

DOMUS SRL  
Via Carlo Felice 33 - 07100 SASSARI  
079280460  
e-mail: info@domus-europe.it

# Comune di Sassari

Committente: PACIFICO CRISTALLO S.r.l.  
PIAZZA WALTHER VON VOGELWEIDE 8 CAP 39100 BOLZANO (BZ)

**OGGETTO:**

*Progetto di riqualificazione di un'area agricola in c.da Macciadosa nel comune di Sassari consistente nella coltivazione dell'intera area agricola attraverso le più moderne tecnologie tipiche della cosiddetta Industria (Agricoltura) 5.0 e nella installazione di un impianto fotovoltaico ad inseguimento monoassiale della potenza complessiva di 80,88 MWp (lato DC) con struttura ad inseguimento monoassiale da connettere in alta tensione (AT) alla RTN*

## Relazione Geotecnica

ELABORATO Cod. Comm.

Tipo

Progr.

Rev.

2	1	8	0	6	1
---	---	---	---	---	---

P
---

R
---

0	0	0
---	---	---

numero	Data	Revisione	DIS	REV	APP
01	Agosto 2021		AD	AP	AP

PROGETTISTA

COMMITTENTE


Domus srl




PACIFICO CRISTALLO S.r.l.

## Sommario

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
1.1	ESTREMI DELL'INCARICO.....	4
1.1.1	Quadro normativo di riferimento .....	5
1.2	FINALITÀ DELLO STUDIO.....	5
1.3	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	6
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO REGIONALE DEL TERRITORIO .....</b>	<b>7</b>
2.1	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO .....	7
2.2	STORIA GEOLOGICA DEL TERRITORIO.....	8
2.2.1	Successione marina e transizionale triassica (Muschelkalk – Keuper).....	10
2.2.2	Successione marina giurassica .....	10
2.2.3	Successione cretacea .....	10
2.3	GEOMORFOLOGIA E PROCESSI MORFOGENETICI .....	12
2.4	IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA.....	13
2.4.1	Schema idrogeologico della Nurra settentrionale .....	13
<b>3</b>	<b>SISMICITÀ DELL'AREA DI PROGETTO .....</b>	<b>15</b>
3.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	15
3.1.1	Caratterizzazione sismogenetica.....	19
3.1.2	Definizione della Pericolosità Sismica di Base (PSB).....	19
<b>4</b>	<b>ANALISI GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO DI PROGETTO .....</b>	<b>22</b>
4.1	ASSETTO GEOLOGICO E STRATIGRAFICO .....	22
4.2	CARATTERI LITOSTRATIGRAFICI DEL TERRITORIO .....	24
4.3	LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI.....	26
4.3.1	Definizione della Classe di amplificazione topografica ai sensi delle NTC_2018 .....	26
4.4	CONDIZIONI IDROGRAFICHE E IDROGEOLOGICHE.....	27
<b>5</b>	<b>INDAGINI IN SITO.....</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE .....</b>	<b>28</b>
<b>7</b>	<b>AZIONE SISMICA DI PROGETTO .....</b>	<b>29</b>

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>3 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

7.1.1	Definizione degli stati limite ultimo (SLU) e di esercizio (SLE) in funzione dell'azione sismica	30
7.1.2	Calcolo del Tempo di Riferimento (TR) dell'azione sismica.....	31
7.1.3	Categorie sismiche di sottosuolo .....	33
7.1.4	Condizioni topografiche .....	34
7.1.5	Parametri spettrali .....	35
<b>8</b>	<b>DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO.....</b>	<b>35</b>
<b>9</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>36</b>

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>4 / 38</b>	Rev. <b>00</b>	

## 1 PREMESSA

### 1.1 Estremi dell'incarico


Il sottoscritto Dott. Andrea De Santis, geologo iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Sardegna con il n°235, in qualità di consulente geologico della Domus S.r.l. di Sassari, società di progettazione incaricata per la redazione degli studi specialistici per lo sviluppo del progetto succitato, ha redatto il presente studio finalizzato alla caratterizzazione geotecnica dei terreni individuati per la realizzazione dell'intervento in progetto.

L'intervento progettuale è finalizzato alla realizzazione di un impianto fotovoltaico in località "Saccheddu" in agro della Nurra nel comune di Sassari.

L'area d'impianto (fig. 1) si sviluppa a NW della frazione di "Saccheddu", nell'agro della Nurra del comune di Sassari e risulta essere in posizione baricentrica rispetto ai principali centri abitati di Porto Torres, Sassari e Alghero, come evidenziato nello stralcio cartografico seguente (stralcio da Google Earth).



*Figura 1 – Ubicazione generale dell'area nel quadrante NW della Sardegna*

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>5 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

### 1.1.1 Quadro normativo di riferimento

Per la redazione dello studio geologico e sismico e la definizione dei contenuti da illustrare si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- D.M. 17.01.2018 "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" e relativa Circolare esplicativa n. 7 del 21.01.2019;
- D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e relativa Circolare esplicativa n. 617 del 02.02.2009;
- Legge 109/94 e D.P.R. 554/99 in materia di lavori pubblici;
- DPCM 29/09/98 - Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n.180;
- Legge 267 del 03/08/1998 "Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia";
- D.M. LL.PP. n°47 del 11/03/1988 recante "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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- C.M. LL.PP. n°30483 del 24/09/88 recante "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 ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione";
- LEGGE n°64 del 02.02.1974 recante «Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche»;

Inoltre, le indagini geologiche e geognostiche sono state programmate con diretto riferimento alle "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" (1977) e "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio" (1994) della Associazione Geotecnica Italiana.


## 1.2 Finalità dello studio

Il presente elaborato è stato sviluppato sulla base delle risultanze delle indagini, prove e determinazioni riportate nell'elaborato di progetto "Relazione geologica e sismica" che riporta la definizione del "modello geologico" dell'area e le valutazioni relative alla pericolosità e rischio geomorfologico, sismico ed idraulico. Sulla base di quanto estesamente approfondito si è evidenziato che l'area è caratterizzata da una elevata stabilità generale. Ciò ha consentito di ribadire la fattibilità dell'intervento già evidenziata nell'elaborato redatto a supporto del progetto di fattibilità tecnico-economica.

La presente **relazione geotecnica**, in accordo con quanto richiesto dalla normativa vigente in materia (NTC 2018 e ss.mm.ii.), è finalizzata ad illustrare:

- la localizzazione dell'area interessata dall'intervento;
- i criteri di programmazione ed i risultati delle indagini in sito e di laboratorio e le tecniche adottate con motivato giudizio sulla affidabilità dei risultati ottenuti;
- la scelta dei parametri geotecnici di progetto, riferiti alle caratteristiche dell'opera;



	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>6 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

- la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo in relazione alle finalità da raggiungere con il progetto, effettuata sulla base dei dati raccolti con le indagini eseguite;
- il dimensionamento del manufatto o dell'intervento;
- i risultati dei calcoli geotecnici (determinazione del carico ammissibile e, se necessario, dei cedimenti) realizzati sulla base dei procedimenti della meccanica delle terre e della Ingegneria delle fondazioni.

### 1.3 Descrizione delle opere in progetto

Progetto di riqualificazione di un'area agricola in c.da Macciadosa nel comune di Sassari consistente nella coltivazione dell'intera area agricola attraverso le più moderne tecnologie tipiche della cosiddetta Industria (Agricoltura) 5.0 e nella installazione di un impianto fotovoltaico della potenza complessiva di 80,88 MWp (lato DC) con struttura ad inseguimento monoassiale da connettere in alta tensione (AT) alla RTN.

L'area d'impianto (fig. 2) si sviluppa a NW della frazione di Saccheddu, come evidenziato nello stralcio cartografico seguente (stralcio da Google Earth).



*Figura 2 - Ubicazione generale dell'area nel quadrante NW della Sardegna*

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>7 / 38</b>	Rev. <b>00</b>	

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO REGIONALE DEL TERRITORIO

### 2.1 Inquadramento geografico e cartografico

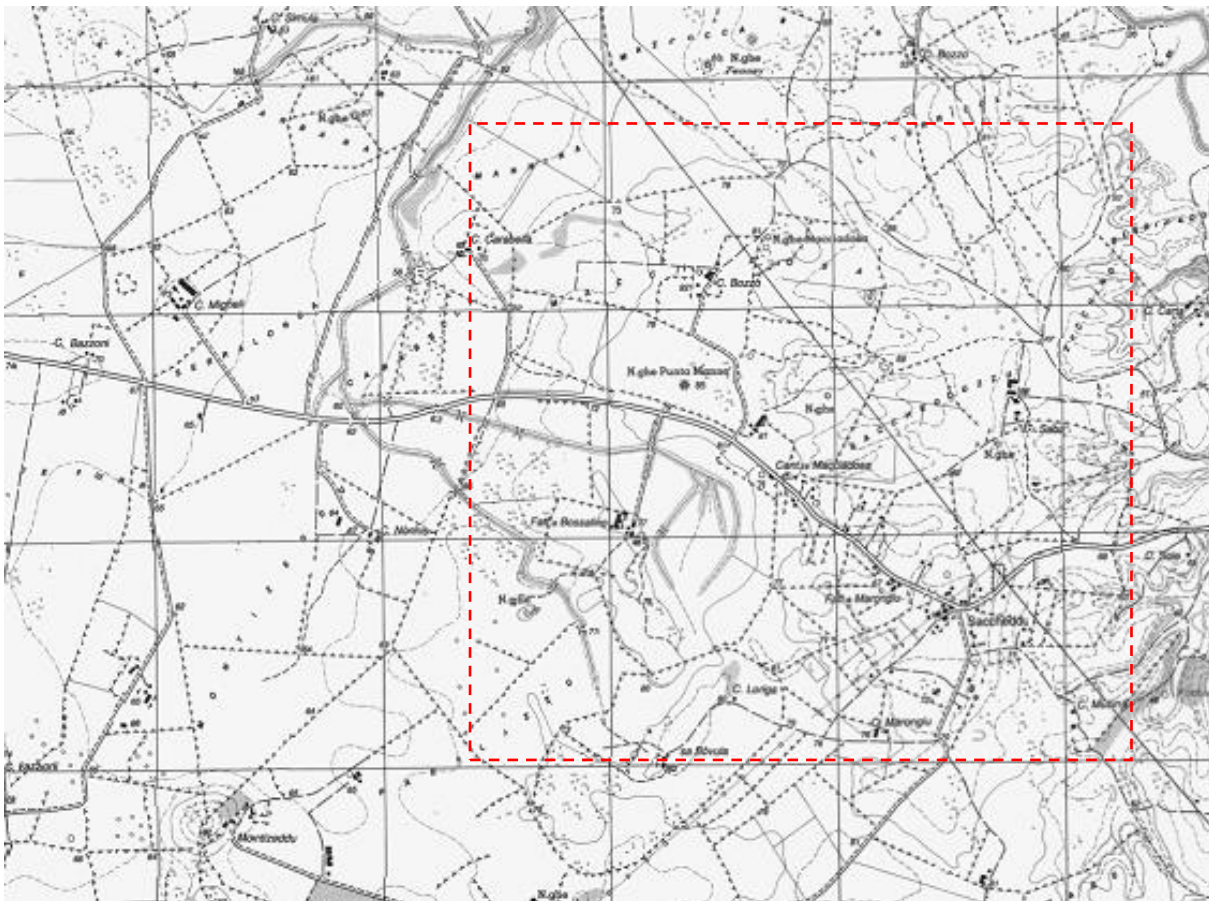
L'area è ubicata nel quadrante nord-occidentale dell'Isola, all'interno della Regione storico-geografica della Nurra, compresa fra i principali centri abitati di Sassari, Alghero e Porto Torres.

Topograficamente il sito è descritto nel foglio 459 "La Crucca" Sez. IV, edito dall'I.G.M. in scala 1:25.000 (fig. 1), e nella C.T.R. della Regione Sardegna al foglio 459050 "Monte Nurra", edito in scala 1:10.000 (fig. 2).

