



## COMUNE DI UTA

Area LL.PP. - Tutela del territorio  
Servizi Appalti e Contratti  
Servizio tecnico - Lavori Pubblici



## REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessorato dell'igiene e sanità  
e dell'assistenza sociale

# LAVORI DI "REALIZZAZIONE DI UN NUOVO EDIFICIO DA ADIBIRE A NIDO D'INFANZIA"

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

OGGETTO ELABORATO

**RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA**

TAVOLA

**E.3**

### PROGETTISTI

Area tecnica LLPP e tutela del territorio  
Area tecnica Urbanistica e edilizia privata

Dott. Ing. Marcello Figus

### REVISIONE E DATA

**REVISIONE 01**

Aprile 2021

### IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Marcello Figus

Supporto esterno al RUP  
Dott. Ing. Antonello Dore

## Area Tecnica - LAVORI PUBBLICI E TUTELA DEL TERRITORIO

Tel. 070 96660 226/230 - email: [gestione.territorio@comune.uta.ca.it](mailto:gestione.territorio@comune.uta.ca.it) - PEC: [comune.uta@legalmail.it](mailto:comune.uta@legalmail.it)



## RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

*Realizzazione di un nuovo edificio da adibire a nido d'infanzia*

### INDICE

1 PREMESSA .....	2
2 RIFERIMENTI NORMATIVI .....	2
3 INQUADRAMENTO <b>DELL'AREA</b> .....	3
4 INQUADRAMENTO CLIMATICO.....	4
5 <b>COMPATIBILITA'</b> PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO P.A.I .....	7
6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	8
7 GEOLOGIA DI DETTAGLIO .....	9
8 CENNI DI STRATIGRAFIA .....	9
9 CENNI SULLA TETTONICA E LA GEOMORFOLOGIA.....	10
10 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO .....	12
11 ANALISI DELLE AZIONI SISMICHE .....	13
12 MODELLAZIONE GEOTECNICA E SISMICA.....	15
13 CALCOLO DELLA PORTANZA DEI TERRENI .....	18
14 CONCLUSIONI .....	22



## 1 PREMESSA

Il presente studio è finalizzato all'esecuzione di uno studio geologico e geotecnico relativo al progetto per la realizzazione un nuovo edificio da adibire a nido di infanzia. L'area interessata ricade all'interno del centro urbano del Comune di Uta.

Nel corso dello studio geologico e geotecnico si è compiuto un rilevamento di campagna dell'area direttamente interessata dall'intervento e delle zone adiacenti, per un'estensione sufficientemente ampia, al fine di caratterizzare le formazioni presenti, i limiti stratigrafici e tettonici nonché i processi geomorfologici antichi e recenti. Tale rilevamento è stato integrato e confrontato attraverso l'interpretazione delle foto aeree, la consultazione della bibliografia e lo studio della cartografia ufficiale.

Ciò ha consentito di effettuare una caratterizzazione geologica dell'area, definendone l'assetto geotecnico, morfologico, i dissesti potenziali e la circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Il presente studio è stato realizzato in ottemperanza e secondo quanto previsto dalle normative vigenti; in particolare la presente relazione compendia al suo interno i contenuti dei seguenti elaborati così come definiti dalle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018:

- Relazione Geologica sulla caratterizzazione e modellazione geologica del sito di cui al punto 6.2.1;
- Relazione Geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo di terreno di cui al punto 6.2.2.
- Per l'espletamento dell'incarico si è quindi proceduto a:
  - consultare gli elaborati del Piano Assetto Idrogeologico;
  - consultare gli aerofotogrammi RAS;
  - consultare la cartografia geologica CARG
  - consultare la banca dati I.F.F.I.;
  - consultare la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100'000
  - consultare gli elaborati grafici a corredo del PUC vigente del Comune di Uta;
  - esperire sopralluoghi in situ.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Normative e raccomandazioni:

- D.M.LL.PP. 11/03/1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
- Circolare LL. PP. 24.09.1988 n. 30483 - "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 per l'applicazione.

- Presidenza del Consiglio dei Ministri – Ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003 e s.m.i. "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona **sismica**".
- Circolare Ministero Infrastrutture e Trasporti n. 617 del 2 Febbraio 2009 - "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 Gennaio **2008**".
- D.M. 17/01/2018;

### 3 INQUADRAMENTO **DELL'AREA**

Corograficamente l'intervento ricade nel:

- Foglio (I.G.M.) N° 556 – I° quadrante "**Villasor**", in scala 1:25.000;
- Foglio 556080 Decimomannu della Carta Tecnica della Sardegna in scala 1:10.000;
- Carta geologica 1:50.000 Foglio **556 "Assemini"** Progetto CARG.

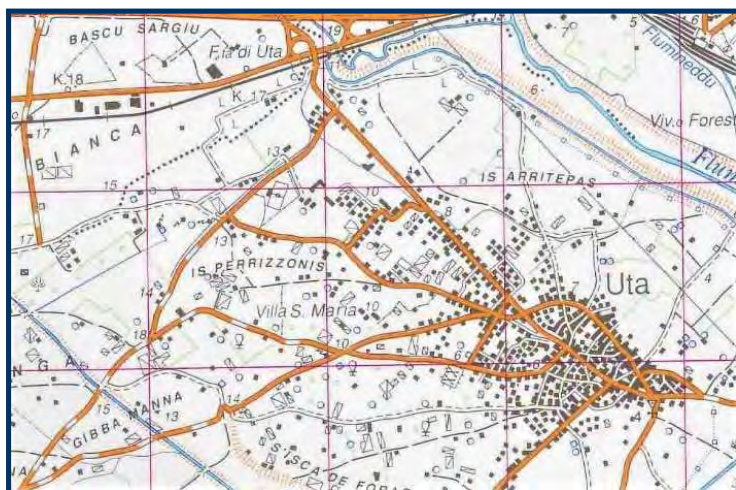


Fig. 1\_Stralcio I.G.M. Foglio 556

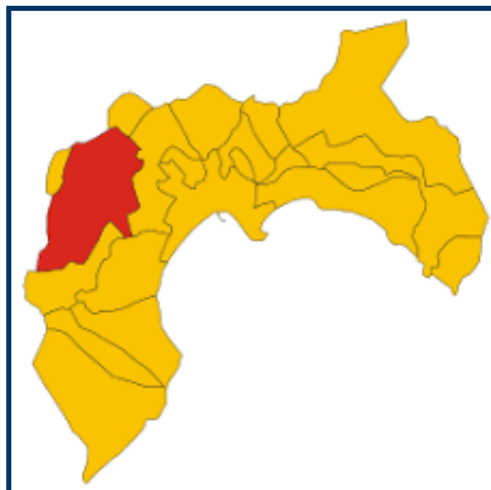


Fig. 2\_Limiti amministrativi Città metropolitana di Cagliari. In rosso Comune di Uta



