovest tra la valle del Rio Guttureddu e l'area della Miniera di San Leone (P.ta Gennasoli). Si tratta di ammassi rocciosi fondamentalmente massivi, associati alle rispettive aureole di alterazione e argillificazione.

6. PROVE GEOGNOSTICHE - STUDIO GEOLOGICO- GEOTECNICO

Il giorno 5 Febbraio 2021, sotto la direzione dello scrivente geologo, è stata eseguita una campagna di indagini (geognostica e sismica) costituita da n.2 sondaggi a carotaggio con recupero del nucleo della carota ed uno stendimento finalizzato ad una prova con metodologia M.A.S.W. Le prove, finalizzate alla parametrizzazione geotecnico sismica per il pre-dimensionamento delle fondazioni, sono state utilizzate per la verifica del grado di addensamento necessario per la valutazione della resistenza meccanica delle terre. In tal modo è stata verificata in sito la natura dei terreni semi-coerenti citati nella tavola AA2 del P.U.C. (Carta Geologico-Tecnica) dalla quale sono derivate le zone Hg e in particolare quella Hg2 in sito (Fig.5).

La parametrizzazione dei tecnostrati è stata ottenuta con prove S.P.T (Standard Penetration test). E' stato inoltre eseguito uno stendimento geofisico che ha consentito di ottenere la categoria sismica dei due litotipi presenti e la profondità del sismostrato avente maggiore velocità di propagazione (V_s 1630 m/s a -22,00 m d.p.c.).

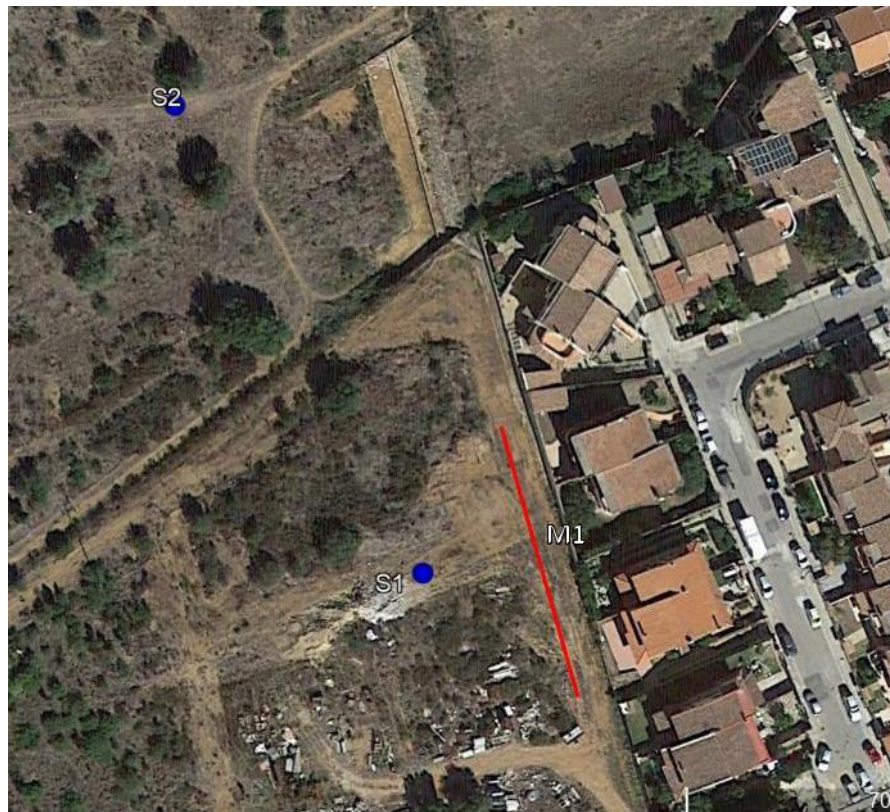


Fig. 5 PLANIMETRIA DELLE PROVE GEOGNOSTICHE

Le carote estratte sono state riposte in cassette monostampo in PVC, dotate di coperchio, per lunghezze di 5 ml cadauna, opportunamente siglate e fotografate.