L'area è individuata alle seguenti coordinate chilometriche di Gauss-Boaga (per il baricentro del lotto):

Nord 4.509.520,1441

Est 1.449.900,3413



*Figura 3 – Ubicazione dell'area in esame  
(stralcio del foglio 459 "La Crucca" sez. IV – edito dall'I.G.M.I. in scala 1:25.000)*



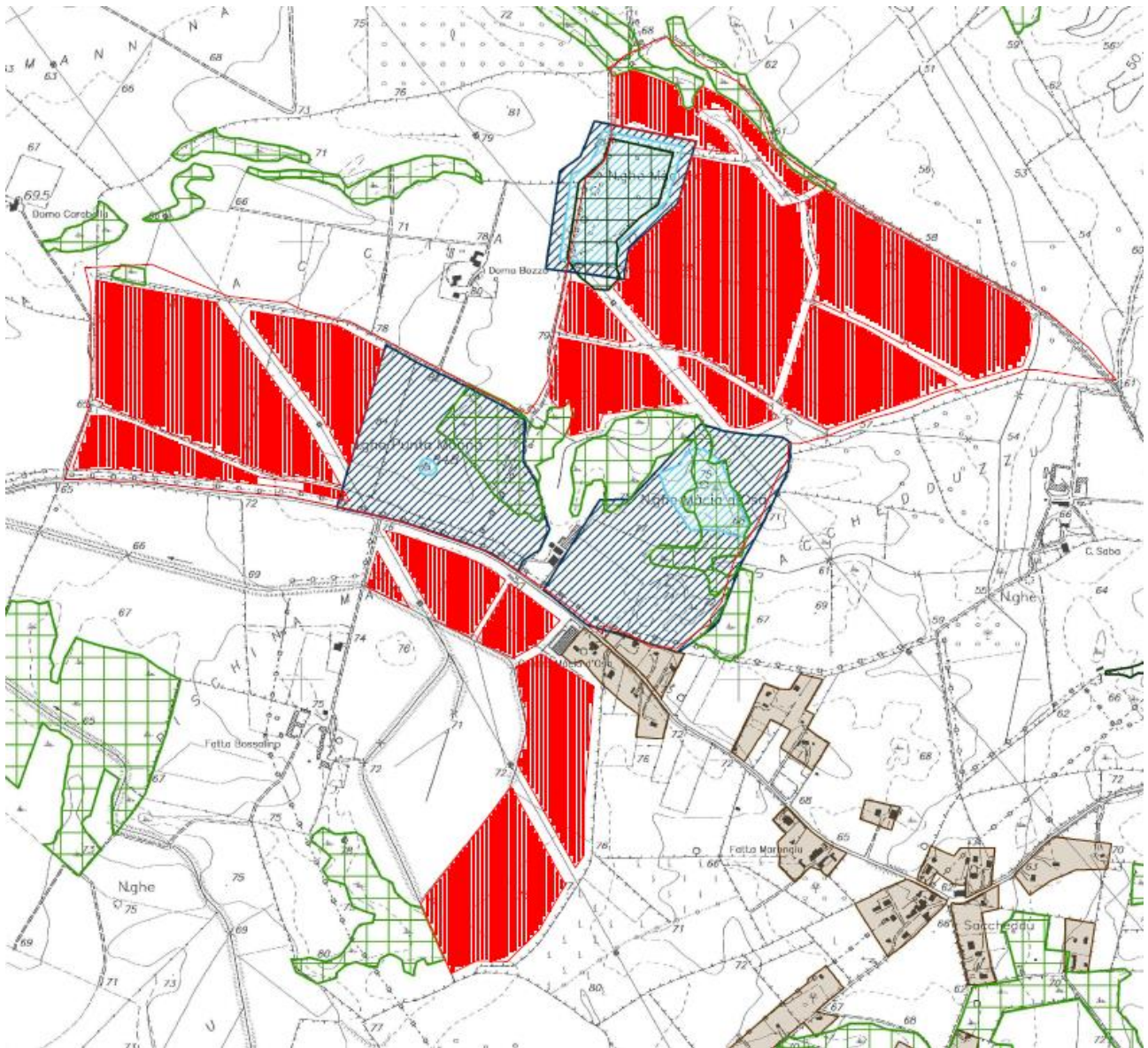


Figura 4 - Inquadramento dell'impianto sulla base cartografica di riferimento per la georeferenziazione dell'area (da stralcio della C.T.R. in scala 1:10.000 - Foglio 459050 "Monte Nurra")


## 2.2 Storia geologica del territorio

Il territorio in esame è posto all'interno della regione geografica della Nurra, nel quadrante nord-occidentale dell'Isola. Questo settore è caratterizzato dall'affioramento di litologie appartenenti ad un ampio intervallo cronostatigrafico, esteso dal paleozoico all'Attuale.

In particolare l'area in esame è caratterizzata dall'affioramento di litologie mesozoiche e dalle vulcaniti del ciclo calcocalcino oligo-miocenico.

Le litologie sedimentarie mesozoiche sono poste a copertura del basamento metamorfico paleozoico; questo risulta essere affiorante solo a NW, sempre al di fuori dell'area in esame e queste ricoprono il



	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>9 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

basamento metamorfico paleozoico, affiorante nell'area centrale e settentrionale della regione. In relazione ai litotipi affioranti è possibile suddividere la regione della Nurra in tre distinti settori:

- *settore occidentale*, ove affiorano i prodotti del metamorfismo paleozoico;
- *settore orientale*, caratterizzato da limitati affioramenti di vulcaniti oligo-mioceniche e dal complesso sedimentario miocenico;
- *settore centro-meridionale*, con litologie sedimentarie mesozoiche, di ambiente marino e continentale.

Nel *settore centro-meridionale* gli affioramenti di litologie della serie mesozoica testimoniano l'alternarsi di condizioni deposizionali molto eterogenee che hanno portato alla formazione di serie continentali, marine, lagunari ed evaporitiche.

La base della successione mesozoica è costituita da arenarie e conglomerati d'ambiente continentale del Trias inferiore, cui si succedono depositi lagunari e marini del trias medio, con prevalenza di dolomie, calcari e marne, con spessori di alcune centinaia di metri.

La successione triassica si chiude con depositi di dolomie, calcari, marne, argille ed ammassi di gesso; l'ambiente di deposizione passa, pertanto, da condizioni marine verso un ambiente continentale lagunare-evaporitico.


Nel Giurassico ha inizio un'attività deposizionale, di ambiente schiettamente marino, che ha portato all'accumulo di una potente serie sedimentaria con spessore massimo di circa 600 m, dove prevalgono i litotipi calcareo-dolomitici. La serie termina con facies lagunare, con calcari e marne, e neritica, con calcari compatti.

Nel Cretaceo si succedono periodi di deposizione sedimentaria marina ad altri continentali associati, inoltre, a parziale erosione della serie precedentemente deposta. La serie cretacea ha uno spessore di circa 180 m ed è costituita da calcari, marne e calcari-marnosi.

Strutturalmente l'area è caratterizzata da lineazioni tettoniche, con direzione prevalenti NNW-SSE e NE-SW, che hanno causato lo smembramento del basamento mesozoico in diversi nuclei dando origine ad una struttura con horst e graben. La presenza di tali lineazioni è meglio evidenziata laddove si trovano a contatto termini non sequenziali della serie mesozoica.

Il basamento cristallino è ricoperto da depositi detritici, d'ambiente prevalentemente continentale, presenti per lo più in corrispondenze delle zone interessate dallo sviluppo del reticolato idrografico e al piede dei maggiori rilievi. I sedimenti continentali, quaternari e recenti, sono granulometricamente molto eterogenei in dipendenza dell'energia deposizionale che ha originato il deposito, con consistenza molto variabile. In prossimità della linea di costa si rinvengono depositi marini, sabbioso-arenacei e ciottolosi.

Data la notevole importanza e presenza dei depositi mesozoici nel settore meridionale della Nurra, di seguito, si darà una breve descrizione delle principali unità litologiche che costituiscono la serie deposizionale mesozoica. La successione stratigrafica completa è stata ricavata dall'esame di un sondaggio profondo (sondaggio Cugiareddu) eseguito in Nurra, integrato dall'analisi degli affioramenti disponibili.

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>10 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

### 2.2.1 Successione marina e transizionale triassica (Muschelkalk – Keuper)

Si tratta di una successione carbonatica che segue i depositi continentali del Triassico inferiore (Buntsandstein) e che, talvolta, poggia direttamente sul basamento metamorfico paleozoico. Lo spessore della serie è di circa 150 m (sondaggio Cugiareddu); sono state distinte le seguenti unità:

- dolomitica inferiore;
- calcarea inferiore;
- dolomitica superiore;
- calcarea superiore.

Nel Triassico superiore si ha un periodo di transizione in cui si distinguono due principali unità:

- unità inferiore, con argilliti gessose e dolomie;
- unità superiore, con dolomie grigie, talora brecciate.

### 2.2.2 Successione marina giurassica

Nella Nurra la successione marina giurassica, che raggiunge una potenza complessiva di circa 800 m, è costituita da numerose unità litologiche.

Alla base, al contatto con i depositi del Keuper, troviamo ancora depositi dolomitici, cui seguono calcari dolomitici, calcari oolitici e bioclastici e livelli marnosi che possono essere riferiti ad un ambiente deposizionale di piattaforma esterna. S'intercalano livelli arenacei e conglomeratici (Capo Caccia). La successione del Giurassico inferiore (Lias) è potente circa 100 m.

Nel Giurassico medio (Dogger) continua una potente sedimentazione di depositi carbonatici, con calcari oolitici e bioclastici, calcari marnosi e dolomitici, marne e dolomie.

Il passaggio al Giurassico superiore (Malm) è individuabile all'interno di un'alternanza di calcari micritici a "ciottoli neri" e a carofite (M.te Doglia).

Nel Malm si ha una successione di sedimenti dolomitici con spessore complessivo di circa 200 m (Capo Caccia).

Verso l'alto i calcari passano e si alternano a livelli di marne finemente laminate che testimoniano il passaggio da un ambiente deposizionale marino ad uno lagunare-lacustre (Facies Purbeckiana, del Berriasiano).

Il Giurassico è quindi rappresentato da depositi di mare basso, con frequenti emersioni nel Dogger e Malm. I sedimenti sono tipici di zone di piattaforma carbonatica, caratterizzate da notevoli variazioni di energia.

### 2.2.3 Successione cretacea


Il Cretacico inferiore nella Nurra può essere suddiviso in due unità:

- unità di base marnosa, di ambiente lagunare-lacustre (Facies Purbeckiana);
- unità calcarea, di ambiente marino (Facies Urgoniana).

Gli spessori massimi dell'unità di base sono compresi entro i 70 m.

All'unità calcarea sono ascrivibili calcari oolitici e bioclastici, calcari dolomitici e marnosi.

La successione cretacea inferiore è interrotta da una superficie erosiva del cretacico medio, dovuta a condizioni di emersione regionale (Fase Austriaca).

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>11 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

Il Cretacico superiore è presente con una superficie di discordanza marcata dalla presenza di un orizzonte bauxitico formatosi durante una fase di emersione e di lacuna stratigrafica.

Sulle marne purbeckiane le bauxiti si sono sviluppate in situ per decalcificazione delle stesse marne, dando origine ad un deposito-strato arealmente diffuso con spessore medio di circa 3 m.

Sui depositi calcarei e dolomitici a seguito d'importanti fenomeni di carsismo, si sviluppano depositi bauxitici di limitata estensione ma di notevole spessore, superiore a 10 m.

I depositi bauxitici si sono evoluti in ambiente con condizioni climatiche caldo-umide, di tipo tropicale o subtropicale.

Dal punto di vista strutturale l'area rimarca i movimenti tettonici che sono generalmente riconducibili alle lineazioni N-S e NO-SE che in questa zona, grazie ai vasti affioramenti di rocce carbonatiche, sono più evidenti e riconoscibili.

Le grandi morfologie a scarpata, lungo i margini interni e lungo le falesie, sono il risultato di complessi movimenti geodinamici della zolla crostale sarda durante il Terziario che hanno profondamente condizionato l'evoluzione di quest'area anche in epoca recente.

La componente strutturale nelle forme del paesaggio risulta evidente anche nel pianoro di Porticciolo dove una struttura distensiva (tipo «graben») ha delineato lungo linee di frattura il perimetro di questa superficie. In località Cala Viola, la costa rivela una sfrangiatura nel profilo articolato in una miriade di piccole insenature conseguenza di forze compressive che hanno intensamente fratturato il complesso detritico del Permo-Trias.

