



**Comuni di Guspini e
di Gonnosfanadiga**
Provincia Sud Sardegna
Regione Sardegna



STUDIO DI FATTIBILITA' TECNICO ED ECONOMICA

Studio di caratterizzazione geologica e geotecnica per lo Studio di Fattibilità Tecnico ed Economica per la realizzazione di un impianto agrolvoltaico nominato "PV_Gonnosfanadiga" ricadente nei Comuni di Guspini e di Gonnosfanadiga

PROGETTAZIONE



Relazione Geologica e Geotecnica

SCALA -

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO
0	Prima Emissione	Luglio 2023	S.G. Asoni

1	PREMESSA	2
1.1	STRUTTURA DELLA RELAZIONE	2
2	REFERENZE	3
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2.2	BIBLIOGRAFIA TECNICA	3
2.3	CARTOGRAFIA TECNICA	4
PARTE I: INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E VINCOLISTICO		5
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	6
4	DESCRIZIONE INTERVENTI	7
5	INQUADRAMENTO VINCOLISTICO DA P.A.I.	8
PARTE II: INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO		10
6	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
6.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE	11
6.2	CONDIZIONI STRATIGRAFICHE LOCALI	13
6.2.1	RILIEVO GEOLOGICO	16
6.2.2	MODELLO GEOLOGICO	19
7	GEOMORFOLOGIA DELL'AREA	20
7.1	GEOMORFOLOGIA DEL SEDIME	21
8	IDROGEOLOGIA	23
8.1	IDROGEOLOGIA DEL SEDIME	24
PARTE III: INQUADRAMENTO SISMICO		27
9	PERICOLOSITÀ SISMICA	28
9.1	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	28
9.2	SISMICITÀ STORICA	29
9.3	CARATTERIZZAZIONE SISMOGENETICA	31
9.4	PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	32
PARTE IV: INQUADRAMENTO GEOTECNICO		34
10	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE	35
10.1	CONSIDERAZIONI SUI TERRENI DEL SEDIME	35
10.2	CAMPAGNA DI INVESTIGAZIONE	36
11	CONCLUSIONI	37
ALLEGATO 1: C.T.R.		38
ALLEGATO 2: ORTOFOTO		40
ALLEGATO 3: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA		42

1 PREMESSA

La Società ATECH Srl, sta sviluppando lo studio di fattibilità tecnico-economica per la realizzazione di un impianto agrovoltaico sito nei Comuni di Gonnosfanadiga e Guspini. Con questa premessa la ATECH Srl ha proceduto all'incarico per la caratterizzazione geologica e geotecnica delle aree di interesse al Dott. Geol. Simone Giulio Asoni a cui è stata affidata l'elaborazione del presente elaborato, dal titolo Relazione Geologica e Geotecnica. La presente relazione fa parte integrante della progettazione di fattibilità tecnico ed economica del progetto qui chiamato PV_Gonnosfanadiga.

1.1 STRUTTURA DELLA RELAZIONE

Il presente elaborato è stato redatto in conformità con quanto previsto dal D.M. 17.01.2018 "NORME TECNICHE SULLE COSTRUZIONI" e si struttura come segue:

PARTE I. Inquadramento geografico e ubicazione dell'area. Illustra l'ubicazione dell'area in studio, in riferimento alla cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM) ed alla cartografia Tecnica Regionale (CTR); esamina la vincolistica esistente; esplicita i caratteri generali delle opere in progetto (in riferimento agli elaborati progettuali).

PARTE II. Inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area. Descrive i caratteri geologici e idrogeologici dell'area a contorno del sedime in studio e analizza l'assetto litostratigrafico locale definendo in via preliminare il Modello Geologico di Riferimento (MGR).

PARTE III. Inquadramento sismico dell'area. Inquadramento sismogenetico dell'area in esame e definizione del rischio sismico di base all'interno del comune di interesse.

PARTE IV. Inquadramento geotecnico dell'area. Si presentano a titolo indicativo le principali caratteristiche geotecniche del sedime, identificando eventuali criticità e si indicano i principali aspetti per lo sviluppo di una campagna geognostica necessaria per definire il Modello Geotecnico dell'area di progetto.

2 REFERENZE

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- [REF 1] Decreto Ministeriale 17.01.2018 “Norme Tecniche per le Costruzioni”. Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni;
- [REF 2] Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 7/ C.S.LL.PP., 21.01.2019, Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- [REF 3] UNIEN 1997 1:2005 Eurocodice 7.1 (rev 2005), Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali;
- [REF 4] UNIEN 1997 2:2002 Eurocodice 7.2 (rev 2002), Progettazione geotecnica – Parte I: Progettazione assistita da prove di laboratorio;
- [REF 5] EC 1-20120 UNIEN 1997 2:2007 Eurocodice 7.2 (rev 2007), Progettazione geotecnica – Parte II: Progettazione assistita con prove in sito;
- [REF 6] AGI Associazione Geotecnica Italiana (1977) - Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche;
- [REF 7] AGI Associazione Geotecnica Italiana (1994) - Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio;
- [REF 8] Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.), D.L. 180/98 Norme di Attuazione;
- [REF 9] Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Legge 267 del 3/08/1998 Bacino Unico Regionale, Relazione Generale, Linee Guida;
- [REF 10] Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.), Norme di Attuazione, Testo Coordinato; Aggiornamento novembre 2022;

2.2 BIBLIOGRAFIA TECNICA

- [REF 11] Relazione Geologica Geotecnica; Adeguamento del P.U.C. al P.A.I. e al P.P.R. analisi di dettaglio delle aree a pericolosità da frana (art. 8 NTA del P.A.I.), Comune di Guspini, luglio 2019.
- [REF 12] Caratteristiche geologico-tecniche del sottosuolo dell’area urbana di Cagliari, Barroccu G., Crespellani T., Loi A., Rig Anno 1982, Num. 2, Associazione Geologica Italiana (AGI).
- [REF 13] Note illustrative della Carta Geologica della Sardegna a scala 1:200.000, Carmignani *et alli*
- [REF 14] Guida alla Geologia del Paleozoico Sardo. Carmignani *et alli*, 1982, Società Geologica Italiana.
- [REF 15] Foundation of Engineering Geology, T. Waltham, Third Edition, Spon Press.
- [REF 16] Caratteristiche geologico-tecniche delle coltri di disfacimento delle rocce granitiche della Sardegna nord-orientale. S. Pinna, Università di Pisa.
- [REF 17] Practical engineering geology, Steve Hencher, 2012, Spon Press.

- [REF 18] Slope materials, landslide causes and landslide mechanisms. G.J. Hearn, Engineering Geology Special Publication, Volume 24, 2011, Geological Society, London.
- [REF 19] Analisi agrometeorologica e climatologica della Sardegna, ottobre 2020- settembre 2021. ARPAS Regione Sardegna.

2.3 CARTOGRAFIA TECNICA

- [REF 20] <https://www.sardegnageoportale.it/>
- [REF 21] Foglio 2224-225 Guspini, scala 1: 10.000, della Cartografia Geologica d'Italia
- [REF 22] Allegati cartografici Relazione Geologica Geotecnica; Adeguamento del P.U.C. al P.A.I. e al P.P.R. analisi di dettaglio delle aree a pericolosità da frana (art. 8 NTA del P.A.I.), Comune di Guspini, luglio 2019.
- [REF 23] <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

Parte I: Inquadramento Geografico e Vincolistico

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Lo studio di fattibilità tecnico-economica di cui il presente elaborato fa parte integrante si riferisce alla realizzazione di un impianto agrovoltaico ricadente all'interno dei comuni di Gonnosfanadiga e Guspini. I due comuni interessati dal progetto sono ubicati nella Sardegna sud-occidentale nella provincia storica del Monreale (detto anche Campidano di Sanluri) e dell'attuale provincia del Sud Sardegna.

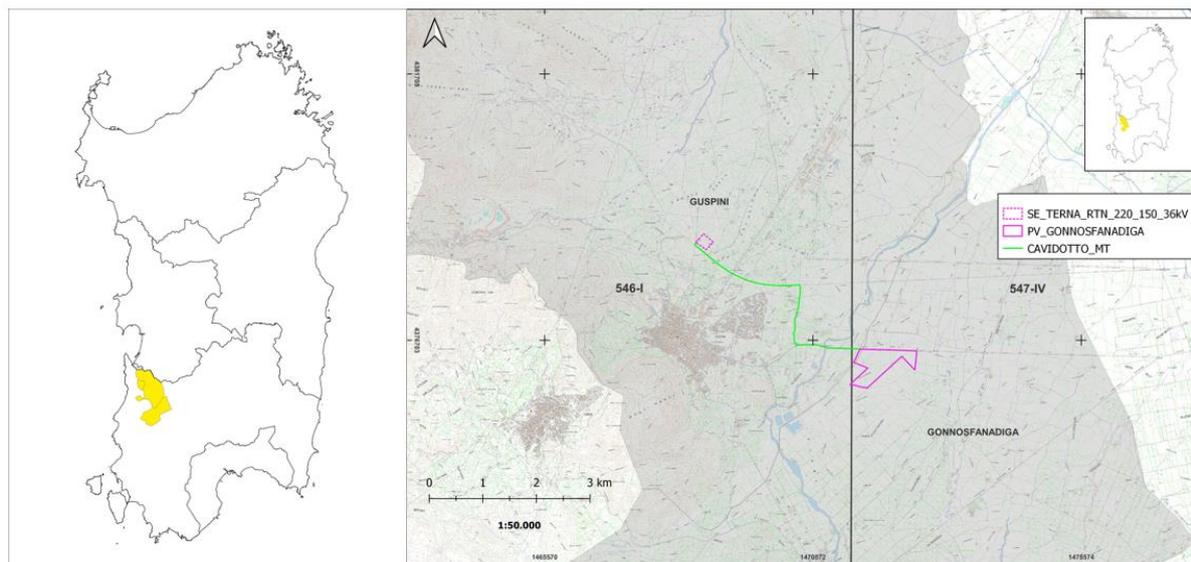


Figura 1: Inquadramento geografico dell'impianto agrovoltaico; limiti amministrativi in giallo (sinistra) dei due comuni e inquadramento I.G.M. a destra.

I territori dei comuni di Gonnosfanadiga e Guspini interessati dalle opere in progetto ricadano nel Foglio **546 Sezione I, Guspini** e nel Foglio **547 Sezione IV, San Gavino Monreale** della cartografia IGM, scala 1: 25.000 e nelle sezioni **546 040, 546 080 e 547 050** della CTR, scala 1: 10.000.

L'area interessata dal progetto si trova in un'area sub-pianeggiante che si sviluppa ai margini della pianura campidanese in prossimità dell'abitato di Guspini con quote comprese tra i 110-95 m slm. L'impianto fotovoltaico (PV_Gonnosfanadiga) sorgerà su lotti posti al margine della SS197 (lato sinistro direzione Guspini), da qui, un cavidotto di nuova realizzazione si svilupperà lungo la viabilità esistente fino a raggiungere i terreni su cui sorgerà la stazione elettrica (SE_Terna) posta a nord dell'abitato di Guspini, oltre la SS 126 sul suo lato occidentale. I terreni interessati dall'impianto e dalla stazione elettrica sono terreni per lo più semi-naturali a forte valenza agricola facilmente raggiungibili dalla viabilità principale e secondaria esistente.

4 DESCRIZIONE INTERVENTI

L'iniziativa prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico (**PV_Gonnosfanadiga**), ossia destinato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare integrato da un progetto agronomico studiato per assicurare la compatibilità con le caratteristiche pedo-agronomiche e storiche del sito. L'iniziativa è da realizzarsi nell'agro del Comune di Gonnosfanadiga (SU), a circa 4 km a Nord del centro urbano di Gonnosfanadiga e a circa 1,8 km a Est dal centro abitato di Guspini (SU).

L'impianto sarà collegato alla Rete di Trasmissione mediante cavidotto (**Cavidotto_MT**) che si svilupperà per circa 4.5km e collegherà l'impianto alla Stazione Elettrica (**SE_TERNA_RTN**) di nuova realizzazione ubicata in comune di Guspini a circa 1km Nord del centro urbano.

