



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-R07

OGGETTO:
Relazione geologica

COORDINAMENTO

bm!

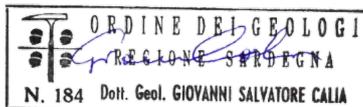
Studio Tecnico Dott. Ing Bruno Manca

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 GEOLOGICA

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

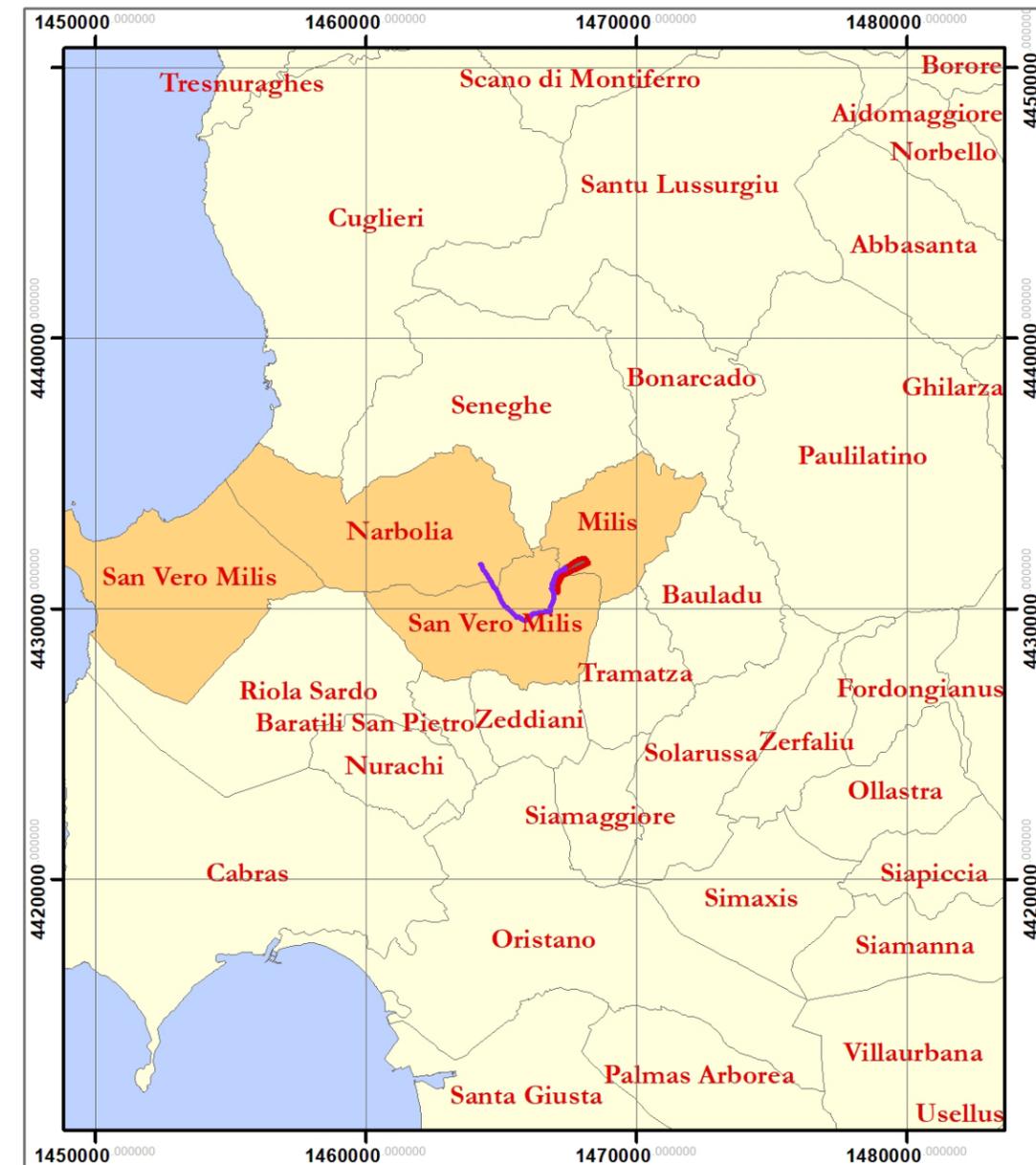
- Normativa Regionale
- 9) Piano Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna aggiornato con Delibera G.R. n. 54/33 del 30/12/04.

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).

