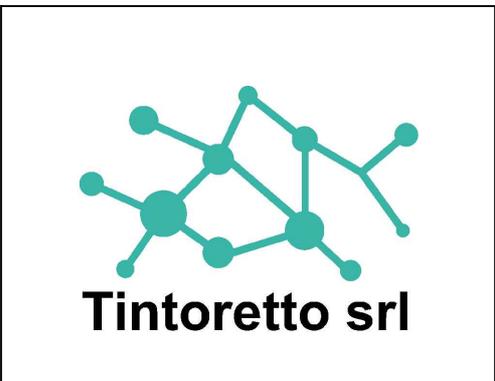


**Impianto Agrovoltaiico Serramanna 1**

**COMUNE DI SERRAMANNA**



**TINTORETTO s.r.l.**  
 via Vittori 20  
 48018 Faenza (RA)

**IMPIANTO AGROVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE NEI COMUNI DI SERRAMANNA E SAMASSI (SU)**

**AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE: PROGETTO DEFINITIVO**

**OGGETTO:**  
 Relazione geologica

CODICE ELABORATO

**PD**  
**R15**

**COORDINAMENTO**




**BRUNO MANCA | STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**

CENTRO COMMERCIALE LOCALITA' "PINTOREDDU", SN  
 STUDIO TECNICO 1° PIANO INTERNO 4P 09028 SESTU  
 +39 347 5965654 € P.IVA 02926980927  
 SDI: W7YVJK9 ATTESTATO ENAC N° I.A.P.R.A. 003678  
 INGBRUNOMANCA@GMAIL.COM PEC: BRUNO.MANCA@INGPEC.EU  
 WWW.BRUNOMANCA.COM WWW.UMBRAS360.COM

**GRUPPO DI LAVORO AU**

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori  
 Dott.ssa Ing. Silvia Exana  
 Dott.ssa Ing. Ilaria Giovagnorio  
 Dott. Ing. Bruno Manca  
 Dott. Ing. Marco Murru  
 Dott. Ing. Giuseppe Pili  
 Dott. Ing. Michele Pigliaru  
 Dott.ssa Ing. Alessandra Scalias

**REDATTORE**

Dott. Geol. Cosima Atzori

00	febbraio 2022	Prima emissione	Cosima Atzori	Paolo Fagnoli
REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA

**FORMATO**  
 ISO A4 - 297 x 210

## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1. <i>Quadro normativo .....</i>	3
<b>2. STUDI E INDAGINI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE .....</b>	<b>5</b>
<b>4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA .....</b>	<b>10</b>
<b>5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>12</b>
5.1. <i>Descrizione del contesto geologico dell'area vasta oggetto di intervento .....</i>	12
5.2. <i>Situazione geologica e litostratigrafica dell'area interessata dall'intervento .....</i>	15
5.3. <i>Caratteri geostrutturali, geometria e caratteristiche delle superfici di discontinuità .....</i>	16
<b>6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>17</b>
6.1. <i>Analisi dell'area geomorfologicamente significativa al progetto .....</i>	18
<b>7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>20</b>
7.1. <i>Schema della circolazione idrica superficiale .....</i>	20
7.2. <i>Schema della circolazione idrica sotterranea .....</i>	21
7.3. <i>Dissesti in atto o potenziali che possono interferire con l'opera e loro tendenza evolutiva .....</i>	22
<b>8. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO .....</b>	<b>22</b>
<b>9. USO DEL SUOLO .....</b>	<b>23</b>
<b>10. ANALISI E SISMICITA' STORICA .....</b>	<b>24</b>
10.1. <i>Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento .....</i>	25
<b>11. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI .....</b>	<b>28</b>
11.1. <i>Art.30ter NTA PAI .....</i>	29
11.2. <i>Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) .....</i>	31
11.3. <i>Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) .....</i>	32
<b>12. MODELLO GEOLOGICO .....</b>	<b>34</b>
<b>13. FATTIBILITA' GEOLOGICA - GEOTECNICA .....</b>	<b>35</b>
<b>14. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DELL'IMPIANTO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE .....</b>	<b>36</b>
<b>15. CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E DELLE ROCCE DA SCAVO .....</b>	<b>38</b>
15.1. <i>Piano di riutilizzo delle terre e rocce provenienti dallo scavo e da eseguire in fase di progettazione esecutiva e comunque prima dell'inizio dei lavori .....</i>	39
15.1.1. <i>Materiale riutilizzato in sito .....</i>	39
15.2. <i>Piano di Riutilizzo: criteri generali .....</i>	40



### Indice delle figure

Figura 1 Ubicazione del Comune di Serramanna.....	5
Figura 2 Inquadramento topografico, CTR 1:10.000 (zona Ovest) .....	6
Figura 3 Inquadramento topografico, CTR 1:10.000 (zona Est).....	7
Figura 4 -Inquadramento topografico IGM Serie 25 .....	8
Figura 5 Localizzazione area di progetto (Google Earth) .....	9
Figura 6 Tracker - Inseguitore mono-assiale .....	11
Figura 7 Vista laterale delle strutture di sostegno dei pannelli .....	11
Figura 8 Stralcio Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 foglio 547 "Villacidro" .....	14
Figura 9 Carta Geologica in scala 1:20.000 fonte RAS .....	15
Figura 10 Rappresentazione delle maggiori faglie prossime all'area progettuale (Fonte RAS).....	17
Figura 11 Foto dell'area interessata al progetto Area nr.1.....	18
Figura 12 Caratteri geomorfologici dell'area vasta e significativa (nord verso il lato superiore dell'immagine) .....	19
Figura 13 Carta Geomorfologica del sito .....	19
Figura 14 Rappresentazione circolazione idrica superficiale.....	20
Figura 15 Carta di permeabilità dei substrati .....	21
Figura 16 Stralcio della Carta dei Suoli della Sardegna (Fonte RAS) .....	23
Figura 17 Stralcio della Carta dell'Uso del Suolo, (Fonte RAS) .....	24
Figura 18 - Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito .....	27
Figura 19 Inquadramento PAI Hi (fonte RAS) .....	28
Figura 20 Inquadramento PAI Hg (fonte RAS) .....	29
Figura 21 Inquadramento PGRA .....	32
Figura 22 Inquadramento PSFF .....	33
Figura 23 Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018).....	34
Figura 24 Curva di compattazione da prove di laboratorio in terreni incoerenti.....	35
Figura 25 Curva di compattazione in terreni coerenti.....	35

380

## 1. PREMESSA

Il proponente **TINTORETTO srl** intende realizzare un impianto agrovoltaiico in località "Su Cracchiri" nel **Comune di Serramanna** e denominato "Serramanna 1", per il cui progetto è stato conferito, alla scrivente Geol. Cosima Atzori, regolarmente iscritta all'Albo Professionale dei Geologi della Sardegna al n°656, con polizza RC professionale LLOYD'S n°CQ190036000-LB e con studio in Sestu (CA) – C.D. Pittarello - Loc. Scala Sa Perda 87, C.F. TZRC5M72H41B354F e P.I.V.A. 03191600927, l'incarico professionale per la redazione della Relazione Geologica, la cui stesura ottempera quanto previsto dal D.M. del 17/01/2018 recante le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (di seguito NTC), con l'obiettivo di evidenziare, in via preliminare, le caratteristiche geologico-morfologiche e il comportamento fisico-meccanico dei terreni interessati dalle opere in progetto.

### 1.1. QUADRO NORMATIVO

La presente è redatta in ottemperanza a quanto stabilito dalla vigente normativa in materia, con particolare riferimento a:

- D.M. LL.PP. 11.03.1988 "Norme Tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii attuali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione in applicazione della Legge 02.02.1974 n°64.
- Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988 – Istruzioni pe l'applicazione del D.M. LL.PP.11.03.1988.
- Raccomandazioni, programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche, 1975 – Associazione Geotecnica Italiana.
- D.M. Infrastrutture 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni. (6.2.1 – Caratterizzazione e modellazione geologica del sito, 6.4.2 Fondazioni superficiali)
- D.lgs. n. 152/2006 Norme in materia ambientale
- DPR 59/2013 Regolamento recante la disciplina dell'autorizzazione unica ambientale e la semplificazione di adempimenti amministrativi in materia ambientale gravanti sulle piccole e medie imprese e sugli impianti non soggetti ad autorizzazione integrata ambientale
- Dgls 50/2016 Codice dei contratti pubblici
- Deliberazione n. 6/16 del 14 febbraio 2014- Direttive in materia di autorizzazione unica ambientale. Raccordo tra la L.R. n. 3/2008, art.1, commi 16-32 e il D.P.R. n. 59/2013.