	Professional experience	Grade App. P.C.
	10-15	

Synonymy:

Sondaggio S.1

Ditta DR. ANTONELLO ANGIUS
 Via Italia, 143 Cagliari 09134
 angiusgeo@tiscali.it www.angiusgeo.com
 SONDAGGI GEOGNOSTICI - MONITORAGGIO AMBIENTALE

Coordinate		Profondità raggiunta	Quota Ass. P.C.	Certificato n°	Regione								
Sig. Carlo Baire		-9.50		2	1								
Operatore		Stratigrafia	Cantieri		Scatolone Esclusione								
Giampaolo Sals		Geognostica	Baccu Tinghinu - Capoterra		05.01.2021								
Responsabile		Sondaggio	Tip. Caricamento	Tip. Strada	Coordinate X Y								
Dott. Geol. Marcello Piras		Sond. S2	Rot. car. cont. 101mm	Hydra 30y3									
Quota (m)	Litologia	Descrizione	Quota	Sp. 100g	S.P.T.	Penet. Total kg/cm²	Penet. 100g kg/cm²	Penet. 100g kg/cm²	Penet. 100g kg/cm²	Penet. 100g kg/cm²	Penet. 100g kg/cm²	Penet. 100g kg/cm²	Penet. 100g kg/cm²
1		Subsistema di Portoscuso (PMSa): ghiaie grossolane e blocchi, a spigoli angolosi, con intercalazioni sabbiose e limose, da beige a biancastre, molto addensate.											
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8		Granito arenizzato, beige, molto addensato.	7.50										
9			9.50										
10													

Coordinata (m) 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm²

Coordinata (m) 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm²

Coordinata (m) 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm²

Coordinata (m) 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm² 100g/cm²

Scalpo (100g) - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm²

Scalpo (100g) - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm²

Scalpo (100g) - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm²

Scalpo (100g) - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm² - 100g/cm²

Log stratigrafico

Sondaggio S.2

6.1. RISULTATI DELLE PROVE S.P.T. E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Durante il corso dei sondaggi sono state eseguite n. 3 prove SPT.

La tabella seguente riporta l'identificativo del sondaggio e la profondità raggiunta (Tab.1).

ID Sondaggio	Profondità foro (m)	Profondità della prova (m)	Valori SPT (N1-N2-N3)
S1	8,60	1.50	Rif. (50=10cm)
		4.00	Rif. (50=13cm)
S2	9,50	2.50	Rif. (50=11cm)

Tab.1 Sondaggi e profondità raggiunte

PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA

Dal punto di vista geotecnico la serie riscontrata in sito viene accorpata nelle seguenti n. 2 tipologie:

[A] 0.00 m ÷ 7,80 m (max) Ghiaie grossolane a spigoli angolosi e rari blocchi, con intercalazioni sabbiose e limose di colore beige-rossastro, molto addensate (Formazione PVM2a)

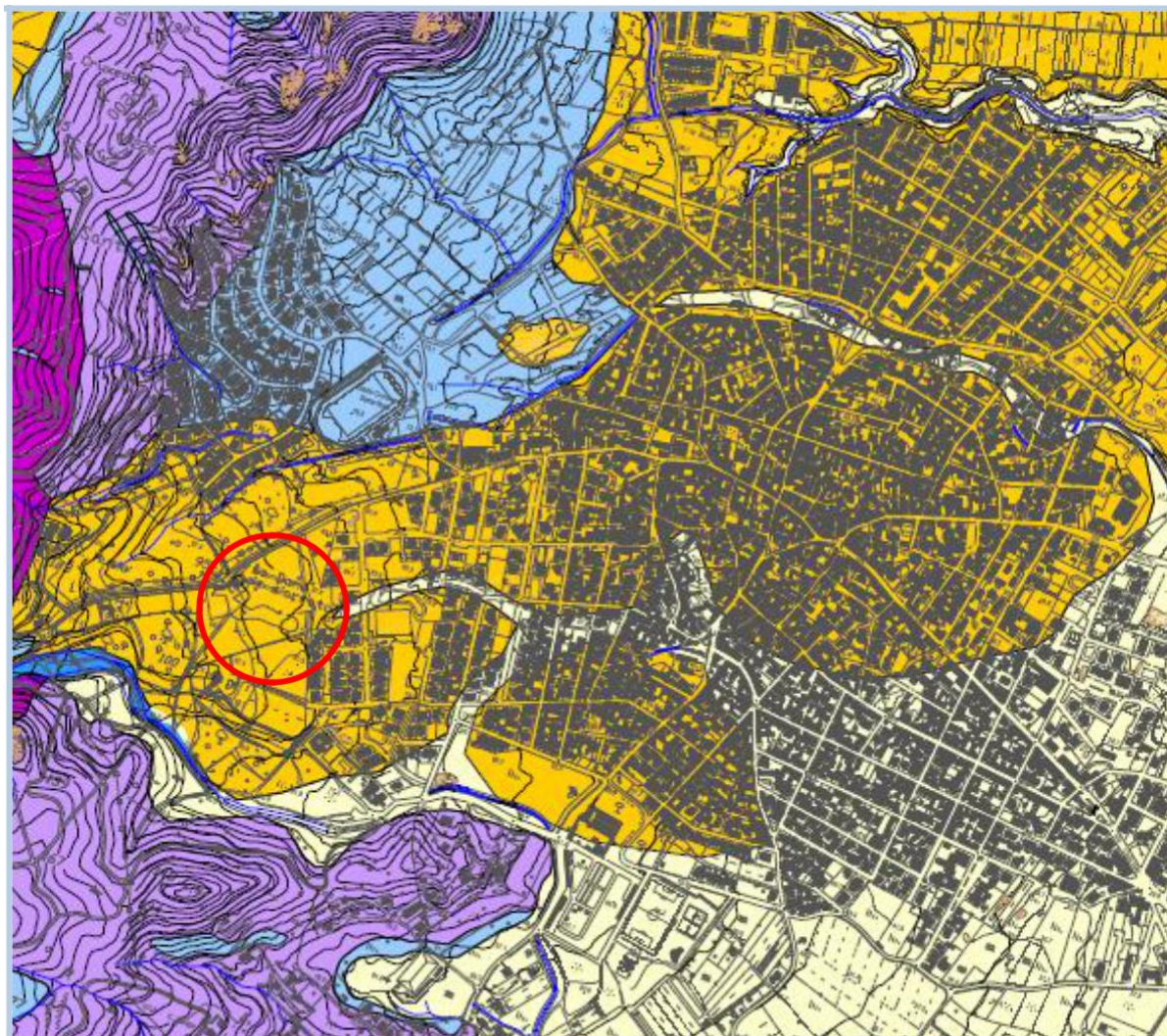
Prova S.P.T. : sondaggio S.1 (m 1,50) 50 colpi/10cm – (m 4,00) 50 colpi (13 cm);
sondaggio S.2 (m 2,50) 50 colpi/11 cm