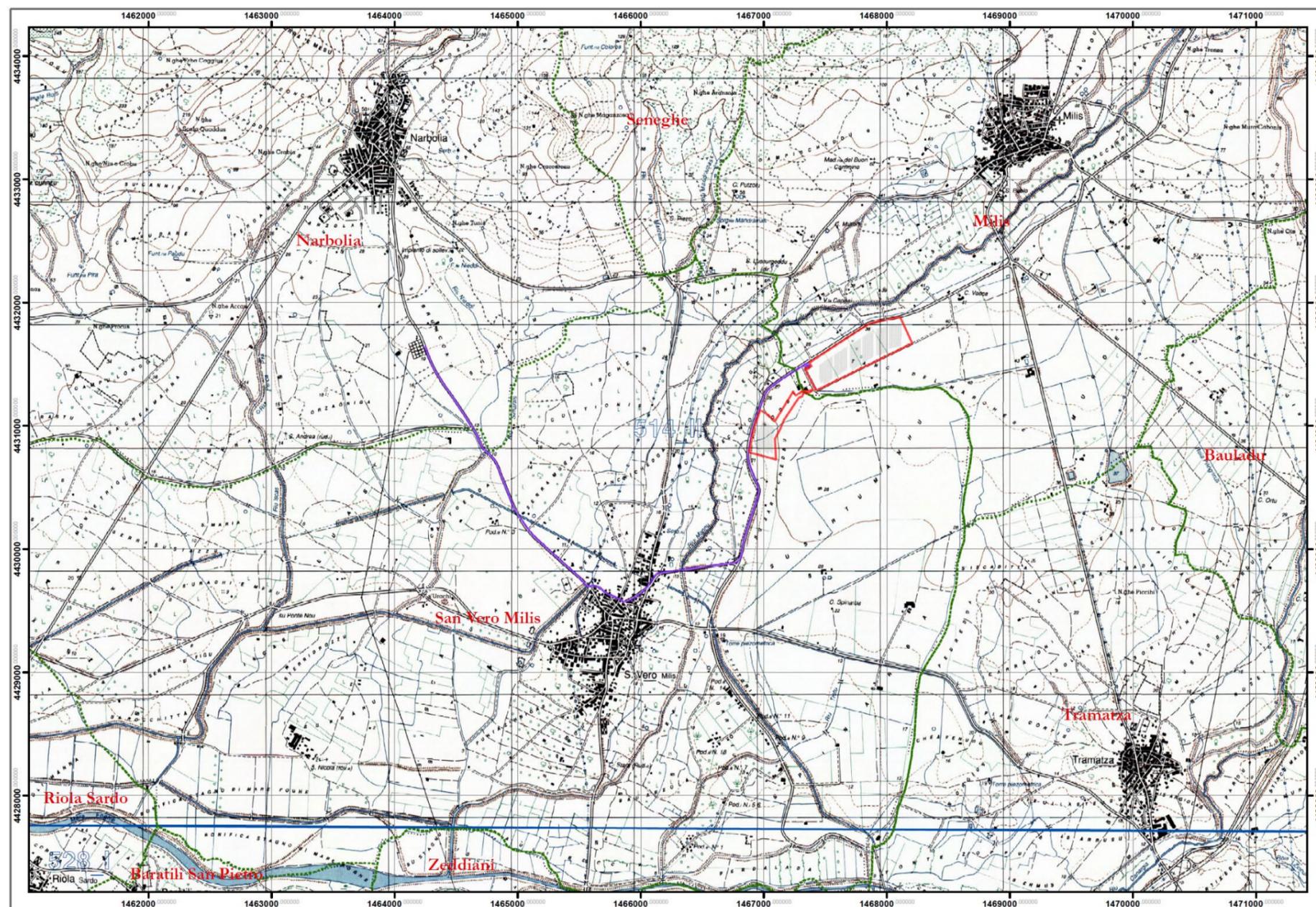
Dal punto di vista cartografico l'area ricade nelle seguenti carte ufficiali:

- 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

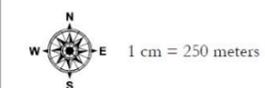
-  Territorio Comunale di San Vero Milis, Milis e Narbolia
-  Area di progetto
-  Tracker
-  Cavidotto

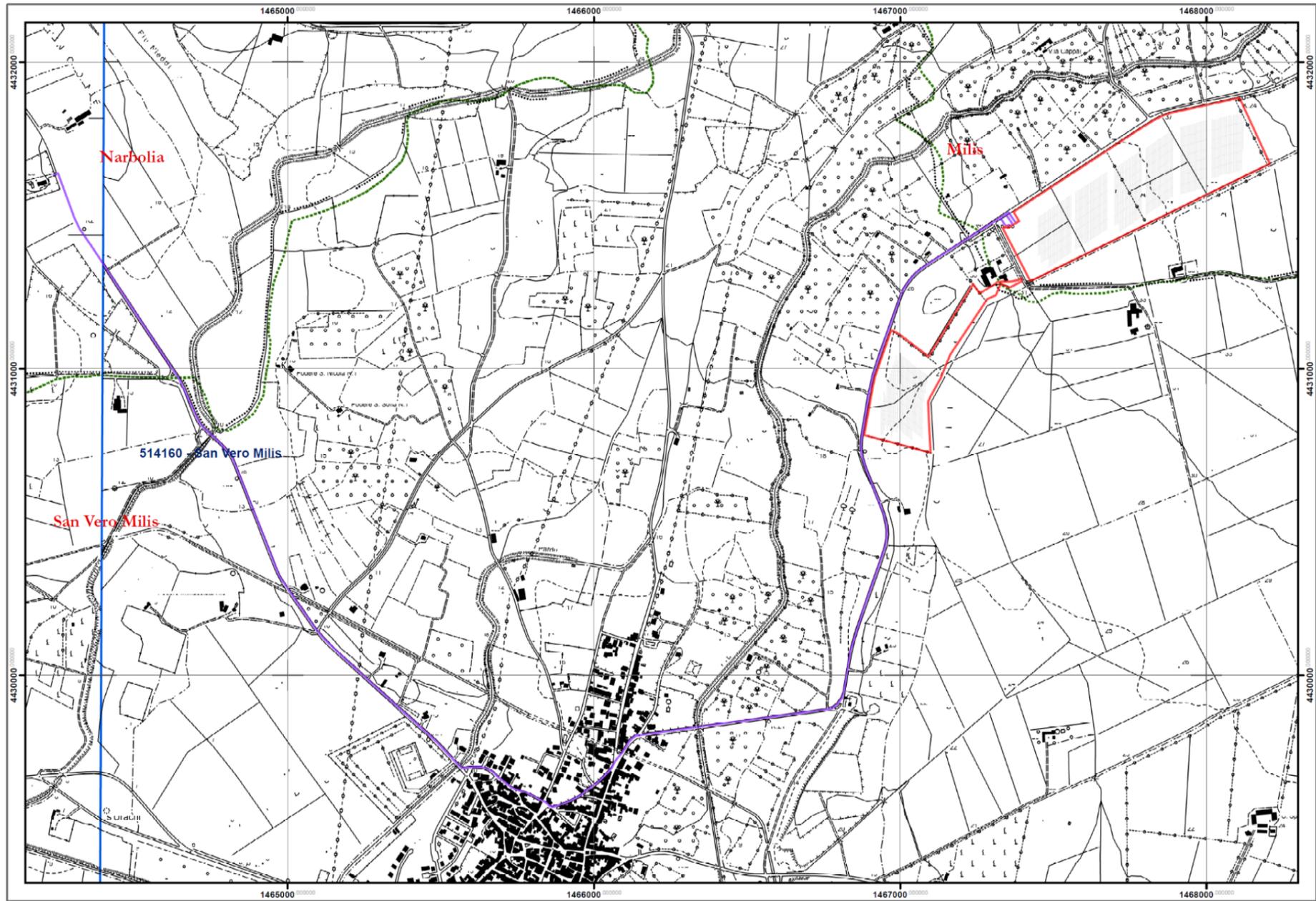


SEZIONE 1
CARTA TOPOGRAFICA D'ITALIA - Serie 25 I.G.M.I.
Scala 1:25.000

Legenda

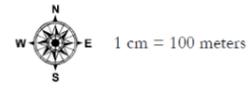
-  Area di progetto
-  Tracker
-  Cavidotto
-  Confine comunale
-  Quadro d'unione 10k