Fig. 3\_Vista satellitare: Google Localizzazione

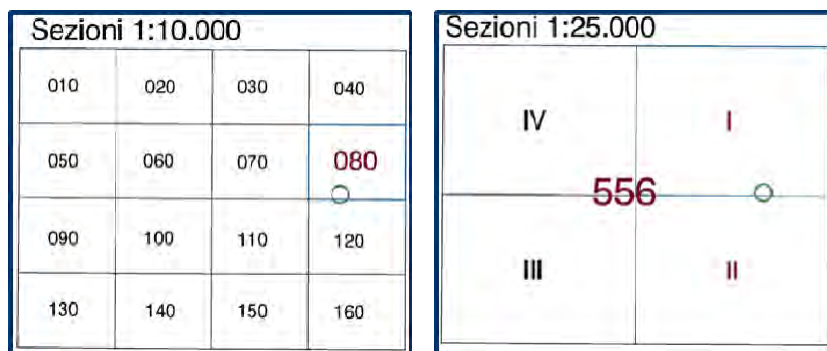
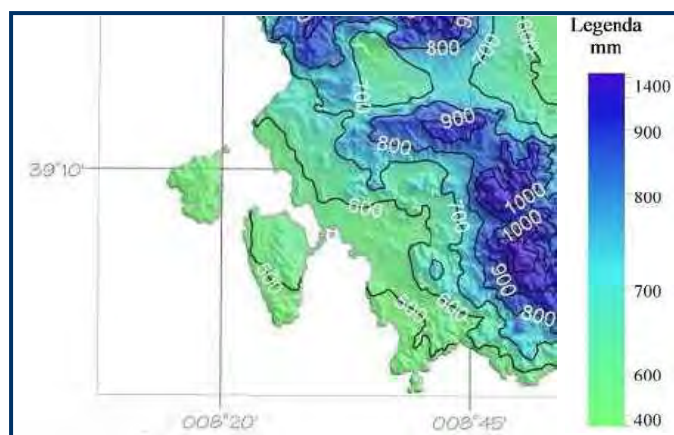


Fig. 4-5\_Quadri d'unione

#### 4 INQUADRAMENTO CLIMATICO

Il clima assume un ruolo determinante nella caratterizzazione di un territorio in quanto i parametri di temperatura e precipitazioni concorrono alle modificazioni dirette ed **indirette dell'ambiente favorendo o inibendo i** principali fenomeni geomorfologici. Per l'individuazione delle principali caratteristiche climatiche dell'area, sono stati utilizzati i dati relativi alla stazione di Siliqua e di Uta.

Fig. 4 Precipitazioni medie (1934-2004)



Si riportano di seguito i bilanci idrici (Thornthwaite) di un suolo con riserva utile  $ST = 100$  mm, e uno con riserva utile di  $ST = 150$  mm calcolata in base ai dati delle medie mensili di 70 anni (1934 - 2004).

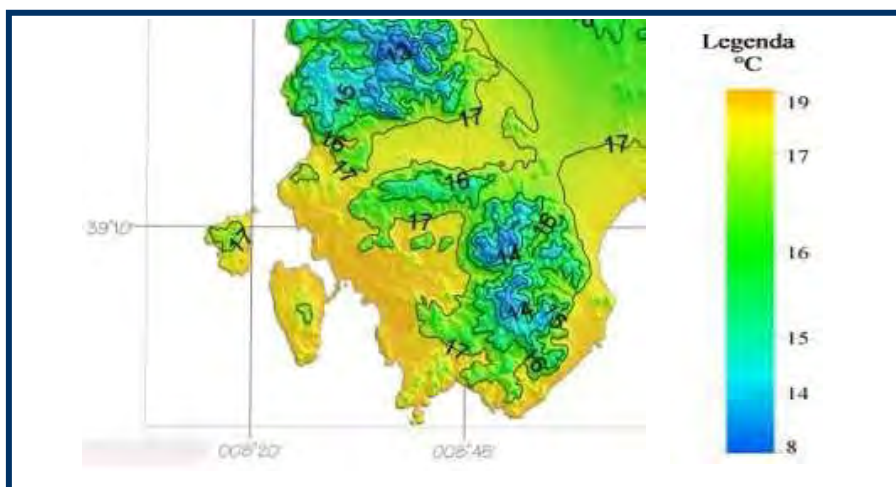


Fig. 5 Temperature medie (1934-2004)



	ST = 100	ST = 150
IA (Indice di aridità) =	49	44
IH (Indice di umidità) =	38	38
IUG (Indice di umidità globale) =	-11	-6
Caratteri climatici	C <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>1</sub> B' <sub>2</sub> S <sub>2</sub>

Secondo la classificazione climatica di Thornthwaite la stazione è inquadrabile nella seguente tipologia climatica:

Mesotermico da subumido a subarido, forte eccedenza idrica invernale (C<sub>1</sub>B'<sub>2</sub>S<sub>2</sub>).

	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	TOT
T	7.9	9.9	12.7	13.0	17.5	21.1	25.5	24.5	23.5	18.6	14.3	9.1	16.5
P	70.7	69.7	57.7	45.4	35.9	14.8	5.4	10.8	42.0	85.8	89.8	92.8	620.9
PE	18	19	33	50	82	125	63	155	110	68	37	22	881
P-PE	93	76	46	8	-42	-112	-159	-148	-73	17	73	111	-108
A.WL	0	0	0	0	-42	-154	-313	-461	-534	0	0	0	
ST	100	100	100	100	74,7	21,7	3,5	0,3	0	17	90	100	
AE	18	19	33	50	65,3	66	22,2	10,2	38,3	85	110	133	650
D	0	0	0	0	16,7	59	40,8	144,8	71,7	0	0	0	333
S	94	76	46	8	0	0	0	0	0	0	0	111	335

Tab. 1 - Dati climatici medi mensili nell'arco di 70 anni

T = valori della temperatura media espressi in °C

P = valori della precipitazione media espressi in mm

PE = valori dell'evapotraspirazione (Thorn)

