



IMPIANTO AGRIVOLTAICO SAS MURTAS

COMUNI DI SAN VERO MILIS E MILIS

PROPONENTE

Sardegna Green 11 s.r.l.
Traversa Bacchileddu, n. 22
07100 SASSARI (SS)

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE
NEL COMUNE DI MILIS E SAN VERO MILIS
AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE - PROGETTO DEFINITIVO**

CODICE ELABORATO

PD-R09

OGGETTO:

Relazione pericolosità sismica di base

COORDINAMENTO

bm!

Studio Tecnico Dott. Ing Bruno Manca

GRUPPO DI LAVORO A.U.

Dott. Ing. Diego Bellini
Dott. Geol. Gianni Calia
Dott.ssa Ing. Silvia Exana
Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio
Dott. Ing. Bruno Manca
Dott. Ing. Giuseppe Pili
Dott. Ing. Michele Pigliaru
Dott.ssa Ing. Alessandra Scalas

REDATTORE

Dott. Geol. Giovanni Calia

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE
00	Settembre 2023	Prima emissione

FORMATO
ISO A4 - 297 x 210

**Comuni di SAN VERO MILIS E MILIS
Provincia di Oristano**

IMPIANTO AGRIVOLTAICO SAS MURTAS

RELAZIONE PERICOLOSITA SISMICA DI BASE

PREMESSA

Nell'ambito dello studio riguardante l'iter di valutazione d'impatto ambientale per la realizzazione di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare, grazie al fenomeno di conversione agrivoltaica, da immettere nella rete elettrica nazionale, in località *Sas Murtas*, in agro dei comuni di San Vero Milis e Milis (OR), il sottoscritto Geologo Giovanni Calia, iscritto all'Ordine dei Geologi della Sardegna al n. 184, su incarico della Sardegna Green 11 s.r.l., ha redatto la presente relazione geologica, e di caratterizzazione geotecnica e sismica dei terreni interessati dalla realizzazione del suddetto impianto.

L'impianto agrivoltaico, denominato "SAS MURTAS", è localizzato al confine tra i comuni di San Vero Milis e Milis (OR). La linea di connessione, dall'impianto alla Cabina Primaria, ricade per un tratto in territorio di San Vero Milis e prosegue poi nel territorio comunale di Narbolia (OR).

I dati necessari all'elaborazione della presente relazione, sono stati acquisiti sulla base di precedenti indagini geologiche e geotecniche eseguite nella zona e dalle osservazioni geomorfologiche e geologiche condotte in sito.

Il presente studio geologico, in accordo con le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2018 e la relativa circolare, deve essere condotto tenendo in considerazione i seguenti punti, indispensabili per una analisi completa delle problematiche relative sia alle fasi di progettazione che alle fasi di esecuzione delle opere:

- ✓ la successione litostratigrafica locale, con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità;
- ✓ i caratteri geostrutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità;
- ✓ i lineamenti geomorfologici della zona nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva;
- ✓ lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea
- ✓ caratterizzazione sismica del sito.

NORMATIVA TECNICA NAZIONALE

- Normativa e raccomandazioni tecniche
- 1) Circolare Min. LL.PP. 31/10/1986 - "Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale, precompresso e per le strutture metalliche"
- 2) D.M. 11/03/1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"
- 3) Circ. LL.PP. n. 30483 (Pres. Cons. Sup. - Servizio Tecnico Centrale) 24/09/88 " Legge 2/2/64 n. 64 art. 1 - D.M. 11/03/88 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".
- 4) O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni ed integrazioni.
- 5) D.M. 14/01/2008 - "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- 6) A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana - 1977 - "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".
- 7) A.G.I. - Associazione Geotecnica Italiana - 1994 - "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio".
- 8) Nuove norme tecniche per le costruzioni 2018 e circolare esplicativa 2019