SEZIONE 2
CARTA TECNICA REGIONALE - SARDEGNA
Scala 1:10.000

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



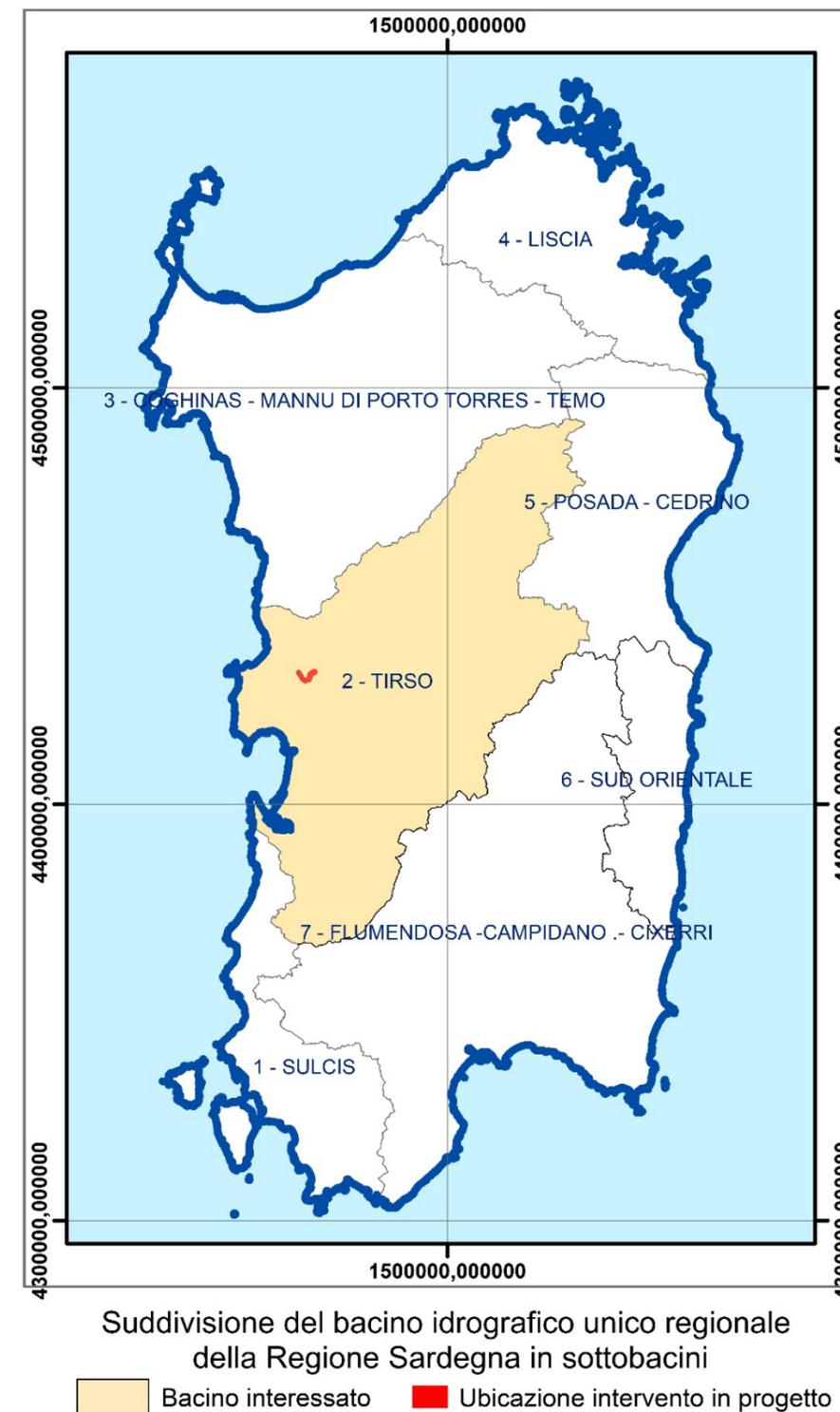
INQUADRAMENTO DELL'AREA NEL PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