P-PE = indica la differenza tra i valori di Precipitazione ed evapotraspirazione

A.WL = indica la perdita di acqua accumulata

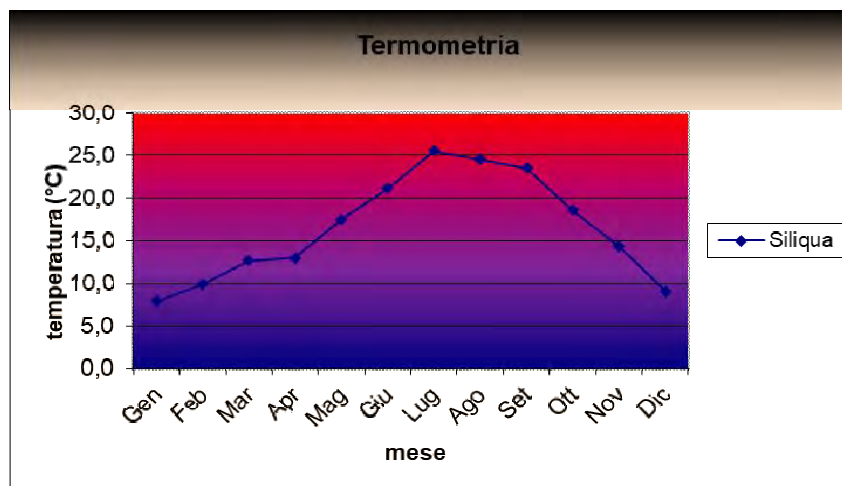
ST = indica la riserva idrica nel suolo

AE = valore di evapotraspirazione effettiva

D = deficit di umidità

S = eccedenza di umidità

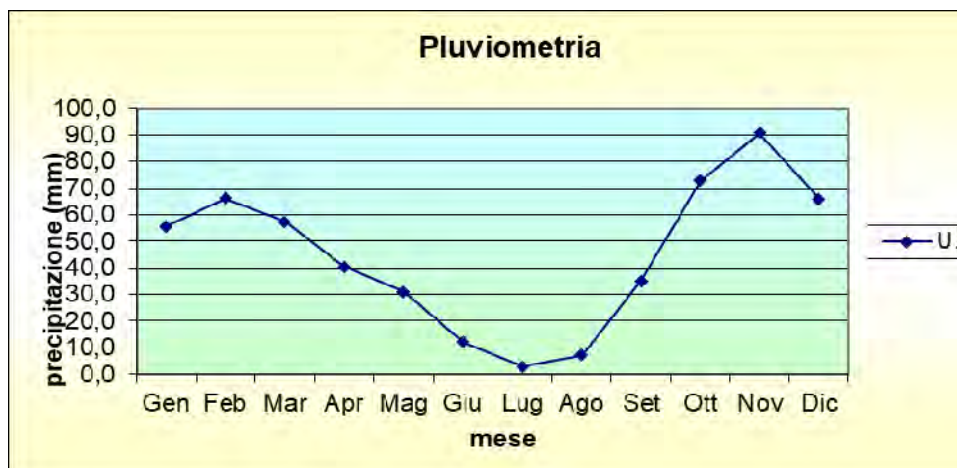
Per quanto riguarda l'andamento termico dell'aria, nella tab. 2, sono riportati i valori medi mensili in un arco di tempo di 70 anni, rilevati nella stazione di Siliqua.



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media	
Siliqua	7,9	9,9	12,7	13,0	17,5	21,1	25,5	24,5	23,5	18,6	14,3	9,1	16,5	

 Tab. 2 - Dati relativi alle temperature medie *nell'arco* di 70 anni

I dati pluviometrici, riferiti alla stazione meteo di Uta, si riferiscono all'altezza di pioggia espressi in millimetri di pioggia; i mesi meno piovosi come riportato in Tab. 3 risultano luglio e agosto; le piogge sono concentrate nei mesi da Ottobre a Febbraio.



	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Uta	55,5	66,6	57,3	40,5	31,0	12,0	3,0	7,2	35,0	72,9	90,7	65,9	537,0

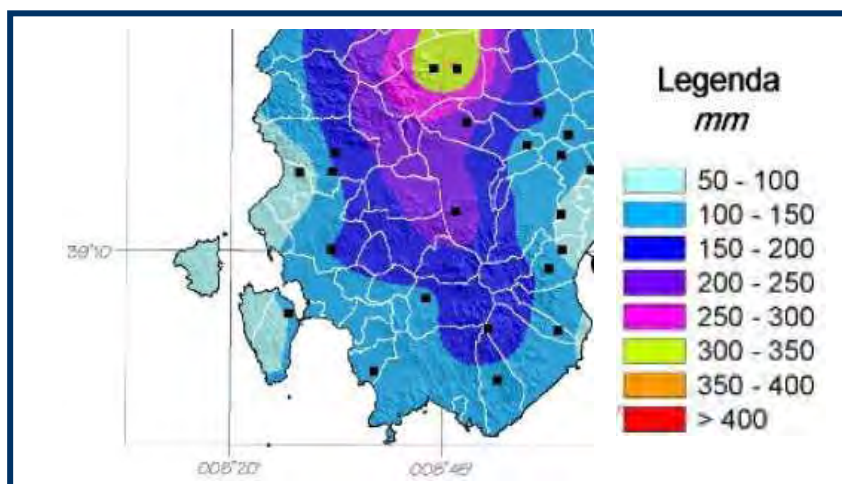
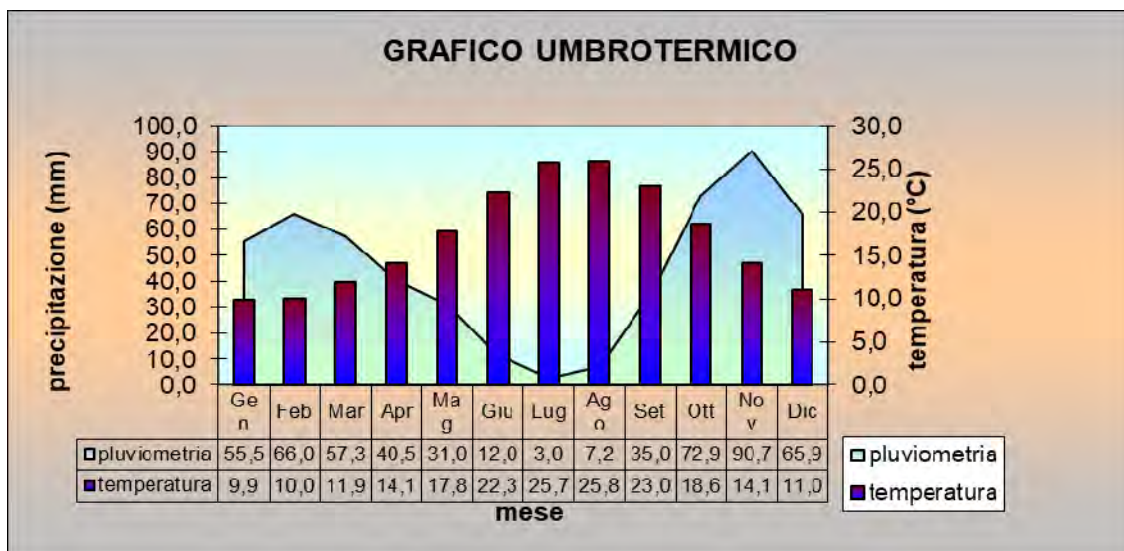
 Tab. 3 - Dati relativi alle precipitazioni medie *nell'arco* di 70 anni


Fig. 6 Precipitazioni riferite al mese di novembre 2013



Il grafico rappresenta la media mensile delle temperature (°C) e delle precipitazioni (mm), dall'intersezione della linea sulle colonne è possibile individuare la stagione arida. In questo grafico la stagione arida va da giugno ad agosto, quando ad elevata temperatura media (23,7°C) si associa una scarsa piovosità (10,3 mm).

Il valore medio annuo delle precipitazioni rilevate nella stazione di "Siliqua" è di 620,9 mm; le precipitazioni medie stagionali espresse in mm nel periodo di osservazione sono le seguenti:

INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO
233,2 (mm)	139,0 (mm)	31,0 (mm)	217,6 (mm)

Il valore medio annuo delle temperature rilevate nella stazione di "Iglesias" è di 17°; le temperature medie stagionali espresse nel periodo di osservazione sono le seguenti:

INVERNO	PRIMAVERA	ESTATE	AUTUNNO
8,9°	14,4°	23,7°	18,8°

## 5 **COMPATIBILITA'** PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO P.A.I.

L'area interessata dal progetto per la realizzazione dell'asilo nido, ricade all'interno della fascia C geomorfologica del Piano stralcio delle fasce fluviali.