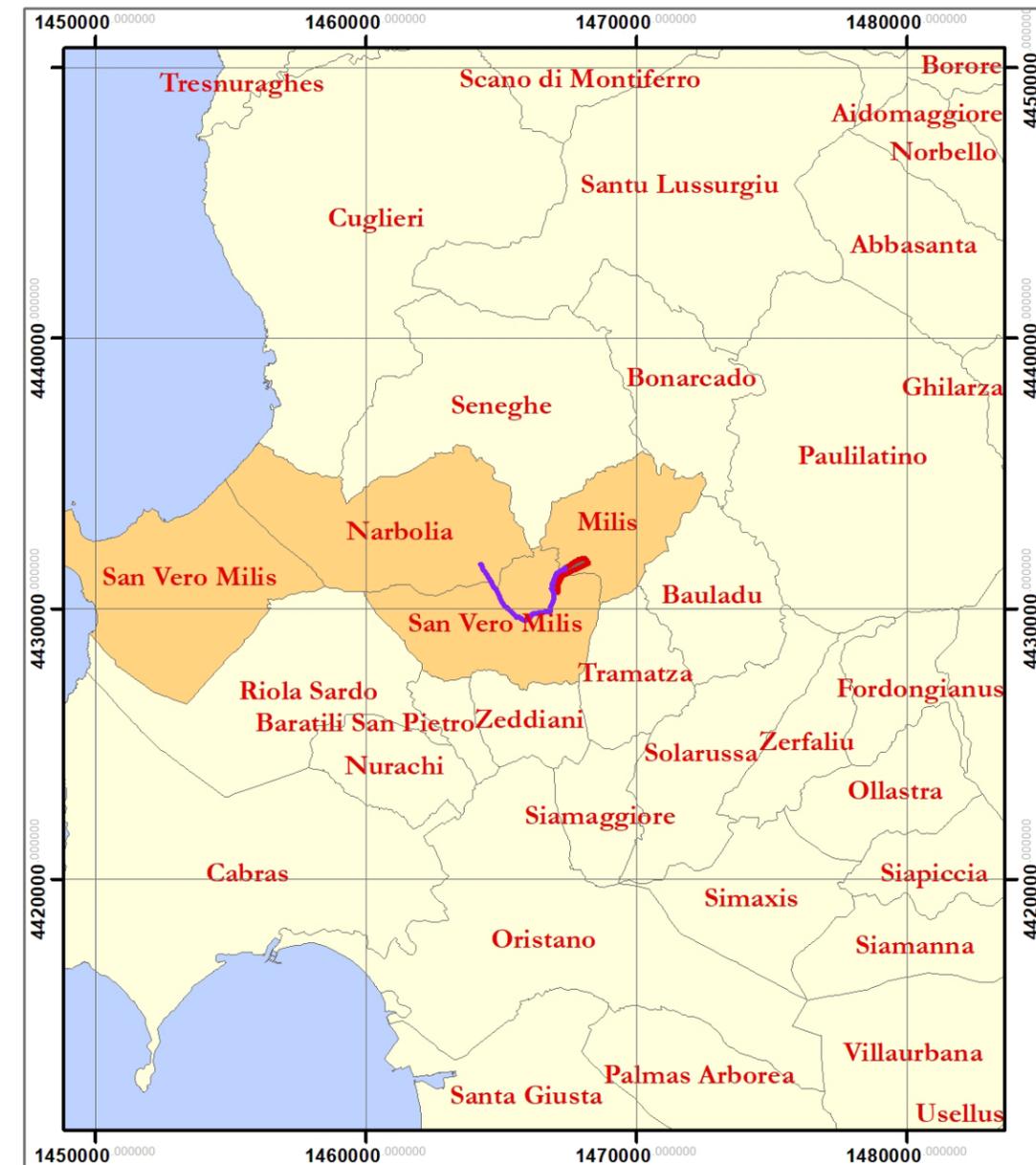
- Normativa Regionale
- 9) Piano Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna aggiornato con Delibera G.R. n. 54/33 del 30/12/04.

UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

L'impianto agrivoltaico, denominato "SAS MURTAS", è localizzato al confine tra i comuni di San Vero Milis e Milis (OR), mentre col cavidotto di connessione alla cabina primaria interessa anche il Comune di Narbolia (OR).