Peso di volume	'	=	2.0 2.1 t/m ³
Angolo di attrito interno		=	38 ÷ 42°
Coesione	c	=	0
Modulo Elastico	E	=	400÷500 kg/cm ²
Modulo Edometrico	E _{ed}	=	250÷300 kg/cm ²

[B] Da 6.50 m ÷ 7,80 m (max) Sabbione molto addensato e legato, prodotto di alterazione in sito, senza spostamento dei singoli grani, della medesima roccia che costituisce il basamento granitico della zona, contenente nuclei (blocchi e clasti) di roccia parzialmente alterata.

Viene assimilato ad una sabbia grossolana uniforme (arcose) a grani spigolosi, minutamente incastrati fra loro e variamente legati da una coesione il cui valore, sempre >> 0, tende a crescere con la profondità. Sulla base dei dati dell'indagine e di dati sperimentali noti si possono assegnare all'arena granitoidale i seguenti parametri geotecnici:

Peso di volume	'	=	1.9 2.0 t/m ³
Angolo di attrito interno		=	33 ÷ 35°
Coesione	c	=	0
Modulo Elastico	E	=	250÷300 kg/cm ²
Modulo Edometrico	E _{ed}	=	160÷190 kg/cm ²



Litotipi coerenti

- Leucomonzograniti, monzogranodioriti, filoni acidi e basici, non stratificati e fratturati
- Metarenarie, metaquarziti, metasiltiti, metavulcaniti e metaconglomerati plurilitologici stratificati e fratturati

Litotipi semi-coerenti

- Materiale granulare cementato o molto addensato a grana prevalentemente grossolana
- Terreni eterogenei ad assetto caotico

Fig. 6 Carta Geologico-Tecnica Stralcio dalla Tavola PUC AA2

7. DESCRIZIONE DEI LAVORI

La situazione di progetto prevede la realizzazione di una nuova lottizzazione ad uso residenziale i cui lotti saranno disposti come in figura. La tipologia abitativa prevede delle unità indipendenti dotate di giardino privato, costruite su uno o più livelli. E' previsto un lotto con destinazione commerciale/servizi e la realizzazione della viabilità interna con i relativi parcheggi, nonché le opere di urbanizzazione primaria e secondaria.



Figura 7 – Planimetria a curve di livello dell'area di intervento

8. P.A.I. RISCHIO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Come riportato nelle tavole del P.U.C. di Capoterra (tavv.AA2-AA3-3 e 6) e con riferimento alla relazione di compatibilità geologico geotecnica allegata al suddetto strumento urbanistico, la zona in studio risulta lambita marginalmente dalla classe di rischio Hg2, nel settore sud (Villa Regina - Via Cavour). All'interno di questa classe ricadono le zone "con frane non più riattivabili nelle condizioni climatiche attuali a meno di interventi antropici oppure zone in cui esistano condizioni geologiche sfavorevoli alla stabilità dei versanti, ma prive al momento di indicazioni morfologiche di movimenti gravitativi". Lo studio a noi affidato ha verificato l'attuale corrispondenza delle condizioni dell'assetto geotecnico, con quelle riscontrate nello studio per l'adeguamento del P.U.C. al P.A.I, in particolare per quel che attiene il citato lato sud della proprietà Baire C. Pinna R.