## 2. STUDI E INDAGINI DI RIFERIMENTO

Le informazioni topografiche e geologiche dell'area oggetto della presente sono state ricavate dalla cartografia tematica esistente. Si elencano di seguito:

- Carta Topografica I.G.M. scala in 1:25000
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10000
- RAS - Modello digitale del Terreno con passo 1m
- Carta Geologica dell'Italia in scala 1:100000.
- Cartografia Geologica di base della R.A.S. in scala 1:25000
- RAS - Carta dell'Uso del Suolo della Regione Sardegna, 2008
- I.S.P.R.A - Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (legge 464/84)
- RAS – Studio dell'Idrologia Superficiale della Sardegna, annali idrologici 1922-2009
- RAS – ARPA – Dati meteorologici 1971-2000 e 2014
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio d'Assetto Idrogeologico
- RAS – Autorità di Bacino - Piano di Tutela delle Acque
- RAS – Autorità di Bacino - Piano Stralcio delle Fasce Fluviali
- Analisi orto-fotogrammetrica



- Carta Tecnica Regionale della Sardegna – scala 1:10000 – sez. 547110 "Samassi"
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:100.000 – foglio 225 "Guspini"
- Carta Geologica d'Italia – scala 1:50.000 – foglio 547 "Villacidro"

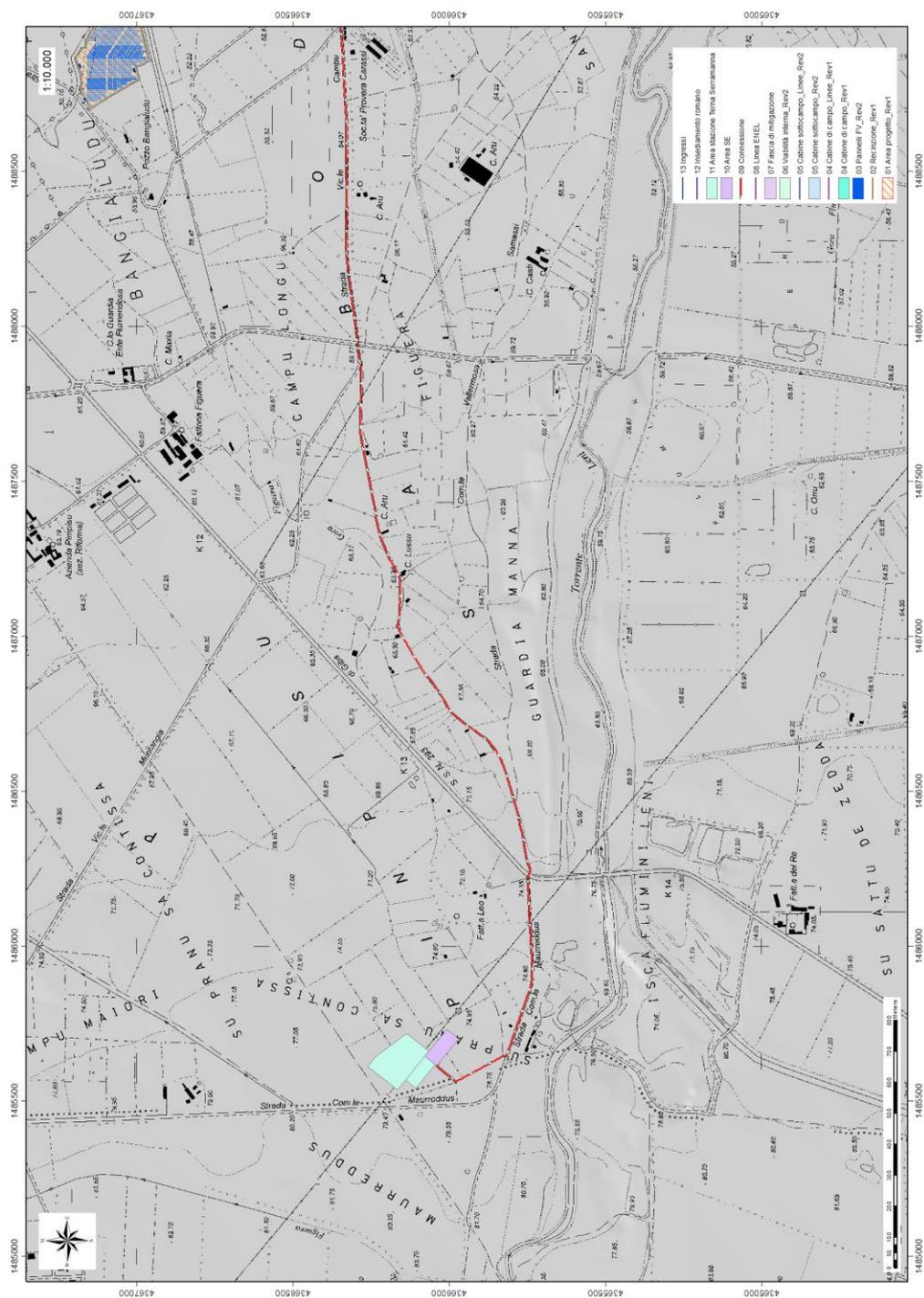


Figura 2 Inquadramento topografico, CTR 1:10.000 (zona Ovest)

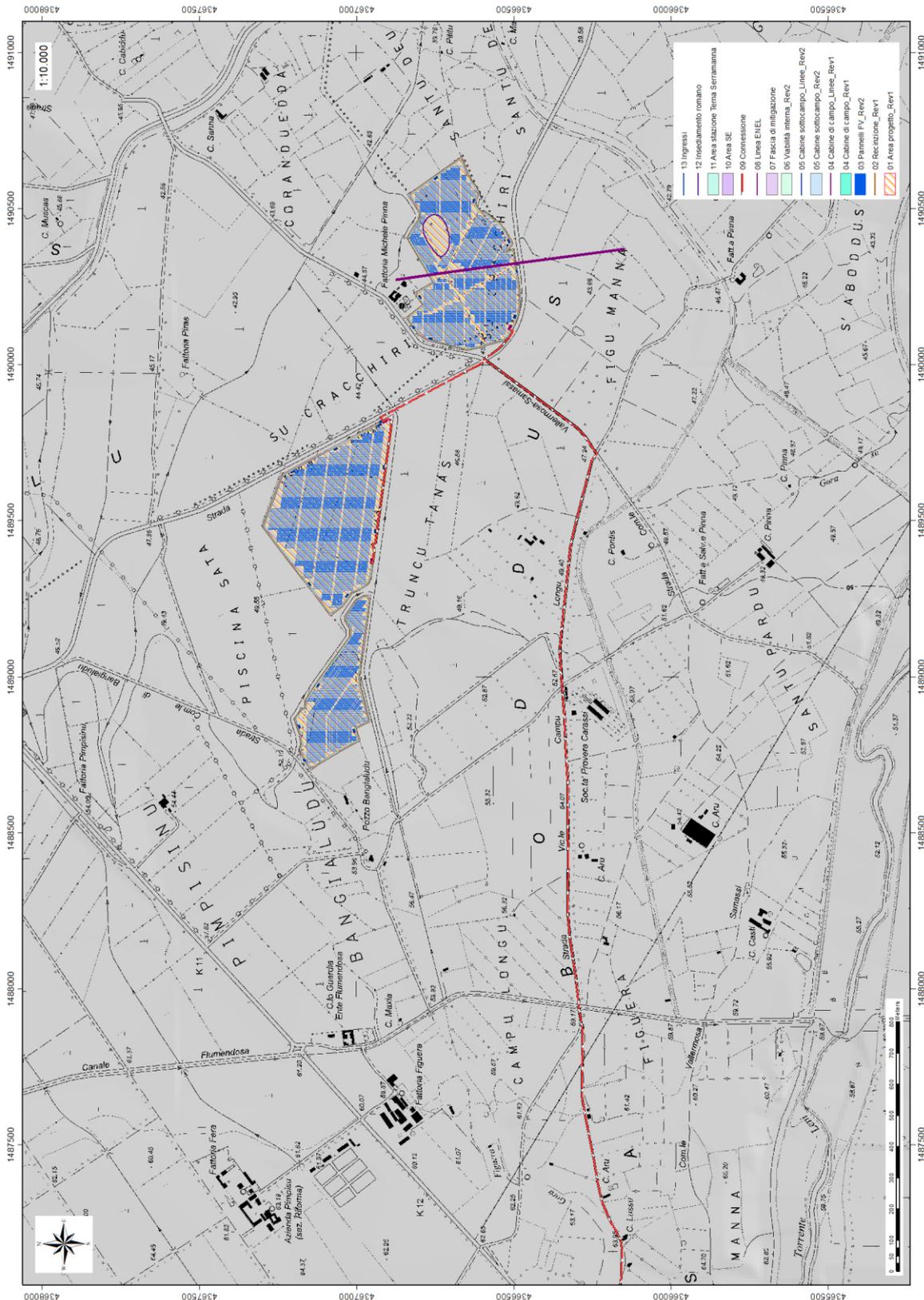


Figura 3 Inquadramento topografico, CTR 1:10.000 (zona Est)