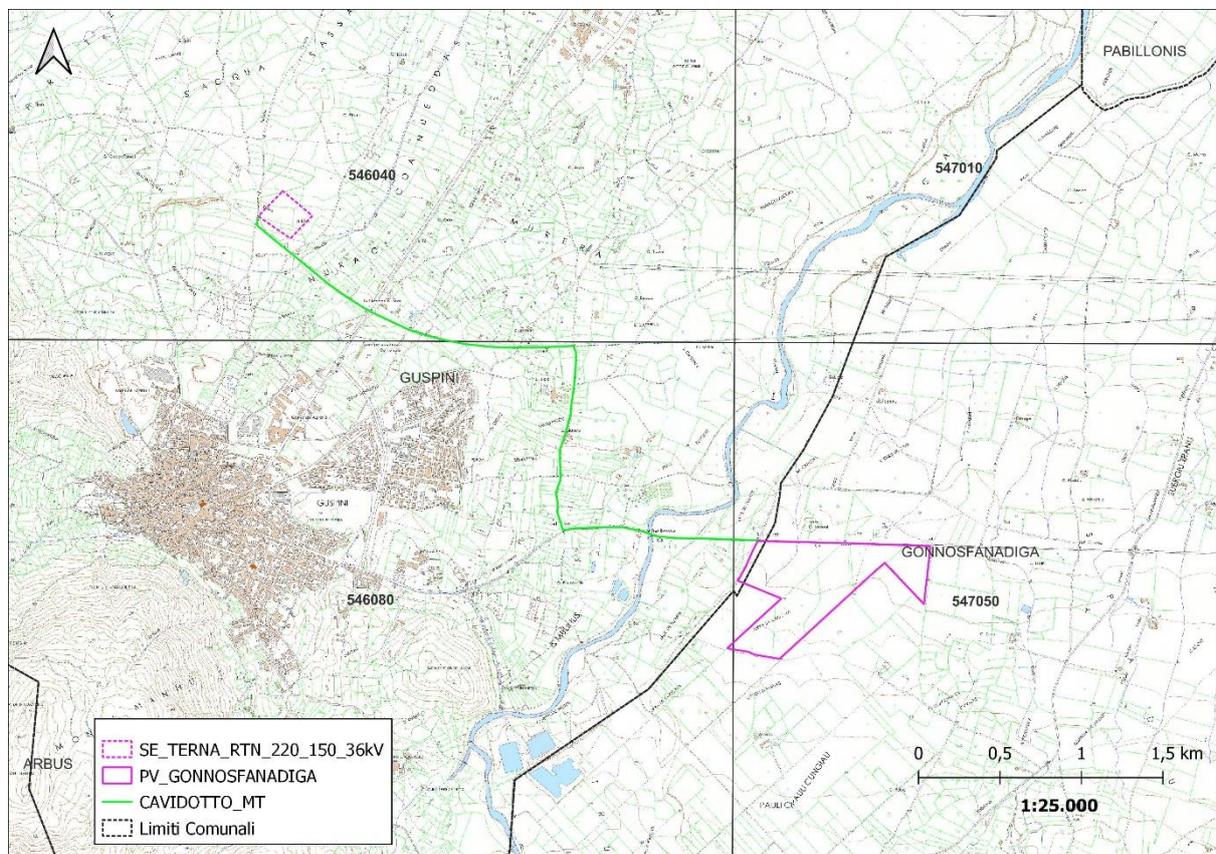


Figura 2: inquadramento impianto agrivoltaico su base C.T.R.

5 INQUADRAMENTO VINCOLISTICO DA P.A.I.

Come dà indicazioni riportate in [REF 11] e [REF 20], le aree dell'impianto (PV_Gonnosfanadiga) e della stazione elettrica (SE_Terna) ricadono in aree a pericolosità idraulica nulla (**Hi0**) come nulla è anche la classe da pericolosità da frana (**Hg0**). Solo nei settori in cui il cavidotto attraverserà il fiume Terra Maistus, lungo la SS197 all'altezza del ponte Tres Buccas, si attraversano aree classificate come da pericolosità idraulica da moderata (**Hi2**) a molto elevata (**Hi4**), e zone ben circoscritte a pericolosità da frana molto elevata (**Hg4**), quest'ultima relativa ai soli terrazzamenti fluviali che si rilevano in prossimità del Ponte Tres Buccas. La classificazione da P.A.I. qui presentata si rifà alle informazioni raccolte nel Geoportale della Sardegna [REF 20] aggiornate a dicembre 2022.

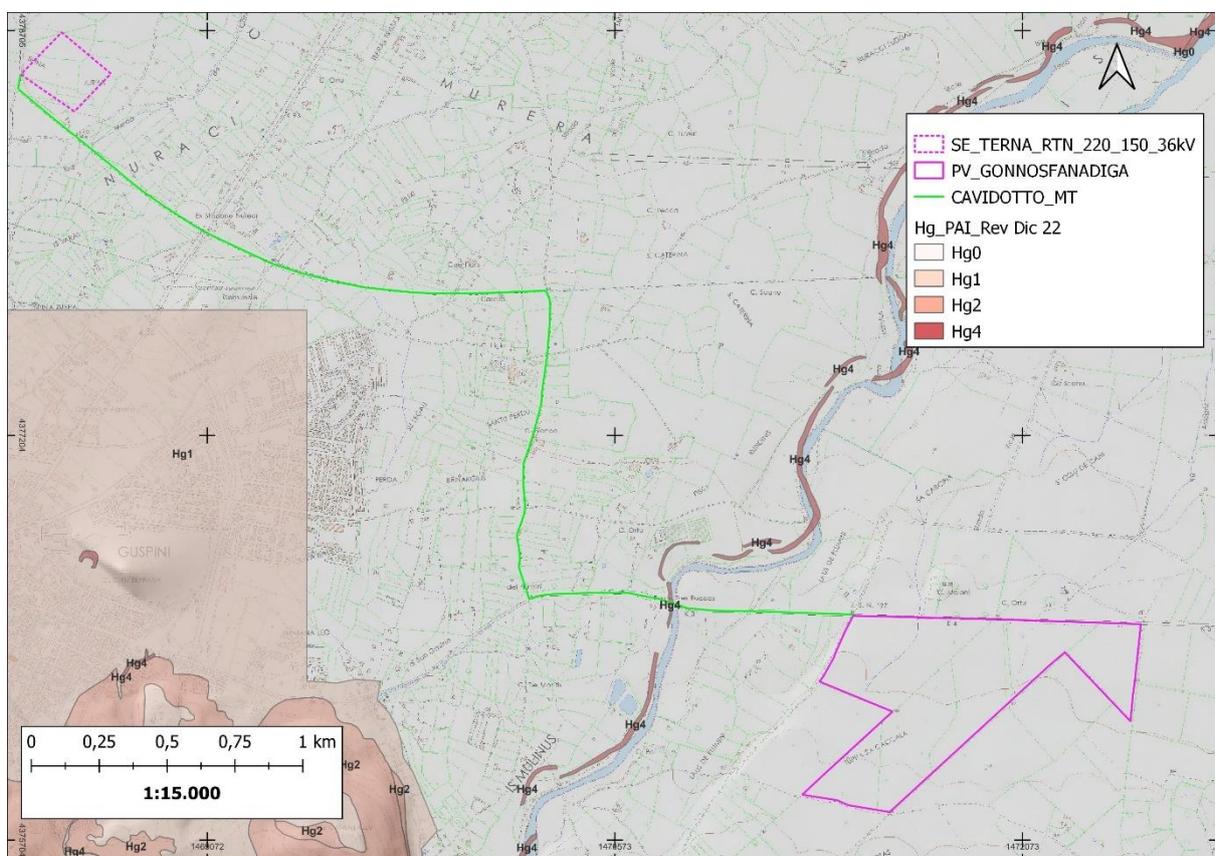


Figura 3: Classificazione per pericolosità idraulica. Fonte Geoportale della Sardegna.

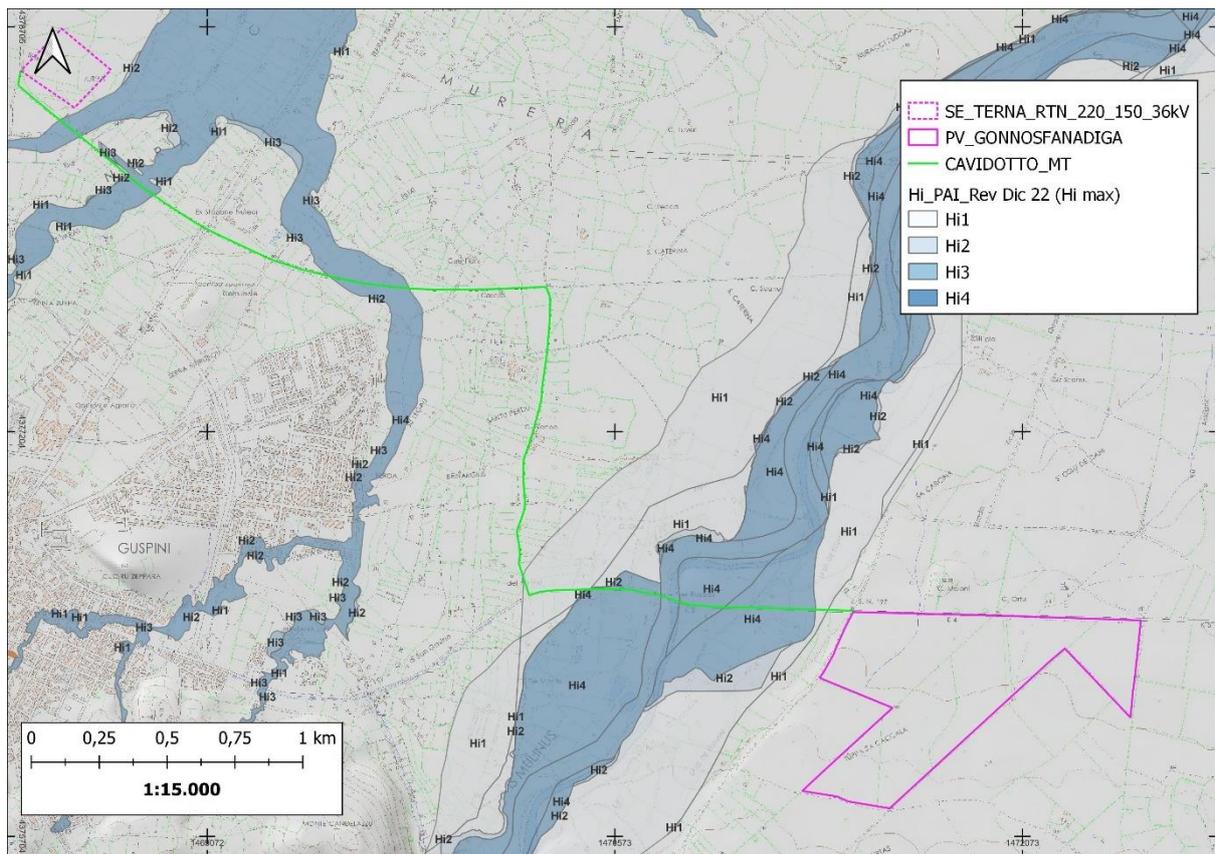


Figura 4: Classificazione per pericolosità da frana. Fonte Geoportale della Sardegna.

Parte II: Inquadramento Geologico e Geomorfologico

6 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il progetto delle opere e le soluzioni tecniche adottate vengono definite in riferimento al Modello Geologico del sito. La caratterizzazione e la modellazione geologica deve pertanto includere l'analisi dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e di pericolosità geologica del territorio, descritti e sintetizzati nel Modello Geologico Di Riferimento.

Nelle pagine seguenti viene sinteticamente descritto il contesto geologico di inquadramento al fine di ottenere il necessario supporto informativo per prevenire alla corretta definizione del modello geologico di riferimento dell'area indagata.

L'analisi dell'assetto geologico è stata condotta con riferimento alla CARTA GEOLOGICA DI BASE DELLA SARDEGNA in scala 1:25.000, disponibile presso il Servizio osservatorio del paesaggio e del territorio, sistemi informativi territoriali della R.A.S. – 2008, e consultabile nel sistema informativo territoriale della Regione Sardegna [REF 20].

6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

Il territorio in studio è ubicato lungo il margine occidentale della "Fossa del Campidano", importante depressione tettonica legata all'evoluzione geologica dell'isola ed in particolare della Sardegna meridionale. La Fossa del Campidano fin dalla sua formazione ha subito un lungo processo di colmata, intensificatosi nel Quaternario, con i depositi continentali che hanno quasi completamente ricoperto le formazioni sedimentarie e vulcaniche del Terziario.

Il contesto geologico in cui si inserisce l'area in studio si caratterizza per il netto contrasto morfologico tra i massicci montuosi del complesso metamorfico e granitoide paleozoico del Sulcis ad occidente e l'attigua ed estesa pianura campidanese sul lato orientale collegati da una fascia pedemontana su cui si colloca l'abitato di Guspini. Il territorio in esame rappresenta una finestra sull'evoluzione geologico-strutturale della Sardegna perché vede appunto, spostandoci dai massicci montuosi verso la piana campidanese, l'affioramento di vari litotipi che testimoniano l'evoluzione dell'isola in tutto il suo spettro, o quasi, intercettando affioramenti paleozoici, mesozoici, cenozoici fino ai più recenti depositi quaternari.