All'interno delle suddette zone Hi2 vengono annoverati morfotipi collegati a fenomeni di erosione superficiale e concentrata, o processi di instabilità latente per effetto di scarsa resistenza meccanica delle terre, fenomeni questi innescati o accentuati dall'attività antropica. Nel settore studiato ricade un lembo di terrazzo alluvionale appartenente alla formazione PVM2a, una volta esposto all'azione dell'erosione al piede operata dal Rio Baccu Tinghinu.



Figura 8 – Aspetto della porzione di terrazzo attualmente ricoperto da vegetazione



Figure 9a e 9b – Particolare delle ghiaie addensate della formazione PVM2a in sito



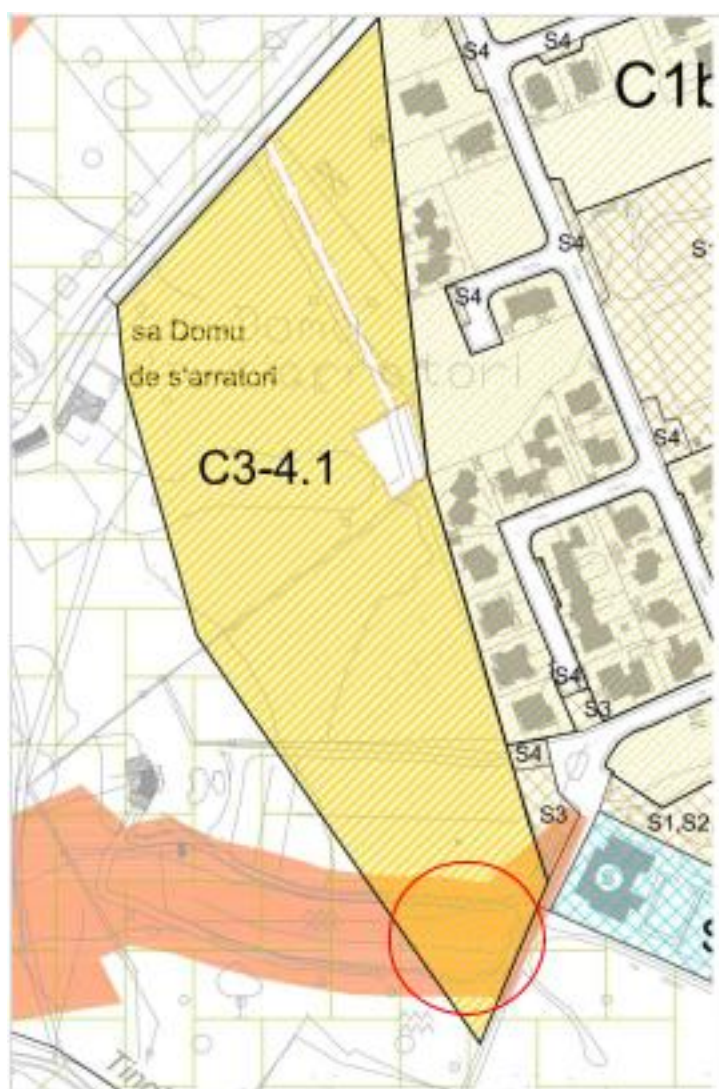


Fig.11 Particolare della zona Hg2 interna alla lottizzazione

La buona qualità delle caratteristiche geomeccaniche della formazione PVM2a è stata accertata in corso di prova nei sondaggi S.1 ed S. 2. I risultati confermano l'elevato grado di addensamento delle terre e la loro scarsa propensione alla riattivazione di fenomeni di frana. In data antecedente al PAI (anno 1999-2000), al momento della costruzione del fabbricato padronale, il versante in sinistra idrografica del Rio Baccu Tinghinu, è stato interessato dalla realizzazione di un accesso secondario avente percorso ad anello. La gradonatura che ne è risultata attenua gli effetti del dislivello (circa 3,50 m) comportandosi da berma (ripiano intermedio di un ex argine spondale).

9. RISCHIO DA FRANA

La pericolosità da frana Hg individua la possibilità dell'instaurarsi di un fenomeno franoso in un determinato punto del territorio.

Le aree a rischio di frana (**Rg**) sono individuate in base alla sovrapposizione tra zone pericolose e zone interessate da elementi a rischio. Viene considerata sia la pericolosità potenziale, sia quella in atto; per gli elementi a rischio deve essere considerata anche la previsione urbanistica di una futura antropizzazione.