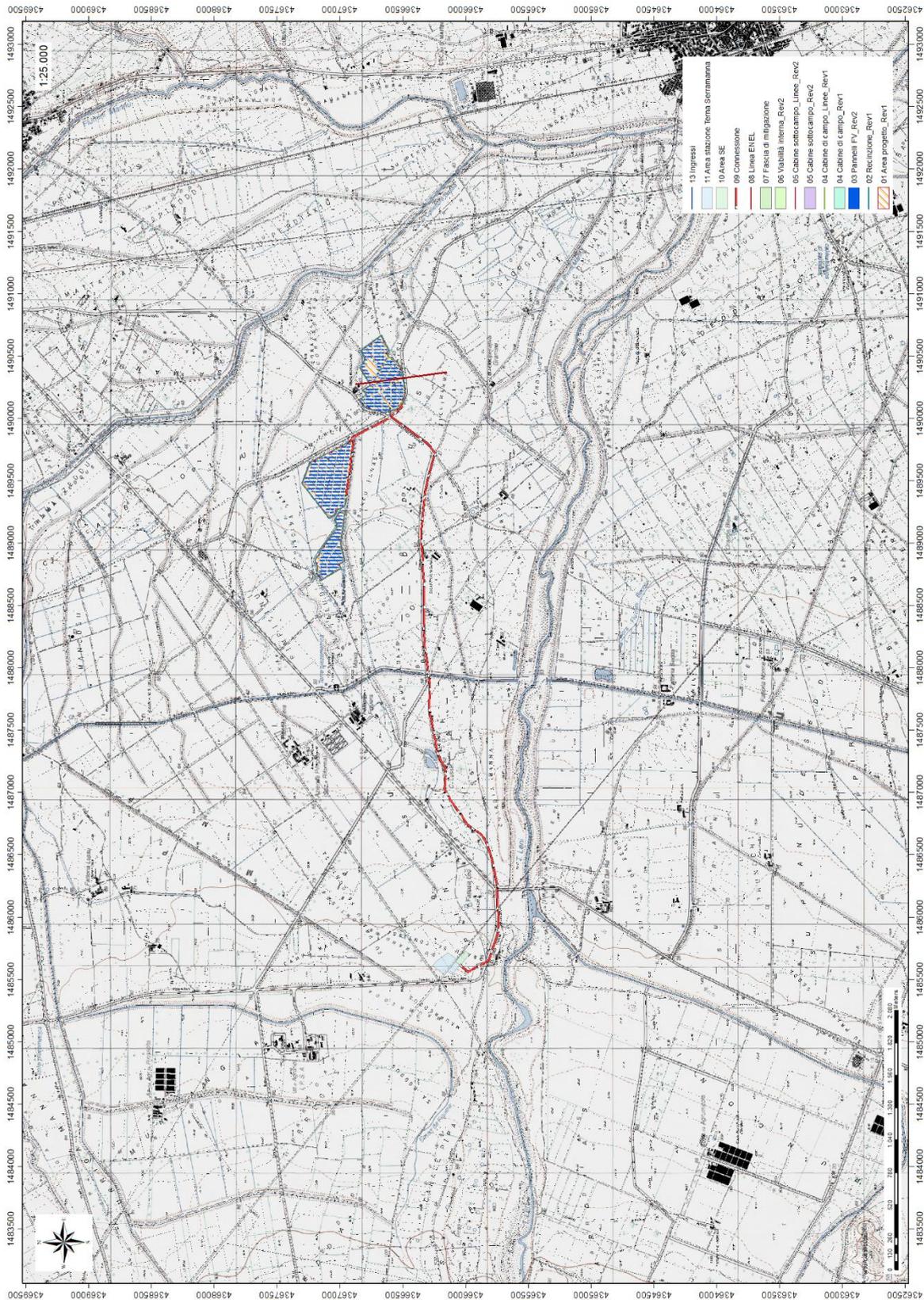


Figura 4 -Inquadramento topografico IGM Serie 25

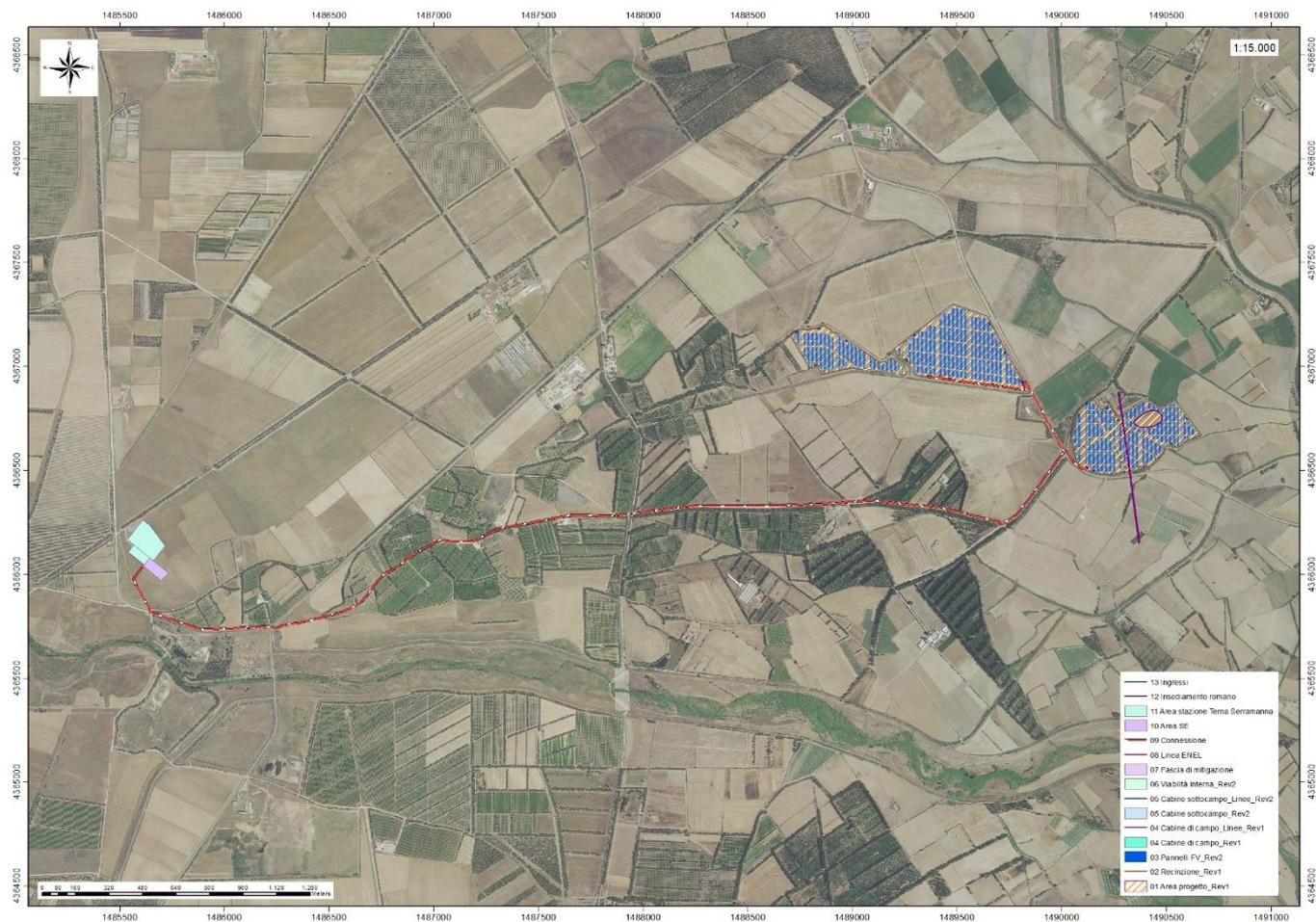


Figura 5 Localizzazione area di progetto (Google Earth)

## 4. CARATTERISTICHE DI PROGETTO DELL'OPERA

L'impianto agrovoltaiico in esame sarà connesso direttamente alla rete AT previa realizzazione di una sottostazione di trasformazione AT/MT (SSEU).