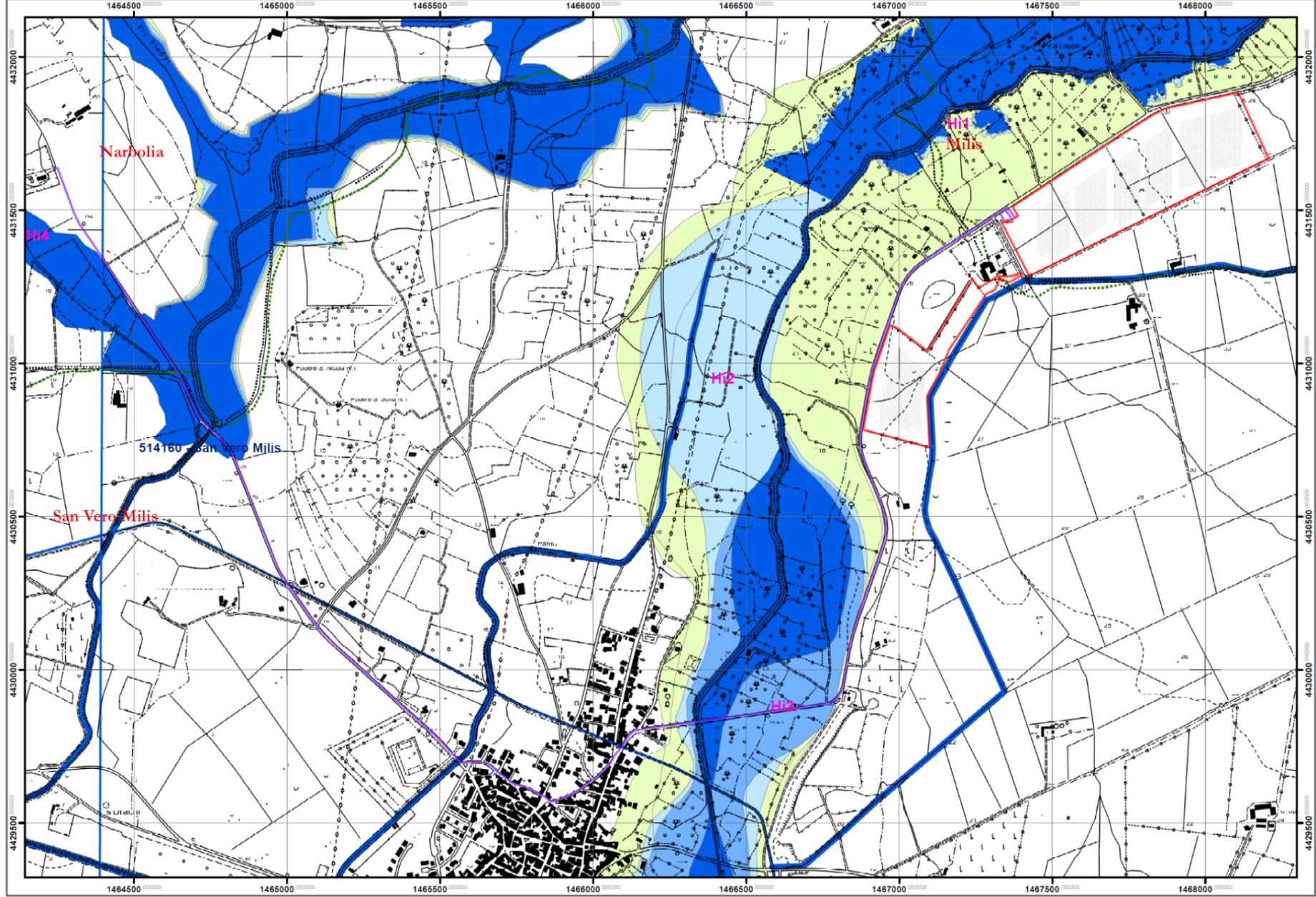
La porzione di territorio su cui si deve intervenire ricade nel Sub-bacino 2 TIRSO ed è stata censita nell'ambito della predisposizione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, del Piano Stralcio Fasce Fluviali e del Piano Gestione Rischio Alluvioni..

Nella cartografia relativa alla pericolosità da frana il terreno in esame interessato dall'impianto agrivoltaico e dal cavidotto risulta classificato tra le aree di pericolosità geomorfologica Hg0 (aree prive di fenomeni franosi in atto e/o potenziali).

L'area interessata dalla realizzazione della centrale agrivoltaica non ricade all'interno delle aree a pericolosità idraulica. Il cavidotto invece intercetta aree a pericolosità idraulica da moderata a molto elevata del Piano per l'Assetto Idrogeologico, dove la posa del cavo mediante trivellazione orizzontale controllata (TOC) in attraversamento sotterraneo dell'asta fluviale.

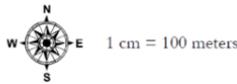
La realizzazione del cavidotto nella aree caratterizzate da una pericolosità idraulica media elevata e molto elevata è ammissibile ai sensi delle N. di A. del PAI che all'art. 27 Disciplina delle aree di pericolosità idraulica molto elevata (Hi4) al comma 3 in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, alla lettera *h* consente la realizzazione degli **allacciamenti a reti principali e nuovi sottoservizi a rete interrati lungo tracciati stradali esistenti, ed opere connesse compresi i nuovi attraversamenti; nel caso di condotte e di cavidotti non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica di cui all'articolo 24 delle presenti norme a condizione che, con apposita relazione asseverata del tecnico incaricato, venga dimostrato che gli scavi siano effettuati a profondità limitata ed a sezione ristretta, comunque compatibilmente con le situazioni locali di pericolosità idraulica e, preferibilmente, mediante uso di tecniche a basso impatto ambientale.**