Nell'ambito della valutazione del rischio devono essere acquisite le seguenti informazioni:

dati topografici (rilievo di corpi di frana)

dati morfologici (caratteristiche territoriali)

dati idrologici (precipitazioni, portate, livelli idrici)

dati pedologici (coperture vegetali ed uso del suolo avente implicazioni sulla stabilità dei versanti)

CLASSE		INTENSITÀ	VALORE	DESCRIZIONE
Hg0		<i>Nulla</i>	0	Aree non soggette a fenomeni franosi con pericolosità assente e con pendenze inferiori a 20°
Hg1		<i>moderata</i>	0,25	Aree con pericolosità assente o moderata e pendenze comprese tra 20° e 35° con copertura boschiva limitata o assente; aree con copertura boschiva con pendenze 35°
Hg2		<i>media</i>	0,50	Aree con pericolosità media per fenomeni di dilavamento diffusi, frane di crollo e/o scivolamento non attive e/o stabilizzate con copertura boschiva rada o assente o con pendenze comprese tra 35° e 50°, falesie lungo le coste
Hg3		<i>elevata</i>	0,75	Aree con pericolosità elevata con pendenze > 50° ma con copertura boschiva rada o assente frane di crollo e/o scorrimento quiescenti, fenomeni di erosione delle incisioni vallive. fonti di scavo instabili lungo le strade, aree nelle quali sono in inattività o sono state svolte in passato attività minerarie che hanno dato luogo a discariche di inerti, cave a cielo aperto, cavità sotterranee con rischio di collasso del terreno e/o subsidenza (siti minerari inseriti nella carta della pericolosità di frana) aree interessate in passato da eventi franosi nelle quali sono stati eseguiti interventi di messa in sicurezza
Hg4		<i>Molto elevata</i>	1,0	Aree con pericolosità molto elevata con manifesti fenomeni di instabilità attivi o segnalati nel progetto avi o dagli enti locali interpellati o rilevate direttamente

TABELLA 2 – Classi di pericolosità (Hg) e quantificazione lineare nell'intervallo [0,1]

RISCHIO DI FRANA TOTALE			DESCRIZIONE DEGLI EFFETTI
CLASSE	INTENSITÀ	VALORE	
Rg1	<i>Moderato</i>	$\leq 0,50$	Danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali
Rg2	<i>medio</i>	$\leq 0,50$	Sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche
Rg3	<i>elevato</i>	$\leq 0,75$	Sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale
Rg4	<i>Molto elevato</i>	$\leq 1,00$	Sono possibili la perdita di vite umane, e lesioni gravi alle persone danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socioeconomiche

TABELLA 3 – Classe di rischio di frana e descrizione degli effetti

CLASSE	INTENSITÀ	VALORE	ELEMENTI A RISCHIO	PERICOLOSITÀ			
				Hg1	Hg2	Hg3	Hg4
Rg1	<i>Moderato</i>	$\leq 0,25$	E ₁	Rg1	Rg1	Rg1	Rg1
Rg2	<i>medio</i>	$\leq 0,50$	E ₂	Rg1	Rg1	Rg2	Rg2
Rg3	<i>elevato</i>	$\leq 0,75$	E ₃	Rg1	Rg2	Rg3	Rg3

TABELLA 4 – Classe di rischio di frana in funzione della pericolosità

Il rischio di frana è definito come il prodotto fra la pericolosità Hg dei fenomeni di dissesto, la presenza sul territorio di elementi a rischio e la loro vulnerabilità V.

$$Rg = Hg \cdot E \cdot V$$

Volendosi verificare la corrispondenza con la classe di pericolosità Hg2 indicata, partendo dalle caratteristiche geotecniche menzionate, è stata valutata la stabilità potenziale di scarpate o fronti che possano interessare la litofacies n.1, con il metodo *Bishop semplificato* che applica la teoria dell'equilibrio limite. La metodologia consiste nella stima di un coefficiente di sicurezza alla traslazione e/o alla rotazione del volume di terra compreso fra la superficie del versante ed una superficie di taglio potenziale imposta.



LEGENDA		
	CLASSI %	DESCRIZIONE
A1	0-2,5	Elevata difficoltà di drenaggio
	> 2,5 - 5	Difficoltà di drenaggio
	> 5 - 10	Classe per la quale devono essere consigliate attenzioni per le pratiche agricole
	>10 - 20	Rafforzamento delle misure di sistemazione idraulico - forestale
	> 20 - 40	Sconsigliato qualunque intervento di dissodamento
A6	> 40 - 60	Art. 31 PPR Aree a forte acclività
	> 60 - 80	Art. 31 PPR Aree a forte acclività - R.D. 3267/1923
A8	> 80	Art. 31 PPR Aree a forte acclività - R.D. 3267/1923

Fig.12 Stralcio della Carta delle Acclività (Elaborato AA.5)

La procedura informatica basata sul metodo di analisi di Bishop – consiste nel calcolo del rapporto tra le forze resistenti (F_r) e quelle attive (F_a), espresso dal Coefficiente di sicurezza F :

$$F = \frac{F_r}{F_a}$$

L'analisi tiene conto delle caratteristiche fisico-meccaniche del materiale, della geometria del versante (altezza e inclinazione) desunte dalla carta delle acclività del P.U.C. (Elaborato AA.5) e delle forze agenti (peso dell'ammasso e carico agente sullo stesso).