L'impianto avrà una potenza di picco paria a 25818,65 kWp, pari alla somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici installati, e una potenza nominale di 20000 kW, pari alla somma delle potenze in uscita (lato AC) dei 100 inverter fotovoltaici da 200 kW presenti in impianto.

I moduli fotovoltaici saranno installati a terra mediante tracker monoassiali.

L'impianto è suddiviso in 3 campi corrispondenti a tre linee MT a 36 kV ARE4H5EX in cavo tripolare elicordato interrato che collegano l'impianto alla sottostazione MT/AT (SSEU). Ciascun sottocampo agrovoltaiico è alimentato da una cabina MT/BT (cabina di sottocampo) contenente al suo interno un quadro MT 36 kV, un trasformatore MT/BT 36 kV/800V da 1600 kVA (la sola cabina MT/BT del sottocampo 1-5 avrà un trasformatore MT/BT 36 kV/800V da 1250 kVA) e un quadro BT. Dal quadro BT sono alimentati gli inverter da 200 kWac dislocati in campo. All'interno di ciascun campo le cabine di sottocampo sono collegate a stella alla rispettiva cabina di campo mediante linee MT a 36 kV ARE4H5EX in cavo tripolare elicordato interrato. Sono presenti in totale 16 cabine di sottocampo.

I moduli fotovoltaici, ciascuno con potenza nominale di picco pari a 575 Wp, saranno raggruppati in stringhe da 26 moduli.

Per struttura di sostegno di un generatore agrovoltaiico, si intende un sistema costituito dall'assemblaggio di profili metallici, in grado di sostenere e ancorare al suolo una struttura raggruppante un insieme di moduli fotovoltaici, nonché di ottimizzare l'esposizione di quest'ultimi nei confronti della radiazione solare.

In particolare, i moduli fotovoltaici verranno montati su strutture di sostegno ad inseguimento automatico su un asse (tracker monoassiali) e verranno ancorate al terreno mediante paletti di fondazione infissi nel terreno naturale esistente sino ad una determinata profondità in funzione della tipologia di terreni.

Le strutture di sostegno saranno distanziate con un interasse, le une dalle altre, in direzione est-ovest, in modo da evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco, che si manifestano nelle primissime ore e nelle ultime ore della giornata.

Il Tracker è un inseguitore orizzontale ad asse singolo (nord-sud), a fila singola; può contenere 1 modulo agrovoltaiico in verticale o 2 moduli in configurazione orizzontale.

Ogni tracker, posizionato secondo la direzione Nord-Sud, ruota intorno al proprio asse indipendentemente dagli altri, guidati dal proprio sistema di guida. La figura seguente, unitamente alle dimensioni principali del tracker, mostra le posizioni estreme: la posizione assunta all'alba, al mezzogiorno solare e al tramonto e gli intervalli di rotazione.

L'intervallo di rotazione esteso del Tracker è 110 ° (-55 °; + 55 °) e consente rendimenti energetici più elevati rispetto all'indice di riferimento del settore (-45 °; + 45 °).



Figura 6 Tracker - Inseguitore mono-assiale

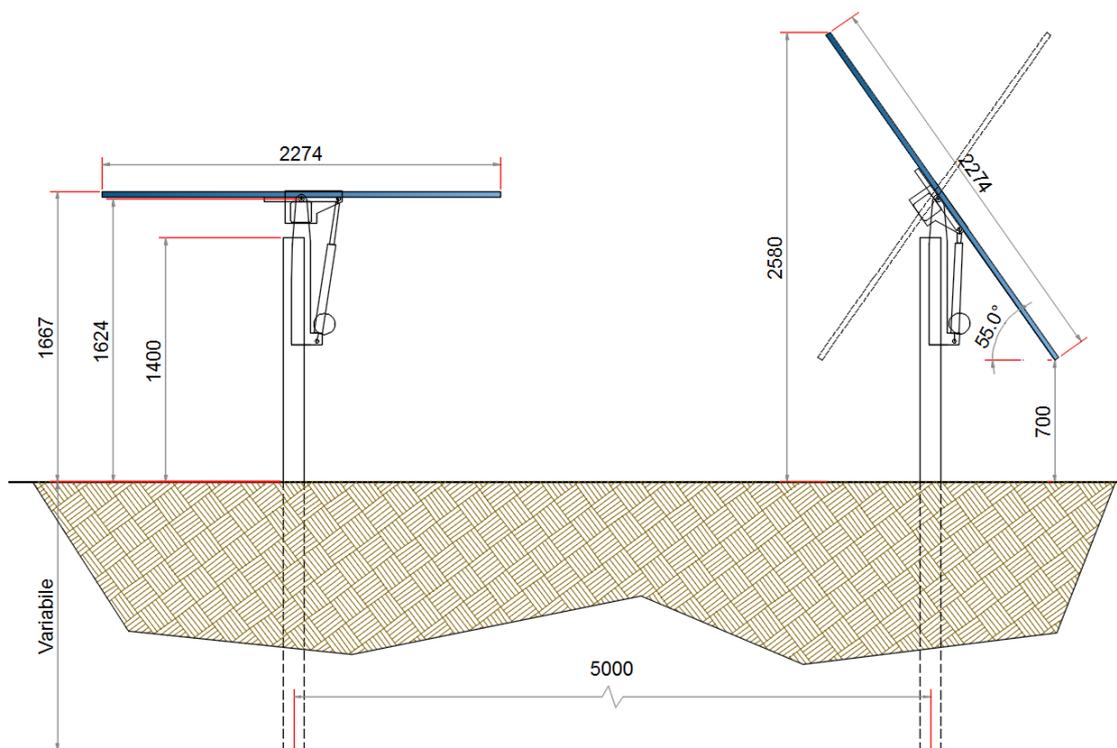


Figura 7 Vista laterale delle strutture di sostegno dei pannelli

Per ulteriori specifiche si rimanda agli elaborati tecnici di progetto.

## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

### 5.1. DESCRIZIONE DEL CONTESTO GEOLOGICO DELL'AREA VASTA OGGETTO DI INTERVENTO

L'obiettivo dell'analisi dell'assetto geologico è quello di caratterizzare geologicamente e geotecnicamente l'area ove verrà installato l'impianto agrovoltaico e le opere accessorie e quella geomorfologicamente significativa, con particolare riferimento alle condizioni del piano di posa delle opere fondanti, agli scavi ed ai riporti necessari per la realizzazione delle infrastrutture di supporto e delle sue potenziali interazioni con le condizioni al contorno (dinamica geomorfologica, circolazione idrica superficiale e sotterranea, rapporti fra le componenti litologiche interessate) attraverso:

- Definizione dell'assetto geologico-strutturale e idrogeologico di area vasta e dell'area geomorfologicamente significativa;
- Definizione dell'assetto stratigrafico dell'area di sedime delle opere;
- Definizione del modello geologico di sito;

A partire dal paleozoico si sono susseguiti una serie di eventi geologici sviluppatasi nell'arco di circa mezzo miliardo di anni, che hanno reso la Sardegna una delle regioni geografiche più antiche del mediterraneo centrale e, morfologicamente e cronologicamente eterogenea.