Uno dei sondaggi eseguiti in località Sant'Imbenia ha evidenziato la presenza del basamento Permo-Triassico a circa 45 metri al di sotto del piano di campagna, ad una distanza di circa 700 metri a sud rispetto la zona di Porticciolo dove gli stessi depositi risultano in affioramento.

La differenza di quota, emersa dal rilevamento, nel livello Permo-Triassico, è probabilmente conseguente ad una dislocazione lungo una frattura a direzione NO-SE, responsabile anche in tempi recenti della continua subsidenza dell'area di Sant'Imbenia e conseguentemente dell'intera riva della Baia di Conte.

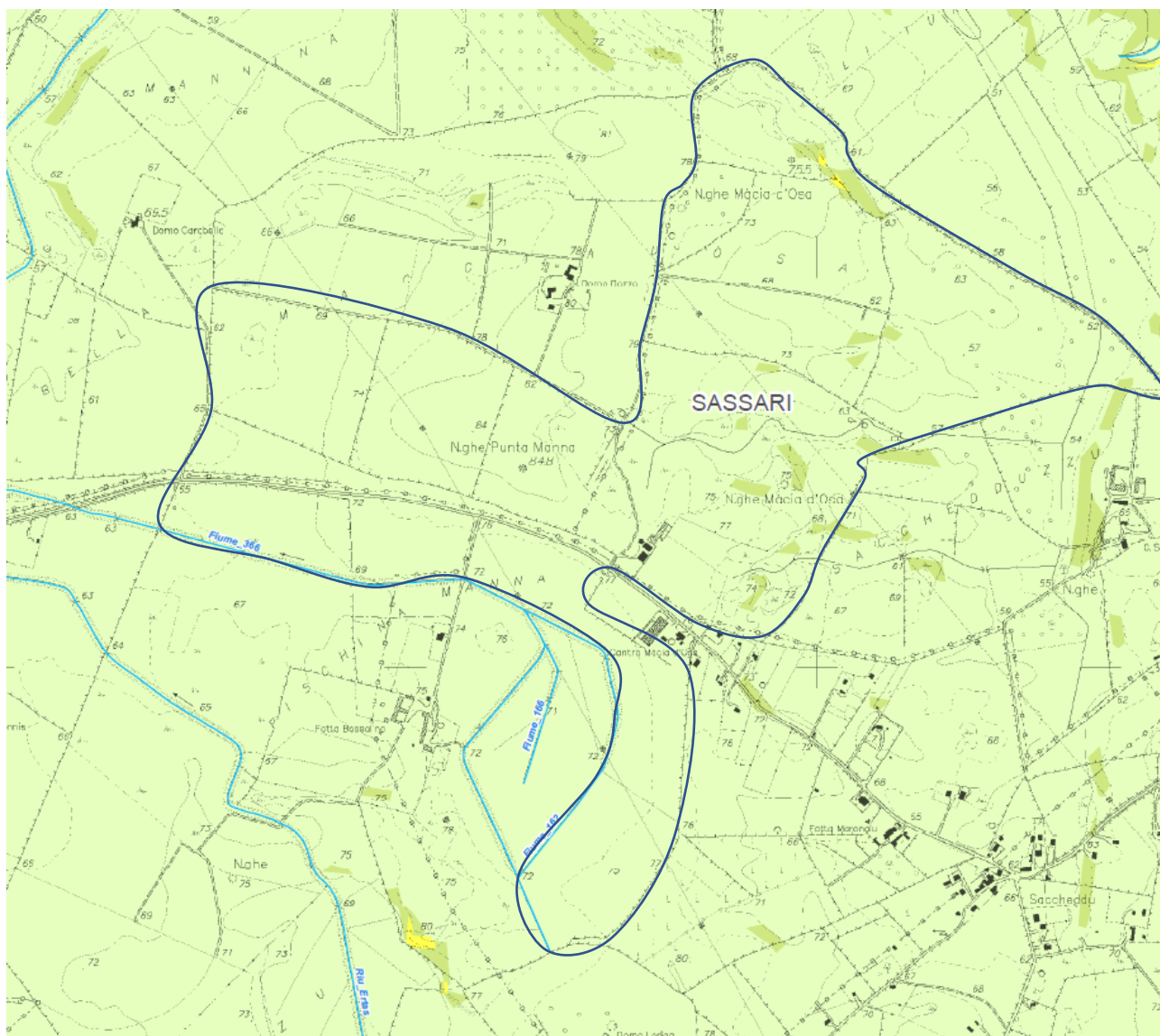
Questi movimenti hanno determinato un sollevamento, in tempi recenti, le cui conseguenze si rendono manifeste nell'andamento dei corsi d'acqua.






### 2.3 Geomorfologia e processi morfogenetici

Come esaminato dallo stralcio cartografico allegato (fonte: Geoportale RAS) relativo alla carta delle acclività si evidenzia come, nel settore in esame, sono prevalenti le aree con classi di pendenza inferiore al 10% (verde chiaro). Raramente e localizzati sono state cartografate aree di estensione limitata (verde scuro) in cui la pendenza è compresa all'interno della classe 10÷20%.



	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>13 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

## 2.4 Idrografia ed Idrogeologia

Dal punto di vista idrografico il settore in esame è caratterizzato dalla presenza di un reticolo idrografico superficiale sviluppato principalmente a Est e a Ovest dell'area d'impianto, come evidenziato dallo stralcio cartografico di seguito allegato che evidenzia che il corso d'acqua presente al limite ovest del settore d'impianto è un affluente di sinistra del Rio Mannu di Porto Torres.



### 2.4.1 Schema idrogeologico della Nurra settentrionale

Lo stralcio della carta idrogeologica della Nurra (Ghiglieri et al. 2007) evidenzia la presenza di diversi corpi acquiferi caratterizzate da differenti direzioni delle linee di drenaggio. Per quello che riguarda l'acquifero del dominio carbonatico mesozoico (campitura azzurra) si vede che la distribuzione delle acque nel sottosuolo è fortemente condizionata dall'assetto strutturale con evidenza di lineazioni strutturali principali con direzione NE\_SW e N-S. L'area in esame appartiene al bacino idrogeologico settentrionale ed è posta in prossimità dello spartiacque sotterraneo

Nell'area in esame (quadrato rosso) la falda è individuata dalla isopiezia di 55 m s.l.m.; pertanto, considerata una quota media dei terreni compresa nell'intervallo 65÷80 metri, la soggiacenza della piezometrica è compresa nell'intervallo di valori 10÷25 metri.





Domus S.p.A.

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

### Relazione geotecnica

Cod :

PROGETTO:


Cliente Ref:

Pag. **14 / 38**

Rev. **00**





	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>15 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

### 3 SISMICITÀ DELL'AREA DI PROGETTO

#### 3.1 Classificazione sismica

Al fine di verificare le caratteristiche sismiche del territorio in esame si è proceduto, inizialmente, alla determinazione della sismicità storica dell'area mediante la raccolta ed analisi dei dati sismici esistenti con riferimento ai principali database disponibili alla consultazione pubblica.

La caratterizzazione della sismicità di un territorio richiede, in primo luogo, una approfondita e dettagliata valutazione della storia sismica, definita attraverso l'analisi di evidenze storiche e dati strumentali riportati nei cataloghi ufficiali. A tale scopo sono stati consultati i seguenti database:

- *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15)*, redatto dal Gruppo di lavoro CPTI 2015 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo riporta dati parametrici omogenei, sia macrosismici che strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ( $I_{max}$ )  $\geq 5$  o con magnitudo ( $M_w$ )  $\geq 4.0$  d'interesse relativi al territorio italiano.
- *DataBase Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15)*, realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). Questo catalogo riporta un set omogeneo di dati di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti e relativo ai terremoti con intensità massima ( $I_{max}$ )  $\geq 5$  avvenuti nel territorio nazionale e in alcuni paesi confinanti (Francia, Svizzera, Austria, Slovenia e Croazia).

La finestra cronologico-temporale coperta dal catalogo CPTI15 e dal database DBMI15 va dall'anno 1000 d.C. circa a tutto il 2014 d.C., ed offre per ogni terremoto una stima il più possibile omogenea della localizzazione epicentrale (Latitudine, Longitudine), dei valori di Intensità massima ed epicentrale, della magnitudo momento e della magnitudo calcolata dalle onde superficiali.

Per la compilazione del **CPTI15** sono stati ritenuti di interesse solo i terremoti avvenuti in Italia e quelli che, pur essendo stati localizzati in aree limitrofe, potrebbero essere stati risentiti con intensità significativa all'interno dei confini dello stato.

In figura 6 è mostrata una mappa delle localizzazioni dei terremoti storici presenti nel catalogo CPTI15 relativi alla regione Sardegna, mentre in figura 7 è riportata una lista di tutti gli eventi sismici catalogati.

In generale, dalla consultazione di questo catalogo si evidenzia che l'area interessata dal progetto presenta una sismicità storica molto bassa. Il catalogo CPTI15 riporta solo due eventi di magnitudo  $\leq 5M_w$  (1924 e 1948). In occasione dell'evento del 1948 sono state osservate intensità pari a 6MCS in alcune località della Sardegna Nord- Occidentale.

I terremoti più recenti (avvenuti nel 2000, 2004 e 2006), tutti di  $M_w < 5$  e localizzati in mare, hanno prodotto in terraferma effetti di modesta intensità.



# STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

## Relazione geotecnica

Cod :

PROGETTO:

Cliente Ref:

Pag. **16 / 38**

Rev. **00**

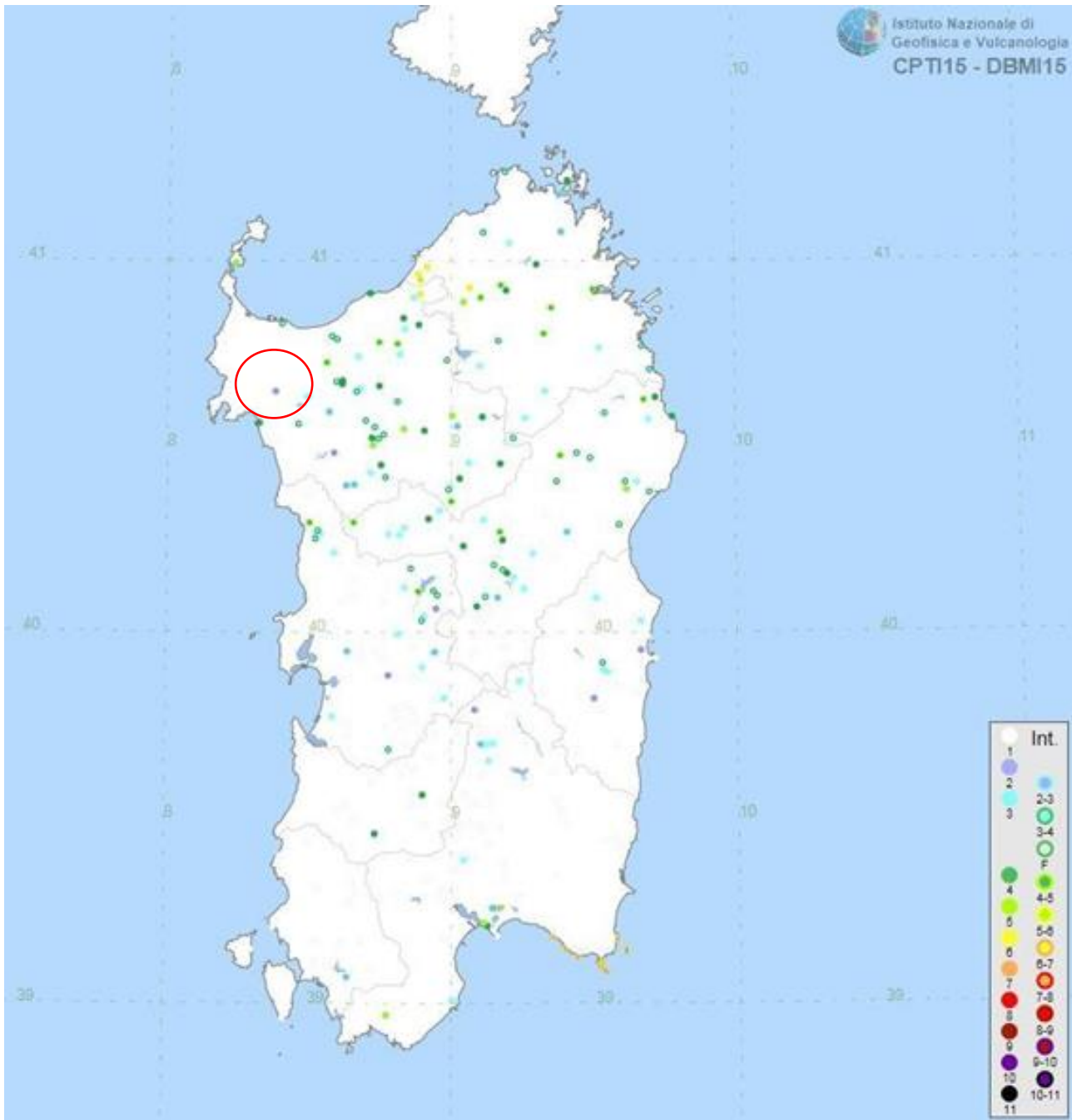


Figura 5 - Mappa con la localizzazione degli epicentri dei terremoti storici avvenuti in Sardegna  
(fonte: catalogo CPT115, redatti da INGV)



## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

### Relazione geotecnica

Cod :

PROGETTO:

Cliente Ref:

Pag. **17 / 38**


Rev. **00**

COMUNE	PROVINCIA	Imax	Terremoti	COMUNE	PROVINCIA	Imax	Terremoti	COMUNE	PROVINCIA	Imax	Terremoti
Aggius	OT	6	2	Gavoi	NU	4	1	Osilo	SS	3	1
Aglientu	OT	3-4	1	Gergei	CA	2-3	1	Osini Nuova	OG	2	1
Aidomaggiore	OR	3-4	1	Ghilarza	OR	3	1	Ossi	SS	3-4	1
Alà dei Sardi	OT	3	3	Giave	SS	4	2	Ottana	NU	4	2
Alghero	SS	4	1	Giba	CI	2-3	1	Ovodda	NU	2-3	1
Arborea	OR	3	1	Girasole	OG	2	1	Ozieri	SS	5	1
Ardara	SS	3-4	1	Ilbono	OG	3	2	Padria	SS	2-3	1
Arzachena	OT	2-3	1	Illorai	SS	4-5	1	Padru	OT	3	2
Arzana	OG	3-4	2	Ittireddu	SS	4	2	Palau	OT	2-3	1
Asinara (Fornelli)	SS	5	1	Ittiri	SS	2-3	1	Pattada	SS	4	2
Austis	NU	4	1	La Maddalena	OT	4	2	Perugas	SS	4	1
Badesi	OT	6	1	Laerru	SS	3	1	Ploaghe	SS	4	1
Banari	SS	3-4	1	Lei	NU	4	1	Porto Torres	SS	3-4	1
Baunei	OG	3	3	Loculi	NU	3-4	3	Posada	NU	4	1
Benetutti	SS	4	2	Lodè	NU	3-4	2	Pozzomaggiore	SS	2-3	1
Berchidda	OT	3-4	2	Lodine	NU	3	1	Pula	CA	3	2
Bessude	SS	3-4	1	Lula	NU	3-4	2	Putifigari	SS	3-4	1
Bidoni	OR	3-4	1	Luogosanto	OT	3	1	Romana	SS	2	1
Birori	NU	3	1	Luras	OT	4-5	1	Ruinassas	OR	3	1
Bitti	NU	4-5	3	Macomer	NU	3	1	Samugheo	OR	2-3	1
Bolotana	NU	3	1	Magomadas	OR	3	1	San Teodoro	OT	3-4	2
Bonnanaro	SS	3-4	1	Mamoiada	NU	3	3	Sanluri	VS	4	1
Bono	SS	4	1	Mandas	CA	3	2	Sant'Antonio	OT	4	1
Bonorva	SS	3-4	1	Martis	SS	4-5	1	Santa Lucia	NU	4	1
Bortigali	NU	3	1	Modolo	OR	3-4	1	Santa Maria Coghinas	SS	3	1
Bortigiadas	OT	5	1	Mogoro	OR	3-4	1	Santa Teresa Gallura	OT	3-4	2
Borutta	SS	3-4	1	Monastir	CA	3	1	Sassari	SS	4-5	4
Bosa	OR	4-5	1	Monserrato	CA	2-3	1	Scano di Montiferru	OR	3	1
Buddusò	OT	3	3	Monti	OT	4-5	2	Sennori	SS	3-4	1
Budoni	OT	3-4	2	Mores	SS	5	1	Serri	CA	3	1
Bultei	SS	3	2	Muntiggioni	OT	5-6	1	Seulo	CA	3	1
Bulzi	SS	4	2	Muros	SS	4	1	Siamaggiore	OR	2-3	1
Burgos	SS	3	1	Neoneli	OR	2	1	Sindia	NU	4-5	1
Busachi	OR	3-4	1	Nughedu di San Nicolò	SS	2-3	1	Siniscola	NU	3	1
Cagliari	CA	5	6	Nughedu Santa Vittoria	OR	3-4	1	Sorso	SS	3-4	1
Calangianus	OT	4	1	Nulvi	SS	4-5	1	Tadasuni	OR	4-5	1
Cargeghe	SS	4	1	Nurallao	CA	2	1	Telti	OT	4-5	1
Castelsardo	SS	4	2	Nureci	OR	3	1	Tempio Pausania	OT	4-5	1
Cheremule	SS	5	2	Olbia	OT	4-5	1	Teti	NU	3-4	1
Chiaromonte	SS	3	1	Oliena	NU	2-3	3	Teulada	CA	5	2
Codrongianos	SS	3	1	Ollolai	NU	3-4	1	Thiesi	SS	4	1
Convento di Bonannaro	CA	4	1	Olmedo	SS	2	1	Torpè	NU	4-5	3
Cossoine	SS	3	1	Olzai	NU	3-4	2	Tresnuraghes	OR	3-4	1
Dorgali	NU	3-4	2	Onani	NU	3-4	1	Trinità d'Agultu e Vignola	OT	6	1
Elini	OG	3	1	Onifai	NU	3	2	Tula	SS	3-4	1
Escolca	CA	3	1	Oniferi	NU	4-5	2	Ulà Tirso	OR	3	1
Esporlatu	SS	3-4	1	Orani	NU	4	2	Uri	SS	3	1
Florinas	SS	3-4	2	Orosei	NU	3-4	3	Urzulei	OG	3	3
Flussio	OR	3	1	Orotelli	NU	3	2	Viddalba	SS	6	1
Fonni	NU	3	2	Orune	NU	3-4	1	Villacidro	VS	4	1
Fordongianus	OR	3	1	Oschiri	OT	3	2	Villaurbana	OR	2	1
Galtelli	NU	5	3	Osidda	NU	3-4	3				

Figura 6 - Elenco degli eventi sismici riportati nel catalogo CPTI15 relativi alla Regione Sardegna

Il database **DBMI15** archivia gli eventi sismici considerando i dati di intensità macrosismica. L'insieme di questi dati consente di elaborare la sismicità storica delle località italiane, ossia consente di definire



	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>18 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

un elenco degli effetti di avvertimento o di danno, espressi in termini di gradi di intensità, osservati nel corso del tempo a causa di eventi sismici. In figura 8 è mostrata la distribuzione degli eventi sismici presenti nell'intero DBMI15, in particolare si nota come nell'area di interesse (cfr. ellisse rosso) sono presenti un esiguo numero di eventi sismici nell'intervallo di definizione del catalogo, sempre caratterizzati da intensità e magnitudo modeste (colorazione verde).

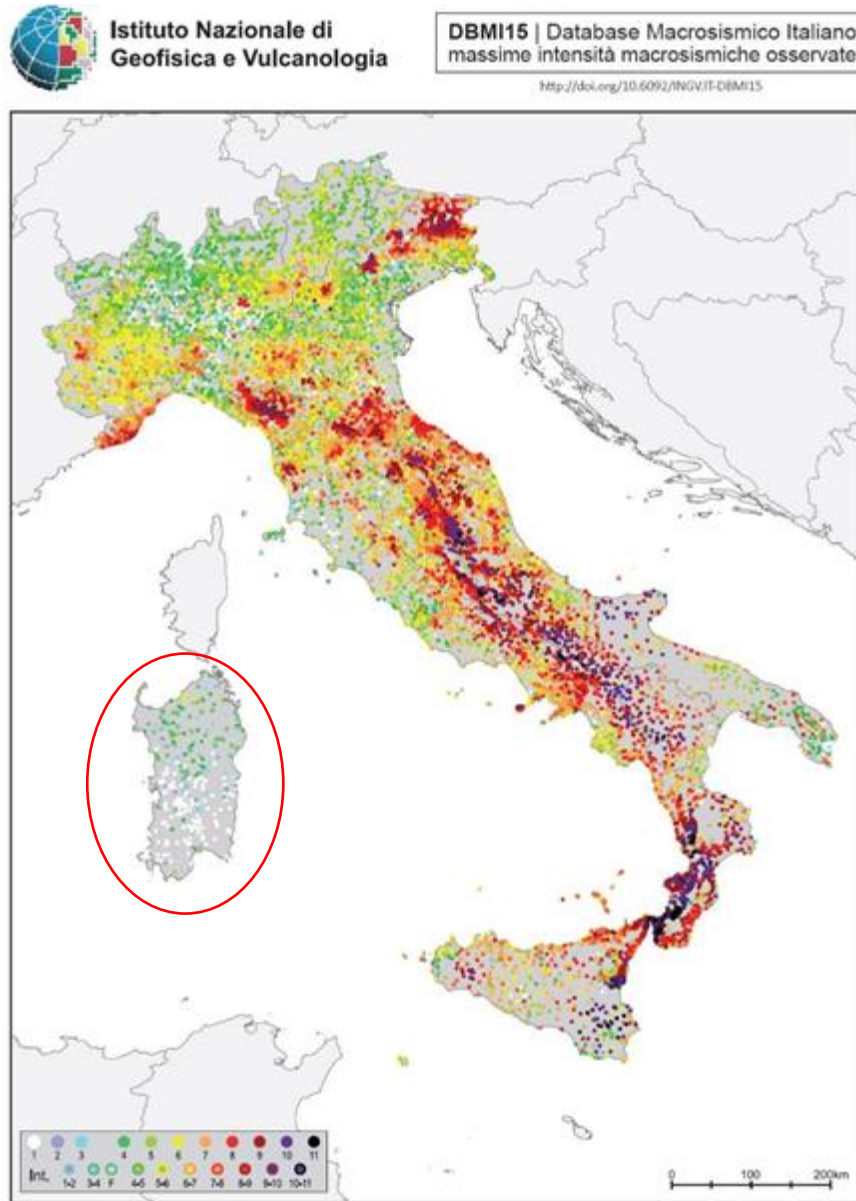



Figura 7 - Mappa con la localizzazione degli epicentri dei terremoti storici italiani riportati nel DBMI15 (fonte: INGV)

In conclusione, la distribuzione dei terremoti storici nell'area di interesse del progetto, estratti dal catalogo CPTI15 (fig. 6) e dal database DBMI15 (fig. 8), dimostra che la zona in studio è **caratterizzata da un livello di sismicità molto basso**, sia dal punto di vista della frequenza di eventi, che dei valori di magnitudo.

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>19 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

### 3.1.1 Caratterizzazione sismogenetica

La caratterizzazione sismogenetica dell'area in studio è stata elaborata considerando la recente Zonazione Sismogenetica, denominata ZS9, prodotta dall'INGV (Meletti C. e Valensise G., 2004). Questa zonazione è considerata, nella recente letteratura scientifica, il lavoro più completo e aggiornato a livello nazionale.

Dall'analisi dei risultati riportati nella ZS9 si può evidenziare che la regione interessata dai tracciati in progetto non è caratterizzata da nessuna area sorgente di particolare rilievo.

Studi più recenti per la valutazione del rischio sismico e della pericolosità sismica nazionale (Stucchi et al., 2007) hanno prodotto risultati in accordo a quelli evidenziati dalla ZS9 in merito alla difficoltà di individuare per il territorio sardo una mappa delle sorgenti sismogenetiche a causa della bassa sismicità che caratterizza la regione.