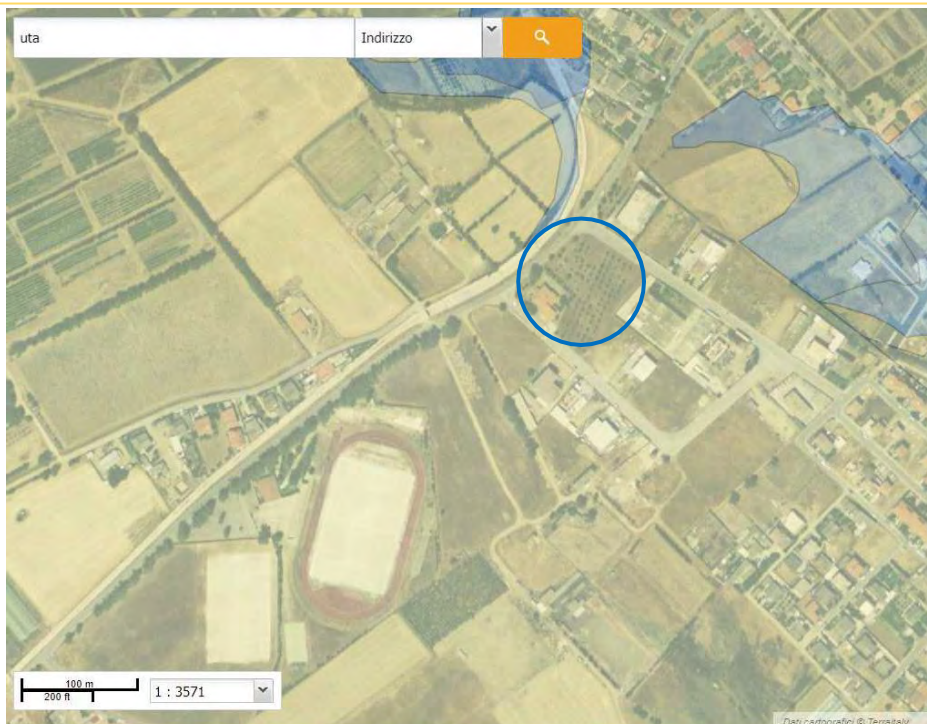
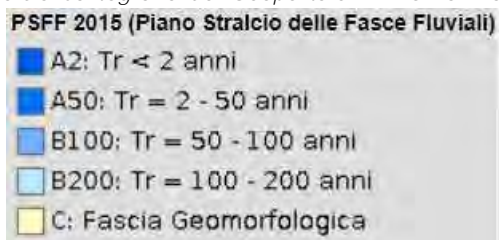


Fig. 7 Stralcio Cartografia del Geoportale – RAS PSFF area di intervento



## 6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il comune di Uta è caratterizzato prevalentemente dalla presenza di sedimenti del Quaternario; **bordato a Nord e a Sud del territorio dalle Formazioni Paleozoiche, derivanti dall'orogenesi Ercinica** che ha prodotto importanti deformazioni soprattutto di tipo metamorfico; **subordinatamente dalle Formazioni vulcaniche del Terziario, che nell'area è caratterizzata da isolati massicci intrusivi.**

Il presente lavoro ha compreso **lo studio di un'area vasta intorno alla zona di sedime;** il rilevamento geologico ha evidenziato la presenza delle seguenti litologie (dalla più antica alla più recente):

- *Formazione del Cixerri (Eocene med. – Oligocene)*

La Formazione del Cixerri affiora diffusamente in tutta la pianura del Cixerri spesso ricoperta da depositi quaternari. Questa formazione è costituita alla base da conglomerati e brecce, argille spesso ferrettizzate. Verso **l'alto** compaiono arenarie quarzo-feldspatiche con intercalazioni di lenti conglomeratiche. I conglomerati si ritrovano alla base della formazione e sono costituiti da noduli e incrostazioni di colore rosso violaceo associati ad argille bentonitiche. Il livello

conglomeratico è spesso intercalato da brecce quarzose. I litotipi arenacei si presentano generalmente mal classati e sono costituiti da clasti poligenici eterometrici di dimensioni comprese tra 2 e 30 cm circa. I clasti presenti derivano dalle formazioni paleozoiche, mesozoiche e **dell'eocene**. Lo spessore può superare 40 metri.

- *Quaternario (Olocene)*

Depositi alluvionali del Quaternario:

I depositi alluvionali sono caratterizzati da un alterazione molto spinta dei ciottoli di origine prevalentemente scistoso-arenacea e dalla matrice argillosa e si presentano ben costipate e cementate.

Spesso si ritrovano sotto forma di terrazzi alluvionali (alluvioni antiche), convogliati nella depressione dagli impluvi impostati nella Valle del Cixerri. Questi depositi alluvionali talora mostrano più ordini di terrazzi legati alla differente evoluzione tettonica determinatasi nella zona durante il Plio-quaternario.

La coltre alluvionale e detritica risulta costipata e con spessore variabile da pochi ad alcuni metri. Le alluvioni recenti costituite prevalentemente da materiale sciolto le ritroviamo in particolare **lungo i corsi d'acqua. Si tratta di sedimenti ghiaiosi grossolani a spigoli sub-arrotondati** con intercalazioni di detriti a spigoli vivi.

## 7 GEOLOGIA DI DETTAGLIO

**Il rilevamento di maggior dettaglio evidenzia che l'area di sedime è caratterizzata dall'Unità deposizionale, corrispondente al "Sintema di Portovesme"** attribuito al Pleistocene sup.

Il Sintema di Portovesme è rappresentato da depositi di piana alluvionale, spesso pedogenizzati e talvolta terrazzati.

Questa Unità è composta da due subsintemi: il subsintema di Portoscuso ( $PVM_2$ ) e il subsintema di Cala Mosca ( $PVM_1$ ); ciò che affiora il località Sebatzu è il subsintema di Portoscuso, nello specifico il  $PVM_{2a}$ , rappresentato da depositi di conoide alluvionale, costituiti da ghiaie perlopiù grossolane fino a grossi blocchi, presentano spigoli sia angolosi che arrotondati. I sedimenti più fini sono caratterizzati da sabbie grossolane e si presentano in lenti o livelli intercalati ai livelli **ghiaiosi. Tutti questi sedimenti sono stati deposti dai corsi d'acqua, possono formare dei terrazzi alluvionali.**

La potenza della copertura superficiale è variabile da pochi centimetri a diversi metri di profondità.

## 8 CENNI DI STRATIGRAFIA

La sezione stratigrafica rappresentata in Fig. 13 (*estratta da Note Illustrative 556 Assemini*)

sintetizza lo schema di un profilo tipo, in prossimità dell'area di sedime, mettendo in evidenza:

- lo strato superficiale, con spessore variabile, di media circa 30 cm, rappresentato dai depositi Olocenici, può essere costituito da suolo post-glaciale e/o da suolo agricolo attuale;
- lo strato più profondo che poggia sulla Formazione del Cixerri, è rappresentato dal Sintema di Portovesme con una stratigrafia caotica, che varia dalle sabbie a stratificazione incrociata concava, alle ghiaie a stratificazione incrociata planare fino alle ghiaie a stratificazione incrociata concava;

Lo spessore della successione Quaternaria è variabile intorno ai 4 metri.