Come riportato in [REF 11] le metamorfite paleozoiche costituiscono il termine più antico che affiora nell'area e costituiscono il margine occidentale della fossa. Le rocce paleozoiche dell'arburese sono rappresentate da un complesso metamorfico, costituito da filladi e filladi carboniose del Silurico, da metavulcaniti da intermedie ad acide dell'Ordoviciano(?) e presumibilmente metarenarie e filladi del Cambro-Ordoviciano (?). Il complesso metamorfico, secondo la ricostruzione di Carmignani et alii (1987) costituisce un lembo della cosiddetta Unità dell'Arburese, interpretata come una delle unità intermedie della zona a falde della catena ercinica. Al nucleo del complesso metamorfico, affiora il batolite arburese, costituito da vasti affioramenti di granito a biotite, tormalina schorlite, e pegmatiti [REF 11]. Si tratta di intrusioni post-tettoniche del complesso plutonico ercinico che comprendono

anche filoni ed ammassi di porfidi rossastri e grigiastri presenti nell'area di Montevecchio, Ingurto ed in tutto il massiccio del Linas.

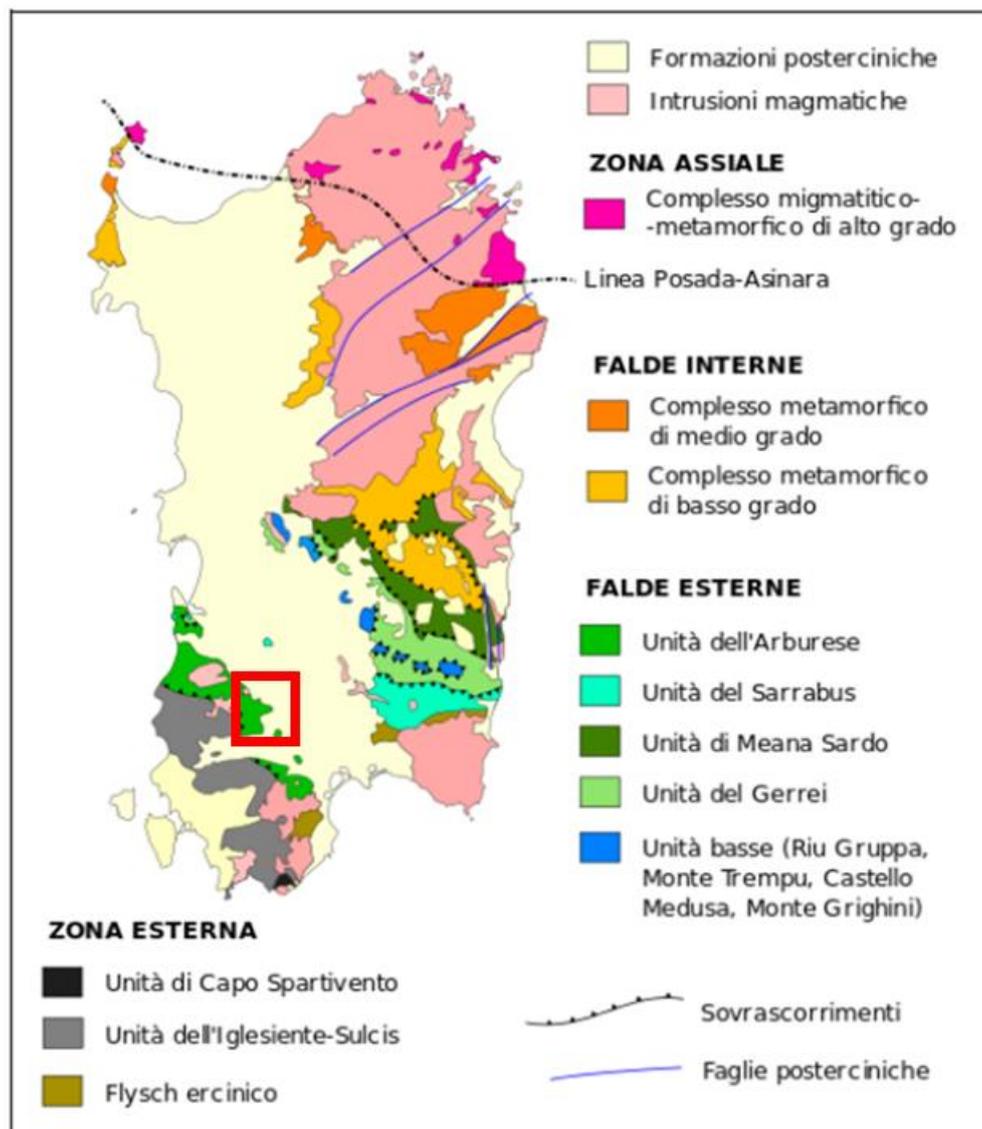


Figura 5: schema geologico-strutturale della Sardegna. In rosso l'area di interesse, [REF 13].

Spostandoci poi a quote più basse, in prossimità della zona attorno all'abitato di Guspini, si ritrovano lembi del basamento mesozoico in facies calcarea, a testimonianza della breve e parziale fase di trasgressione meso-triassica (Muchelkalk) e liassica (Sardegna occidentale) che ha interessato questa porzione dell'isola in una fase di relativa calma dal punto di vista tettonico e vulcanico.

Nella fascia pedemontana, in discordanza con il basamento paleozoico, affiorano in maniera diffusa i sedimenti del ciclo oligo-miocenico legati ai fenomeni di subduzione di crosta oceanica verificatesi nel settore orientale della placca sarda, con produzione di termini lavici e piroclastici da composizione da basico-intermedia ad acida, e alla sedimentazione marina Miocenica legata all'apertura della "Fossa Sarda" connessa ai complessi eventi geodinamici relativi all'apertura del Mediterraneo occidentale e al distacco e migrazione della microplacca sardo-corsa dal margine

continentale sud-europeo (Assorgia et alii 1994) e che vede appunto il depositarsi di oltre 1000m di sedimenti marini.

Nella fascia pedemontana, nella sua zona più distale e nella fascia pianeggiante si ha poi la deposizione e lo sviluppo dei depositi quaternari legati alla fase erosiva di smantellamento delle superfici più antiche, con la messa in posta di importanti conoidi alluvionali che colmano la piana campidanese con un'importante dinamica alluvionale.

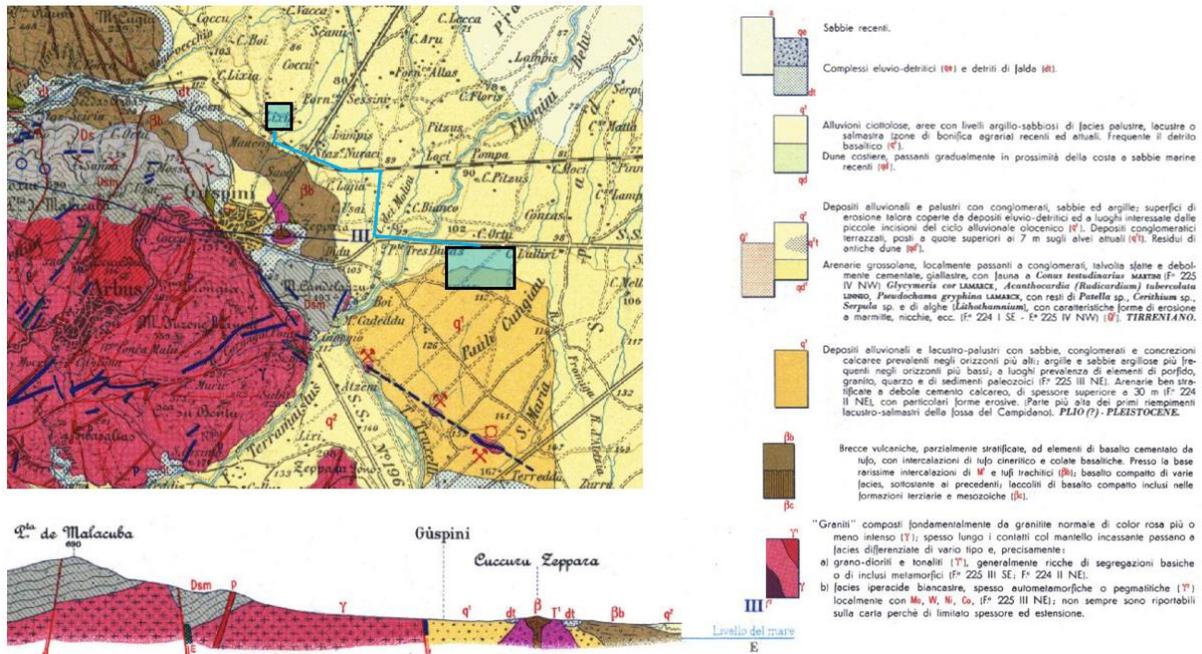


Figura 6: estratto carta geologica 1:100.000, Foglio 224-225 Guspini.

6.2 CONDIZIONI STRATIGRAFICHE LOCALI

Le opere in progetto si inseriscono nella fascia pianeggiante e sub-pianeggiante che si sviluppa ai margini dell'abitato di Guspini. Le principali unità litostratigrafiche affioranti in questa fascia sono da riferirsi agli eventi più recenti della storia evolutiva geologica della Sardegna e sono per tanto ascrivibili al Quaternario. Nell'area pedemontana e nella vicina piana campidanese affiorano le unità litostratigrafiche del Quaternario antico e recente rappresentate dai depositi pleistocenici del Sintema di Portovesme (PVM2a - Litofacies nel Subsintema di Portoscuso) che formano le ampie conoidi che, dai rilievi bordieri del graben, si estendono in direzione dei settori depocentrali con pendenze del 11-35% nel settore apicale e di 0-11% in quello distale [REF 11]. La Litofacies nel Subsintema di Portoscuso è costituita da ghiaie grossolane a elementi eterometrici e poligenici, sino alla taglia dei blocchi, a spigoli subangolosi e subarrotondati a matrice sabbiosa e sabbioso-limosa, di colore generalmente giallastro-arancio con intercalate lenti e/o strati limoso-argillosi e ghiaie in matrice sabbiosa di spessore da decimetrico a metrico. I sedimenti più fini sono sempre subordinati e si presentano in lenti e/o livelli intercalati alle ghiaie. Il grado di addensamento di questi depositi è generalmente elevato e la presenza di legante argilloso o dovuto a pregressi fenomeni ossidativi conferisce a questi depositi buone caratteristiche fisico-meccaniche. Localmente e in prossimità

dell'abitato affiorano le lave basaltiche e andesitiche (località di M.te Cuccuru Zeppara) appartenenti all'unità di Monte Togoro (TGR), unità che fa parte del distretto vulcanico del Monte Acuentu, associazione a prevalenza basaltica che testimonia il dinamismo tettonico e vulcanico che hanno interessato l'isola nel oligo-miocenico.

Nel settore pianeggiante si incrociano inoltre i terreni alluvionali terrazzati legati all'attività di trasporto e deposizione dell'attuale Riu Terra Maistus avvenuta durante l'Olocene. Si tratta in prevalenza di ghiaie a stratificazione incrociata concava, alternate a ghiaie a stratificazione piano parallela, anche con matrice sabbioso limosa (bna) di colore arancio scuro per fenomeni di pregressa ossidazione, mentre risultano meno diffusi i livelli sabbiosi a stratificazione incrociata concava con subordinati limi (bnb), [REF 11].

Nell'area golenale del Riu Terra Maistus e nella piana alluvionale su cui scorre il fiume si riscontra la presenza di depositi alluvionali eterometrici e poligenici di ambiente essenzialmente fluvio-torrentizio legati all'attuale rete drenante naturale, formati in larga prevalenza da sabbie con subordinati limi e argille (bb) e in misura ben più limitata da depositi limoso argilloso (bc), variamente associate tra loro secondo una disposizione in lenti più o meno estese e in funzione della variabilità delle originarie condizioni idrodinamiche.

Come riportato da cartografia di riferimento [REF 20] le principali unità litostratigrafiche affioranti lungo le aree interessate dalle opere vengono descritte come:

- Depositi alluvionali (**b**), in prevalenza ghiaie da grossolane a medie (**ba**) a sabbie con subordinate argille (**bb**). OLOCENE;
- Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli più o meno evoluti, arricchiti in frazione organica. OLOCENE;
- Depositi alluvionali terrazzati (**bn**), in prevalenza ghiaie con subordinate sabbie (**bna**) o sabbie con subordinate argille (**bnb**);
- Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (**PVM2a**). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.;
- Unità di Monte Togoro (**TGR**). Basalti e andesiti con giaciture in cupole di ristagno ed in colate; intercalati depositi di base surge con laminazioni da incrociate a piano-parallele e a gradazione inversa in facies prossimale; locali livelli non saldati a lapilli e brecce. (K/Ar 24-21 Ma, Assorgia et alii, 1985) AQUTIANIANO-BURGIGALIANO.