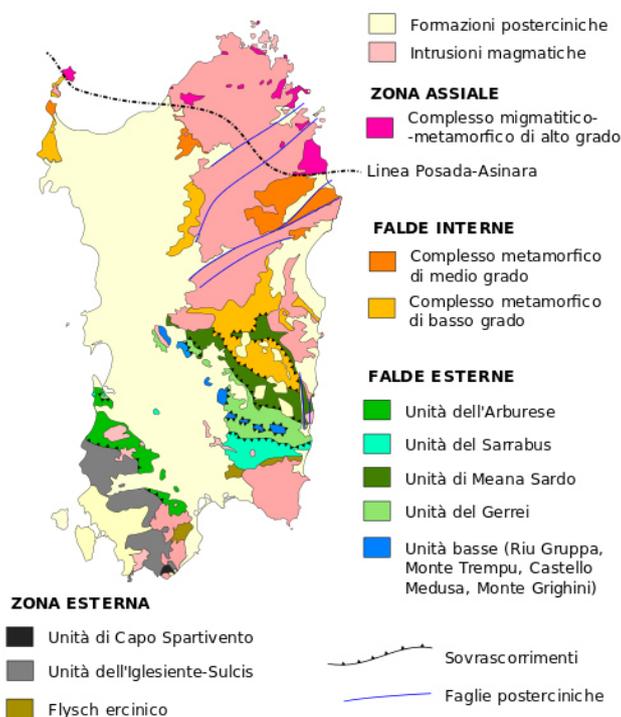
Riflette pertanto una storia geologica molto articolata, che testimonia, in maniera più o meno completa, alcuni dei grandi eventi geodinamici degli ultimi 400 milioni di anni.

L'orogenesi Caledoniana, la più antica, le cui tracce si rinvengono principalmente nel nord della Gran Bretagna e nella Scandinavia occidentale, fu causata dalla progressiva chiusura dell'oceano Giapeto, a seguito della collisione dei continenti Laurentia, Baltica e Avalonia, dando così origine al super continente Laurussia.

La successiva fase dell'orogenesi Ercinica (o Varisica) ha avuto corso a partire dal Carbonifero, circa 350 Ma fa e si è protratta fino al Permiano determinando un'estesa catena montuosa ubicata tra il Nord America e l'Europa.

Quest'orogenesi ha prodotto in Sardegna tre zone metamorfiche principali. Procedendo dal nucleo orogenetico verso l'avanfossa si trovano le zone dette:

Assiale (Sardegna NE) – a Falde (Sardegna centrale) - a Falde esterne (Sardegna SW).



Successivamente, nel Carbonifero-Permiano, la messa in posto dei batoliti granitici post-ercinici ha causato metamorfismo termico delle rocce esistenti.

Gli eventi geologici responsabili dell'attuale assetto geo-strutturale dell'area in esame si possono far iniziare nel Terziario, durante l'Oligocene medio quando, per la collisione della placca africana con quella europea, si ebbe la rototraslazione del blocco sardo-corso e l'apertura del rift sardo (fossa sarda), con la suddivisione del basamento cristallino paleozoico, strutturalmente già evoluto, in due horst (pilastri).

Per definire geologicamente l'area del territorio comunale di **Serramanna** è necessario inquadrare l'assetto geologico-strutturale della regione nella quale ricade il territorio in oggetto, con particolare riguardo alla genesi e stratigrafia della pianura del Campidano.

A partire dal Pliocene, con la migrazione verso est dell'arco calabro e la formazione degli Appennini meridionali, avvenne la messa in posto di un semi-graben, detto Graben del Campidano.

Tra Pliocene e Quaternario, circa tra 4 e 2 milioni di anni fa, avvenne lo sprofondamento del semi-graben del Campidano, dove si sono raccolti oltre 600 m di spessore di sedimenti.

Nel territorio comunale sono presenti unicamente depositi olocenici a ricoprire i termini appartenenti alla Formazione di Samassi (Pliocene inf-medio), non affioranti nei pressi dell'area di interesse. L'Olocene qui si costituisce di depositi alluvionali e depositi alluvionali terrazzati.

i primi si dividono in:

- Ghiaie da grossolane a medie (**ba**)
- Sabbie e subordinati limi e argille (**bb**)
- Limi e argille (**bc**)

mentre i depositi terrazzati si dividono in:

- Ghiaie con subordinate sabbie (**bna**)
- Limi e argille (**bnb**)
- Sabbie e subordinati limi e argille (**bnc**)

In particolare, l'opera in progetto ricadrà in "Sabbie e subordinati limi e argille (**bb**)", "Ghiaie con subordinate sabbie (**bna**)" e in "Limi e argille (**bnb**)".

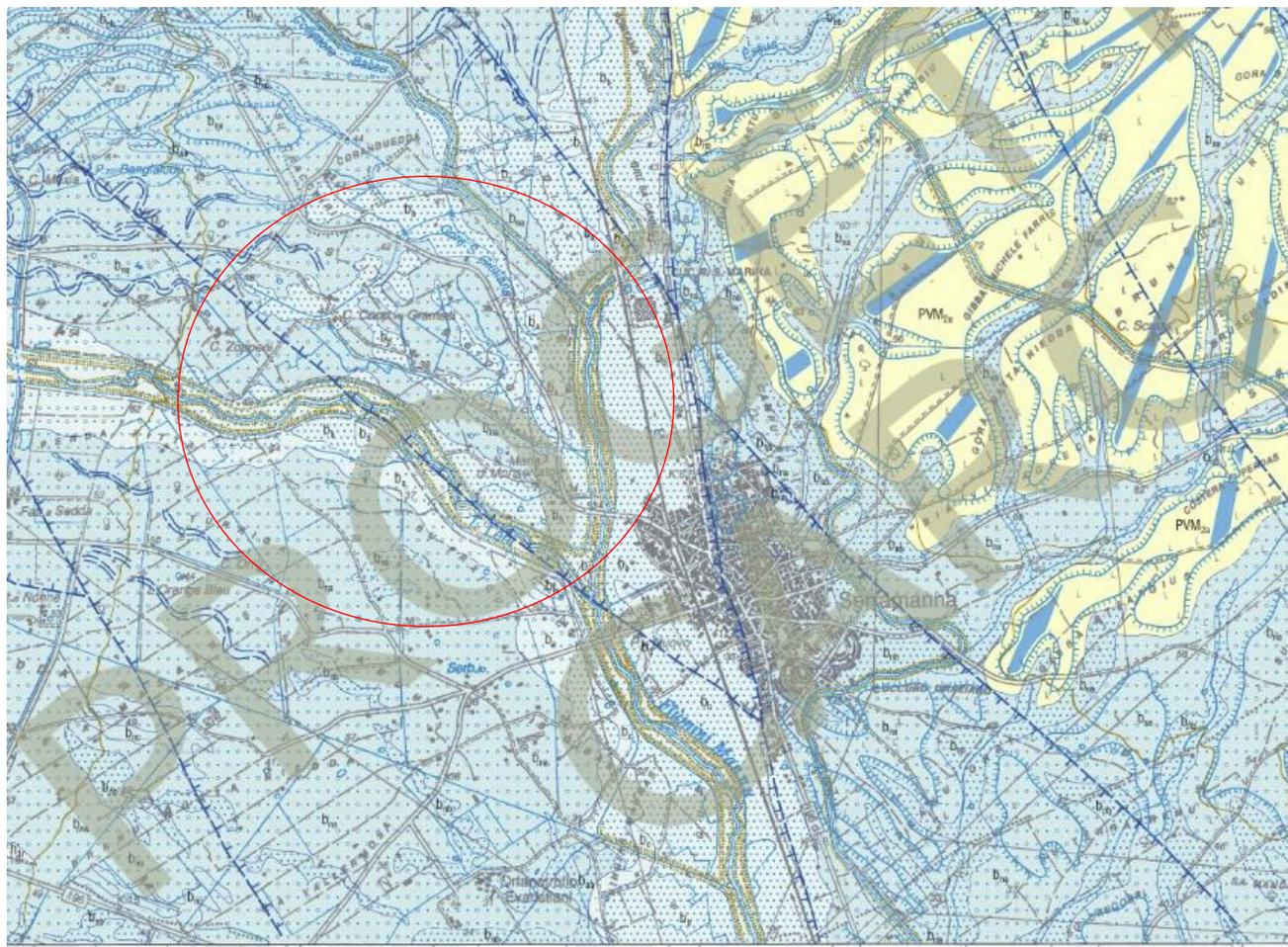


Figura 8 Stralcio Carta Geologica d'Italia scala 1:50.000 foglio 547 "Villacidro"