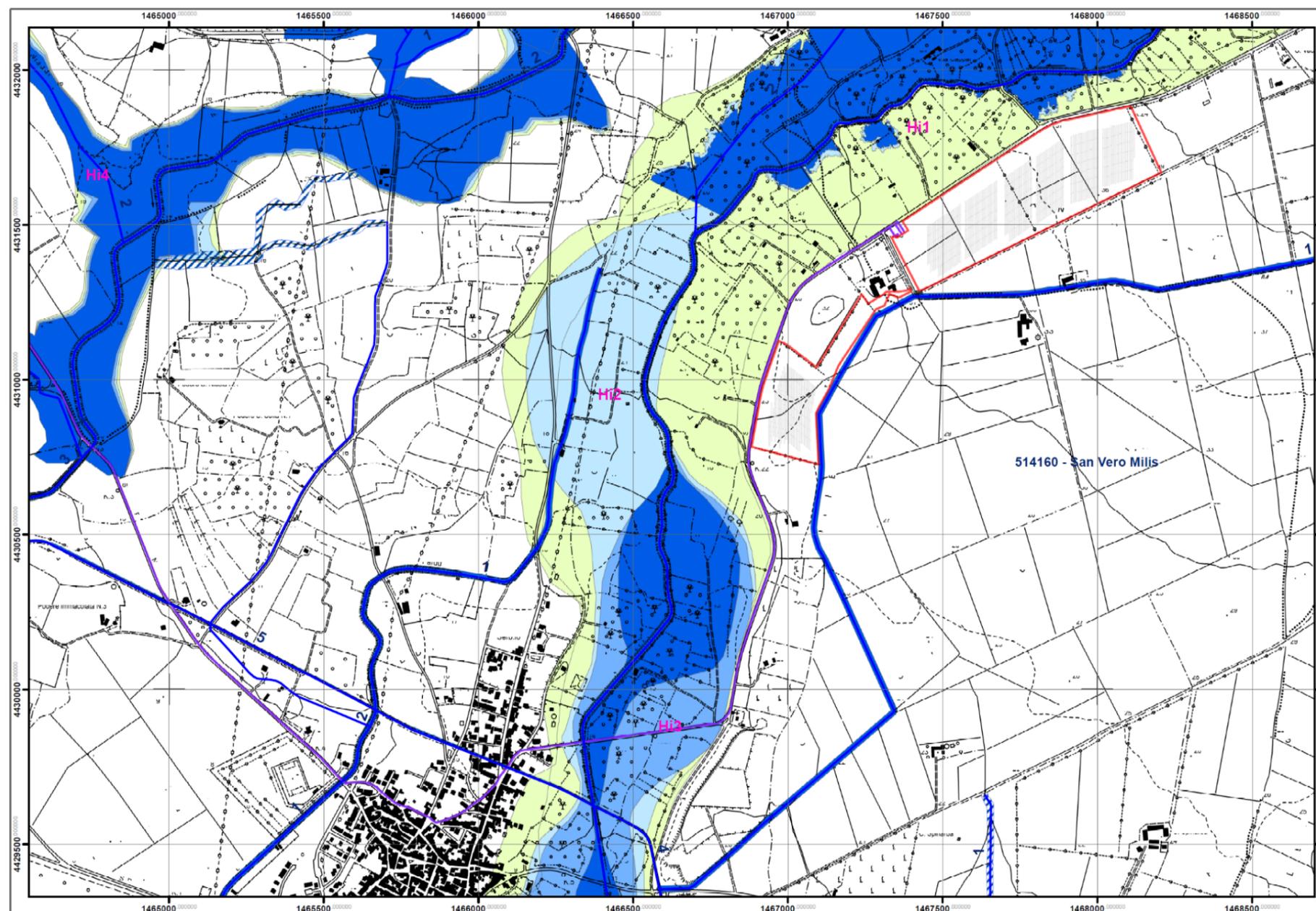




SEZIONE 8
CARTA DELLA PERICOLOSITA IDRAULICA
P.A.I./P.G.R.A.
Scala 1:10.000

- Legenda
- PERICOLOSITA
-  Hi1
 -  Hi2
 -  Hi3
 -  Hi4
-  Area di progetto
-  Tracker
-  Cavidotto
-  Confine comunale
-  Quadro d'unione 10k





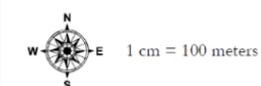
SEZIONE 10
CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO
(ART. 30 TER COMMA 1 N. DI A. DEL P.A.I.)
E DELLA PERICOLOSITA IDRAULICA P.A.I./P.G.R.A.
CON LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO
SCALA 1:2.000

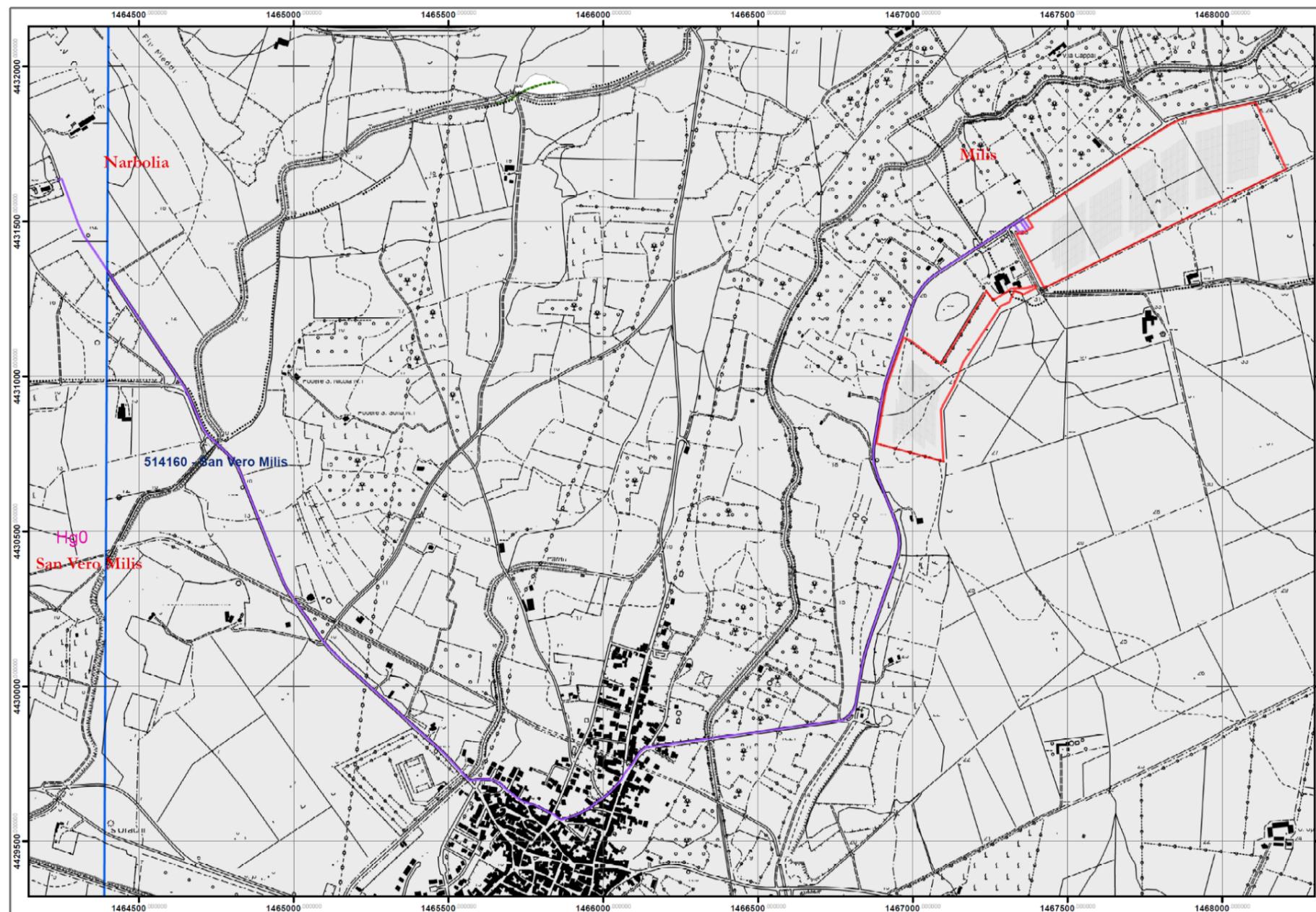
Legenda

-  Elemento idrico con relativo ordine gerarchico (numero di Horton - Strahler)
-  Fascia di tutela della pubblica incolumità, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico ai sensi dell'art. 30ter delle N. di A. del P.A.I.