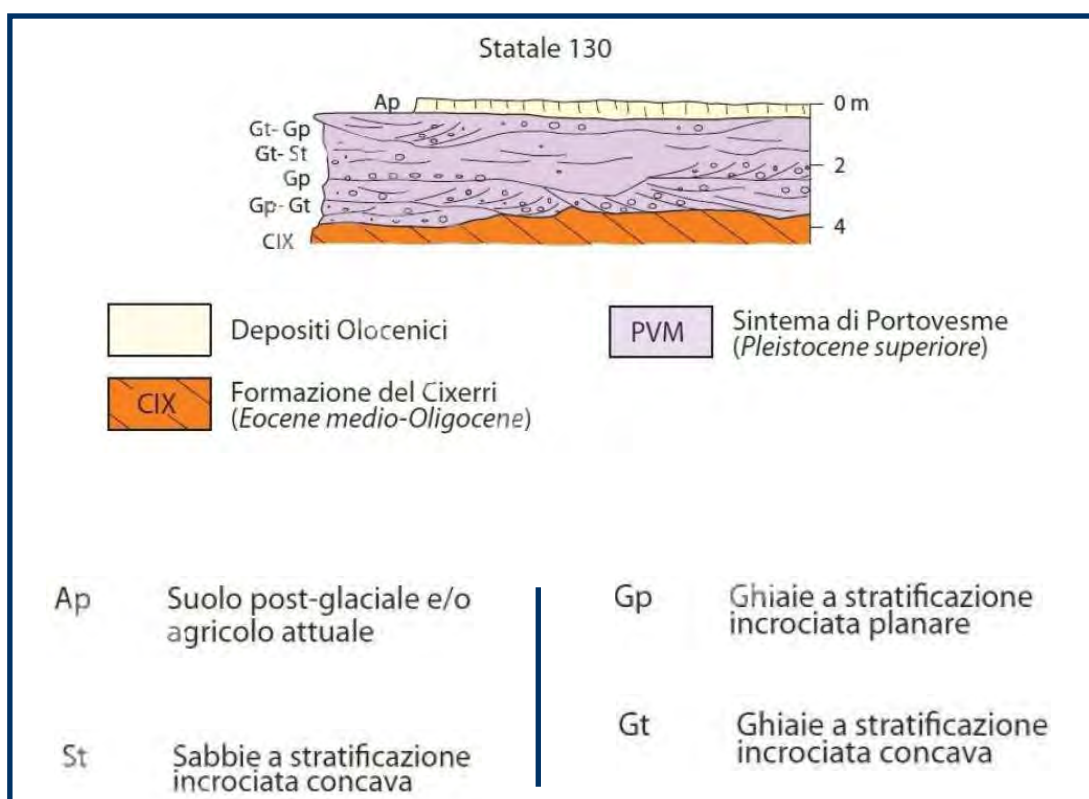


Fig. 13 Sezione stratigrafica delle successioni Quaternarie

## 9 CENNI SULLA TETTONICA E LA GEOMORFOLOGIA

Il territorio comunale di Uta, come osservabile nello stralcio dello Schema tettonico del foglio 556 Assemini, si trova al centro della Fossa del Cixerri che è stata interessata dalla tettonica trascorrente dell'Oligocene Superiore riattivata durante le fasi distensive del Miocene medio e del Plio-Quaternario.

La conformazione principale è quella di un basso strutturale allungato in direzione EW. Secondo osservazioni sedimentologiche e strutturali recenti, che porterebbero ad escludere l'interpretazione classica di un Graben bordato da faglie, la Fossa del Cixerri si configura meglio come blanda

sinclinale, con direzione assiale circa E-W, che ha piegato la successione dell'Eocene inferiore-medio, e originato, durante l'Eocene superiore-Oligocene, i depositi per la sedimentazione della Formazione del Cixerri.

La fascia settentrionale-occidentale e meridionale-occidentale, dell'intero territorio comunale di Uta è caratterizzata dalla "Zona a Falde", in particolare dall'Unità del Sarrabus e dell'Arburese, un sovrascorrimento principale separa la così detta "Zona Esterna" conosciuta come Zona esterna a "thrust" e pieghe, il resto del territorio è per la maggiore occupato dai Depositi sedimentari Olocenici, e dalla Formazione del Cixerri.

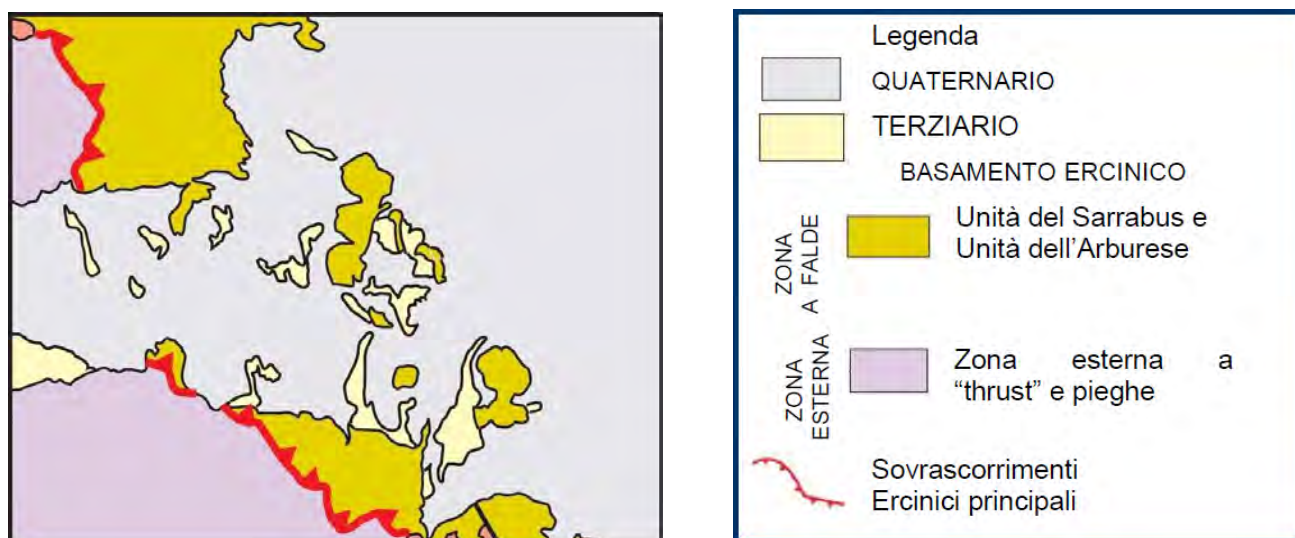


Fig. 14 Stralcio Schema tettonico - Estratto da: Foglio 556 Assemini - Progetto CARG

La morfologia del settore è diretta conseguenza **dell'azione** tettonica e della degradazione chimico-fisica ad opera degli agenti esogeni.

Durante il ciclo orogenetico alpino la messa in posto della fossa del Cixerri ha indotto il ringiovanimento del rilievo modificando un paesaggio ormai prossimo alla maturità. I numerosi **corsi d'acqua** tra cui il Rio Cixerri, il più importante presente in quest'area, hanno avuto un ruolo importante sul cambiamento del paesaggio, erodendo e trasportando materiale dagli alti strutturali colmando la depressione con materiale prevalentemente clastico.

In alcune località sono ancora riconoscibili ampi conoidi di deiezione saldati fra loro e riincisi variamente. La sedimentazione di materiale clastico ad opera di corsi **d'acqua** a regime torrentizio, hanno originato così un conoide alluvionale, in corrispondenza di una brusca diminuzione della pendenza di fondo.

L'area d'interesse è situata nella parte centrale della pianura del Cixerri, ampia valle sviluppata in direzione E-W bordata dai rilievi montuosi. In particolare i lotti investigati sono localizzati in corrispondenza della parte terminale di un conoide che raccorda, con graduale diminuzione della pendenza, il rilievo alla pianura.