I parametri geotecnici di ingresso sono stati verificati con i valori della forza di reazione necessaria a conferire un coefficiente di sicurezza pari a 1.3.

Risulta che nelle attuali condizioni di inclinazione del versante pertinente al sito, considerate le sue caratteristiche geomeccaniche, lo spessore della litofacies n.1 e il volume interessato, non viene raggiunto l'equilibrio limite e pertanto, le condizioni di stabilità generale vengono garantite. I valori risultano entrambi verificati e in linea con le norme di sicurezza.

La verifica in sito sulle coltri (colluviali e/o detritiche) non ha evidenziato elementi di pericolosità da franamento legati a fluidificazione (scivolamento-smottamento) con relativa asportazione di suolo. Tali coltri sono disposte in forma in dossi arrotondati, con una zona centrale più concava corrispondente al compluvio su cui si imposta il Rio Concia Mangioi. Risultano stabili e scarsamente permeabili, quindi non predisposte a liquefazione e ben addensate. Per quanto attiene all'andamento dei deflussi rispetto al retrostante spartiacque, l'area della lottizzazione poggia su una porzione di terrazzo morfologico delimitata dai solchi fluviali del Rio Liori a Nord e dal Rio Baccu Tinghinu a Sud. Le acque si incanalano naturalmente verso questi due recettori, drenando quasi completamente le portate di afflusso. In relazione alla stabilità generale, all'interno del comparto in studio si ubica il solco fluviale del tratto iniziale del Rio Concia Mangioi, corso d'acqua oggi non più visibile e rettificato a più riprese.

Questo elemento idrico scorre nel paese all'interno di una canalizzazione interrata drenando acque per lo più zenitali e di deflusso stradale. Il suo percorso naturale montano (sito in studio), è oggi limitato ad un compluvio a base larga privo di inciso, di lunghezza pari a circa 75 m che raccoglie il modesto bacino residuale (superficie:1500 mq). Esso viene drenato e convogliato entro una vasca di decantazione collegata ad una tubazione traversa rettangolare che intercetta queste acque e le recapita al Canale Santa Rosa. L'opera prevista per il completamento della messa in sicurezza dei canali interni (anno 2004), è stata realizzata nel 2008 per la messa in sicurezza della Palestra Comunale di Via Siena. Come è noto il canale Santa Rosa e quello del tratto vallivo del Rio Baccu Tinghinu recapitano i loro i deflussi superficiali rispettivamente al Rio S'Acqua Tomaso e al Rio Is Coddus per evitare inondazioni nel centro abitato del paese di Capoterra. Il settore in studio si trova all'esterno delle pertinenze idrauliche di queste due opere. Contribuisce inoltre all'attuale stabilità, la funzione regimante operata dalla copertura vegetale presente a monte e le colture arboree ad uso agricolo produttivo. Ciò considerato, la favorevole interazione con gli elementi descritti, è possibile affermare che dal punto di vista geologico geotecnico, gli elementi morfologici locali indicano l'assenza di fenomeni gravitativi in atto o di movimenti riattivabili.

12. ANALISI GEOMORFOLOGICA E DETERMINAZIONE DEI FENOMENI DI INSTABILITA'

Il sito in oggetto è situato entro un versante a debole inclinazione, impostato entro una formazione