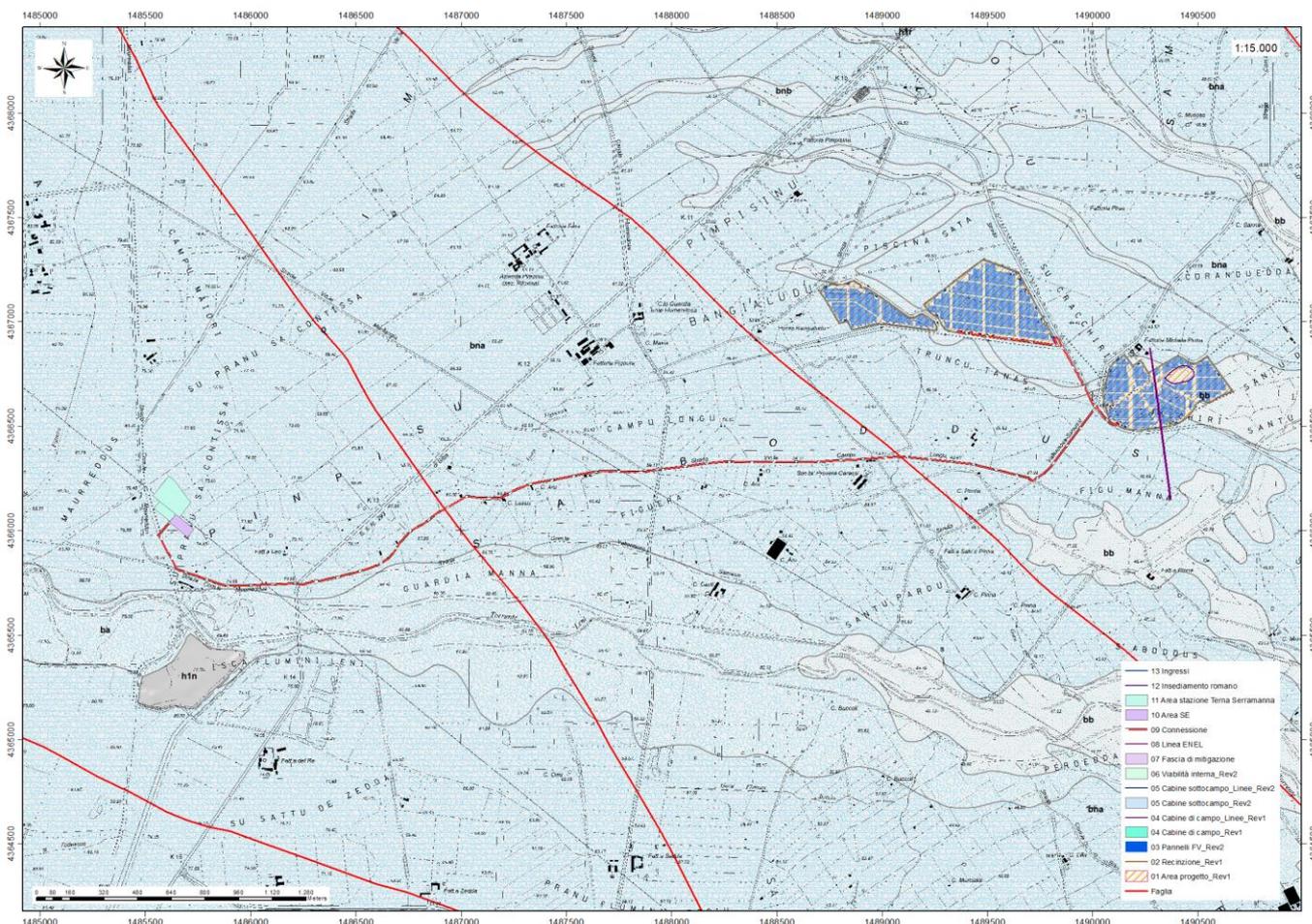


Figura 9 Carta Geologica in scala 1:20.000 fonte RAS

## 5.2. SITUAZIONE GEOLOGICA E LITOSTRATIGRAFICA DELL'AREA INTERESSATA DALL'INTERVENTO

I depositi Quaternari dell'area, come già accennato nel paragrafo precedente, sono costituiti da depositi alluvionali (b) e da depositi alluvionali terrazzati (bn) costituiti da alternanze di ghiaie da grossolane a medie, sabbie e subordinati limi e argille, e limi e argille.

I dati estrapolati dall'archivio Nazionale Delle Indagini Del Sottosuolo (L.464/1984) relativi alle perforazioni cod.194134) con profondità di 100 m e cod.194016 con profondità 100m in prossimità dell'area di progetto, mettono in evidenza le stratigrafie relative ai carotaggi, per mezzo dei quali è poi possibile stabilire una profondità della falda al di sotto dei 3m di profondità.

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)					
Dati generali			Ubicazione indicativa dell'area d'indagine		
Codice: 194134 Regione: SARDEGNA Provincia: MEDIO CAMPIDANO Comune: SERRAMANNA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 100,00 Quota pc slm (m): 47,00 Anno realizzazione: 1991 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 3,500 Portata esercizio (l/s): 3,000 Numero falde: 4 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 5 Longitudine WGS84 (dd): 8,880131 Latitudine WGS84 (dd): 39,446511 Longitudine WGS84 (dms): 8° 52' 48,48" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 26' 47,44" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia					
DIAMETRI PERFORAZIONE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	0,00	100,00	100,00	400	
FALDE ACQUIFERE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	3,00	14,00	11,00		
2	18,00	30,00	12,00		
3	60,00	62,00	2,00		
4	80,00	82,00	2,00		
MISURE PIEZOMETRICHE					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	
feb/1991	12,00	30,00	18,00	3,000	
STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	4,00	4,00		DEPOSITO ALLUVIONALE POCO CIOTTOLOSO CON SCHELETRO DI DIAMETRO INFERIORE A CM 10 CON ARGILLA
2	4,00	14,00	10,00		COME SOPRA CON PREVALENZA DI ARGILLA COMPATTA
3	14,00	14,00	0,00		FALDA
4	14,00	30,00	16,00		MARNE ARGILLOSE ROSSASTRE CON FALDE INTERCALATE
5	30,00	100,00	70,00		IDEMI

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)					
Dati generali			Ubicazione indicativa dell'area d'indagine		
Codice: 194016 Regione: SARDEGNA Provincia: MEDIO CAMPIDANO Comune: SERRAMANNA Tipologia: PERFORAZIONE Opera: POZZO PER ACQUA Profondità (m): 100,00 Quota pc slm (m): 42,00 Anno realizzazione: 1990 Numero diametri: 1 Presenza acqua: SI Portata massima (l/s): 3,000 Portata esercizio (l/s): 2,500 Numero falde: 1 Numero filtri: 0 Numero piezometrie: 1 Stratigrafia: SI Certificazione(*): NO Numero strati: 4 Longitudine WGS84 (dd): 8,894575 Latitudine WGS84 (dd): 39,451500 Longitudine WGS84 (dms): 8° 53' 40,47" E Latitudine WGS84 (dms): 39° 27' 05,41" N (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia					
DIAMETRI PERFORAZIONE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)	
1	0,00	100,00	100,00	300	
FALDE ACQUIFERE					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)		
1	35,00	36,00	1,00		
MISURE PIEZOMETRICHE					
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	
giu/1990	35,00	36,00	1,00	ND	
STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,50	1,50		TERRENO AGRARIO
2	1,50	35,00	33,50		STRATO ARGILLOSO
3	35,00	36,00	1,00		STRATO SABBIOSO (FALDA)
4	36,00	100,00	64,00		STRATO ARGILLOSO

### 5.3. CARATTERI GEOSTRUTTURALI, GEOMETRIA E CARATTERISTICHE DELLE SUPERFICI DI DISCONTINUITÀ

L'area interessata dal progetto è caratterizzata dalla presenza unicamente di depositi olocenici, i quali non presentano rilevanti superfici di discontinuità di tipo tettonico bensì per la maggior parte di tipo stratigrafico. Le faglie più vicine sono rinvenibili all'attività tettonica Plio-Quaternario che determinò la formazione del Graben campidanese e di una serie di faglie parallele con direzione NNO-SSE.