Il documento "Task 1 - Completamento delle elaborazioni relative a MPS04 - Deliverable D1 Valutazione standard (10%, 475 anni) di  $a_{max}$  (16mo, 50mo, e 84mo percentile) per le isole rimaste escluse nella fase di redazione di MPS04" redatto a cura di M.Stucchi, C. Meletti, V. Montaldo et alii dell'INGV - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, riporta la mappatura del parametro " $a_{max}$ " ovvero dell'accelerazione sismica massima.

La Sardegna è indicata come un caso a sé stante per la quale, tenendo conto che la sismicità è bassa, anche a livello strumentale, e che i dati storici non segnalano danni significativi, si ritiene ragionevole assumere per l'intero territorio un valore di default  $a_{max} = 0.050$  g.

Si riporta di seguito (fig. 9) uno stralcio della tabella 12 del testo originario in cui si riassumono i valori dei principali parametri sismici analizzati per l'Isola.

1	2	5	6	8	9	12	13
<b>N. nodo</b>	<b>Località</b>	<i>Prop. di riclass. (1998)</i>	<i><math>a_{max}</math> in MPS04 50mo (g)</i>	<i>Zona sismica secondo OPCM 3274</i>	<i>Valore di ancoraggio secondo OPCM 3274</i>	<b>Valore di <math>a_{max}</math> adottato (g)</b>	<b>Spettro suggerito</b>
	<b>Sardegna Nord</b>	NC	<0.025	4	0.05	<b>0.05</b>	<b>zona 4</b>
	<b>Sardegna Sud</b>	NC	<0.025	4	0.05	<b>0.05</b>	<b>zona 4</b>


Figura 8 - Riepilogo dei dati relativi alle isole: valori di  $a_{max}$  proposti da MPS04, da questo studio, e valori finali adottati; spettri suggeriti (cfr. tabella 12 testo originale – Stucchi et al. 2007)

Nel 2012 si è proceduto ad un aggiornamento della mappa del rischio e della pericolosità sismica e vulcanica e sono stati emanati i criteri per la nuova classificazione sismica del territorio nazionale e tutti i comuni della Sardegna sono stati classificati in zona 4 (a sismicità bassa).

### 3.1.2 Definizione della Pericolosità Sismica di Base (PSB)

La valutazione della sismicità del territorio in esame è espressa, in prima battuta, dalla determinazione della Pericolosità Sismica di Base (o di sito).

A partire dal D.M. 14/01/2008 (NTC2008) è stato introdotto il concetto di PSB in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>20 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

La PSB è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento  $V_R$ , come definito nel § 2.4. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

La PSB costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche da applicare alle costruzioni e agli impianti connessi.

Per la valutazione della PSB le NTC2018 definiscono le forme spettrali, per ciascuna delle probabilità di superamento  $P$  nel periodo di riferimento  $V_R$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Per la determinazione dei suddetti parametri ( $a_g$ ,  $F_o$  e  $T_c^*$ ), necessari per la determinazione delle azioni sismiche, si fa riferimento agli Allegati A e B al Decreto del Ministro delle Infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel S.O. alla Gazzetta Ufficiale del 4 febbraio 2008, n. 29, ed eventuali successivi aggiornamenti.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica del territorio nazionale è definita su un reticolo di riferimento e per diversi intervalli di riferimento (periodo di ritorno).

Il reticolo di riferimento delle NTC2018, in accordo con la precedente definizione del 2008 suddivide l'intero territorio italiano in maglie elementari di circa 10 Km per 10 Km, per un totale di 10751 nodi, definiti in termini di coordinate geografiche (Tabella A1 delle NNTC 2008; <http://esse1.mi.ingv.it/>).

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno ( $T_r$ ) considerati dalla pericolosità sismica, sono forniti tre parametri per la definizione dell'azione sismica di progetto:


- $a_g$  accelerazione orizzontale massima attesa al bedrock con superficie topografica orizzontale (espressa in  $g/10$ );
- $F_o$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in s).

Da un punto di vista normativo, pertanto, la PSB di un sito dipende dalla posizione dell'area in cui viene realizzata l'opera di riferimento rispetto ai nodi del suddetto reticolo.

Le accelerazioni orizzontali massime attese al bedrock ( $a_g$ ) non sono più valutate genericamente sulla base dell'appartenenza del comune in cui realizzare l'opera ad una zona sismica, ma sono calcolate in funzione dell'effettiva posizione geografica del sito ove sarà realizzata l'opera.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno ( $T_r$ ) considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50-esimo percentile.

Per un qualunque punto del territorio, non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>21 / 38</b>	Rev. <b>00</b>	

parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto ( $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$ ) possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Per tutte le isole, con l'esclusione della Sicilia, Ischia, Procida, Capri gli spettri di risposta sono definiti in base a valori di  $a_g$ ,  $F_0$ ,  $T_c^*$  uniformi su tutto il territorio di ciascuna isola. I valori di tali dati sono riportati nella in figura 10.

<b><math>a_g</math></b>	<b><math>F_0</math></b>	<b><math>T_c^*</math></b>
<b>TR=30</b>		
<b>0,186</b>	<b>2,61</b>	<b>0,273</b>
<b>TR=50</b>		
<b>0,235</b>	<b>2,67</b>	<b>0,296</b>
<b>TR=72</b>		
<b>0,274</b>	<b>2,70</b>	<b>0,303</b>
<b>TR=101</b>		
<b>0,314</b>	<b>2,73</b>	<b>0,307</b>
<b>TR=140</b>		
<b>0,351</b>	<b>2,78</b>	<b>0,313</b>
<b>TR=201</b>		
<b>0,393</b>	<b>2,82</b>	<b>0,322</b>
<b>TR=475</b>		
<b>0,500</b>	<b>2,88</b>	<b>0,340</b>
<b>TR=975</b>		
<b>0,603</b>	<b>2,98</b>	<b>0,372</b>
<b>TR=2475</b>		
<b>0,747</b>	<b>3,09</b>	<b>0,401</b>

Figura 9 - Parametri spettrali della Sardegna per i diversi tempi di ritorno.

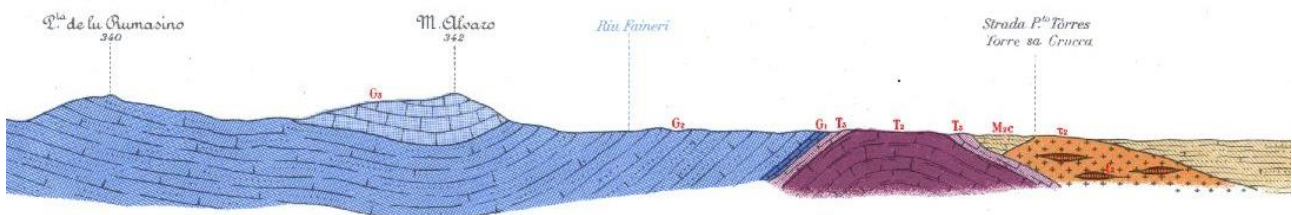




## 4 ANALISI GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO DI PROGETTO

### 4.1 Assetto geologico e stratigrafico

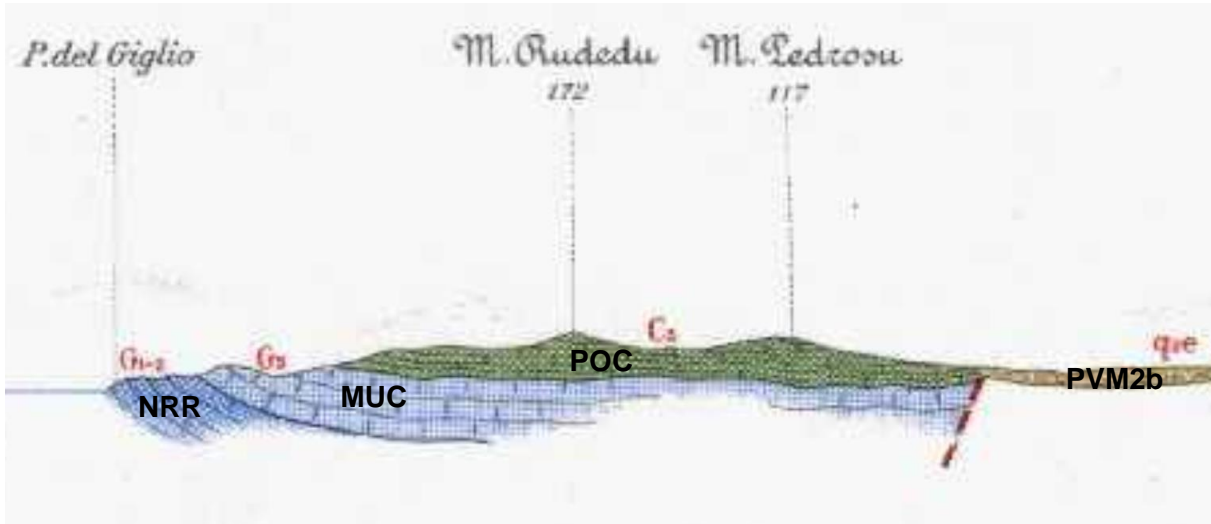
Lo stralcio del foglio 179 della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 rappresenta più estesamente le unità litologiche che affiorano nel settore circostante quello in esame (cerchio rosso); al fine di poterne comprendere i rapporti giacitureali si riporta una sezione rappresentativa.



La sezione allegata, tracciata in direzione W-E, evidenzia lo stato plicativo dei depositi mesozoici su cui si poggiano lateralmente le litologie cenozoiche vulcaniche e sedimentarie. La formazione di pieghe ha portato a contatto le litologie più antiche del Trias (T1÷T3) con quelle Giurassiche (G1-G2) cronologicamente più recenti, a seguito del modellamento guidato da eventi di compressione e distensione attivi durante tutto il Cenozoico.


	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>23 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

La sezione geologica di seguito allegata evidenzia il rapporto deposizionale fra le unità dei calcari micritici e bioclastici della Formazione di Monte Uccari (MUC) del *Malm* (Giurassico Superiore) e quelle dei Calcari a Rudiste della Formazione di Capo Caccia (POC) del *Conaciano* (Cretaceo Inferiore-Medio).



Di seguito si riporta uno stralcio della carta geologica in cui si apprezza al meglio la distribuzione delle differenti unità litoidi carbonatiche nel settore in esame.