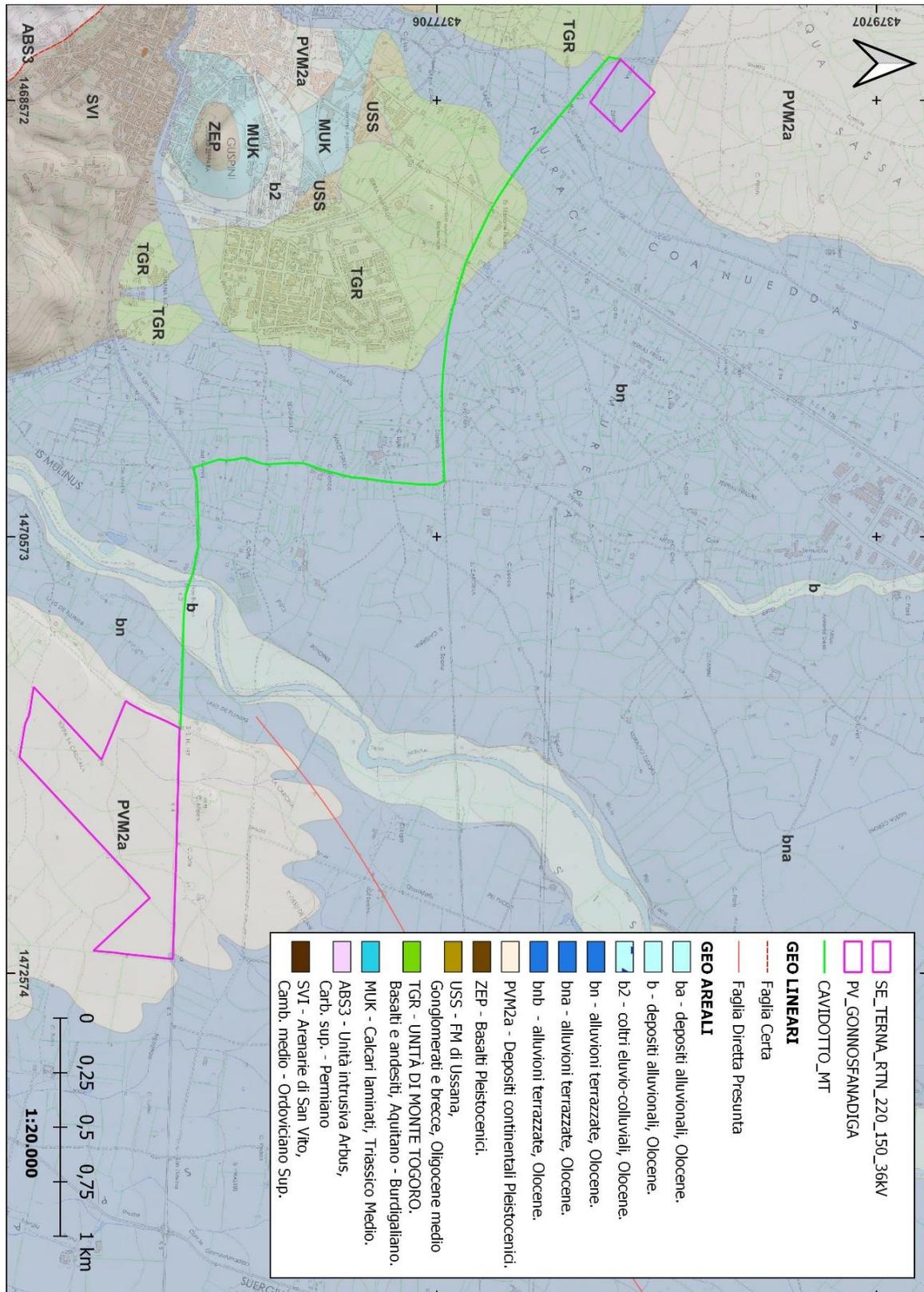


Figura 7: Inquadramento geologico dell'area di interesse. Fonte Geoportale della Sardegna.

6.2.1 Rilievo geologico

Il rilievo geologico-geomorfologico avvenuto nel mese di giugno 2023 ha avuto lo scopo di meglio definire il paesaggio geomorfologico su cui si intendono sviluppare le opere in progetto e cogliere i principali caratteri di natura litologica dei terreni del sedime.

Generalmente i terreni interessati dal progetto si collocano in un contesto seminaturale, in cui il territorio è diffusamente impiegato a fini agricoli (coltivi e allevamento). Le pendenze sono ridotte, il paesaggio sub-pianeggiante non offre un facile spunto per l'identificazione di tagli o affioramenti che possano aiutare ad apprezzare in maniera dettagliate i terreni del sedime. L'area dell'impianto (PV_Gonnosfanadiga) si sviluppa sul lato meridionale della SS197 che unisce gli abitati di Guspini a San Gavino Monreale. Un ispezione lungo la cunetta che separa la strada dai terreni di interesse ha permesso di individuare affioramenti di ridotto spessore (altezza massima 1-1.5m) che ha consentito di descrivere localmente la natura dei depositi nella loro porzione più superficiale.

Si tratta perlopiù di ghiaie, talvolta ricca in elementi clastici di grosse dimensioni (>10cm), eterometrici, con una matrice sabbiosa siltosa. La natura dei clasti riflette l'estrema variabilità dei litotipi affioranti nel bacino idrografico in cui ricade l'area di studio. I clasti e le ghiaie si presentano come elementi prevalentemente sub-angolari poco strutturati, clasto sostenuti e solo localmente, sono stati individuati porzioni in cui il materiale è più marcatamente ghiaioso, privo di grossi litici, con un maggior contenuto in sabbie limose. I depositi rilevati si presentano da mediamente a scarsamente addensati (nella parte più superficiale e pedogenizzata) con coesione da scarsa a nulla. E' estremamente facile sgretolare il materiale a mano come dal resto è estremamente facile disgregarlo con l'utilizzo del martello. La porzione più superficiale pedogenizzata, si presenta con un color bruno giallastro, scuro mentre i depositi più profondi tendono a un giallo brunastro.



Figura 8: depositi alluvionali quaternari lungo la SS197.



Figura 9: depositi alluvionali quaternari, strada secondaria con imbocco sulla SS197, prima del ponte Tres Buccas.

Lungo la traccia di sviluppo del cavidotto è stato difficile indentificare sezioni che potessero mettere in evidenza la natura dei terreni interessati dagli scavi, anche perché per un buon sviluppo del tracciato, la viabilità esistente si sviluppa su rilevati stradali in cui, la presenza di una fitta vegetazione, ha reso impossibile individuare ed osservare eventuali affioramenti. Si ipotizza come comunque, la posa del cavidotto avverrà prevalentemente su terreni di origine antropica legata appunto alla realizzazione dei rilevati stradali.

Nell'ultimo kilometro di cavidotto, in prossimità dell'area della stazione elettrica, in un tratto che si sviluppa in prossimità dell'abitato di Guspini, si sono rilevati ai margini della strada blocchi e detriti di natura basaltica riferibili all'unità di Monte Togoro (TGR) che dà indicazioni cartografiche, ne caratterizza qui il substrato. Non si è comunque rilevata la presenza del litotipo basaltico nella sua facies propriamente litoide ma solamente una maggiore e prevalente presenza di blocchi e clasti di

natura appunto basaltica. Si ipotizza pertanto che l'unità TGR in facies litoide si trovi a 1-2m di profondità rispetto al piano campagna. Considerando la storia evolutiva geomorfologica dell'area si potrebbe ipotizzare come superficialmente l'unità TGR sia definita da uno strato di alterazione più o meno spinto del basalto caratterizzato dalla presenza di materiale altamente fratturato ma anche alterato che ha portato alla formazione di lenti ed orizzonti a prevalente matrice argillosa.

Non si sono rilevate criticità di natura geomorfologica legate a fenomeni di dissesto. Considerando le pendenze e le forme del paesaggio il pericolo da frana è praticamente assente, osservazione che trova il suo riscontro nel P.A.I. Le uniche criticità sarebbero da relazionarsi eventualmente, e in maniera ben localizzata, ai terrazzamenti fluviali recenti ed antichi individuabili lungo le sponde dei fiumi principali quali il Riu Terra Maistuso o in zone ad esso vicine.

6.2.2 Modello geologico

Sulla base delle osservazioni raccolte durante il rilievo e considerando le informazioni bibliografiche analizzate e presentate nelle sezioni precedenti, si presenta un modello geologico dell'area di realizzazione dell'impianto (PV_Gonnosfanadiga) e della stazione elettrica (SE_Terna) che si può semplificare come presentato in tabella sotto.

Tabella 1: Modello geologico preliminare.

LITOTIPO	PROFONDITÀ (m)		DESCRIZIONE
	da	a	
Suolo	0.00	0.20	Porzione superficiale pedogenizzata, color rosso brunastro, con elementi ghiaiosi sparsi in matrice. Presenza di apparati radicali.
Depositi alluvionali terrazzati Olocenici (bn) e Plio-Pleistocenici (PVN2a)	> 0.20 Spessore minimo 5-8m		Depositi prevalentemente ghiaiosi, eterometrici, con una variabile matrice sabbiosa limosa, senza apparentemente strutture sedimentarie ben visibili e solo localmente con presenza di lembi e lenti più marcatamente sabbiosi limosi.

Si osserva come da cartografia geologica presentata, che l'area dell'impianto (PV_Gonnosfanadiga) risulta impostarsi nella sua totalità all'interno dei depositi Plio-Pleistocenici del subsistema di Portoscuso (**PVN2a**) mentre la stazione elettrica (SE_Terna) ricade all'interno di un'area caratterizzata prevalentemente da alluvioni terrazzate ghiaiose (**bn**) ma di età più recente (Olocene). Non avendo dati puntuali e pur riconoscendo che le ghiaie plio-pleistoceniche dovrebbero avere un grado di addensamento maggiore di quelle oloceniche, si ritiene opportuno in questa prima fase conoscitiva e in via cautelativa, raggruppare questi depositi in un unico litotipo chiamato "depositi alluvionali terrazzati".

7 GEOMORFOLOGIA DELL'AREA

Il territorio in esame fa parte di un'area complessa e di considerevole variabilità geomorfologica frutto dell'interazione fra i caratteri geo-strutturali dell'area, processi esogeni, clima, copertura e fattori antropici. Come presentato in [REF 11] un'analisi approfondita del territorio ha permesso di distinguere nel territorio di Guspini una decina di unità geomorfologiche ognuna con caratteri geomorfologici omogenei.

Semplificando l'analisi presentata in [REF 11], i terreni su cui ricadono le opere in progetto fanno parte principalmente dell'unità della Piana del Campidano (depositi alluvionali quaternari) che si presenta confinanti nel suo lato occidentale con i rilievi del paleozoico sia esso metamorfico che granitico e a cui si associano rispettivamente l'unità geomorfologica delle metamorfite paleozoiche e delle intrusioni granitiche. Queste ultime due unità fanno da cornice ai terreni di progetto e sono caratterizzate per presentare le acclività maggiori (da mediamente acclivi ad acclivi) con pendenze comprese tra il 10%-40%, con le pendenze maggiori nelle innumerevoli vallecole scavate nei litotipi interessati, mentre le pendenze più ridotte si ritrovano nei fondovalle dei corsi d'acqua principali.

L'unità geomorfologica legate alle dinamiche alluvionali della pianura campidanese invece è definita da un territorio da sub-pianeggiante a debolmente ondulata, modellato nei depositi alluvionali dei principali corsi d'acqua che la attraversano, che degrada con regolarità verso il mare. Come indicato in [REF 11] nonostante l'apparente monotonia, la pianura presenta aspetti morfologici assai vari. Sono infatti presenti, anche se arealmente limitati, alcuni terrazzi fluviali, che interrompono insieme ai corsi d'acqua e ai canali artificiali la continuità morfologica della pianura. I terrazzi rappresentano vecchie superfici di origine fluviale, messe in risalto dall'erosione operata dai fiumi, successivamente all'evento alluvionale. Queste superfici, generalmente pianeggianti o debolmente inclinate verso valle, sono delimitate da scarpate fluviali, più o meno nette, che raccordano la superficie sommitale con depositi alluvionali più recenti, o con l'alveo dei fiumi.