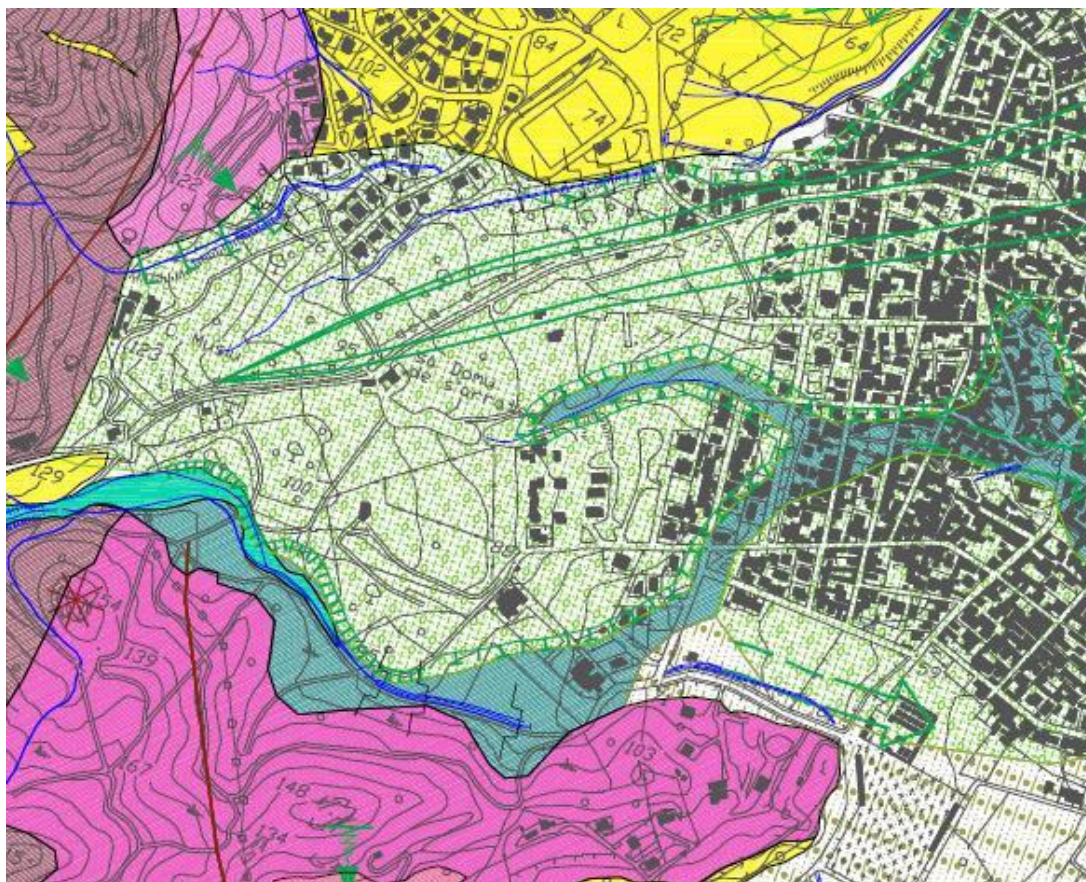


Fig.13 Inquadramento della pericolosità Geologico-Geotecnica (Tav. 3)



Orlo di scarpata di erosione fluviale o di terrazzo: altezza inferiore a 5 metri



Cono alluvionale con pendenza fra il 2% e il 10%

ghiaiosa di elevata competenza geomeccanica, ad elementi grossolani angolosi immersi in una matrice sabbioso-limoso argillosa, molto addensata. La pendenza media in sito risulta compresa tra circa 5° gradi e 10°.

Tale contesto geomorfologico locale, alla scala del comparto non favorisce la velocizzazione dei fenomeni erosivi associati a scarsa resistenza meccanica delle litologie ed all'inclinazione dei versanti.

L'unico elemento geomorfologico del quale si deve tenere conto è rappresentato dal citato compluvio centrale da cui si origina il Rio Concia Mangioi che presenta un orlo di scarpata di erosione fluviale (1-1,5 m in media - vedi Fig.10) attualmente fittamente ricoperto di vegetazione e colmato in parte da substrati pedogenizzati.

In occasione di precipitazioni consistenti e a causa della scarsa permeabilità del substrato, i deflussi incanalati scorrono all'interno di quest'area concava per dirigersi a seguire l'antico percorso dell'alveo (Via Siena-Via Bari). La velocità di corrivazione e la spinta idraulica sono state rallentate dalla realizzazione della traversa idraulica a monte della Via Siena

In sintesi l'areale entro cui sorgerà la lottizzazione consiste in una superficie subpianeggiante lievemente inclinata verso E, con un limitato settore centrale concavo coincidente con l'inciso d'alveo del Rio Concia Mangioi (tratto di monte), avente direzione parallela alla Via Cagliari (direttrice O-E).

Tenuto conto del corretto dimensionamento delle urbanizzazioni nel rispetto dell'invarianza idraulica, le proprietà geotecniche delle litologie di fondazione e la morfologia rilevata influente sulla stabilità generale, non presentano elementi tali da determinare:

- allentamento delle masse rocciose e/o processi gravitativi dovuti all'inclinazione dei pendii, all'imbibizione e al ruscellamento canalizzato o divagante;
- processi di denudazione con allontanamento dei terreni di copertura
- processi di disfacimento meteorico;

In conclusione, l'ipotesi di un potenziale dissesto franoso tale da risultare dannoso nei confronti della stabilità nel tempo del comparto, risulta scarsamente significativo, date le caratteristiche geotecniche del deposito detritico (buona coesione e scarsa propensione allo scivolamento in funzione della pendenza).

Valutate in sede esecutiva la posizione di alcuni lotti rispetto alle linee di deflusso, l'assenza di coltri incoerenti mobilizzabili, la distanza dalle pareti dei rilievi ad ovest, le opere previste risultano poco influenti sulla stabilità complessiva dei versanti e sul potenziale innesco di processi morfodinamici attivi.