Ordine gerarchico (numero di Horton - Strahler)	Profondità L (metri)
1	10
2	25
3	50
4	75
5	100
6	150

-  PERICOLOSITA Hi1
-  PERICOLOSITA Hi2
-  PERICOLOSITA Hi3
-  PERICOLOSITA Hi4
-  Area di progetto
-  Tracker
-  Cavidotto
-  Confine comunale
-  Quadro d'unione 10k





SEZIONE 9
CARTA DELLA PERICOLOSITA DA FRANA
Scala 1:10.000

- Legenda
PERICOLOSITA
- Hg0
 - Hg1
 - Hg2
 - Hg3
 - Hg4
 - 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

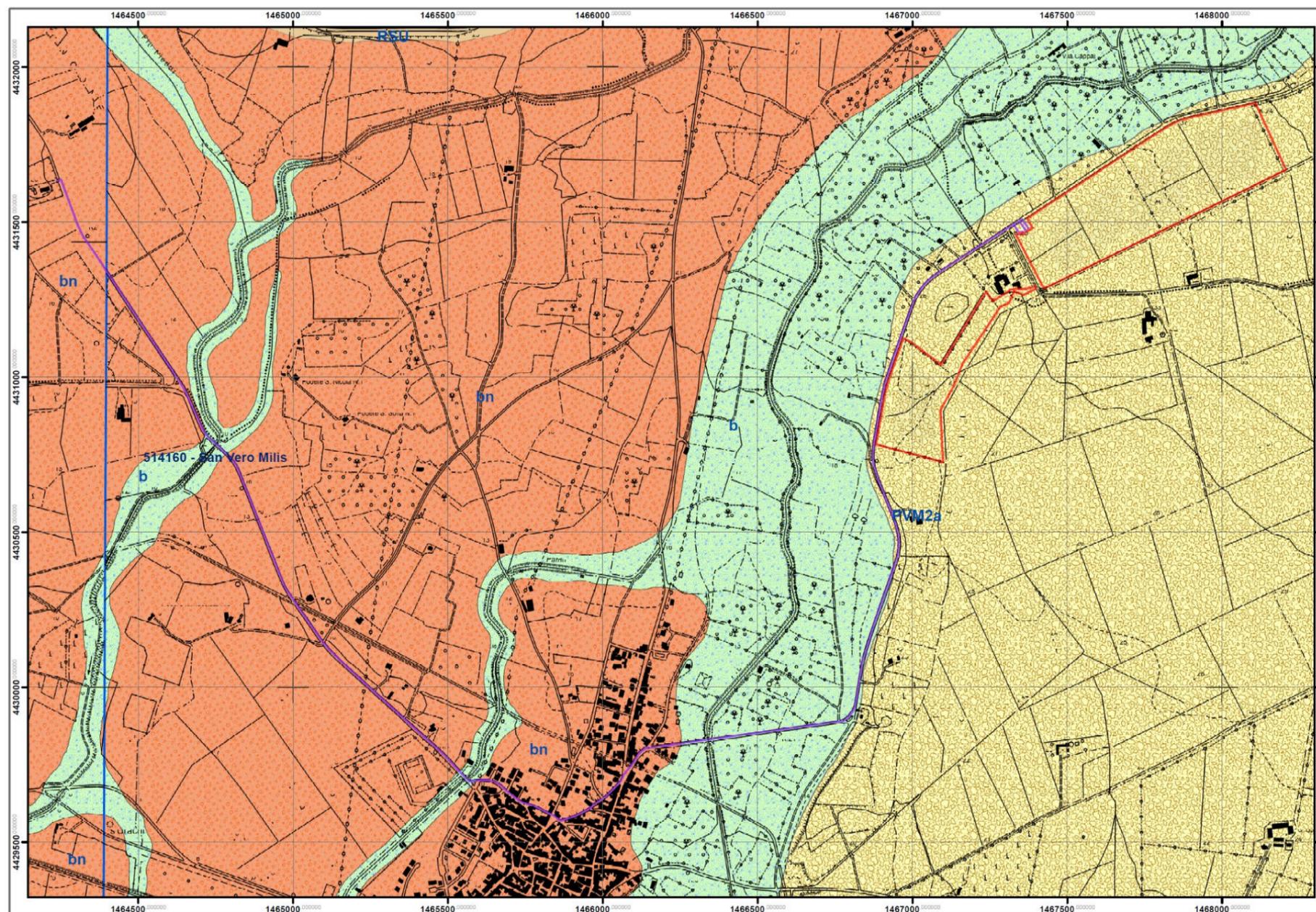
L'area in esame è posta alla quota di circa 15 m s.l.m..

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.

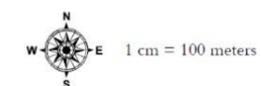
Depositi antropici: si tratta di materiali di riporto nell'ambito delle lavorazioni agricole, prevalentemente terrosi con discreta componente sabbiosa e ciottolosa. Lo spessore di questi materiali varia tra 30 – 40 cm.

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, conif 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.