L'unità geomorfologica della piana ospita poi una sub-unità costituita dalla fascia pedemontana, formata da terreni detritici mediamente acclivi, che fungono da raccordo tra i sistemi collinari-montani e la piana campidanese. In genere è tipicamente caratterizzata dalla presenza di conoidi alluvionali e di glaciais d'accumulo [REF 11]. Le conoidi sono tipiche forma di accumulo, ad opera di acque incanalate a regime prevalentemente torrentizio, che evidenziano la transizione tra l'ambiente montano e quello di pianura. Esse si rinvengono in corrispondenza degli sbocchi in pianura dei corsi d'acqua, che scendono dai rilievi, e sono caratterizzate da una forma convessa, che si apre a ventaglio in corrispondenza dello sbocco dei corsi d'acqua nella pianura.

I detriti vengono distribuiti sulla superficie della conoide per mezzo di frequenti cambiamenti di alveo, secondo un raggio del ventaglio od un altro, in modo causale, od insistendo per un certo periodo lungo una zona ristretta, con la formazione di canali, che suddividono la superficie sommitale della conoide in lunghe fasce ristrette lobate. Dopo la loro formazione, le conoidi possono essere interessate da processi erosivi, che si manifestano con l'approfondimento dei canali e la suddivisione della superficie sommitale in terrazzi di erosione, che si aprono a ventaglio verso la

pianura [REF 11]. La dimensione di una conoide è regolata dalla maggior erodibilità delle rocce costituenti il bacino, dal tipo di drenaggio, dalla pendenza del bacino, dalla permeabilità dei litotipi e dalla tettonica. Le conoidi maggiori sono quelle del Riu Terra Maistus - Flumini Bellu e dal sistema dei torrenti che discende dalla conca di Bingia de Susu. Queste conoidi sono state interessate da importanti eventi di incisione e successiva rideposizione che hanno dato luogo alla formazione di conoidi telescopiche, ben rappresentate nel settore occidentale.

I glacis detritici, ubicati invece alla base dei versanti privi d'incisioni e ad andamento rettilineo, devono la loro origine all'arretramento parallelo dei versanti rocciosi, per erosione areale. Nella fascia pedemontana attualmente, i processi morfologici sono presenti con limitati fenomeni di erosione lineare, nel fondo delle vallecole, e di erosione areale lungo i brevi versanti, in occasione di forti piene ed elevate precipitazioni [REF 11].

In questo settore l'agente morfogenetico più attivo è l'uomo, che con le sue attività modifica i naturali processi morfogenetici, causando spesso un'accelerazione dei processi naturali, come per esempio accelerazione dell'erosione del suolo per lavori agricoli non razionali, specie arature perpendicolari alle curve di livello, nelle zone a maggior acclività, o ancora per il decespugliamento di tali aree [REF 11].

7.1 GEOMORFOLOGIA DEL SEDIME

L'area di progetto si inserisce nel contesto geomorfologico legato alle dinamiche alluvionali quaternarie caratterizzanti la piana campidanese. Le acclività sono modeste se non nulle, il paesaggio è monotono e sub-pianeggiante. L'area individuata per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico (PV_Gonnosfanadiga) ricade in un contesto caratterizzato appunto dalla presenza di una vasta piana sub-pianeggiante in cui il corso d'acqua principale è il fiume Terra Maistus che ha una direzione di sviluppo NE e su cui confluiscono tutti i torrenti minori. Le pendenze sono minime e le brusche rotture di pendio sono da localizzarsi in prossimità dell'attuale corso del Terra Maistus, dove l'azione del corso d'acqua ha inciso i depositi alluvionali che costituiscono la piana andando a creare terrazzamenti di primo e secondo ordine. Sempre in prossimità di questo si ritrovano anche terrazzamenti antichi riferibili a paleo-alvei, come messo in evidenza nell'immagine sotto (Figura 10). Queste forme incrociano il tracciato del cavidotto in prossimità del ponte Tres Buccas della SS197, circa al km 1.8 dall'abitato di Guspini.

Per quanto riguarda il tracciato del cavidotto come per l'area della stazione elettrica (SE_Terna), non si rilevano forme che facciano presagire dinamiche geomorfologiche in atto o potenziali, e ciò trova riscontro nella cartografia P.A.I. vigente che classifica la totalità dei terreni interessati come **Hg0**.

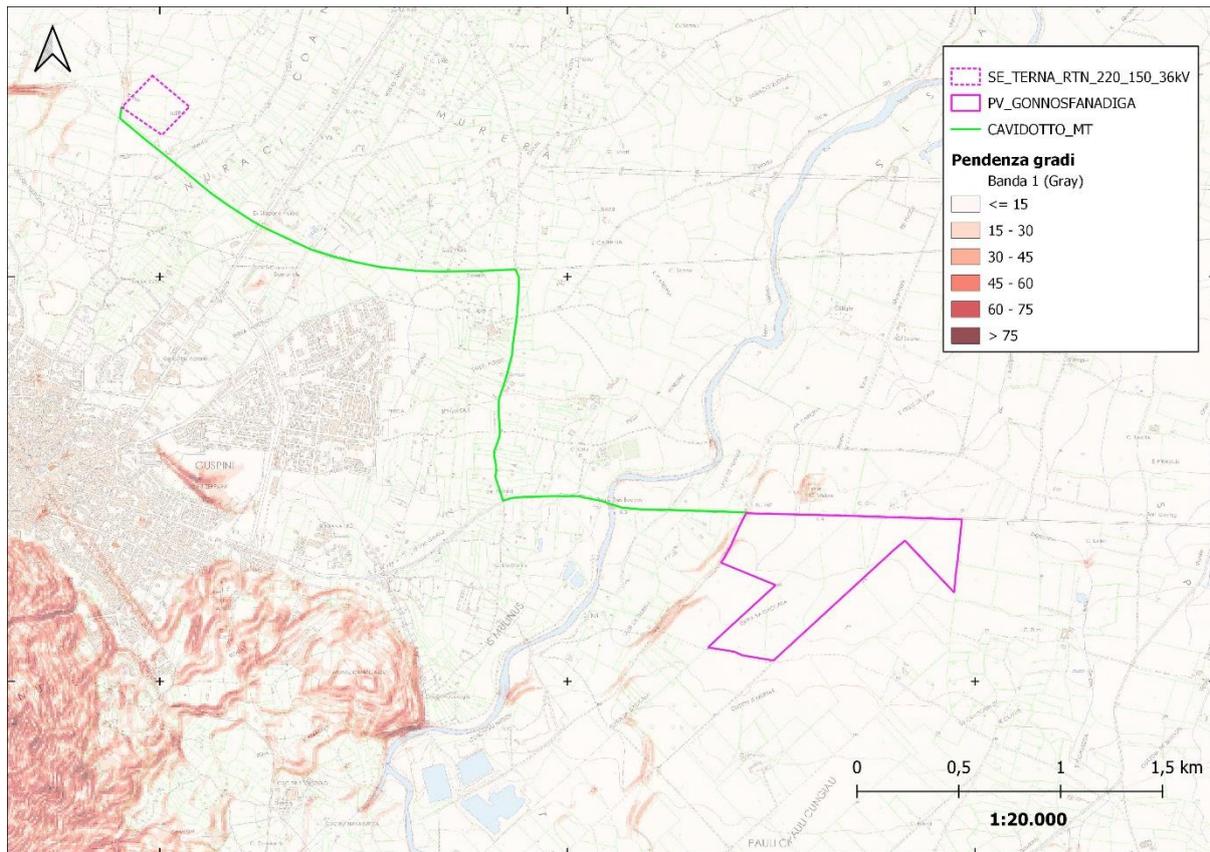


Figura 10: carta delle acclività del settore di interesse. Fonte DTM 10m del Geoportale della Sardegna.

8 IDROGEOLOGIA

Il complesso alluvionale è rappresentato dall'insieme di depositi detritici del Quaternario antico e recente costituiti in prevalenza dalle alluvioni terrazzate del Pleistocene superiore (PVM2a) e dell'Olocene (bn), in facies sia ghiaioso-ciottolosa in matrice sabbiosa limoso-argillosa, sia sabbioso-ghiaioso limosa e limoso-argillosa, che formano le estese conoidi alimentate dai rilievi montani che delimitano la fossa tettonica nota in letteratura come Graben del Campidano. A carattere generale si può considerare come le unità del quaternario antico sono localmente ricoperte dai depositi alluvionali recenti ed attuali (b) costituenti la complessa rete di drenaggio superficiale attiva ed inattiva formata sempre da corpi detritici più o meno vasti e potenti nei quali sono distinguibili facies grossolane (ghiaie e ghiaie ciottolose poligeniche con matrice sabbioso-limosa più o meno abbondante), intermedie (sabbie e sabbie più o meno ghiaiose o limose) e fini (limi, limi-argillosi e argille). Fanno parte di questo complesso idrogeologico anche i depositi eluvio-colluviali (b2), i depositi detritici di versante (a) siano essi attuali o antichi ed infine il variegato insieme di depositi antropici (h). Lo spessore complessivo può variare da qualche metro lungo la zona di contatto con i rilievi bordieri del Campidano, a diverse centinaia di metri nella zona centrale della piana.

Su ampia scala la circolazione idrica sotterranea può essere rappresentata da una falda idrica superiore, a carattere freatico o semifreatico soggetta a variazioni sensibili della piezometrica in funzione della stagionalità che interessa principalmente le unità detritiche Attuali e dell'Olocene recente e una falda idrica più profonda confinata o semiconfinata del tipo multifalda entro le unità afferenti al Pleistocene superiore e al Pliocene (laddove i sedimenti riferibili a quest'ultima sono presenti), le cui relazioni verticali e orizzontali tra i vari livelli saturi sono state ben studiate nel corso delle attività di ricerca idrica per vari utilizzi, nonché per finalità scientifiche.

La permeabilità, inoltre, fatte salve le variazioni di porosità, connesse con la prevalenza o meno di granulometrie fini, intermedie e grossolane, risulta in genere maggiore nei depositi olocenici ed attuali diminuendo in quelli del Pleistocene in virtù dell'aumento graduale dell'addensamento e dei fenomeni diagenetici con la profondità.

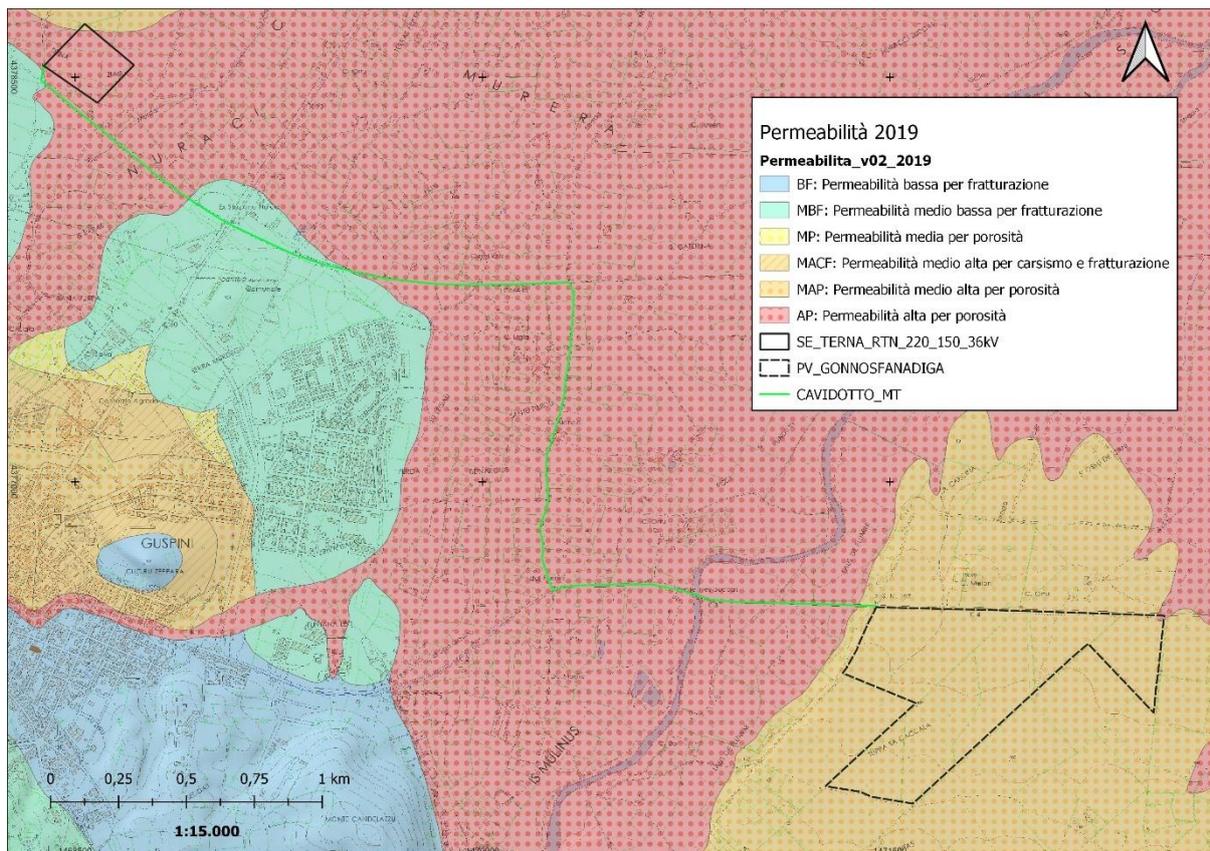


Figura 11: carta della permeabilità del substrato. Fonte Geoportale Sardegna.