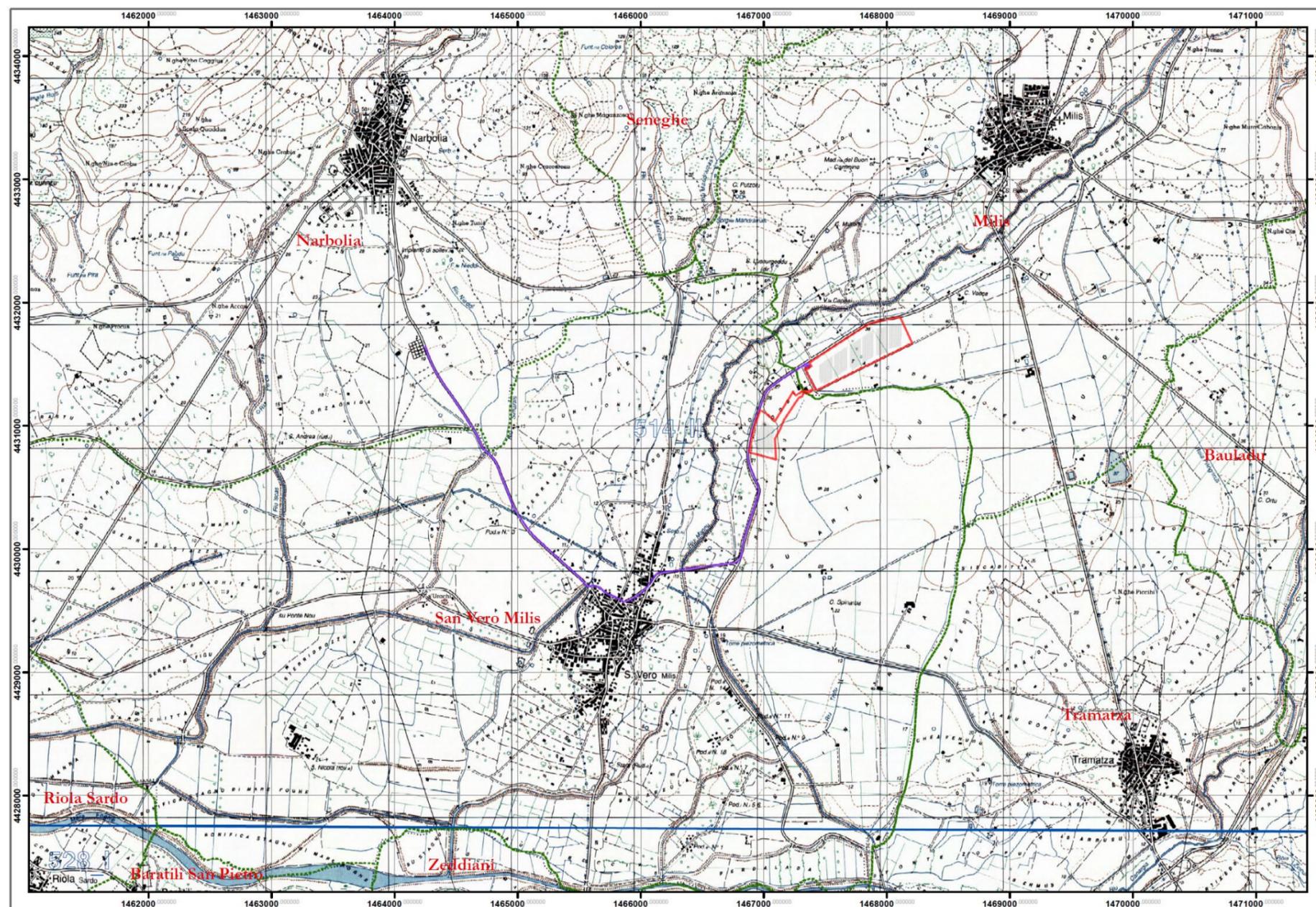
Dal punto di vista cartografico l'area ricade nelle seguenti carte ufficiali:

- Carta topografica d'Italia in scala 1:25.000 Foglio 514 SEZ. II;
- Carta Tecnica Regionale Sezioni 514150 e 514160.



INQUADRAMENTO TERRITORIALE
Scala 1:250.000

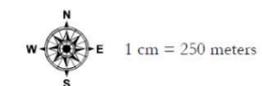
-  Territorio Comunale di San Vero Milis, Milis e Narbolia
-  Area di progetto
-  Tracker
-  Cavidotto