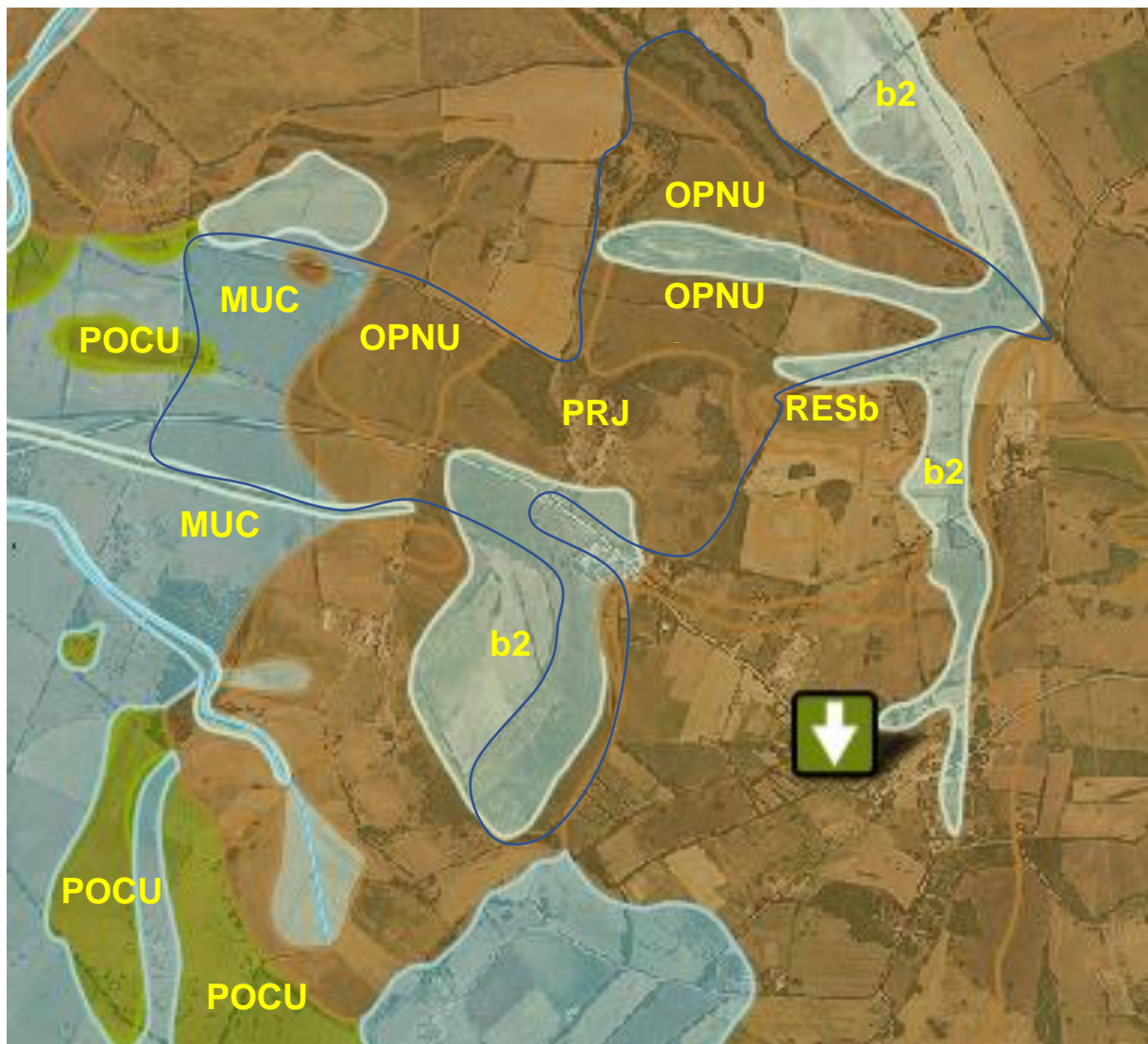


	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>24 / 38</b>	Rev. <b>00</b>	

## 4.2 Caratteri litostratigrafici del territorio

Il settore di Macciadosa nei pressi della borgata di Saccheddu è caratterizzato dalla presenza di litologie appartenenti ad un ampio intervallo cronologico, esteso dal Giurassico all'Attuale. Si tratta di unità litologiche con differente consistenza: da detritica a litoide.

Di seguito si riporta lo stralcio della Carta Geologica (fonte: Geoportale RAS) del settore in esame.



Nella tabella seguente si riassumono le principali unità litologiche affioranti nel settore in esame con indicazione dello stato di consistenza (terreno o litoide) mediamente rilevabile in condizioni di alterazione medio-bassa. Si evidenziano in giallo quelle rinvenibili all'interno del perimetro di sviluppo dell'impianto fotovoltaico.

Sigla	Formazione	Descrizione	Consistenza
-------	------------	-------------	-------------

**STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE****Relazione geotecnica**

Cod :

PROGETTO:

Cliente Ref:

Pag. **25 / 38**Rev. **00**

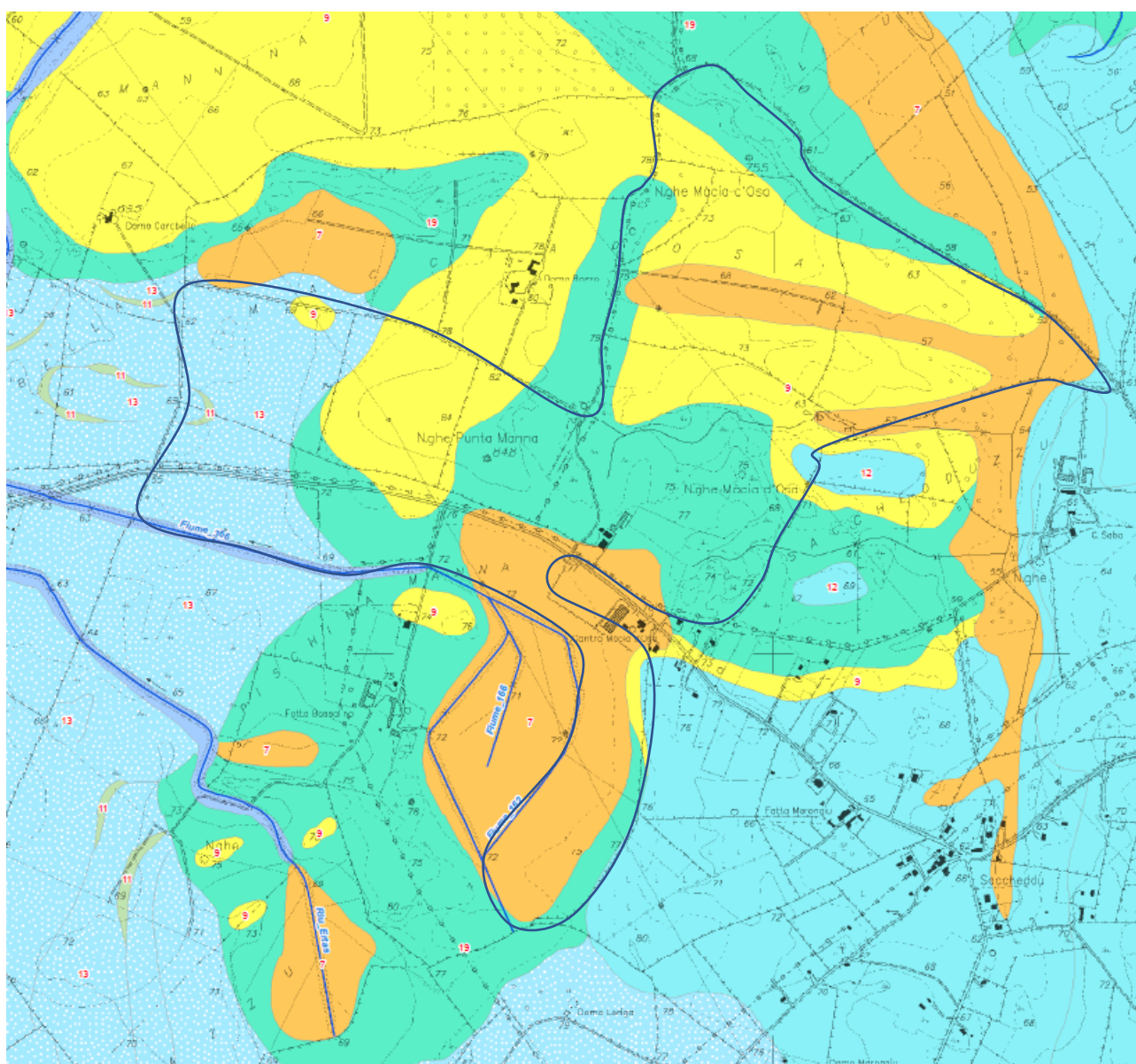
		Depositi	Terreno	Litoide
b2	Depositi colluviali-eluviali	Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica	X	-
OPN	Formazione di Oppia Nuova	Sabbie quarzoso-feldspatiche e conglomerati eterometrici, del basamento paleozoico, vulcaniti oligomioceniche e calcari mesozoici	X	-
RESb	Formazione di Mores	Arenarie e conglomerati a matrice calcarea	-	X
PRJ	Unità di Punta Ruja	Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbratica, pomiceo-cineritici, da mediamente a fortemente saldati	-	X
POC	Formazione di Capo Caccia	Calcari a Rudiste	-	X
MUC	Formazione di Monte Uccari	Calcari micritici ed oolitici	-	X





### 4.3 Lineamenti geomorfologici

Lo stralcio seguente, tavola 36\_FA\_05\_05\_C\_09\_00 del P.A.I. (Studio di dettaglio\_2015) denominato "Carta geomorfologica o dei fenomeni franosi", evidenzia che nel settore non sono state riconosciute morfologie di rilievo, sia con estensione areale, sia di carattere puntuale tali da poter essere rappresentate nella cartografia tematica.



#### 4.3.1 Definizione della Classe di amplificazione topografica ai sensi delle NTC\_2018

La classe topografica prevalente per l'area esaminata in funzione della classificazione prevista dalle NTC\_2018 è la T1, riferita a "superficie piane, pendii e rilievi isolati con inclinazione  $i < 15^\circ$ ".



#### 4.4 Condizioni idrografiche e idrogeologiche

Il territorio in esame è caratterizzato da una morfologia subpianeggiante debolmente ondulata con altitudine compresa nell'intervallo di quota 55÷80 m s.l.m..

La classe di pendenza prevalente è uguale o inferiore al 10% e ciò determina un deflusso superficiale caratterizzato da modeste velocità di corrivazione. Nel corso del rilevamento eseguito non sono stati individuati elementi riferibili ad aree di particolare erosione superficiale dei suoli.

Le frecce blu indicano il verso e la direzione dello scorrimento superficiale delle acque meteoriche; la frequente variazione di direzione segnalata nello stralcio cartografico allegato conferma l'assenza di pendenze di rilievo capaci di convogliare in modo unidirezionale le acque meteoriche che ruscellano in superficie.

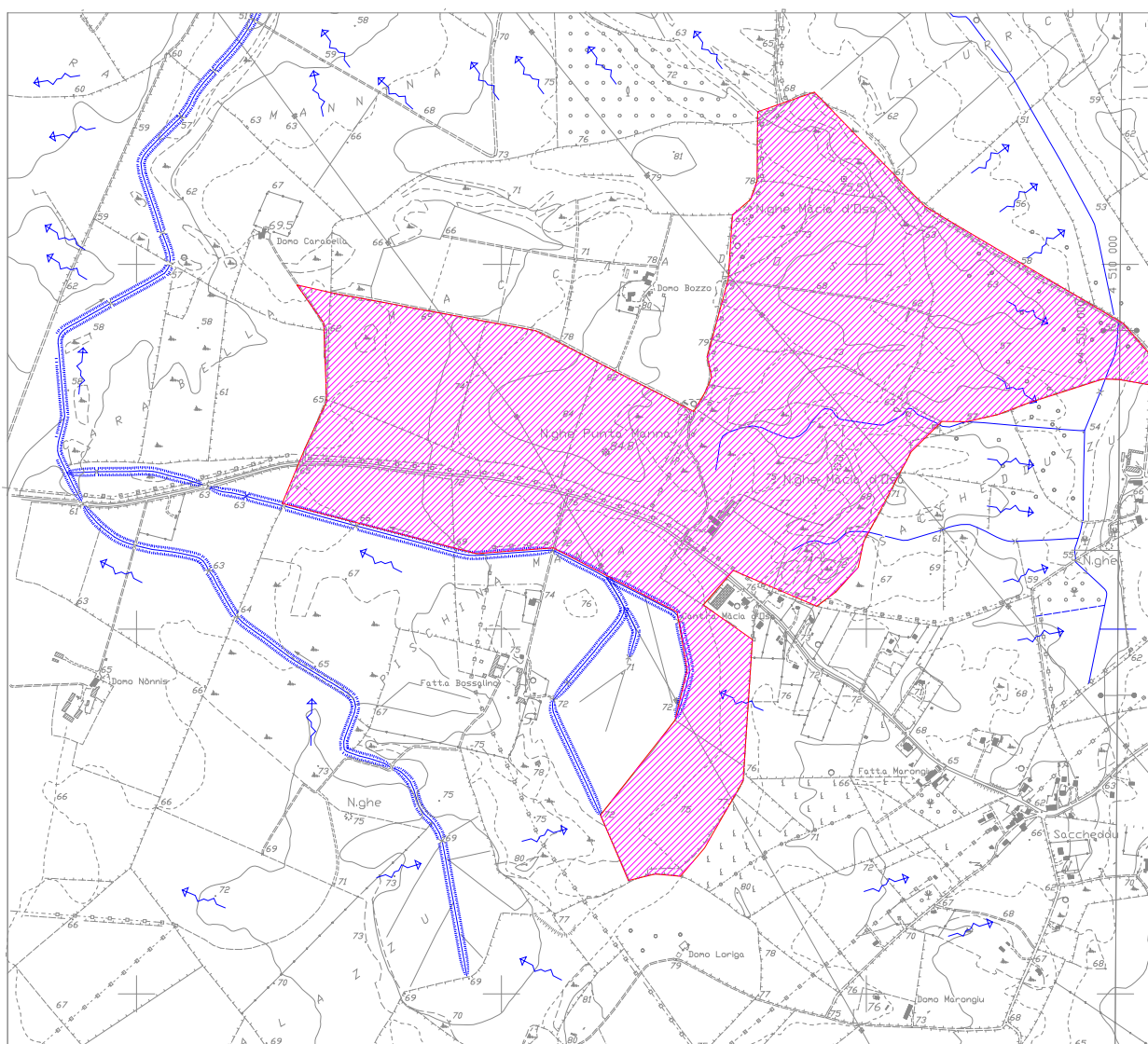



Figura 10 - Schema illustrativo delle direzioni di deflusso delle acque di ruscellamento diffuso

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>28 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

## 5 INDAGINI IN SITO

Relativamente alle indagini in sito in questa fase di sviluppo del progetto, comprendente l'inserimento delle infrastrutture fotovoltaiche nell'area di pertinenza riportata in premessa si evidenzia che non sono state effettuate apposite indagini dirette ma che si è proceduto alla definizione delle caratteristiche geotecniche e geomeccaniche dei litotipi differenziati sulla base delle risultanze di precedenti incarichi professionali svolti dallo scrivente nel settore in esame e nelle aree immediatamente circostanti.