L'acquifero freatico, limitato ai primi 5-10 m di profondità, nei settori morfologicamente più depressi, prossimi al fondovalle e alle zone pianeggianti dei rii maggiori, come il Rio Terra Maistus, può presentare una piezometrica mediamente stabilizzata a qualche metro di profondità rispetto al p.c. con possibilità di risalita sino alla superficie o di abbassarsi ulteriormente in funzione dell'andamento stagionale delle precipitazioni. La falda superficiale si assume abbia in linea generale una soggiacenza compresa tra 5÷6 m sotto il piano campagna nel periodo invernale e fra i 8÷10 m nel periodo estivo, con escursioni che variano mediamente tra 1÷2 m.

8.1 IDROGEOLOGIA DEL SEDIME

La tabella a seguire presenta i dati ottenuti dalla banca dati ISPRA su alcuni pozzi censiti in prossimità delle opere in progetto e che appunto confermano il quadro conoscitivo qui presentato con la presenza di superfici piezometriche in diversi casi prossime al piano campagna, evidenziando, la presenza di una falda superficiale poco profonda con una soggiacenza media di 5÷8 m.

Tabella 2: pozzi da bancadati ISPRA usati per la caratterizzazione idrogeologica dell'area.

POZZO ID	COORDINATE WGS84		Profondità m	quota m slm	FALDE		Misure piezometriche		
	X	Y			da	a	livello statico	livello dinamico	PORTATA l/s
185774	8.675131	39.531781	100	105	35 54	37 56	n.d.	n.d.	n.d.

POZZO ID	COORDINATE WGS84		Profondità m	quota m slm	FALDE		Misure piezometriche		
	X	Y			da	a	livello statico	livello dinamico	PORTATA l/s
					75	78			
					93	96			
185322	8.677908	39.545119	97	94	43	45	6	45	1
186291	8.672075	39.545669	43	90	40	41	15	35	2
186348	8.660131	39.540950	100	75	33	34	14	90	2
186263	8.654019	39.542339	50	96	18	19	11	100	3
186311	8.654297	39.544000	160	95	110	110	n.d.	n.d.	n.d.
186141	8.650964	39.547339	160	93	62	63	8	100	1.5
					108	109			
185950	8.638186	39.552061	100	94	47	48	14	90	1.5
					75	76			
186456	8.635408	39.552889	41	95	20	21	5	30	n.d.
					30	31			
186389	8.629853	39.558731	100	95	85	86	35	90	1.5

Sulla base delle informazioni raccolte e in riferimento all'analisi dei luoghi si è portati ad escludere qualsiasi interferenza tra le opere in progetto e la falda, allo stesso modo si esclude che la presenza di tali opere possa andare a modificare l'assetto della circolazione idrica sotterranea delle aree interessate. Il quadro qui presentato dovrà comunque essere confermato nelle successive fasi di progettazione in relazione alla campagna geognostica che si svilupperà in fase di progettazione definitiva\esecutiva.

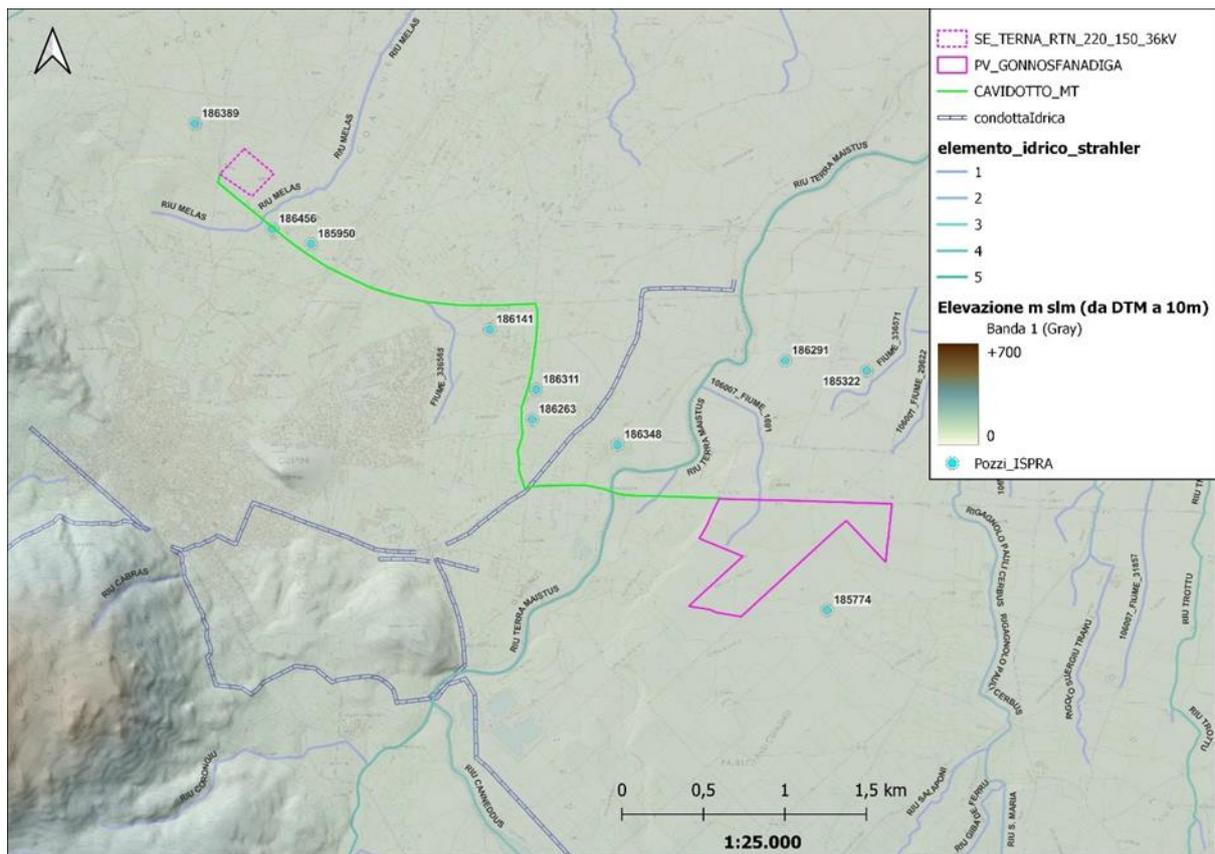


Figura 12: carta dell'elevazione, con indicazione dei principali elementi idrici e ubicazioni pozzi da banca dati ISPRA utilizzati per la modellazione. Fonte shapefile, Geoportale della Sardegna.

Parte III: Inquadramento Sismico

9 PERICOLOSITÀ SISMICA

9.1 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Al fine di ridurre gli effetti dell'azione sismica sulle costruzioni, il 20 marzo 2003 è stata promulgata l'ordinanza n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri "Al fine di ridurre gli effetti dell'azione sismica sulle costruzioni, il 20 marzo 2003 è stata promulgata l'ordinanza n. 3274 della Presidenza del Consiglio dei Ministri "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", con la quale sono stati approvati i "Criteri per l'individuazione delle zone sismiche – individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone" che riclassifica l'intero territorio nazionale in quattro zone a diversa pericolosità, eliminando le zone non classificate.

Con il D.G.R. 30 marzo 2004, n. 15/31 la Regione Autonoma della Sardegna ha recepito l'O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003, confermando che tutto il territorio regionale ricade in **Zona Sismica IV**, (contraddistinta da un valore dell'accelerazione su suolo rigido di 0,05 g),

La più recente O.P.C.M. del 28.04.2006 n. 3519, «*Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*», ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, per cui a ciascuna delle 4 zone sismiche viene attribuito un valore di pericolosità di base espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a_g), con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni.

Tabella 3: Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido (OPCM 3519/06).

Zona Sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (a_g)
I	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g
II	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g
III	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g
IV	$\leq 0,05$ g

Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione. Infatti, se prima dell'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008, il valore di accelerazione (a_g) fornito dalla classificazione sismica era utilizzabile ai fini progettuali, dal 1° luglio 2009, per ogni costruzione si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi.

In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (Tab. 3.2.II e 3.2.III delle NTC 2018) e sulle condizioni topografiche così come esplicitato dalla vigente normativa sulle costruzioni.

9.2 SISMICITÀ STORICA

La sismicità storica dell'area in esame è stata analizzata consultando i seguenti cataloghi redati dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV):

- Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (CPTI15): fornisce dati parametrici omogenei, sia macrosismici, sia strumentali, relativi ai terremoti con intensità massima ≥ 5 o magnitudo (M_w) ≥ 4.0 , di interesse per il territorio nazionale;
- Data Base Macrosismico Italiano 2015 (DBMI15): fornisce un set omogeneo di intensità macrosismiche provenienti da diverse fonti relativo ai terremoti con intensità massima (i_{max}) ≥ 5 , di interesse per il territorio nazionale e per alcuni stati confinati.

La finestra cronologica 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. Il catalogo include i terremoti con intensità massima o epicentrale maggiore o uguale a 5, insieme a quelli con magnitudo strumentale equivalente a M_w 4.0 o superiore [REF 23].

Negli ultimi decenni non sono stati pochi i terremoti di energia non esattamente trascurabile localizzati in Sardegna oppure a poche decine di chilometri dalle sue coste con epicentro in mare.

- 18 giugno 1970: terremoto di magnitudo M_w 4.8 localizzato nel Mare di Sardegna, alcune decine di chilometri a nord-ovest di Porto Torres, viene avvertito distintamente anche lungo le coste Liguri e in Costa Azzurra.
- 28 agosto 1977: terremoto di magnitudo M_w 5.4 localizzato in mare, un centinaio di km a sud-ovest di Carloforte. Anche se la distanza è considerevole, la scossa viene avvertita in modo molto sensibile in tutta la Sardegna meridionale e provoca panico a Cagliari.
- 26 aprile 2000: due forti scosse, la maggiore di magnitudo M_w 4.8, localizzate nel Tirreno centrale, poche decine di km a est di Olbia sono avvertite in gran parte dell'isola suscitando spavento lungo la costa nordorientale, in particolare a Olbia e Posada.

Sono noti anche che, tra i terremoti storicamente più antichi, quello del 4 giugno 1616 determinò danneggiamenti vari a edifici della Cagliari di allora e ad alcune torri costiere attorno a Villasimius. Altri terremoti degni di nota (oltre ai primi registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica negli anni 1838 e 1870 rispettivamente del VI e V grado della scala Mercalli) risalgono al 1948 (epicentro nel

Canale di Sardegna, verso la Tunisia, VI grado della scala Mercalli) e al 1960 (V grado della scala Mercalli, con epicentro i dintorni di Tempio Pausania).

Allora, i terremoti venivano registrati dall'Istituto Nazionale di Geofisica, e gli effetti venivano misurati soltanto con la scala Mercalli in quanto non esistevano strumentazioni per poter misurare la magnitudo.

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 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 [REF 23] è mostrata la distribuzione degli eventi sismici presenti nell'intero DBMI15, in particolare si nota come nell'area di interesse (cfr. cerchio rosso) sono presenti un esiguo numero di eventi sismici nell'intervallo di definizione del catalogo.