Sotto il profilo altimetrico la piccola porzione di territorio al contorno dell'area d'interesse si trova a quota compresa tra 90 e 120 m. I lotti investigati sono localizzati tra quota 88 m e 98 m in una superficie sub-pianeggiante che degrada verso Sud Est.

Nell'area di interesse non sono stati rilevati fenomeni franosi in atto, né segni che ne lascino presagire l'occorrenza. Essa, inoltre, non è interessata da fenomeni di subsidenza, ne sono stati rilevati altri fenomeni morfogenetici attivi in grado di influire in maniera significativa sulla stabilità dell'area.

In considerazione delle caratteristiche tecniche dei terreni unitamente ai bassi o nulli valori di pendenza su cui giacciono, l'area rimane caratterizzata da buone condizioni di stabilità.

I terreni incoerenti affioranti nell'area in oggetto non sono suscettibili al fenomeno di liquefazione in seguito a sollecitazioni dinamiche, in considerazione delle caratteristiche granulometriche, nonché dell'assenza di falda nei primi -5.0m.

#### 10 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO E IDROGEOLOGICO

I depositi alluvionali sono caratterizzati generalmente da una permeabilità piuttosto elevata; in presenza dei livelli argillosi il grado di permeabilità diminuisce notevolmente. A titolo indicativo, utilizzando i dati di alcune prove di pompaggio eseguite in un pozzo "privato" eseguito in agro di Uta si è infatti calcolato un valore del coefficiente di permeabilità media "k" dei materiali alluvionali presenti nei primi metri del sottosuolo, pari a  $1,2 \times 10^{-2}$  cm/sec.

Per quanto riguarda specificamente il sito d'intervento, allo stato attuale non sono purtroppo disponibili misure della profondità della falda acquifera durante la stagione estiva/invernale. In prima approssimazione, è comunque prevedibile che il livello piezometrico si mantenga relativamente profondo e possa presentare degli occasionali innalzamenti.

Dalla letteratura si evince che il livello della falda, in questa zona si dovrebbe attestare ad una profondità molto superiore ai 30 metri dal piano campagna.

A prescindere dalla falda acquifera vera e propria, è inoltre prevedibile che una certa umidità sotterranea si manifesti temporaneamente nel terreno in occasione delle precipitazioni maggiori.

Considerando che i terreni dell'area hanno bassa permeabilità, ed hanno un regime pluviometrico con piogge concentrate in pochi giorni l'anno, si ha un deflusso dell'acqua meteorica che non alimenta le falde profonde.

Per quanto concerne l'idrografia superficiale, l'opera in progetto si inserisce in un quadro ben sviluppato, il corso d'acqua principale è il Riu Cixerri ed i suoi affluenti, che hanno carattere torrentizio con un bacino di modesta entità.

Per quanto riguarda invece l'idrografia sotterranea, l'area in esame è caratterizzata da litologie in cui si presentano due permeabilità:

- formazione del Cixerri con permeabilità da bassa a nulla per porosità;
- formazioni Quaternarie con permeabilità da media ad alta per porosità.



Emerge pertanto che nell'area è da ritenersi assente una qualsiasi circolazione idrica sotterranea superficiale, fatta eccezione per la naturale imbibizione dei terreni di copertura a seguito degli eventi piovosi. A tal proposito si consiglia di predisporre una rete di drenaggio per le acque meteoriche finalizzate all'allontanamento dall'area di sedime.

Il bacino idrografico su cui ricade l'area ha apporti idrici a carattere prevalentemente stagionale, poiché tutta la zona è soggetta ad eventi meteorici discontinui. Gli apporti idrici sono legati prevalentemente al ruscellamento superficiale.

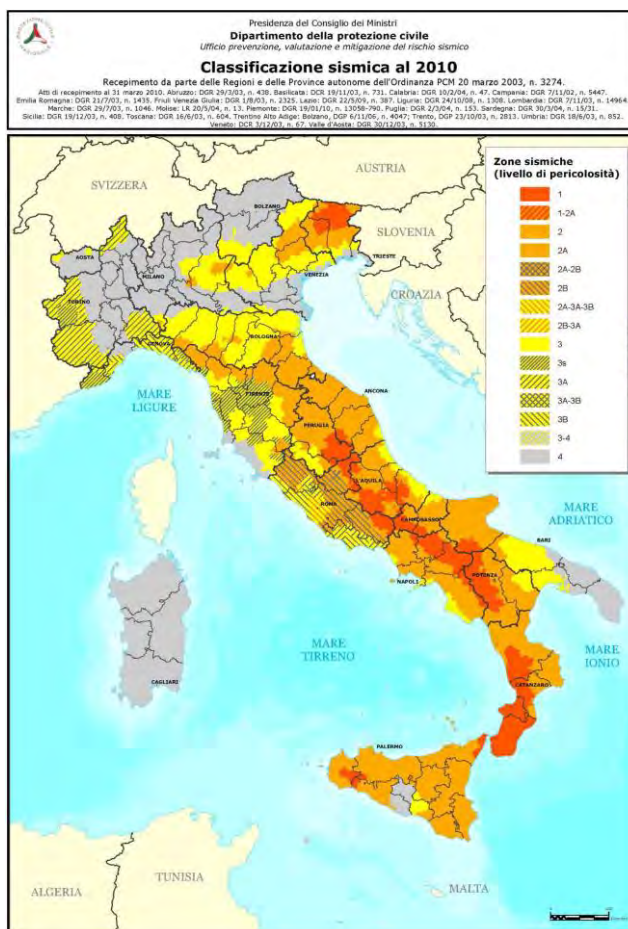
Unità	Litotipi	Porosità		Grado di permeabilità					
		Primaria	Secondaria	10	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-10</sup>
		% granuli	fratture	molto alta	alta	media impermeabile	bassa	molto bassa	
	Coltri superficiali Quaternarie	15 - 40		↔					
	Conglomerati, arenarie Cenozoiche			↔					

## 11 ANALISI DELLE AZIONI SISMICHE

Il Decreto Ministeriale del 14 Gennaio 2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" impone la verifica delle azioni sismiche sulle nuove costruzioni.

Come prima fase si determinano i parametri delle azioni sismiche di progetto proprie del sito oggetto di intervento; il territorio comunale di Uta è collocato in zona sismica 4.

Pertanto secondo la Delib. G.R. 30/03/2004 n. 15/31 (B.U. 21/08/2004 n. 27) Disposizioni preliminari in attuazione dell'Ord. P.C.M. 3274 del 20.3.2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" si desume che la Regione Sardegna non ha ancora presentato una Normativa antisismica e che nella suddetta delibera comunque l'Assessore della Difesa



dell'Ambiente propone alla Giunta regionale ottenendo parere favorevole su tale proposte:

- di recepire in via transitoria, fino a nuova determinazione conseguente l'aggiornamento della mappa di rischio sismico nazionale, in corso di redazione da parte degli Organi tecnici competenti, la classificazione sismica dei Comuni della Sardegna così come riportato nell'allegato "A" dell'Ordinanza 3274/2003 in cui tutti i comuni dell'isola sono classificati in Zona 4.
- di non introdurre per detti Comuni l'obbligo della progettazione antisismica.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)
	$[a_g/g]$	$[a_g/g]$
1	$> 0,25$	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	$< 0,05$	0,05

- Zona 1 - È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti. Comprende 708 Comuni o porzioni di essi per i quali  $[a_g/g] \geq 0,25g$ .
- Zona 2 - Nei 2.345 Comuni o porzioni di essi per i quali  $0,25g > [a_g/g] \geq 0,15g$  possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
- Zona 3 - Nei 1.560 Comuni o porzioni di essi per i quali  $0,15g > [a_g/g] \geq 0,05g$  possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
- Zona 4 - È la meno pericolosa. Nei 3.488 Comuni o porzioni di essi per i quali  $[a_g/g] < 0,05g$  le possibilità di danni sismici sono basse.
- L'area in esame è classificata come zona sismica 4, in riferimento al D.M. 14/01/2008 il tipo di costruzione e la 2 con vita nominale  $\geq 50$ .