Tali risultati sono relativi a consulenze per l'impianto del Parco Eolico Rosario, ad analisi e stime eseguite nel comparto di cave di argille lateritiche in località Scala Erre, a lavori di realizzazione di infrastrutturazione della discarica consortile di Scala Erre, etc.

## 6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE


Di seguito si riporta la tabella di sintesi delle unità litologiche differenziate all'interno del settore in esame:

Sigla	Formazione	Descrizione	Consistenza	
			Terreno	Litoide
b2	Depositi colluviali-eluviali	Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica	X	-
OPN	Formazione di Oppia Nuova	Sabbie quarzoso-feldspatiche e conglomerati eterometrici, del basamento paleozoico, vulcaniti oligomioceniche e calcari mesozoici	X	-
RESb	Formazione di Mores	Arenarie e conglomerati a matrice calcarea	-	X
PRJ	Unità di Punta Ruja	Depositi di flusso piroclastico in facies ignimbrítica, pomiceo-cineritici, da mediamente a fortemente saldati	-	X
POC	Formazione di Capo Caccia	Calcari a Rudiste	-	X
MUC	Formazione di Monte Uccari	Calcari micritici ed oolitici	-	X

Per ciascuna di tali unità litologiche a seguire si riporta una tabella in cui si riassumono i valori dei principali parametri geotecnici.

Chiaramente tali parametri geotecnici devono essere considerati come parametri geotecnici "medi", in assenza di una loro verifica diretta in sito tramite indagini e prove in situ o di laboratorio. Ciò in ragione delle possibili variazioni attese laddove tali unità, principalmente quelle a consistenza litoide, si dovessero rinvenire con elevato grado di alterazione.

L'alterazione delle litologie carbonatiche mesozoiche (POC e MUC) si traduce in possibile presenza di cavità e discontinuità per carsismo di dimensioni variabili, da decimetriche a decametriche. Tale ultima

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>29 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

condizione potrebbe determinare l'instaurarsi di problematiche spinte di stabilità delle strutture di fondazione delle infrastrutture fotovoltaiche laddove presenti entro il volume significativo del terreno di fondazione.

In presenza di alterazione spinta della matrice cineritica, le litologie vulcaniche oligo-mioceniche (PRJ) si presentano fortemente argillificate. Ciò determina l'instaurarsi di possibili cedimenti plastici.

Per ciò che riguarda i litotipi con consistenza detritica (b2, OPN) questi possono presentare comportamenti fortemente variabili in ragione della eterogeneità del rapporto fra scheletro (ghiaie e ciottoli) e matrice (da sabbiosa a limoso-argillosa). In presenza di elevata percentuale di frazione argillosa, si dovrà verificare il comportamento a lungo termine dei terreni con particolare riferimento alla valutazione dei cedimenti plastici che potrebbero insorgere in tempi differiti rispetto alla realizzazione delle opere.

Al contrario la presenza di abbondante scheletro ciottoloso-ghiaioso conferisce al terreno una strutturazione tale da poter essere idoneo a sopportare importanti carichi sempre all'interno di cedimenti minimi tipici di un comportamento di tipo elastico.

Laddove presenti in affioramento tali litologie risulteranno direttamente idonee per l'infissione "a percussione" dei pali di sostegno delle tettoie fotovoltaiche.

In corrispondenza di affioramenti delle unità litoidi mesozoiche e delle vulcaniti oligo-mioceniche non alterate si dovrà procedere all'infissione dei pali di fondazione attraverso la realizzazione di un preforo realizzato a rotoperussione in considerazione dell'elevata durezza dei litotipi.


Sigla	Consistenza	Parametri medi				
		Peso di volume (kN/mc)	Angolo di attrito (°)	Coesione (kPa)	Modulo di elasticità (MPa)	Resistenza a compressione uniaassiale (MPa)
b2	Non litoide	18	Non litoide	Non litoide	6	-
OPN	Non litoide	19	33	30	12	-
RESb	litoide	20	35	60	40	14
PRJ	litoide	21	33	50	60	30
POC	litoide	23	38	150	1200	130
MUC	litoide	23	35	120	800	90

## 7 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla PSB del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale.

Le NTC 2008 definiscono l'azione sismica considerando un periodo di ritorno ( $T_r$ ) che è funzione della probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale ( $P_{Vr}$ ) nel periodo di riferimento dell'opera ( $V_r$ ).



	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>30 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

Il periodo di riferimento dell'opera ( $V_r$ ) si ottiene dal prodotto tra la Vita Nominale ( $V_n$ ), intesa come il numero di anni nel quale l'opera è utilizzata allo scopo a cui è stata destinata, e il Coefficiente d'uso ( $C_u$ ), funzione della Classe d'uso della costruzione (cfr. paragrafo 2.4.3 delle NTC 2008).

### 7.1.1 Definizione degli stati limite ultimo (SLU) e di esercizio (SLE) in funzione dell'azione sismica


Nei confronti delle azioni sismiche, sia gli Stati limite di esercizio (SLE) che gli Stati limite ultimi (SLU) sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli **STATI LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)** comprendono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti in relazione alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
- **Stato Limite di Danno (SLD):** a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidezza nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli **STATI LIMITE ULTIMI (SLU)** comprendono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidezza per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali. Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{VR}$  cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella tabella seguente (fig. 11).

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>31 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

Stati Limite		<b>P<sub>VR</sub> - Probabilità di superamento del periodo di riferimento V<sub>R</sub></b>
Stato Limite di Esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stato Limite Ultimo	SLV	10%
	SLC	5%

Figura 11 - Probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale al bedrock in funzione dello stato limite considerato (Tabella 3.2.I delle NTC 2008)

### 7.1.2 Calcolo del Tempo di Riferimento (TR) dell'azione sismica

Le azioni sismiche sulle opere vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava puntualmente moltiplicando la Vita Nominale (VN) per il Coefficiente d'Uso (CU).

$$V_R = V_N \times C_U$$

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella tabella seguente (fig. 12).


TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale VN (in anni)
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	<b>Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale</b>	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Figura 12 - Vita nominale delle opere (Tabella 2.4.I delle NTC).

L'opera in progetto appartiene alle opere ordinarie e quindi con **VN ≥ 50**.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite (fig. 13):

Classe	Descrizione
<b>Classe I</b>	Costruzione con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli
<b>Classe II</b>	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie che e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<b>Classe III</b>	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV.

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>32 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

Classe	Descrizione
	Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<b>Classe IV</b>	Costruzioni con 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. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

*Figura 13 – Definizione delle classi d'uso*

Secondo le definizioni riportate nella tabella precedente (fig. 13) l'opera ricade in **classe II**, "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti". Applicando la seguente formula:

$$T_R = (1 - P_V) = C_U \times V_N / \ln(1 - P_V) 1$$

si ottiene il periodo di riferimento. Nella tabella seguente (fig. 14), sulla base delle classi d'uso, della vita nominale e dei relativi valori di  $V_n$  e  $C_u$ , si riportano i valori di riferimento.

Vita nominale	Classe d'Uso dell'opera	Periodo di riferimento per l'azione sismica	Rif. legislativo
Opere ordinarie di importanza normale <b><math>V_N \geq 50</math> anni</b>	Classe II <b><math>C_U = 1</math></b>	<b><math>V_R \geq 75</math></b>	N.T.C. Tab. 2.4.I/ Istruzioni N.T.C./Decreto dal capo dipartimento della Protezione Civile nr. 3685 del 21/10/2003.

*Figura 14 - Classi d'uso e tempi di riferimento*


In relazione ai diversi stati limite si ottengono i tempi di ritorno  $T_R$  (fig. 15).

<b>Stati limite d'esercizio SLE</b>	<b>SLO</b>	$T_R = 30$ anni
	<b>SLD</b>	$T_R = 50$ anni
<b>Stati limite ultimi SLU</b>	<b>SLV</b>	$T_R = 475$ anni
	<b>SLC</b>	$T_R = 975$ anni

*Figura 15 - Valori di  $T_R$  per i diversi stati limite calcolati per  $V_R \geq 50$*

Per l'area dell'impianto, considerando una categoria di opera ordinaria con vita nominale  $V_N$  pari a 50 anni e una Classe d'uso II si ottiene una Vita di Riferimento  **$V_R$  pari a 100 anni**.

Le probabilità di superamento di un valore di accelerazione orizzontale ( $P_{vr}$ ) nel periodo di riferimento dell'opera ( $V_r$ ) sono funzione dell'importanza dell'opera e dello stato limite considerato (cfr. § 7.1 delle NTC 2008).

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>33 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

Da tali assunzioni sono stati calcolati i valori dei periodi di ritorno ( $T_R$ ) per i due stati limite considerati mediante la formula:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - P_V)$$

### 7.1.3 Categorie sismiche di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, l'effetto della risposta sismica locale si valuta mediante specifiche analisi, da eseguire con le modalità indicate nel § 7.11.3.

In alternativa, qualora le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni siano chiaramente riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II, si può fare riferimento a un **approccio semplificato** che si basa sulla classificazione del sottosuolo in funzione dei valori della velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_S$ .

I valori di  $V_S$  sono ottenuti mediante specifiche prove oppure, con giustificata motivazione e limitatamente all'approccio semplificato, sono valutati tramite relazioni empiriche di comprovata affidabilità con i risultati di altre prove in sito, quali ad esempio le prove penetrometriche dinamiche per i terreni a grana grossa e le prove penetrometriche statiche.

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) come previsto dalle NTC2018 (fig. 16).

#### Categoria A

Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

#### Categoria 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.

#### Categoria C

Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

#### Categoria D


Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 m/s e 180 m/s.

#### Categoria E

Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Figura 16 – Categorie di sottosuolo da D.M. 17.01.2018



	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>34 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

La norma vigente individua, pertanto, cinque classi di riferimento, in funzione della natura e di specifici parametri di comportamento meccanico dei terreni. Tale comportamento induce modifiche sul segnale sismico con variazioni dell'accelerazione di picco e del contenuto in frequenza.

Per la scelta della categoria sismica del terreno di fondazione si evidenzia che, sulla base di altre verifiche eseguite nel settore in esame o in aree ad esso adiacenti, i terreni di fondazione dei supporti dell'impianto fotovoltaico sono attribuibili alla **categoria sismica A**.

Una volta definita la categoria sismica del terreno di possono utilizzare i valori riportati nella tabella seguente (tab. 3.2.IV -NTC2018) per la definizione dei parametri (fig. 17):

- **S<sub>s</sub>** Coefficiente di amplificazione stratigrafica (necessario per calcolare l'accelerazione di picco al suolo (**a<sub>gs</sub>** o **PGA**));
- **C<sub>c</sub>** Coefficiente funzione della categoria di sottosuolo C<sub>c</sub>, necessario per il calcolo del periodo T<sub>C</sub> e quindi della velocità orizzontale massima attesa al suolo (**V<sub>g</sub>** o **PGV**).