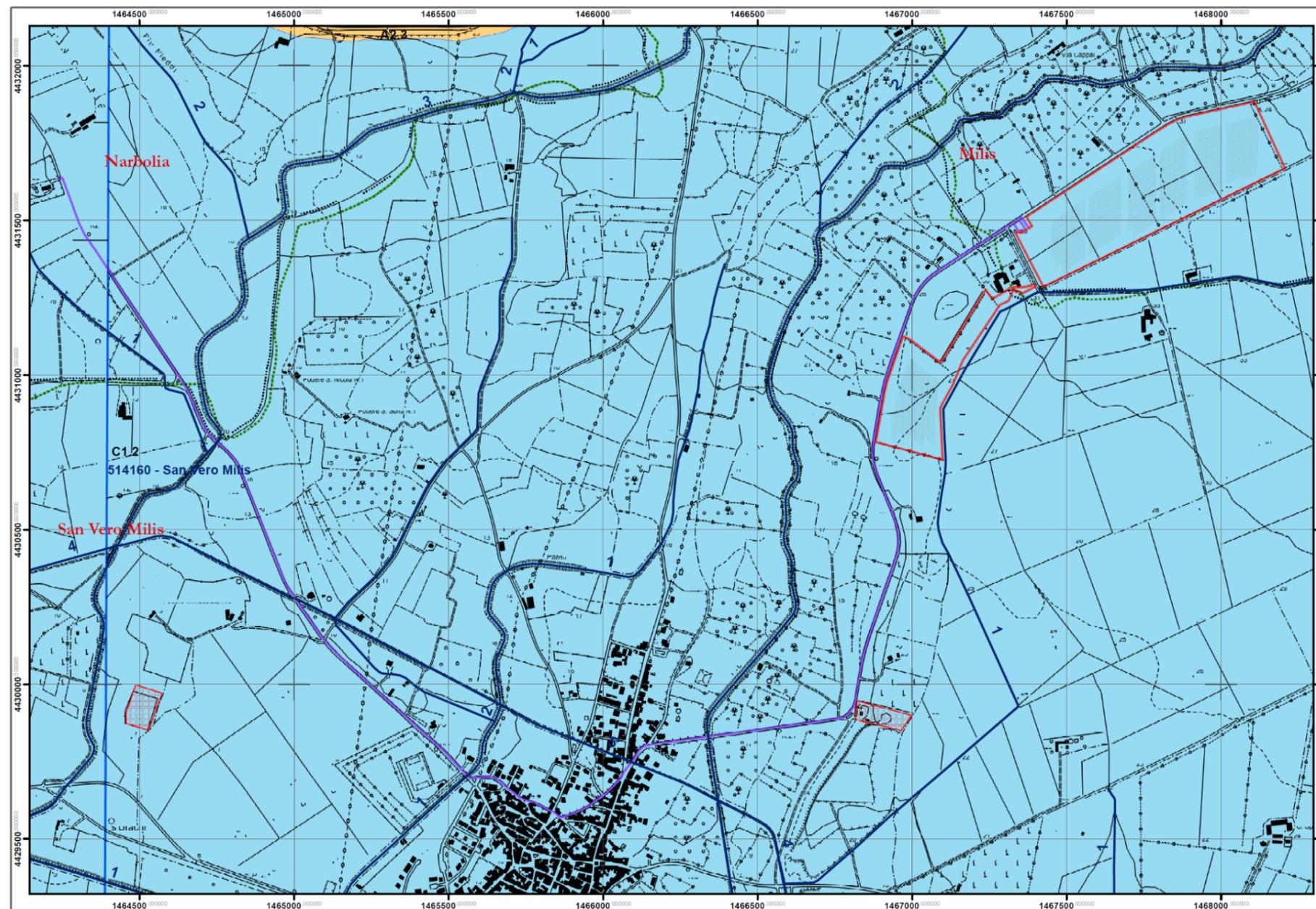
Nella pianura si distinguono le seguenti unità geomorfologiche:

- 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 vallecole 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.



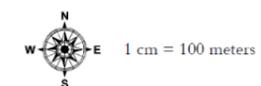
SEZIONE 6
CARTA GEOMORFOLOGICA
 Scala 1:10.000
 Legenda

- 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

Idrografia

La zona dell'intervento ricade a N di San Vero Milis, posto circa 8.0 km a N rispetto al corso del fiume Tirso, il fiume più importante della Sardegna, per lunghezza ed ampiezza del bacino, che domina e caratterizza tutto l'assetto idrologico ed idraulico del settore.

La circolazione idrica superficiale è pertanto dominata dalla presenza del fiume Tirso, dei rii minori e da numerosi canali di scolo a servizio della rete di irrigazione del Consorzio di Bonifica dell'Oristanese (CBO) e dal sistema lagunare del Golfo di Oristano.

L'area dell'impianto in progetto è interessata marginalmente da tale rete di canali di scolo con due aste di ordine gerarchico 1.

Idrogeologia

La complessa geometria delle diverse facies affioranti nel settore non permette facili e sicure correlazioni stratigrafiche di dettaglio. La semplificazione della situazione stratigrafica porta all'individuazione di quattro unità idrogeologiche caratterizzate da diversa permeabilità:

- ✓ La formazione delle alluvioni e delle conoidi alluvionali antiche. Questi terreni mostrano nel complesso una permeabilità bassa per la presenza di potenti orizzonti conglomeratici ad abbondante matrice fine, localmente cementati ed addensati e livelli limo-argillosi poco permeabili, intercalati a livelli francamente sabbiosi e ghiaiosi che possono presentare permeabilità media e localmente alta;
- ✓ Le alluvioni medie: costituite dagli stessi terreni detritici della formazione precedente, ma meno addensate e poco cementate presentano una permeabilità da bassa a media;
- ✓ Le alluvioni recenti, poco cementate e poco costipate, spesso ghiaiose-sabbiose, presentano nel complesso una permeabilità media che, in funzione della percentuale dei materiali fini presenti, può decrescere od aumentare consistentemente.
- ✓ I terreni argillo-limosi delle aree paludose sono caratterizzati da permeabilità da bassa a molto bassa.
- ✓ Le dune costiere e le sabbie di spiaggia sono caratterizzate da permeabilità alta per porosità.

All'interno di tali unità si rinvengono:

- **Acquiferi freatici e semiconfinati principali.**

Generalmente molto superficiali si rinvengono nelle alluvioni sabbioso-ciottolose più recenti e nelle sabbie eoliche. Essi sono alimentati principalmente dal corso di subalveo dei principali corsi d'acqua che solcano il Campidano, dal drenaggio dei numerosi canali di bonifica e dalla stessa infiltrazione efficace alimentata dalle acque di irrigazione e da quelle meteoriche. Anche l'idrografia sepolta contribuisce ad alimentare queste falde acquifere. Questi acquiferi sembrano essere limitati ai depositi alluvionali suddetti, che si rinvengono in varia misura lungo gli alvei attuali e sepolti dei corsi d'acqua. Risulta, infatti, difficile, per la complessità della rete idrografica superficiale e sepolta, ipotizzare la continuità areale di tali acquiferi.