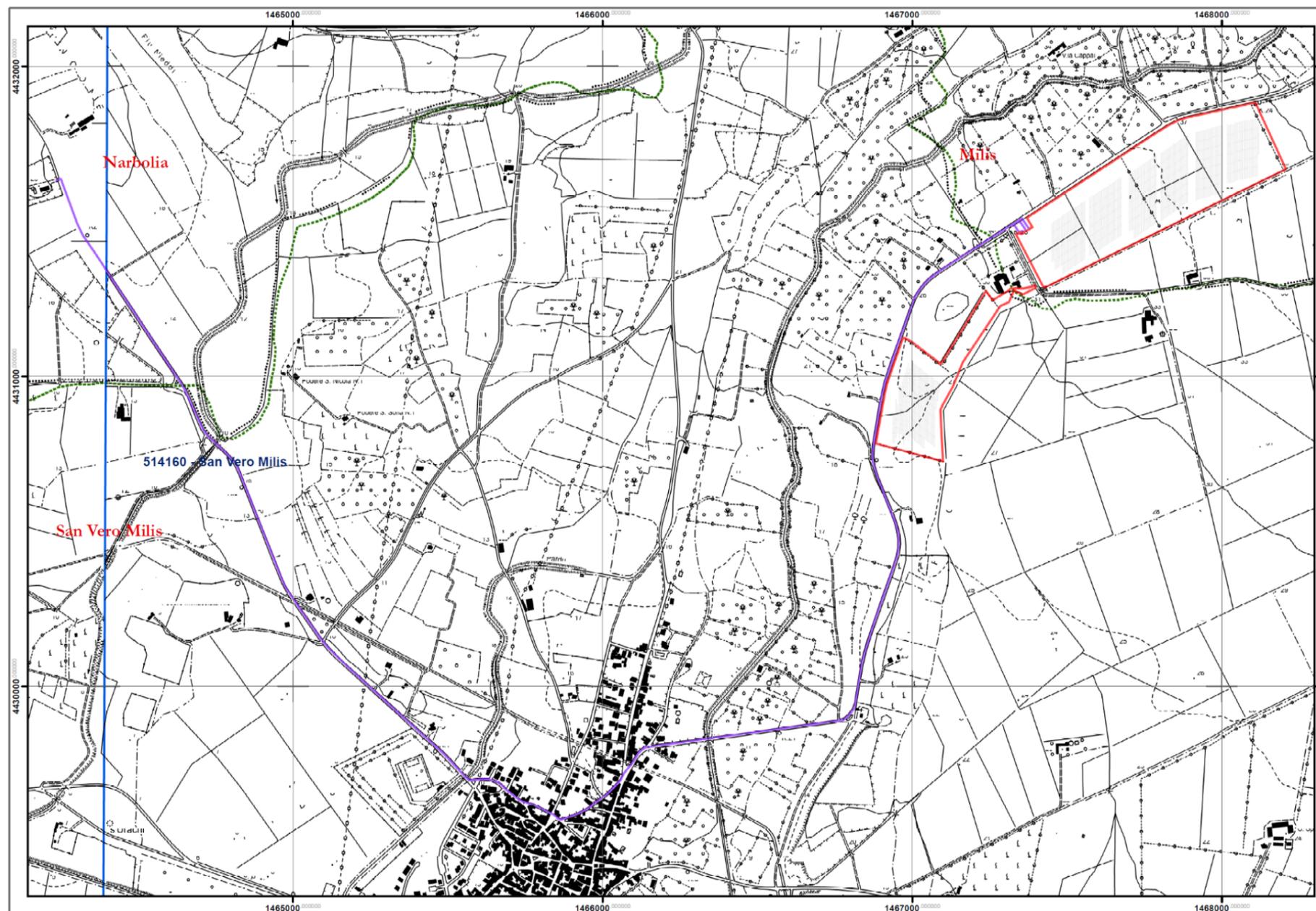


SEZIONE 1
CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA - Serie 25 I.G.M.I.
Scala 1:25.000

Legenda

-  Area di progetto
-  Tracker
-  Cavidotto
-  Confine comunale
-  Quadro d'unione 10k

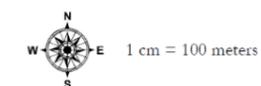




SEZIONE 2
CARTA TECNICA REGIONALE - SARDEGNA
Scala 1:10.000

Legenda

-  Area di progetto
-  Tracker
-  Cavidotto
-  Confine comunale
-  Quadro d'unione 10k



ASSETTO GEOLOGICO D'INQUADRAMENTO

L'area in esame nel suo inquadramento generale, è ubicata nella parte settentrionale della Fossa del Campidano. Questa depressione tettonica originata durante il Plio-Quaternario dall'attivazione di un sistema di faglie con direzione preferenziale NO-SE è impostata sulla parte meridionale della preesistente Fossa Sarda riferibile invece all'Oligo-Miocene. E' limitata a Nord dal Montiferru, a Est dal Monte Grighini e dal Monte Arci e a Ovest dalla piana costiera del Sinis.

I depositi di quest'area, osservabili in affioramento e fino ad alcune decine di metri di profondità, pur di diversa età (compresa fra il Pleistocene e l'Attuale), sono legati essenzialmente alla dinamica fluviale e costiera.