	TIPI DI COSTRUZIONE	$V_n$
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	$< 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

La normativa definisce in presenza di azione sismica 4 classi di costruzioni in base al loro utilizzo (Classe d'uso - art. 2.4.2) a cui si associa un coefficiente d'uso ( $C_u$ ) come mostrano le Tabelle seguenti (estratte da NTC 2008).



Classe I	Presenza occasionale di persone, edifici agricoli
Classe II	<b>Normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente [...]</b>
Classe III	<b>Affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti con attività particolarmente pericolose per l'ambiente</b>
Classe IV	Funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente [...]

Classe d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente $C_u$	0,7	1,0	1,5	2,0

La classe **d'uso** è la 2 con coefficiente 1.

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

Per la categoria topografica **l'area** ricade nella categoria T1.

## 12 MODELLAZIONE GEOTECNICA E SISMICA

Si fornisce di seguito la caratterizzazione geotecnica dei terreni costituenti il sito in esame; tale caratterizzazione (come **l'assetto** litostratigrafico definito in precedenza) dovrà essere verificata in fase esecutiva. Il range di valori forniti rappresenta il valore caratteristico che può essere assunto come parametro nominale.

### - STRATIGRAFIA TERRENO

#### COMPLESSO A

Terreno di copertura, privo di scheletro, a granulometria limosa, bruno; - dal p.c. fino a circa 0.4 m.

Numero di colpi ( $N_{30} \approx NSPT$ )  $N_{spt} = >50$

Peso di volume  $\gamma = 1,9 - 2,0$  t/mc

Coesione efficace 0,2 Kg/cm<sup>2</sup>

$\phi' = 26^\circ - 27^\circ$



PFTE.E03

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

LIMITI DI ATTERBERG Boll.Uff.C.N.R. – UNI 10014	
Limite Liquido	26
Limite Plastico	16
Indice Plastico	10
Indice di gruppo	0
Classificazione UNI EN 10006:2000	<b>A2-4</b>

CLASSIFICAZIONE AGI		
Ghiaia ( $\phi > 2 \text{ mm}$ )	%	41,0
Sabbia ( $2 > \phi > 0,063 \text{ mm}$ )	%	31,5
Limo-argilla ( $\phi < 0,063$ )	%	27,5
Descrizione: Ghiaia sabbioso limosa		

## COMPLESSO B

Depositi alluvionali recenti prevalentemente sabbiosi - tra circa 0,4 m e circa 2,9 m di profondità.

Numero di colpi ( $N_{30} \approx NSPT$ )       $N_{spt} = >50$

Peso di volume  $\gamma = 1,9 - 2,0 \text{ t/mc}$

Coesione efficace  $0,8 \text{ Kg/cm}^2$

$\phi' = 28^\circ - 29^\circ$

LIMITI DI ATTERBERG Boll.Uff.C.N.R. – UNI 10014	
Limite Liquido	27
Limite Plastico	18
Indice Plastico	9
Indice di gruppo	0
Classificazione UNI EN 10006:2000	<b>A2-4</b>

CLASSIFICAZIONE AGI		
Ghiaia ( $\phi > 2 \text{ mm}$ )	%	44,3
Sabbia ( $2 > \phi > 0,063 \text{ mm}$ )	%	32,3
Limo-argilla ( $\phi < 0,063$ )	%	23,4
Descrizione: Ghiaia sabbioso limosa		

## COMPLESSO 3

Argille mediamente addensate tra circa 2,95 m e circa 5 m di profondità

Numero di colpi ( $N_{30} \approx NSPT$ )       $N_{spt} = >50$

Peso di volume  $\gamma = 1,9 - 2,0 \text{ t/mc}$

Coesione efficace  $0,8 \text{ Kg/cm}^2$

$\phi' = 28^\circ - 29^\circ$

Le NTC 2018 prevedono l'esecuzione di indagini di vario tipo per la definizione del parametro VS calcolata con il metodo MASW.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{S,eq}$  (in m/s), definita dall'espressione:

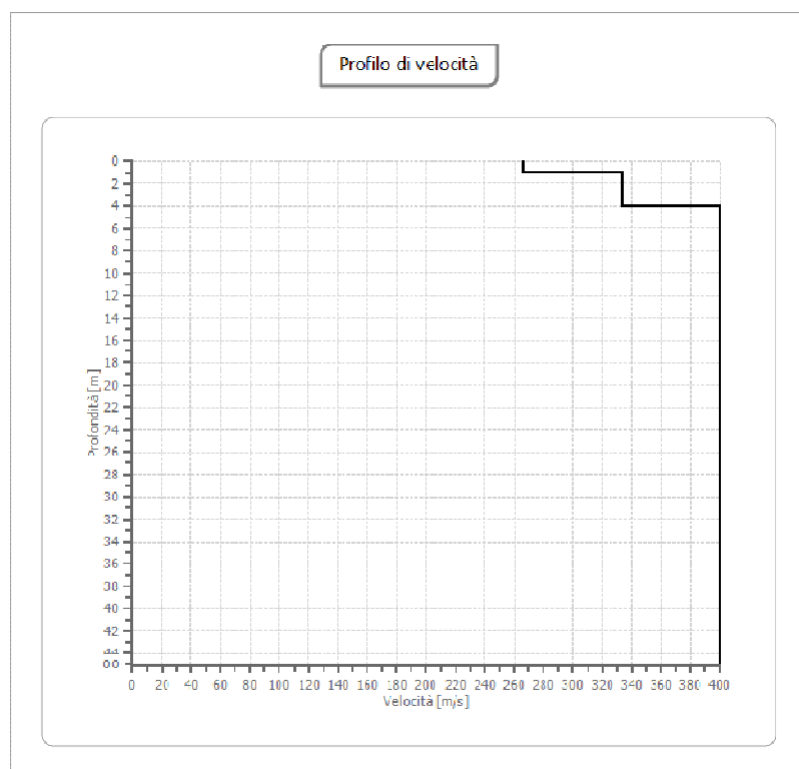
$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

Dove  $H$  = profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio  $V_{s,eq}$  è definita dal **parametro  $V_{s,30}$** , ottenuto ponendo  $H=30$ . Nel caso in esame si è provveduto all'esecuzione di una indagine tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) costituita da n°2 stendimenti ortogonali tra loro in corrispondenza del sito oggetto d'indagine.

I risultati ottenuti permettono di determinare il profilo di velocità delle onde S, riportato in seguito, per la sezione analizzata; la cui traccia è indicata sullo stralcio planimetrico di progetto allegato. Il computo del parametro  $V_{s,eq}$ , secondo le NTC 2018 è calcolato utilizzando la formula di cui sopra. Nel caso in oggetto, poiché non è stato individuato un substrato con  $V_s \geq 800$  m/s, la profondità di riferimento  $H$  è posta paria 30 m.