Categoria sottosuolo	S <sub>g</sub>	C <sub>c</sub>
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Figura 17 - Definizione dei parametri sismici S<sub>s</sub> e C<sub>c</sub> (NTC2018 - Tabella 3.2.IV)

#### 7.1.4 Condizioni topografiche


Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la classificazione riportata nella tabella 3.2.V delle NTC\_2018 (fig. 18).

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S <sub>T</sub>
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Figura 18 - Valori del Coefficiente di amplificazione topografica S<sub>T</sub> (da Tabella 3.2.V - D.M. 17.01.2018)

Le suesposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Il coefficiente di amplificazione topografica S<sub>T</sub> e il coefficiente di amplificazione stratigrafica S<sub>s</sub> sono

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Cod :	
	<b>Relazione geotecnica</b>			
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>35 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

necessari per il calcolo del valore di accelerazione orizzontale massima attesa al suolo (PGA).

La stima dell'accelerazione di picco in superficie  $a_{gS}$  (PGA) lungo il tracciato si ottiene dal prodotto tra il fattore di risposta sismica locale (S) e l'accelerazione orizzontale massima attesa al suolo rigido  $a_g$ :

$$a_{gS} = a_g \times S$$

Il coefficiente S, che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, può essere calcolato mediante la relazione:

$$S = S_s \times S_T$$

in cui  $S_s$  è il coefficiente di amplificazione stratigrafica e  $S_T$  è il coefficiente di amplificazione topografica.

### 7.1.5 Parametri spettrali

Nella tabella successiva (fig. 19), per i vari stati limite, sono indicati i valori dei parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$ , per la Sardegna estrapolati dalla Tabella A2 delle N.T.C.

Stati limite		Tr	$a_g/g$	$F_0$	$T_c^*$
SLE	SLO	30	<b>0,186</b>	<b>2,61</b>	<b>0,273</b>
	SLD	50	<b>0,235</b>	<b>2,67</b>	<b>0,296</b>
SLU	SLV	475	<b>0,500</b>	<b>2,88</b>	<b>0,340</b>
	SLC	975	<b>0,603</b>	<b>2,98</b>	<b>0,372</b>

Figura 19 - Parametri spettrali: VR  $\geq$  50 anni - Classe d'Uso II

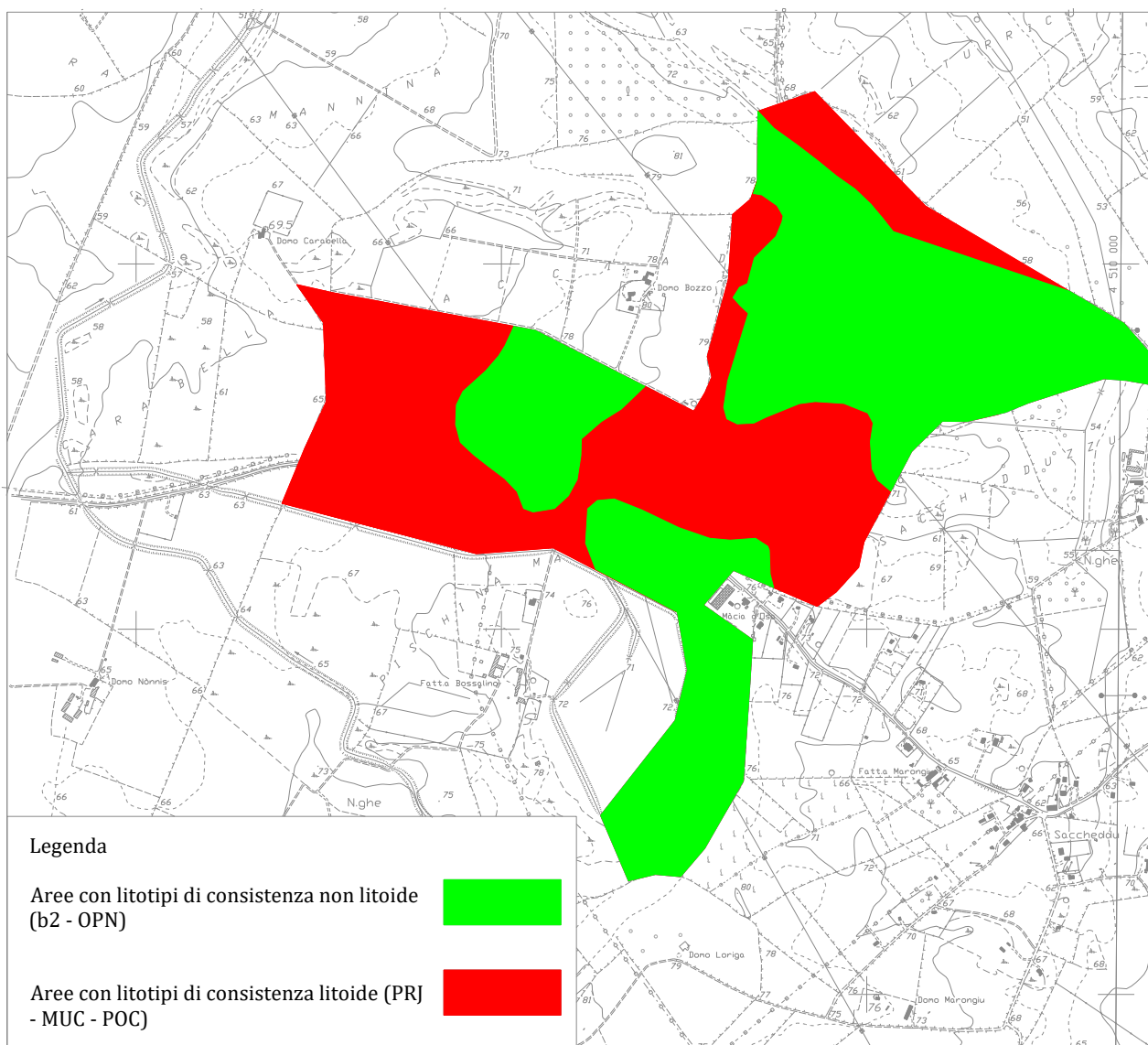
## 8 DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOTECNICO

Il modello geotecnico prevalente derivato per l'area di fondazione è del tipo “**monostrato**”, caratterizzato dalla presenza al di sotto della copertura pedogenetica di litologie di consistenza non litoide (b2 - OPN) o di consistenza litoide (PRJ - MUC - POC).

Solo in prossimità delle zone di contatto fra le due unità litotecniche è possibile rinvenire un modello geologico “**a due strati**” in cui le unità non litoidi più recenti ricoprono, con spessore di pochi metri, le unità litotecniche di consistenza litoide (vulcaniti o rocce sedimentarie mesozoiche).

Nello stralcio cartografico di seguito allegato si riporta la distribuzione delle due unità litologiche differenziate per consistenza.


Relativamente alla copertura pedogenetica, sempre presente, si evidenzia che in corrispondenza degli affioramenti delle unità non litoidi (b2 e OPN) il suolo è caratterizzato da maggiore presenza di frazioni granulometriche fini (limi ed argille) mentre i suoli a copertura dei litotipi litoidi mesozoici (MUO e POC) sono generalmente poco potenti (pochi decimetri) e ricchi in scheletro grossolano.



## 9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Lo studio geotecnico eseguito ha consentito di verificare l'ideoneità dell'area per il corretto inserimento ambientale dell'intervento all'interno del territorio di "Macciadosa", nella Nurra di Sassari. In conclusione si riportano, in sintesi, le principali indicazioni scaturite:


- l'analisi litologica ha evidenziato l'esistenza di un modello geotecnico prevalente di tipo "monostrato", costituito alternativamente da litotipi di consistenza non litoide (b2 e OPN) o da litotipi di consistenza litoide (PR, MUC e POC). Laddove presente, il substrato carbonatico mesozoico, riferibile alle unità litologiche carbonatiche della successione marina e continentale mesozoica, è caratterizzato dalla prevalenza di litotipi calcareo-dolomitici e calcareo-marnosi. Si tratta di litotipi di consistenza litoide che risultano essere subaffioranti al di sotto della copertura pedogenetica; quest'ultima talora è in continuità con una zona sommitale di alterazione, prevalentemente costituita da frammenti dell'ammasso roccioso. Lo spessore medio

	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>37 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

della copertura complessiva (suolo più zona di alterazione superficiale dell'ammasso roccioso) può essere valutato pari a 1÷1.5 metri ma, come evidenziato in altri contesti rilevati, si attendono localizzate e significative variazioni di tale dato. Allo stato delle conoscenze attuali, in assenza di un'adeguata e statisticamente rappresentativa serie di dati stratigrafici, rilevati attraverso indagini dirette e/o indirette non è possibile formulare una cartografia illustrativa di tale dato in considerazione della pressoché totale assenza di scarpate naturali o tagli artificiali del terreno ove si attendono, seppure localizzati, elementi di eterogeneità degli spessori complessivi. Le litologie differenziate sono tutte caratterizzate da proprietà di resistenza meccanica elevate in presenza di un ammasso roccioso integro, Tali caratteristiche meccaniche delle litologie a prevalente componente carbonatica, potrebbero essere inficiate se in presenza di fenomenologie di alterazione per carsismo. Quest'ultima, a partire dalla dissoluzione del cemento carbonatico, è capace di produrre vuoti o discontinuità che potrebbero determinare localizzate ma importanti perdite di consistenza nel terreno di fondazione dell'impianto;

- l'analisi morfologica del settore ha evidenziato che in base alle caratteristiche di acclività, litologia, uso del suolo, idrografia ed idrogeologia, l'area non presenta elementi di instabilità generale del territorio, in atto o potenziali, tali da poter determinare l'insorgere di problematiche di stabilità per il terreno di fondazione e, più in generale, per le aree ad esso circostanti. Tale condizione potrebbe venire meno se in presenza di zone interessate da carsismo dell'ammasso roccioso. A livello preliminare di rilevamento di superficie non si segnala alcuna presenza di zone carsificate nel settore individuato per la realizzazione dell'impianto;
- i rilievi relativi all'analisi dell'assetto idrografico ed idrogeologico nel settore d'intervento hanno consentito di escludere la presenza di elementi che potrebbero entrare in conflitto con le opere in progetto. I pali di fondazione delle tettoie fotovoltaiche hanno uno sviluppo verticale con lunghezza limitata a 2 metri, largamente inferiore alla profondità di soggiacenza della falda; è quindi esclusa qualsiasi interferenza della struttura di fondazione con la falda idrica sotterranea. Tutto ciò considerato l'area risulta essere pienamente idonea per l'inserimento delle strutture dell'impianto fotovoltaico;
- l'impianto delle strutture relative al campo fotovoltaico comporterà l'esecuzione di lavori di rimodellamento morfologico del terreno dell'area e, più in generale, di movimenti terra (scavi e riporti) che dovranno essere eseguiti considerando che la morfologia subpianeggiante rilevata nel settore, caratterizzata da modesti valori di acclività, potrebbe determinare facilmente l'insorgere di ristagni idrici anche per riporti di dimensioni esigue;
- per la realizzazione delle fondazioni delle infrastrutture fotovoltaiche si evidenzia che a seconda del litotipo presente si potrà procedere per "infissione a percussione", in presenza degli affioramenti di litotipi non litoidi, mentre nel caso di affioramenti delle unità con consistenza litoide si dovrà procedere alla realizzazione di un preforo "a rotopercussione" in cui inserire il palo di fondazione;
- relativamente alla necessità di prevedere il riutilizzo in sito dei materiali movimentati si segnala che il suolo è caratterizzato da elevata componente argillosa-limosa, oltre che da abbondante scheletro ghiaioso-ciottoloso. La frazione argillosa, in prima battuta, ed in assenza di specifiche analisi geotecniche, dovrà essere scartata e non potrà essere utilizzata per la realizzazione di elementi strutturali (ad es.: rilevati stradali, sottofondi piazzali) in considerazione della forte



	<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b> <b>Relazione geotecnica</b>		Cod :	
	PROGETTO:	Cliente Ref:	Pag. <b>38 / 38</b>	Rev. <b>00</b>

plasticità di tali terreni;

- il sito presenta caratteri geologici, morfologici, idrografici ed idrogeologici che lo rendono pienamente idoneo per l'inserimento dell'impianto fotovoltaico nel territorio.