10.. PROGETTO IFFI (INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI IN ITALIA)

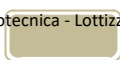
Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 46/27 del 13.11.2000 e n. 27/68 del 07.08.2001 e successivo adeguamento agli standard di censimento definiti con la versione 4.0 dell'allegato tecnico APAT (19.10.2004), la Regione Sardegna ha aderito all'iniziativa per la realizzazione dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI), organizzato in un Sistema Informativo Territoriale Unico.

L'iniziativa, coordinata dal Servizio Geologico Nazionale (ora Dipartimento Difesa del Suolo dell'APAT) che ha definito le metodologie per l'attuazione dell'inventario, ha riguardato il coinvolgimento delle Regioni e Province autonome quali soggetti realizzatori del progetto e pertanto, beneficiari di apposito finanziamento.

In questo contesto, ai fini della verifica della presenza di corpi franosi non censiti dal P.A.I., gli scriventi hanno consultato la cartografia IFFI disponibile nell'area interessata.

A conferma dell'inquadramento geologico-morfologico realizzato, non risultano in sito corpi di frana o fenomeni gravitativi in atto o potenziali cartografati secondo lo standard operativo APAT.

La procedura di lavoro è consistita in attività di consultazione e verifica, individuazione ed accertamento dello stato dei fenomeni franosi eventualmente presenti, direttamente sui luoghi e presso le pubbliche amministrazioni di pertinenza locale. I rilievi di campagna e documentali APAT hanno poi portato alla compilazione di schede di censimento dei fenomeni, realizzate anche con l'ausilio delle riprese satellitari e della fotointerpretazione.



11. COMPATIBILITÀ GEOLOGIA E GEOTECNICA - CONCLUSIONI

Il rilievo geologico e geomorfologico di superficie ha permesso una esauriente ricostruzione dei caratteri litostratigrafici dei terreni interessati dalle opere in progetto e del loro comportamento fisico-meccanico.

E' stata esaminata l'area della lottizzazione ricadente in zona di rischio Rg2 (settore sud-classe di pericolosità Hg2) la quale attualmente risulta stabilizzata in virtù sia delle proprietà di coesione e addensamento (vedi prove in sito), sia della gradonatura che ha comportato la riduzione dell'angolo di scarpa; i lavori sono stati realizzati all'atto della costruzione del fabbricato Baire-Pinna (concessione edilizia 1998). Per questo non si riscontrano evidenze di instabilità morfologica, né di processi potenzialmente atti all'instaurarsi di fenomeni franosi. In questo contesto non è prevedibile che l'evoluzione morfodinamica naturale dei luoghi possa in qualche modo compromettere l'assetto geologico-geotecnico. Si deve tenere conto anche del fatto che il lotto più vicino al pendio gradonato si trova a 25 m dalla base della scarpata del primo dei tre gradoni e che l'area prospiciente la Scuola dell'Infanzia Corte Piscedda (Via Cavour), sarà destinata a verde pubblico. I parametri geotecnici applicati al caso sono confermati anche dalle verifiche di stabilità. Risulta quindi attenuata la pericolosità, ma azzerata l'esposizione e la vulnerabilità.

❖ lo studio ha consentito di elaborare un modello geologico-geotecnico che non evidenzia l'esistenza di problematiche geologiche indotte dall'esecuzione delle opere, in relazione a possibili fenomeni di instabilità dei versanti; l'assetto geotecnico dei litotipi presenti in sito non è influenzato da cause tettoniche o dal regime idrico sotterraneo

❖ l'analisi storica degli eventi franosi pertinenti al sito non menziona fenomenologie avvenute in passato, anche recente;

❖ dall'assetto morfodinamico del pendio non è stata ravvisata alcuna potenziale instabilità, neanche a carico della porzione colluviale corticale;

Le condizioni di ammissibilità dell'intervento in Progetto sono anch'esse rispettate e previste all'interno delle

Norme di Attuazione del P.A.I. (Norme comuni per la disciplina degli interventi nelle aree di pericolosità da frana).

Ciò nello specifico, con riferimento allo Studio Idrogeologico dal P.A.I. regionale dal **Titolo II art.8 comma 2⁴** e in coerenza con quanto prescritto al **Titolo III, Capo III, art. 33** che disciplina le zone classificate 'Hg2' (aree di pericolosità media da frana), al **Comma 2 Lettera b e C**, non si ravvisano pertanto, elementi ostativi di pericolosità dal punto di vista geologico-geotecnico.

Li, 23.07.2021

INGEGNERE
Dott.Ing. Efsio Farigu

GEOLOGO
Dott. Geol. Tarcisio Marini