Le alluvioni antiche sono la testimonianza di un reticolo idrografico sovente non coerente con quello attuale. La piana oristanese è formata da un vasto accumulo di sedimenti generato per la deposizione progressiva di una spessa coltre di detriti alluvionali, fluviali e palustri, depositisi al variare del livello marino di base, in stretta correlazione con l'andamento climatico del Quaternario. Nell'area studiata le alluvioni antiche si appoggiano ai rilievi miocenici spingendosi talora fino a quote molto elevate.

Nell'ambito del territorio di San Vero Milis e Milis le alluvioni antiche assumono particolare importanza in quanto costituiscono oltre che l'affioramento più antico ed esteso, anche quello che occupa la gran parte del territorio comunale.

Le unità geologiche più recenti, di ridotto spessore, sono contraddistinte da una notevole anisotropia composizionale e granulometrica, sia in senso orizzontale che verticale; risultano disposti secondo giaciture ad andamento discontinuo ed eteropico per cui i singoli depositi si caratterizzano per l'estrema variabilità delle loro potenze e per la notevole difformità dei materiali che li compongono completamente dissimili per caratteristiche fisiche e meccaniche.

Gli elementi costitutivi dell'alluvione sono soprattutto ciottoli di quarzo e di metamorfiti, sabbie e ghiaie. In taluni settori i singoli elementi, di forma generalmente subarrotondata possono raggiungere dimensioni ragguardevoli, superando frequentemente i 10÷15 cm di diametro. Normalmente il litotipo più rappresentato è dato dal quarzo, anche se limitatamente ad alcune zone prevalgono i porfiroidi. La matrice è costituita da sabbie, limi e da argilla di natura illuviale.

SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA LOCALE

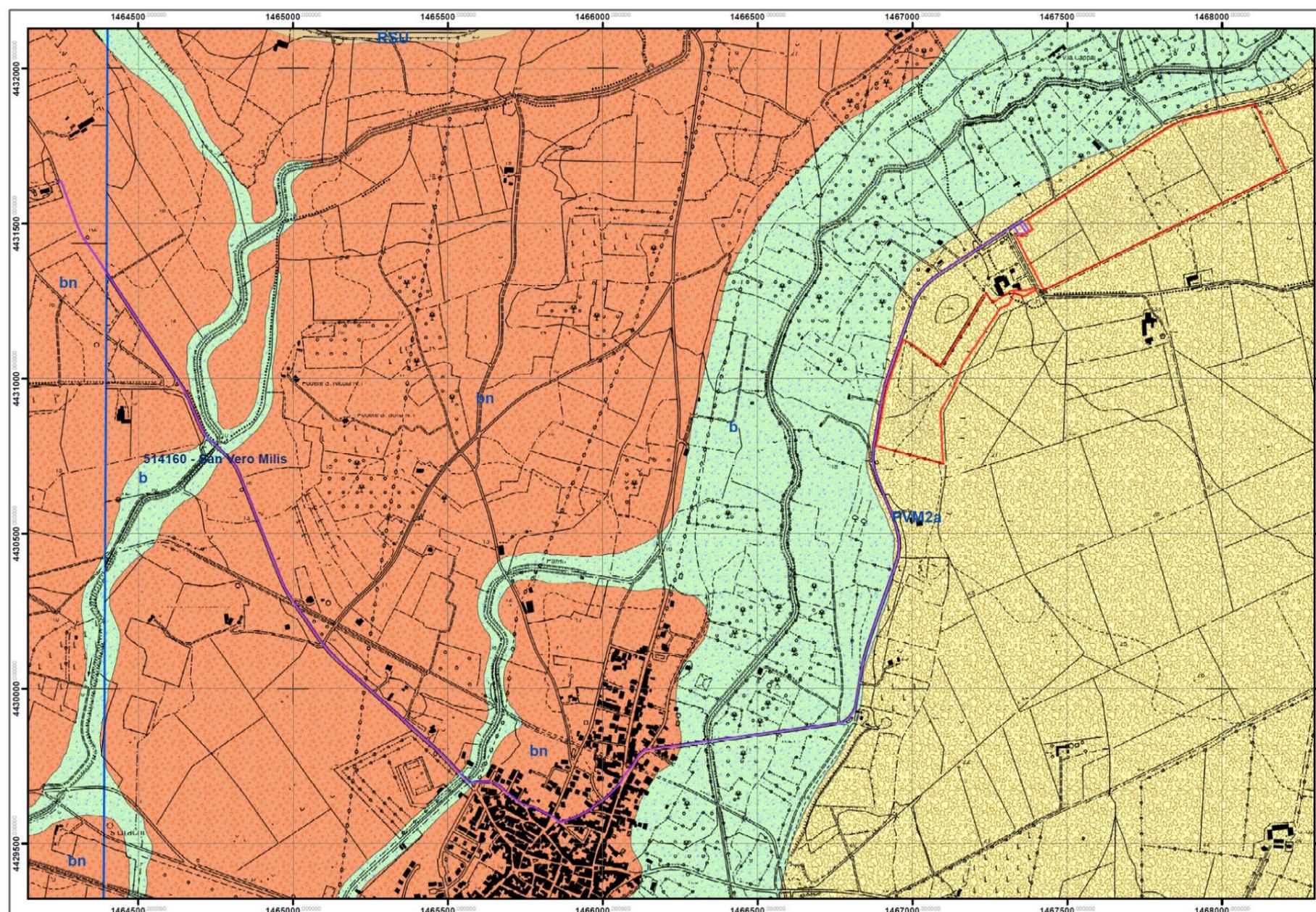
L'area in esame è posta alla quota di circa 15 m s.l.m..