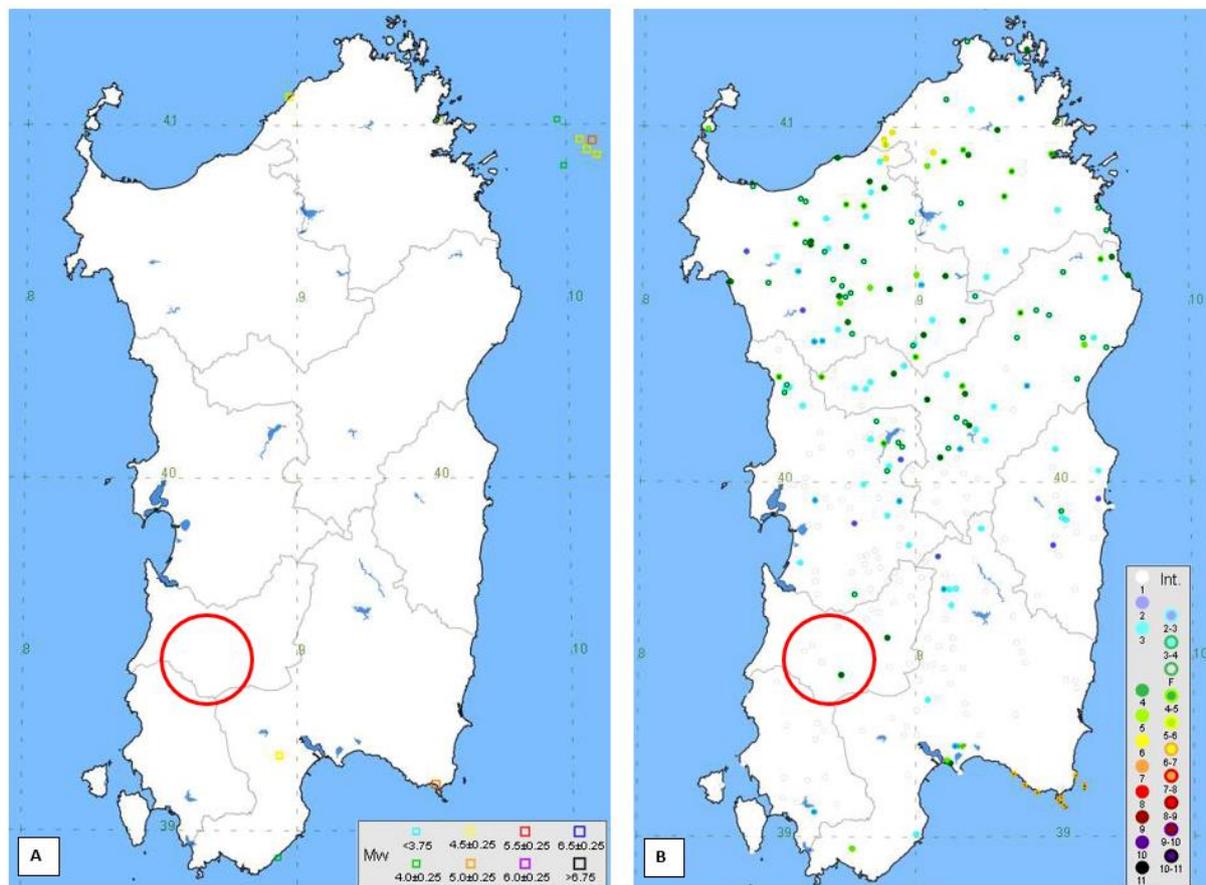


Figure 1: Mappa delle localizzazioni dei terremoti storici presenti nel catalogo CPTI15 (sinistra) e DBMI15 (destra) relativi alla Regione Sardegna.

9.3 CARATTERIZZAZIONE SISMOGENETICA

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

La ZS9 può essere utilizzata in congiunzione con il nuovo catalogo CPT12, e fornisce, inoltre, una stima della "profondità efficace", ovvero dell'intervallo di profondità nel quale viene rilasciato il maggior numero di terremoti in ogni zona sorgente, utilizzabile in combinazione con le relazioni di attenuazione determinate su base regionale, e fornisce, per ogni zona, un meccanismo di fogliazione prevalente.

La zonazione è costituita da 42 zone-sorgente, identificate da un numero che va da 901 a 936, che presentano limiti di colorazione nera e blu. I limiti neri definiscono limiti il cui tracciamento dipende esclusivamente da informazioni tettoniche o geologico-strutturali, il colore blu definisce, invece, suddivisioni di zone con uno stesso stile de formativo ma con differenti caratteristiche della sismicità, come la distribuzione spaziale degli eventi o la massima magnitudo rilasciata.

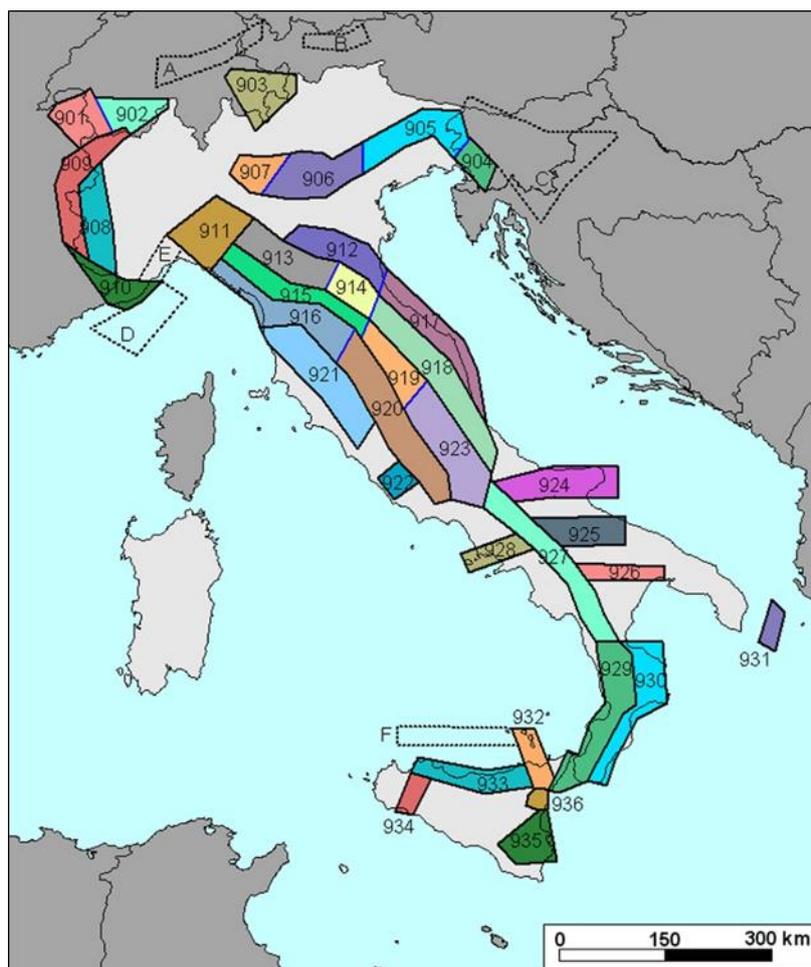


Figure 2: Zonazione sismogenetica Z9.

Dall'analisi dei risultati riportati nella ZS9 si evidenzia come la Sardegna non sia caratterizzata da nessuna area sorgente di particolare rilievo. Studi più recenti per la valutazione 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.

9.4 PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione e sono funzione delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche che determinano la risposta sismica locale. Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) già con il D.M. 14.01.2008, recentemente sostituito e integrato dal D.M. del 15.01.2018, introducevano il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale. 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 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).

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 al sito 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).

Per i valori di 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. Da un punto di vista normativo, pertanto, la pericolosità sismica di un sito dipende dalla posizione dell'opera rispetto ai nodi del reticolo di riferimento. 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 parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto (a_g , F_o , 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.

Il dato di partenza per la definizione dell'azione sismica rimane sempre lo studio di pericolosità sismica italiana di base, i cui risultati sono stati prodotti e messi in rete dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), riassunto nella mappa di pericolosità sismica denominata MPS04 (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>), approvata con Ordinanza n.3519 del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 Aprile 2006, è diventata la mappa di riferimento prevista dall'Ordinanza n.3274 del 2003, All.1. In tale cartografia il comune di Guspini ricade in una zona con accelerazione massima al suolo (a_{max}) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni compresa tra 0.025 e 0.050 g.

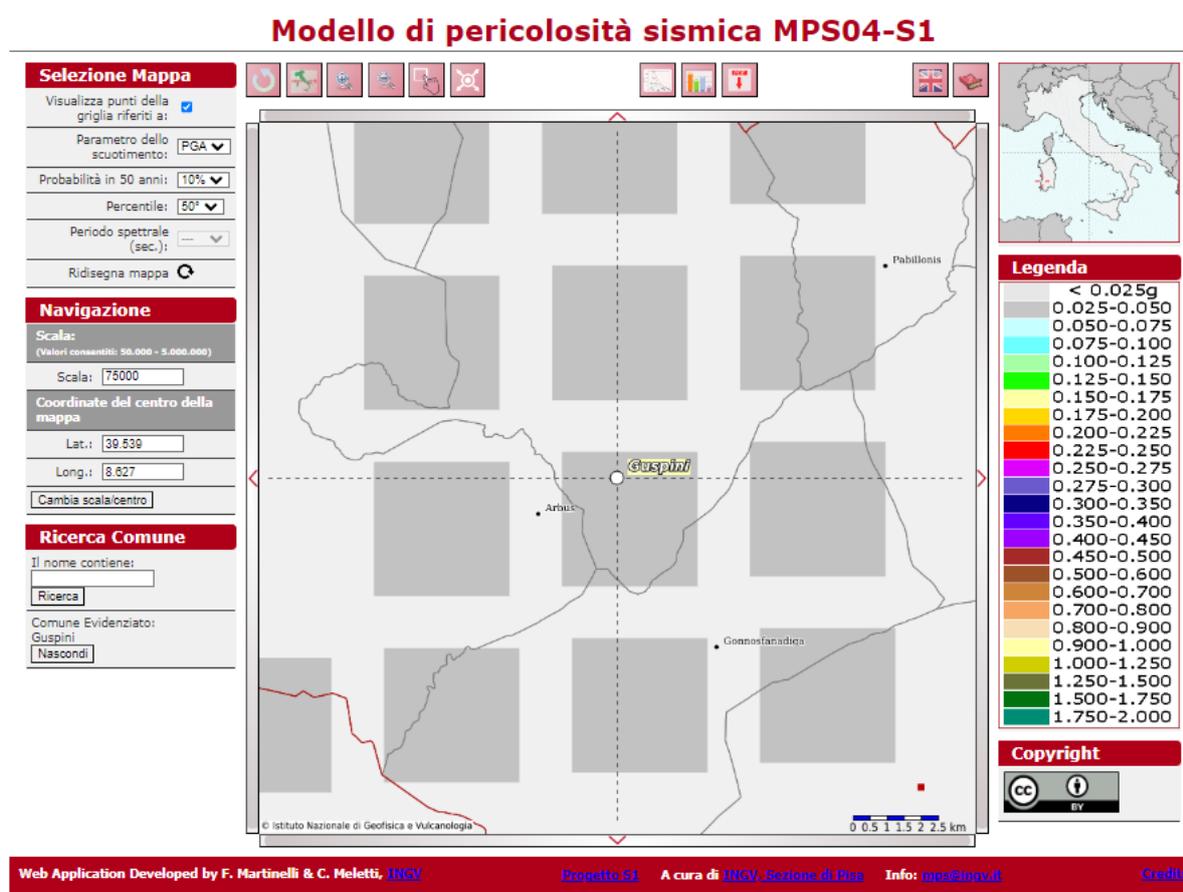


Figure 3: Mappa di pericolosità sismica con la definizione del reticolo di riferimento per il comune di Guspini.

Parte IV: INQUADRAMENTO GEOTECNICO

10 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE

La mancanza di dati puntuali e di indagini specifiche condotte in sito non permette di sviluppare una caratterizzazione geotecnica approfondita dei terreni di interesse. Comunque, sulla base di conoscenze acquisite in terreni e contesti geomorfologici simili (alluvioni, alluvioni terrazzate oloceniche e pleistoceniche) e con il supporto di fonti bibliografiche varie (vedere sezioni 2.2 e 2.3) si è potuto, seppur in via indicativa, presentare una serie di considerazioni sui terreni del sedime che, in questa fase preliminare di progettazione, possono comunque guidare nella scelta delle soluzioni progettuali più idonee per garantire il raggiungimento dei criteri prestazionali richiesti dalle opere in progetto.

10.1 CONSIDERAZIONI SUI TERRENI DEL SEDIME

Sulla base dei rilievi condotti, che confermano quanto presente in cartografia tecnica, si ipotizza come i terreni di fondazione siano composti prevalentemente da ghiaie sabbiose, ciottolose con una matrice siltosa argillosa e, seppur in mancanza di dati puntuali, si può stimare uno spessore minimo di questi pari a 5-8m, spessore che si approfondisce spostandoci dalla fascia pedemontana al centro della pianura campidanese (direzione ovest-est).

Il grado di addensamento è tendenzialmente maggiore nei depositi terrazzati pleistocenici e nei livelli più profondi. Considerando anche l'eterogeneità del deposito, all'interno di questa stessa unità litotecnica si possono rivenire lenti, talvolta organizzati in orizzonti, di materiale a prevalenza sabbiosa. La variabilità tessiturale e deposizionale si riflettono di conseguenza nelle caratteristiche geotecniche dell'unità ma in via cautelativa e con riferimento ai soli parametri di resistenza meccanica (secondo il criterio di Mohr-Coulomb), si può ipotizzare come questi depositi presentino valori di coesione (c') sì molto variabili, ma tendenzialmente da nulli a molto bassi (0-0.5 kPa) e valori di angolo di resistenza al taglio (ϕ') distribuiti in un intervallo piuttosto ampio (30° -36°). Si considera opportuno analizzare e definire le proprietà meccaniche in termini di parametri efficaci considerando che il materiale è generalmente drenante essendo a componente prevalente granulare (ghiaie e sabbie).