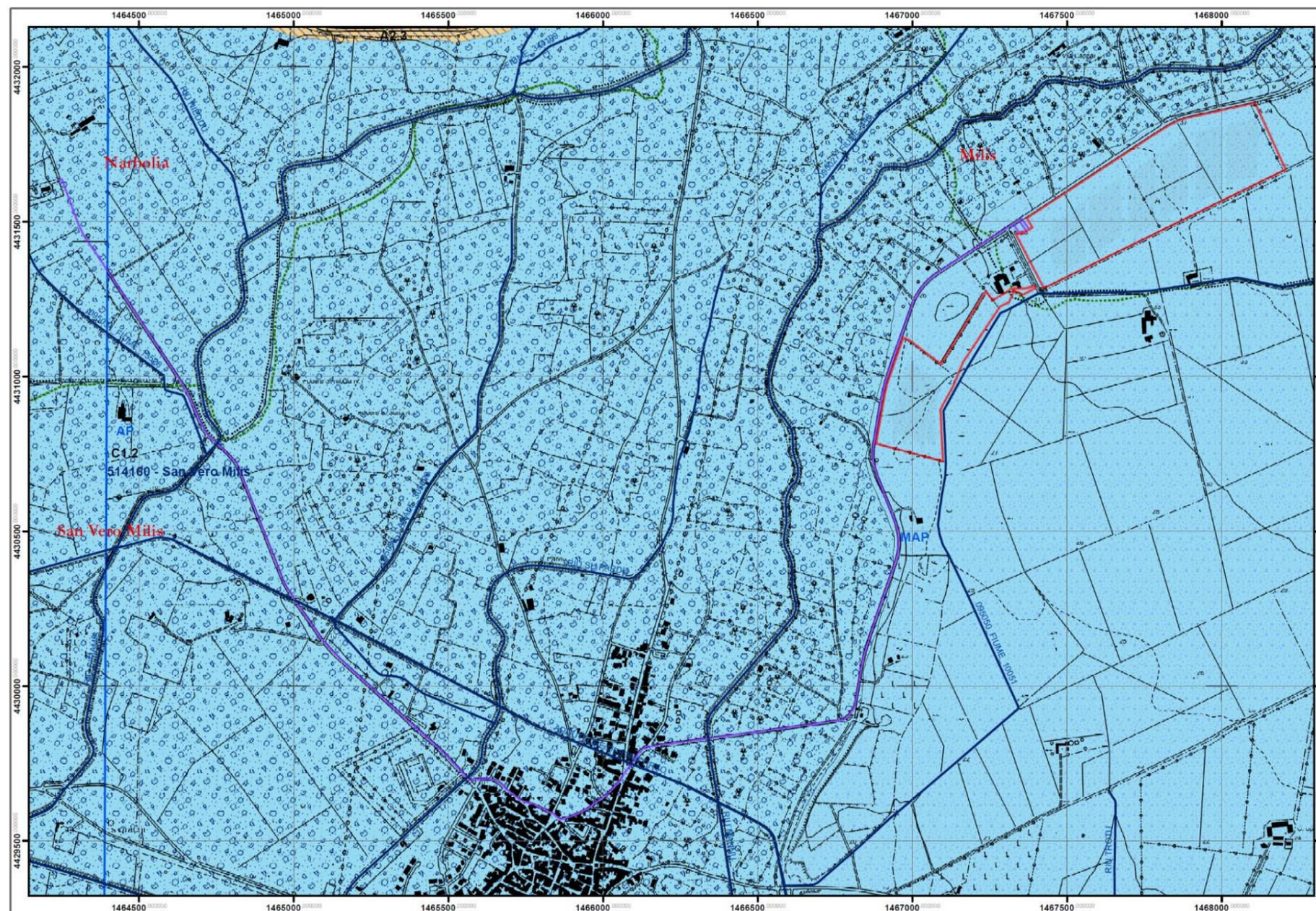
- **Acquiferi freatici e semiconfinati secondari:**

Si rinvengono sul bordo settentrionale del Campidano dove affiorano i terreni alluvionali e le conoidi antiche, caratterizzati da una percentuale maggiore di componente fine, addensati e localmente ben cementati e ferrettizzati e nelle alluvioni medie. Essi presentano potenza ed estensione limitata e produttività nettamente inferiore.

I corpi idrici sotterranei degli acquiferi sedimentari plio-quadernari (fonte RAS PGDI)

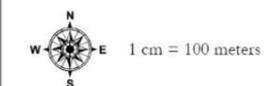
- **Acquiferi profondi, presumibilmente multistrato**

Si rinvengono nei livelli più francamente sabbioso-ghiaiosi delle alluvioni antiche, intercalati a livelli limo-argillosi a permeabilità molto bassa. Lungo il bordo settentrionale della pianura hanno sede nelle vulcaniti basaltiche interstratificate nelle alluvioni. Questi acquiferi sembrano essere comunicanti tra loro e localmente anche con gli acquiferi più superficiali per la discontinuità degli strati confinanti. Essi, spesso in pressione e talvolta anche artesiani, sono alimentati prevalentemente dalle acque superficiali che si infiltrano lungo i bordi della pianura in corrispondenza delle discontinuità strutturali. Essi, anche se i prelievi sono spesso elevati, non mostrano nel tempo variazioni di portata rilevanti e non risentono in maniera evidente dell'andamento delle precipitazioni.



SEZIONE 5 - CARTA IDROGEOLOGICA
 Scala 1:10.000

- P
E
R
M
E
A
B
I
L
I
T
A'
- perm_tipo
- AP - Alta per porosità
 - MAP - Medio alta per porosità
 - MBF - Medio bassa per fessurazione
- L
I
T
O
L
O
G
I
A
- A2.3 Basalti alcalini, Trachibasalti, Hawaiiti, Mugeariti, Fonoliti, Tefriti
 - C1.2 Depositi terrigeni continentali di conoide e piana alluvionale (ghiaie, sabbie, limi, argille), (conglomerati, arenarie, siltiti, peliti)
- Reticolo idrografico
 - ▭ Area di progetto
 - Tracker
 - Cavidotto
 - Confine comunale
 - Quadro d'unione 10k



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.