La situazione litostratigrafica locale è stata definita attraverso l'osservazione diretta dei litotipi affioranti e informazioni dedotte sia dalla letteratura che da precedenti studi in terreni simili. La situazione litostratigrafica può essere schematizzata come segue:

Suolo: L'origine è dovuta principalmente alla pedogenizzazione degli strati superficiali delle alluvioni. La potenza di tali accumuli è variabile da qualche decimetro sino ad 0.50 m. Dal punto di vista fisico, in linea di massima li possiamo definire incoerenti e con bassa resistenza meccanica.

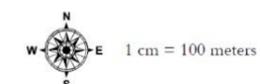
Depositi antropici: si tratta di materiali di riporto nell'ambito delle lavorazioni agricole, prevalentemente terrosi con discreta componente sabbiosa e ciottolosa. Lo spessore di questi materiali varia tra 30 – 40 cm.

Depositi alluvionali terrazzati: sono rappresentati da livelli detritici costituiti da depositi ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-limosi. La potenza di questi depositi dovrebbe attestarsi intorno a 8-10 m.



SEZIONE 4
 CARTA GEOLOGICA
 Scala 1:5.000
 Legenda

- Depositi alluvionali. OLOCENE
- Depositi alluvionali terrazzati. OLOCENE
- Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.
- UNITÀ DI MONTE RASSU. Basalti alcalini, trachibasalti, hawaiiiti, a noduli peridotitici e gabbrici, con intercalazioni scoriaee, coni di scorie, tufi e filoni. PLIO-PLEISTOCENE
- Area di progetto
- Tracker
- Cavidotto
- Confine comunale
- Quadro d'unione 10k



LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELLA ZONA

Il Campidano di Oristano è attraversato dal tratto terminale del fiume Tirso e dei suoi affluenti, che hanno avuto un ruolo molto importante, con la loro azione di erosione, trasporto e sedimentazione, nella formazione della piana e nel suo successivo modellamento.

La vasta superficie, da sub-pianeggiante ad ondulata, modellata nei potenti depositi detritici plio-quadernari di varia origine, degrada dolcemente verso il mare. Essa è incisa dagli alvei del Tirso degli altri fiumi gravitanti nell'area, che presentano reticolo idrografico ad andamento da rettilineo a meandriforme, localmente anastomizzato. La piana è attraversata anche da una fitta rete di canali artificiali, realizzati dagli anni '30 fino ad oggi.

L'area di stretto interesse è caratterizzata da superfici terrazzate, formatesi in diversi periodi ed in condizioni climatiche differenti dalle attuali, stagni, piccole paludi, lagune costiere e vasti campi dunali, interrompono localmente la monotonia del paesaggio pianeggiante.