Si riporta di seguito una sintesi dei risultati, riportati integralmente nell'indagine geognostica, delle indagini sismiche sito-specifiche svolte. La  $V_{s,eq}$  è pari a 393.44 e la categoria di suolo è la "B": *Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.*

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	$V_p$ [m/sec]	$V_s$ [m/sec]
1	1.00	1.00	498.9	266.7
2	4.00	3.00	623.6	333.3
3	oo	oo	748.3	400.0







### 13 CALCOLO DELLA PORTANZA DEI TERRENI

I calcoli di capacità portante sono stati sviluppati in riferimento ai disposti del D.M. 14/01/2008 e s.m.i. nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) e di esercizio (SLE).

Le verifiche in condizioni di sollecitazione sismica, riferite allo stato limite di vita (SLV) sono state sviluppate a partire dalla pericolosità sismica di base del sito così come definita in precedenza ovvero sito posto cautelativamente su sottosuolo di categoria D con categoria topografica T1 ottenendo:

- $a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa sul sito di rif.to rigido = 0,045
- $S_s$  = amplificazione stratigrafica = 1,80
- $S_t$  = amplificazione topografica = 1,00
- $a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito = 0,799 m/s<sup>2</sup>
- $\beta_s$  = 0,200
- $Kh$  = 0,016
- $Kv$  = 0,008

I calcoli sono stati sviluppati mediante l'ausilio del software LOADCAP® della Geostru di Cosenza che stima il carico limite secondo il metodo di Brinch-Hansen (1970), anche facendo riferimento alle correzioni delle azioni sismiche.

La verifica risulta soddisfatta (ovvero la fondazione pone resistenza alla rottura generale del terreno in relazione al carico di progetto con un sufficiente fattore di sicurezza) quando per ogni combinazione di carico relativa allo SLU risulta che :  $V_d \leq R_d$

Con  $V_d$  che rappresenta il carico di progetto allo SLU normale alla fondazione e  $R_d$  il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali ed in considerazione dell'eventuale presenza di carichi inclinati e/o eccentrici.

Le verifiche sono state effettuate con il Metodo di Brinch-Hansen (1970) hanno fornito i seguenti valori approssimativi e medi in relazione alle verifiche allo stato limite ultimo (SLU) :

#### DATI GENERALI

=====	
Normativa	NTC 2018
Zona	4
Larghezza fondazione	0.7 m
Lunghezza fondazione	6.0 m
Profondità piano di posa	1.0 m
Altezza di incastro	0.9 m
Correzione parametri	
=====	



PFTE.E03

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

## STRATIGRAFIA TERRENO

Spessore [m]	Peso unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturato [kN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Poisson	Coeff. consolidaz. primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
1.0	20.05	20.59	26.0	0.2	24.52	2500.0 1	2600.0	0.0	0.003	0.04	
5.0	20.05	21.57	29.0	0.2	34.56	4500.0	4903.3 3	0.0	0.0	0.0	
10.0	21.0	21.57	29.0	0.8	147.1	6900.0	7845.3 2	0.0	0.0	0.0	

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1 + M1 + R3	200.00	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	S.L.E.	200.00	80.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coeff. Rid. Capacità portante verticale	Coeff. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	0	0	2.3	1.1
2	No	1	1	1	0	0	2.3	1.1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...A1+M1+R3

Autore: MEYERHOF (1963)

Carico limite [Qult]

159.69 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto [Rd]

69.43 kN/m<sup>2</sup>

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]

--

**Area Tecnica - LAVORI PUBBLICI E TUTELA DEL TERRITORIO**

Tel. 070 96660 226/230 - email: gestione.territorio@comune.uta.ca.it - PEC: comune.uta@legalmail.it



## COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 6387.48 kN/m<sup>3</sup>

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	6.64
Fattore [Nc]	15.19
Fattore [Ng]	1.52
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore profondità [Dc]	1.38
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.04
Fattore profondità [Dq]	1.3
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.95
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite 175.85 kN/m<sup>2</sup>Resistenza di progetto 76.46 kN/m<sup>2</sup>

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	7.73
Fattore [Nc]	18.13
Fattore [Ng]	5.25
Fattore forma [Sc]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite 178.83 kN/m<sup>2</sup>Resistenza di progetto 77.75 kN/m<sup>2</sup>

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	6.64
Fattore [Nc]	15.19
Fattore [Ng]	1.01
Fattore forma [Sc]	1.05
Fattore profondità [Dc]	1.41
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.02



PFTE.E03

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Fattore profondità [Dq]	1.21
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore forma [Sg]	1.02
Fattore profondità [Dg]	1.21
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	159.69 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	69.43 kN/m <sup>2</sup>

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	6.64
Fattore [Nc]	15.19
Fattore [Ng]	2.74
Fattore forma [Sc]	1.05
Fattore profondità [Dc]	1.36
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.04
Fattore profondità [Dq]	1.3
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.95
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	184.13 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	80.06 kN/m <sup>2</sup>

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	6.64
Fattore [Nc]	15.19
Fattore [Ng]	2.03
Fattore forma [Sc]	1.05
Fattore profondità [Dc]	1.36
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.04
Fattore profondità [Dq]	1.3
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.97



PFTE.E03

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

Carico limite	179.06 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	77.85 kN/m <sup>2</sup>

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1	
Fattore [Nq]	16.44
Fattore [Nc]	27.86
Fattore [Ng]	3.99

Fattori di capacità portante strato 2	
Fattore [Nq]	1.0
Fattore [Nc]	5.14

Carico limite strato 2 (qb)	894.04 kN/m <sup>2</sup>
Carico limite strato 1 (qt)	367.59 kN/m <sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1	2856.91 kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di punzonamento (ks)	5.14
Rapporto (q1/q2)	22.5

Carico limite	367.59 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	159.82 kN/m <sup>2</sup>

## 14 CONCLUSIONI

Lo studio geologico e geotecnico è stato eseguito sulla base dei dati stratigrafici integrato da un rilievo di superficie che ha permesso di definire le condizioni morfologiche, geotecniche ed idrogeologiche dell'area ed in particolare si osserva quanto segue:

- L'area interessata ricade in una zona a morfologia pianeggiante formata da depositi alluvionali pleistocenici e dalla Formazione del Cixerri sottostante;
- Il terreno risulta lontano da cigli di scarpata instabili, in una zona non soggetta a pericolosità geologiche e/o idrauliche;
- Non sono in atto fenomeni erosivi o fenomeni di instabilità geostatica in genere. Per le caratteristiche litologiche e la profondità della falda si esclude l'insorgere del pericolo di liquefazione del suolo in condizioni sismiche.
- Il Comune di Uta è stato inserito, ai sensi dell'Ordinanza Ministeriale n° 3274 tra le località sismiche appartenenti alla Zona 4.

**Area Tecnica - LAVORI PUBBLICI E TUTELA DEL TERRITORIO**

Tel. 070 96660 226/230 - email: gestione.territorio@comune.uta.ca.it - PEC: comune.uta@legalmail.it





PFTE.E03

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

- Le indagini effettuate hanno evidenziato la presenza nei primi 0-0,5 m circa di profondità di materiali terrigeni incoerenti.
- Tali materiali sovrastano i depositi alluvionali, a granulometria da sabbioso-limosa a limoso-sabbioso-argillosa.

Cagliari, Aprile 2021

Il Geologo  
Sandro Trastu