Si riconosce comunque che, in considerazioni delle opere in progetto, la portanza dei terreni sia sufficiente alla realizzazione delle strutture di supporto ai pannelli fotovoltaici e che, vista la natura dei terreni interessati, l'uso di pali trivellati sia la soluzione più idonea da utilizzare. Naturalmente tutte queste osservazioni devono essere validate e supportate sulla base delle risultanze della campagna di investigazione geognostica da sviluppare in fase di PD\PE.

10.2 CAMPAGNA DI INVESTIGAZIONE

Al fine di poter sviluppare un Modello Geotecnico di Riferimento sarà dunque necessario nelle successive fasi progettuali pianificare e condurre una campagna di investigazione geognostica che permetta di:

- Caratterizzare i principali litotipi dei terreni di interesse,
- Definire geometrie e contatti tra le varie litologie,
- Caratterizzare i litotipi dal punto di vista geotecnico,
- Valutare l'eventuale presenza della falda,
- Caratterizzare il terreno di fondazione come richiesto da normative vigenti
- E di definire in ultima analisi il Modello Geologico e Geotecnico di Riferimento (**MGGR**).

Si raccomanda per tanto di sviluppare una campagna geognostica che veda la realizzazione di:

- Pozzetti geognostici (profondità media di 3m) omogeneamente distribuiti nei terreni di realizzazione dell'impianto (PV_Gonnosfanadiga) e della stazione elettrica (SE_Terna);
- Prelievo campioni rimaneggiati e caratterizzazione fisica (peso di volume, granulometria per setacciatura, classificazione UNI 10006 e limiti Atterberg), meccanica (prova di taglio di diretto su campione ricostruito);
- Prove permeabilità con infiltrometro (prova in-situ);
- Prove penetrometriche dinamiche continua (DPM o DPH);
- Geofisica MASW (sia su area impianto che su area stazione elettrica).

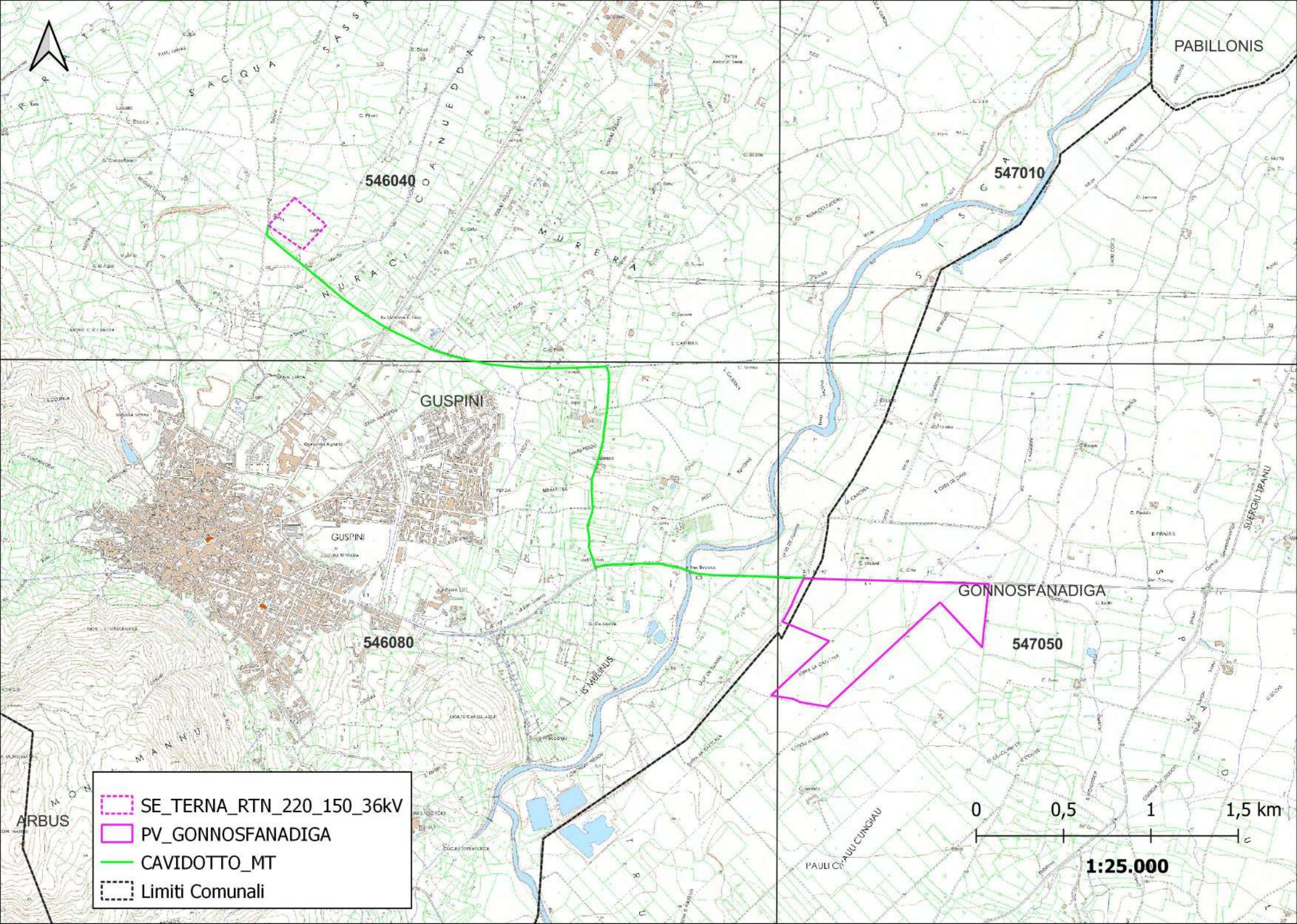
La campagna così presentata serve a definire in maniera dettagliata la stratigrafia dei terreni dell'area dell'impianto e della stazione elettrica. Per quanto riguarda la posa del cavidotto, considerando la sua realizzazione mediante scavo di trincea (profondità media di realizzazione 1-1.5m piano campagna) non si considera, allo stato delle conoscenze attuali, necessario avere punti di indagine geotecnica lungo il suo percorso anche in considerazione del fatto che le condizioni EX ANTE verranno ripristinate nel EX POST, con i terreni di scavo riutilizzati per il rinterro. Inoltre, i terreni interessati dalla posa del cavidotto, sono prevalentemente, se non esclusivamente, di origine antropica (riporto per sottofondo stradale) o intersecano la parte più superficiale dei depositi alluvionali e per tanto, la loro caratterizzazione è assimilabile a quella dei terreni dell'impianto e\o stazione elettrica.

La posizione dei punti di indagine, il loro numero come anche il numero dei campioni da prelevare sarà concordato con la committenza ma dovrà comunque garantire una copertura sufficiente per poter caratterizzare in maniera corretta e adeguata il volume significativo.

11 CONCLUSIONI

La presente Relazione Geologica e Geotecnica, elaborata ai sensi delle normative vigenti, fa parte del pacchetto di Studio di Fattibilità Tecnico ed Economica per la realizzazione dell'impianto agrovoltaiico PV_Gonnosfanadiga. Fornisce un quadro geologico, geomorfologico e idrogeologico dell'area di studio adeguato al livello progettuale in cui si sta operando, fornendo un primo quadro conoscitivo dei terreni costituenti il sedime e presenta eventuali criticità di natura geologica e geomorfologica. Inoltre, si forniscono indicazioni per la realizzazione della campagna geognostica necessaria per una approfondita caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni del sedime e per la definizione del Modello Geologico e Geotecnico di Riferimento (MGGR).

ALLEGATO 1: C.T.R.



PABILLONIS

546040

547010

GUSPINI

GUSPINI

546080

GONNOSFANADIGA

547050

- SE_TERNA_RTN_220_150_36kV
- PV_GONNOSFANADIGA
- CAVIDOTTO_MT
- Limiti Comunali



1:25.000

ALLEGATO 2: ORTOFOTO

PABILLONIS

GUSPINI

GONNOSFANADIGA

ARBUS

- SE_TERNA_RTN_220_150_36kV
- PV_GONNOSFANADIGA
- CAVIDOTTO_MT
- Limiti Comunali



ALLEGATO 3: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

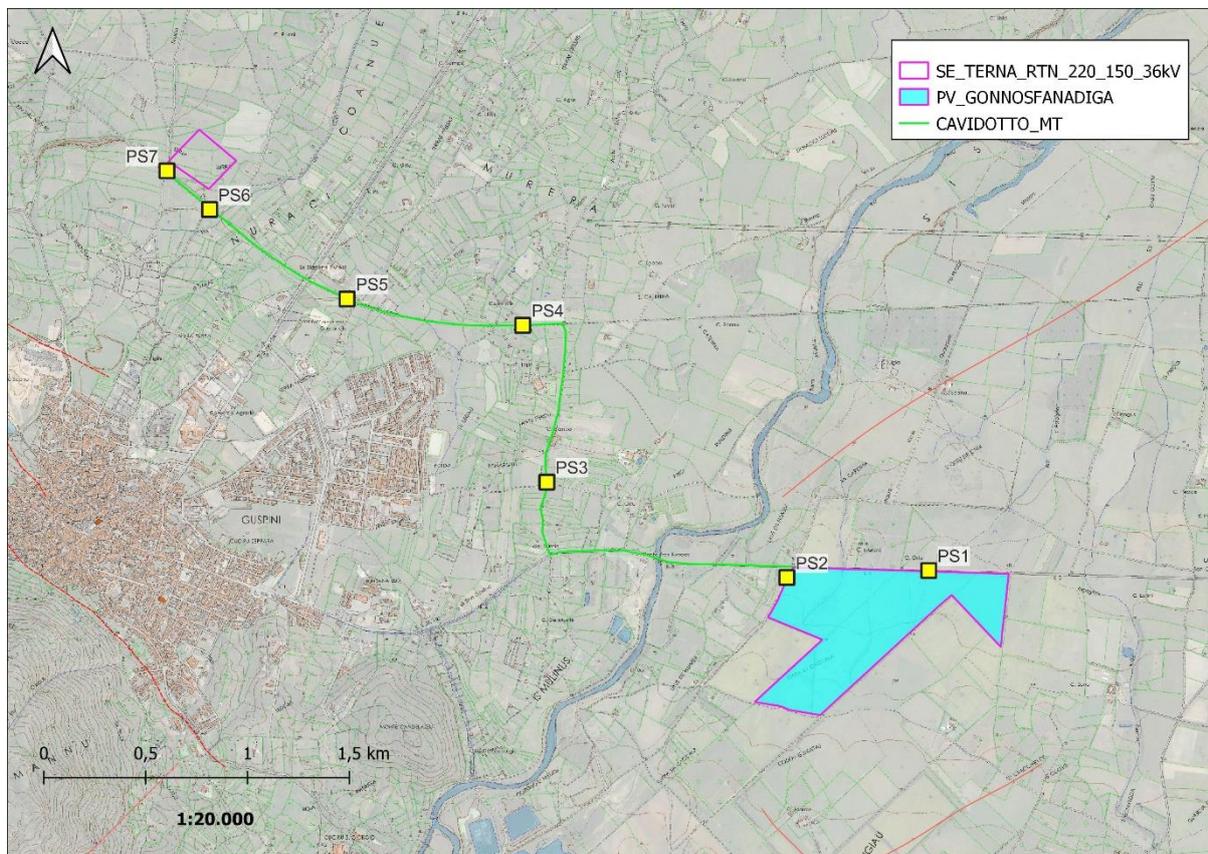




Foto 1: Punto di Scatto, PS1.



Foto 2: Punto di Scatto, PS1.



Foto 3: Punto di Scatto, PS1.



Foto 4: Punto di Scatto, PS1.



Foto 5: Punto di Scatto, PS2.



Foto 6: Punto di Scatto, PS2.



Foto 7: Punto di Scatto, PS2.



Foto 8: Punto di Scatto, PS2.



Foto 9: Punto di Scatto, PS3.



Foto 10: Punto di Scatto, PS4.



Foto 11: Punto di Scatto, PS5.



Foto 12: Punto di Scatto, PS5.



Foto 13: Punto di Scatto prossimo al punto PS6



Foto 14: Punto di Scatto, PS6.



Foto 15: Punto di Scatto, PS7.



Foto 16: Punto di Scatto, PS7.