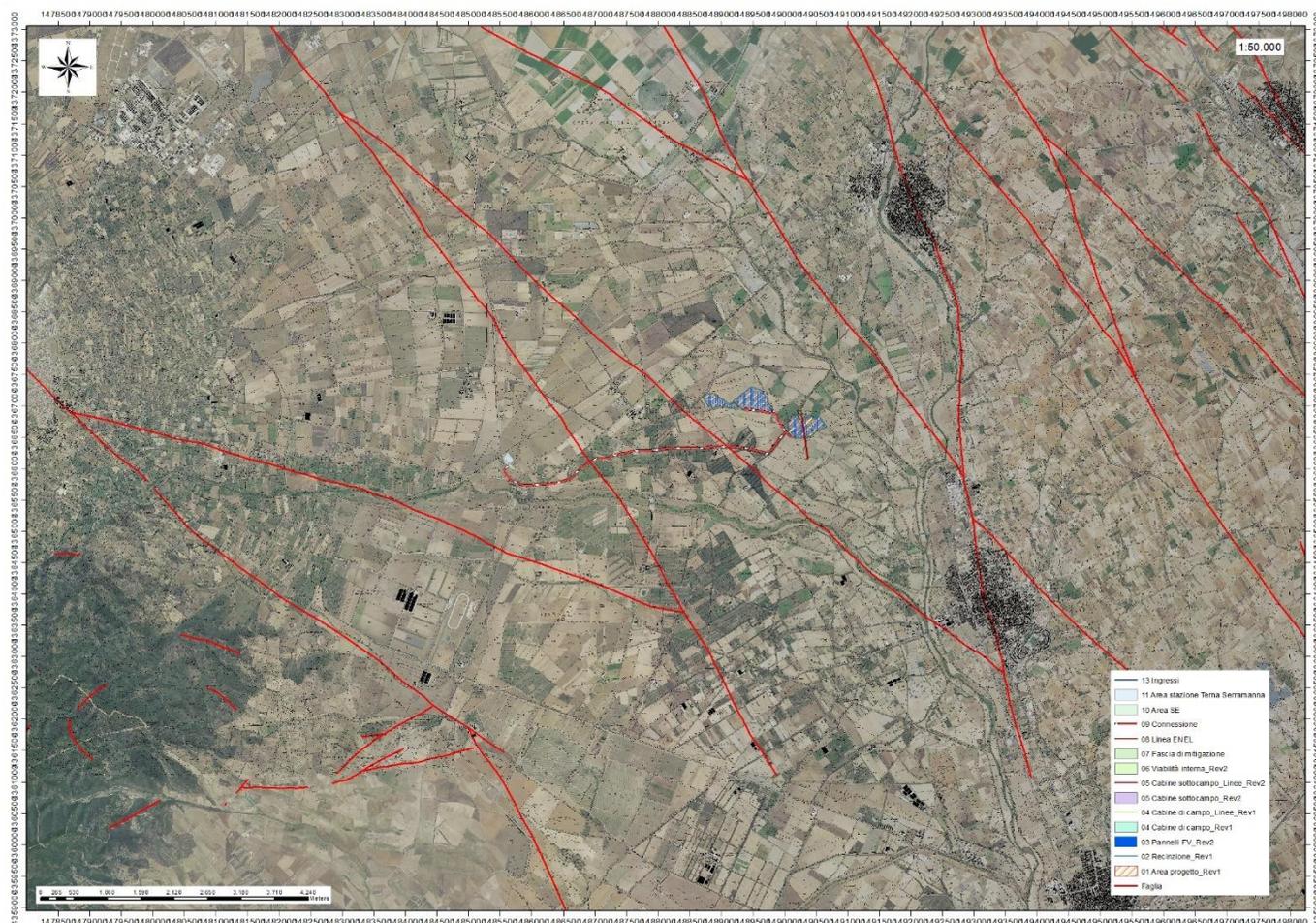


Figura 10 Rappresentazione delle maggiori faglie prossime all'area progettuale (Fonte RAS)

## 6. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il comune di **Serramanna** ricade vicino al centro della piana del Campidano, come accennato in precedenza il Campidano è il prodotto di fenomeni legati alla formazione di un semi-graben orientato NW-SE riempito da depositi fluvio-deltizi dati dall'erosione degli horst presenti a NE e a SW. Le morfologie prevalenti sono dovute a processi fluviali. Talvolta è possibile notare delle erosioni differenziali dovute ad una differente compattazione dei sedimenti e/o ad una loro differente granulometria. La superficie sub-pianeggiante del suolo talvolta viene incisa per ruscellamento dai corsi d'acqua, che in diversi tratti risultano inoltre costretti in canali artificiali.

Circa 1,5km più a Sud dell'area di interesse il Torrente Leni, prima di unirsi al Flumini Mannu, prende un andamento sinuoso e talvolta per alcuni tratti, anastomizzato.

Le pendenze medie non superano il 2% per diversi Km nell'intorno. Le quote degradano dai circa 50m slm ai 0m a SE.

### 6.1. ANALISI DELL'AREA GEOMORFOLOGICAMENTE SIGNIFICATIVA AL PROGETTO

L'area geomorfologicamente significativa è quella superficie entro la quale si attivano o possono attivarsi processi di dinamica geomorfologica e che interessano strettamente l'area oggetto di studio e potrebbero, conseguentemente, portare a situazioni di instabilità.

L'area di progetto, essendo collocata nella fascia ricadente nella pianura campidanese non presenta una morfologia aspra, ma bensì dolce dominata prevalentemente da ruscellamenti superficiali e dalle acque che da monte scorrono verso la pianura del Campidano, le quote degradano verso Sud-Est.



Figura 11 Foto dell'area interessata al progetto Area nr.1



## 7. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

### 7.1. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE

La circolazione superficiale del territorio comunale di **Serramanna** è caratterizzata dalla presenza dal canale Fiume\_9226 nel settore a Settentrionale e Nord-Orientale, e dal Gora Figuera nel settore meridionale dell'area di studio che, scorrendo da Ovest verso Est, confluiscono con il Canale Collettore Basso che a sua volta si unisce al Flumini Mannu. Nella Parte occidentale, da N verso S, scorre il Canale Ripartitore N.O.E. Il Fiume Leni, come descritto nell'inquadramento geomorfologico, prende a tratti andamenti sinuosi a tratti anastomizzati.

A scala più piccola e generale, il reticolo fluviale è caratterizzato da un andamento dendritico.