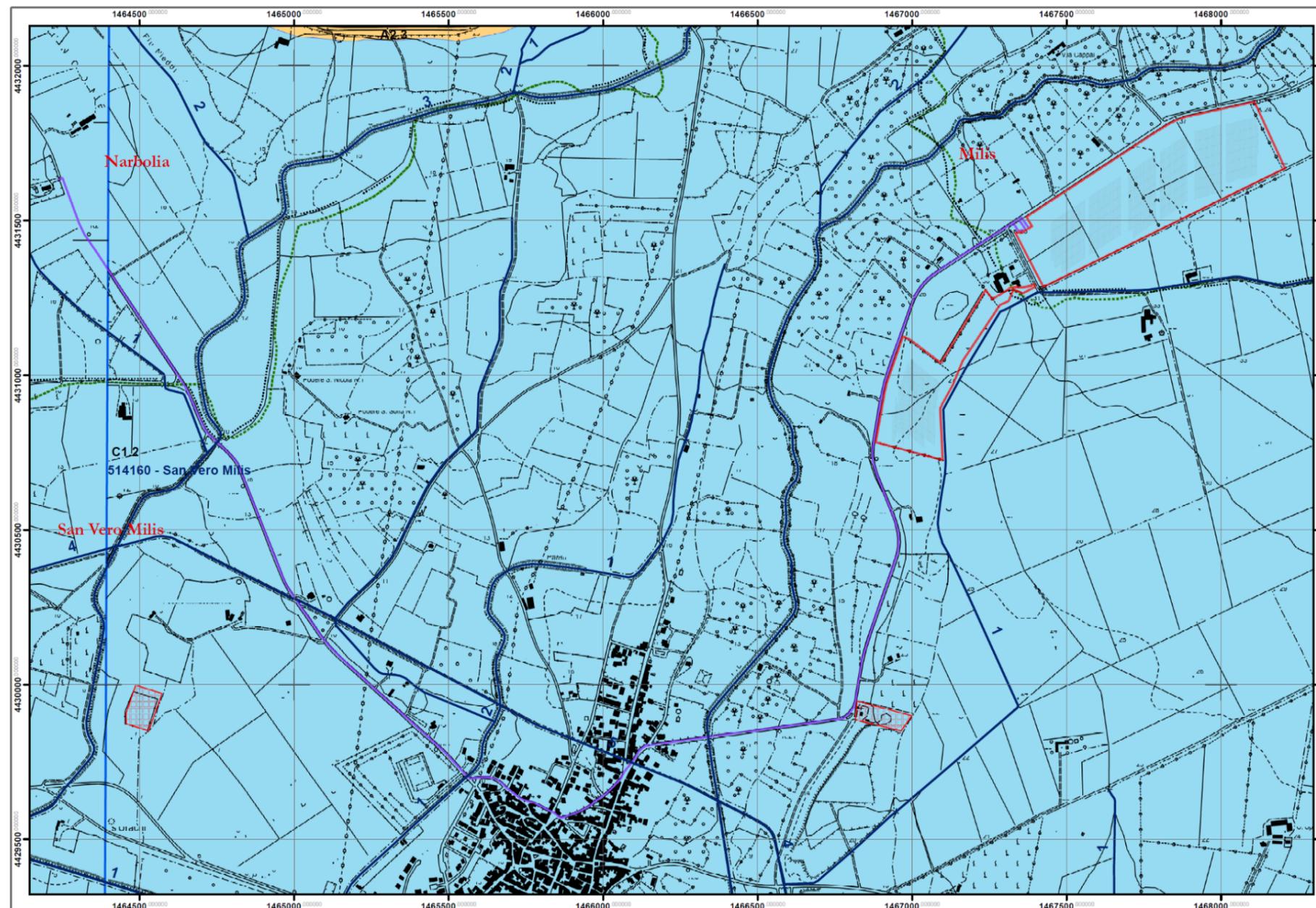
Nella pianura si distinguono le seguenti unità geomorfologiche:

- Le alluvioni antiche terrazzate

Le alluvioni antiche terrazzate, substrato di tutta la zona, consistono in depositi sabbioso- ciottolosi, sedimentati nel Plio-Quaternario dal paleo-Tirso e dai fiumi minori che attraversano la pianura.

Questi depositi un tempo costituivano la gran parte della pianura del Campidano. La successiva opera di modellamento , sono stati parzialmente smantellati e modellati dalla successiva erosione fluviale tanto che oggi si presentano generalmente terrazzati. I terrazzi fluviali, debolmente ondulati, sono separati da piccole vallecicole nelle quali si instaura una rete idrografica attiva solo in occasione di forti precipitazioni. Essi sono caratterizzati da bordi generalmente netti e sono raccordati ai terreni più recenti da scarpate di erosione fluviale, oramai inattive, più o meno acclivi, dove agiscono il dilavamento diffuso ed il ruscellamento incanalato, che localmente ha prodotto piccoli solchi di erosione.

Il territorio in esame risulta fortemente antropizzato dalle numerose aziende agricole e per la presenza di diverse cave di inerti.



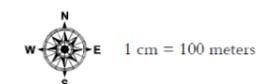
SEZIONE 6
CARTA GEOMORFOLOGICA
 Scala 1:10.000
 Legenda

- LITOLOGIA**
- A2.3 Basalti alcalini, Trachibasalti, Hawaiiiti, Mugariti, Fonoliti, Tefriti
 - C1.2 Depositi terrigeni continentali di conoide e piana alluvionale (ghiaie, sabbie, limi, argille), (conglomerati, arenarie, siltiti, peliti)

ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

TIPO, STATO

- Cava attiva
- Elemento idrico con relativo ordine gerarchico
- Area di progetto
- Tracker
- Cavidotto
- Confine comunale
- Quadro d'unione 10k



CENNI SULL'IDROGEOLOGIA DEL SISTEMA

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI (NTC 2018).

CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI TERRENI (NTC 2018).

Viste le caratteristiche geologico-stratigrafiche e strutturali e la modesta entità dell'intervento in progetto si ritiene correttamente percorribile e utilizzabile l'approccio semplificato (basato sull'individuazione delle categorie di sottosuolo).

Con questo tipo di caratterizzazione si ottengono i parametri sismici di riferimento per 4 differenti stati limite:

Stati Limite di Esercizio SLE	SLO Stato Limite di Operatività
	SLD Stato Limite di Danno
Stati Limite Ultimi SLU	SLV Stato Limite di Salvaguardia della Vita
	SLC Stato Limite di Collasso

I **parametri sismici** di riferimento sono i seguenti:

Probabilità di superamento nella vita di riferimento	Probabilità di avere almeno un sisma con tempo di ritorno TR, durante il periodo di riferimento della costruzione considerata (vita nominale)
Periodo di ritorno (anni)	Tempo di ritorno del terremoto considerato
ag	Accelerazione orizzontale massima espressa in funzione di g (accelerazione di gravità)
Fo	Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
Tc*	Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

In base a questa zonazione si hanno i seguenti dati:

DATI SULLA COSTRUZIONE			
CLASSE D'USO	VITA NOMINALE	COEFFICIENTE D'USO	VITA DI RIFERIMENTO
II Affollamento normale. Assenza di funzioni pubbliche e sociali	30 anni	1	50 anni

Valori finali calcolati

VALORI CALCOLATI				
STATO LIMITE	SLO	SLD	SLV	SLC
PARAMETRO				
Probabilità di superamento nella vita di riferimento	0,810	0,630	0,100	0,050
Periodo di ritorno (anni)	30	35	332	682
ag	0,019 g	0,020 g	0,045 g	0,055 g
Fo	2,610	2,628	2,855	2,930
Tc*	0,273 sec	0,280 sec	0,332 sec	0,356 sec

CATEGORIE DI SOTTOSUOLO DEL SITO

Ai sensi dell'articolo 3.2.2 delle NTC, tab. 3.2.II per la definizione dell'azione sismica di progetto, i terreni osservati rientrano nella **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	Caratteristiche della superficie topografica
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.
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.
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.
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.
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 30m.

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE DEL SITO

Ai sensi dell'articolo 3.2.2 delle NTC (D.M. 17/01/2018 NTC 2018), per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tabella 3.2.III):

le condizioni topografiche prevalenti del sito rientrano nella seguente categoria topografica

Categoria T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.

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

CONCLUSIONI

Il sito in esame è caratterizzato dall'affioramento di alluvioni terrazzate ricoperte da uno strato di materiali di riporto dovuto alle attività agricole.

Dal punto di vista geotecnico, sulla base di quanto sinora detto, è possibile giungere alle seguenti conclusioni:

- ✚ nell'area in esame non è stata riscontrata la presenza di elementi tettonici attivi che possano innescare fenomeni di instabilità;
- ✚ i terreni sono caratterizzati da una permeabilità in genere media. L'area dell'impianto in progetto non è interessata neanche marginalmente dalla rete di canali di scolo del Consorzio di Bonifica. Si può escludere quindi il rischio di interferenze tra opera in progetto e acque sia sotterranee che superficiali, è opportuno comunque garantire l'efficienza del sistema di drenaggio delle acque piovane al fine di allontanarle dall'area di sedime dell'impianto;
- ✚ non sono stati riscontrati fenomeni morfogenetici in atto e/o potenziali;
- ✚ i terreni di fondazione sono caratterizzati da una buona capacità portante e sono sufficientemente stabili e in grado quindi di sopportare ampiamente le sollecitazioni indotte dalle opere in progetto.