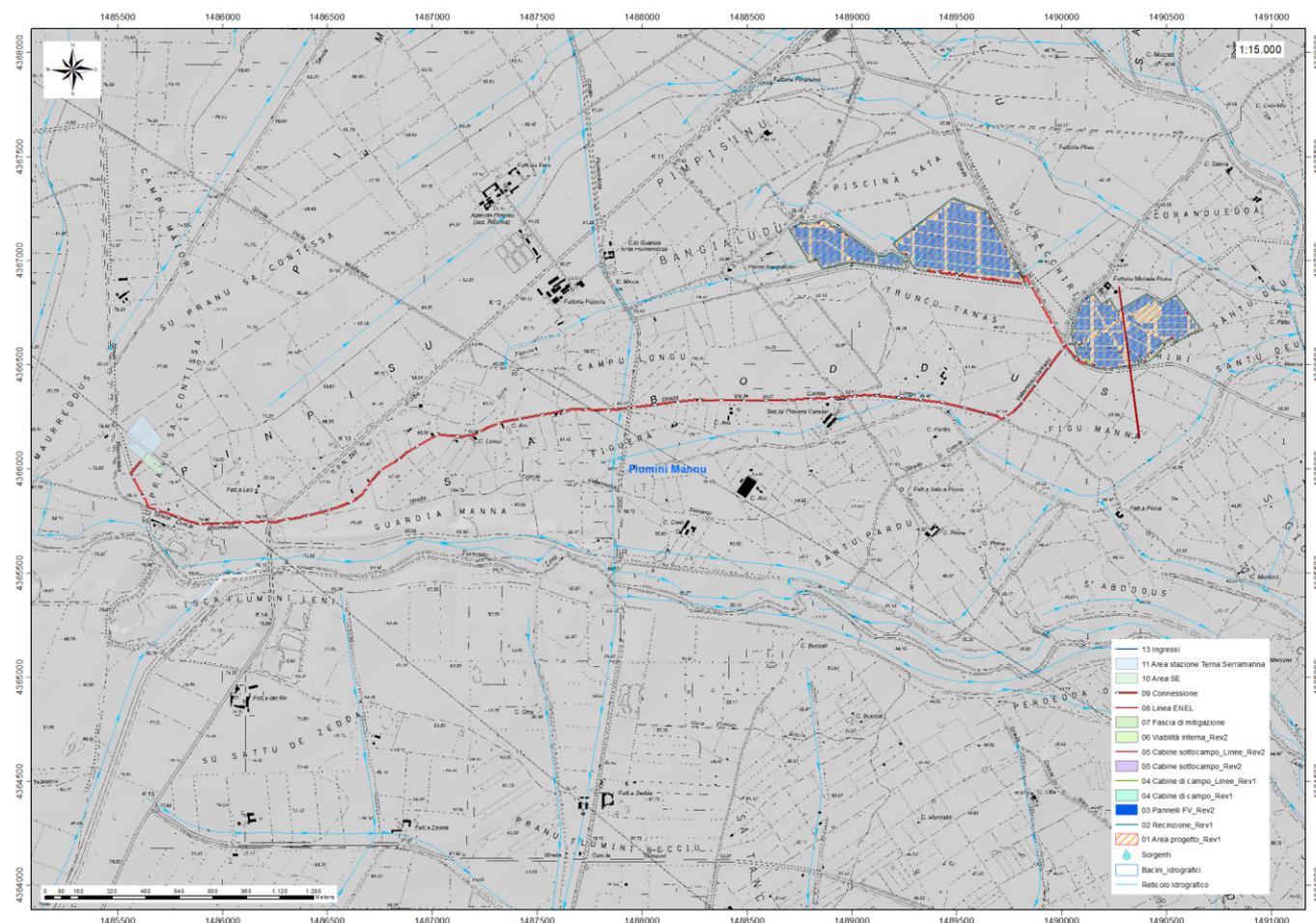
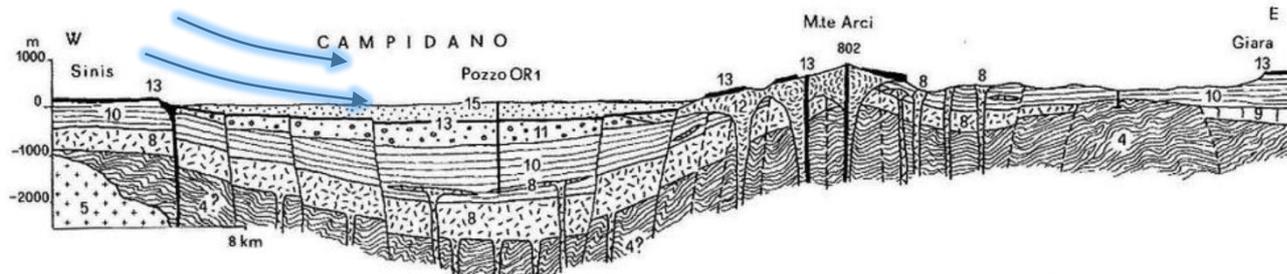


Figura 14 Rappresentazione circolazione idrica superficiale

L'area di impianto è attraversata da un impluvio naturale definito nel reticolo regionale come 106018\_FIUME\_26302 che si immette nel Rio Gora Figuera rettificato dal Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale che a sua volta riceve acque dal Canale Ripartitore N. O. EAF (RIPARTITORE BASSO NO) e le consegna al 106018\_FIUME\_9226 il quale a sua volta confluisce nel Canale Collettore Basso.

## 7.2. SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

Le caratteristiche idrogeologiche di una determinata area dipendono dall'assetto stratigrafico e dalle caratteristiche litologiche che definiscono la permeabilità della roccia o deposito.



La zona in questione è collocata nella parte centrale del Graben, la quale configurazione strutturale suggerisce un gradiente idraulico delle acque sotterranee da NW verso SE.

Dalla carta delle permeabilità dei substrati, resa disponibile dalla RAS, all'area in oggetto viene attribuita la classe di **permeabilità alta per porosità** per quanto riguarda i depositi alluvionali in sabbie e ghiaie.

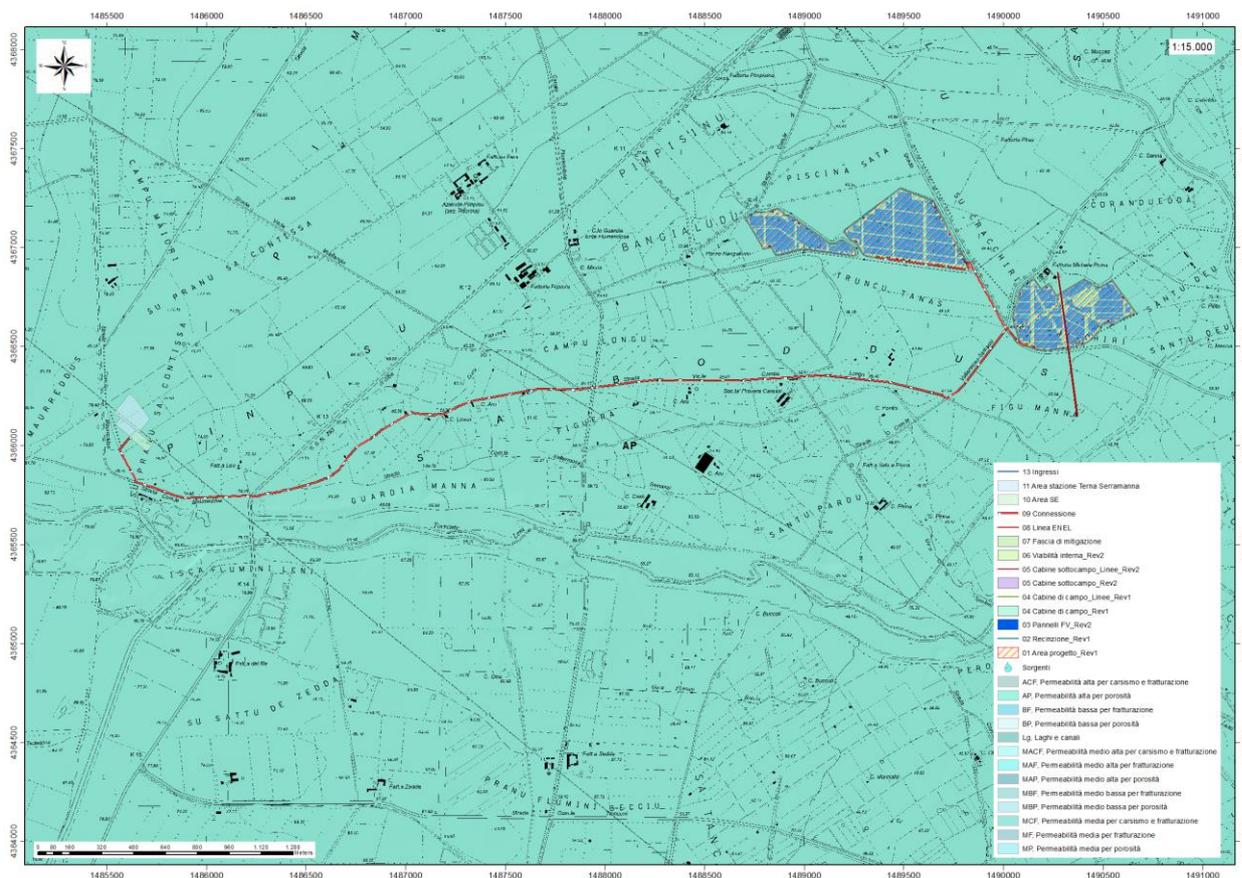


Figura 15 Carta di permeabilità dei substrati

### 7.3. DISSESTI IN ATTO O POTENZIALI CHE POSSONO INTERFERIRE CON L'OPERA E LORO TENDENZA EVOLUTIVA

La predisposizione naturale di un territorio a fenomeni di instabilità legata alle dinamiche geomorfologiche deriva in generale dall'interazione di diversi fattori come natura geologica dei terreni, loro assetto sia deposizionale che geostrutturale, circolazione delle acque superficiali e sotterranee con la morfologia cioè la geometria del territorio.

L'area oggetto di intervento, in base delle caratteristiche suddette non presenta allo stato attuale evidenze di dissesto di natura geologico-geomorfologica in atto o potenziale escludendo la naturale evoluzione del pendio.

## 8. INQUADRAMENTO PEDOLOGICO

Le tipologie di suolo sono legate per genesi alle caratteristiche delle formazioni geo-litologiche presenti e all'assetto idraulico di superficie nonché ai diversi aspetti morfologici, climatici e vegetazionali.

Poiché la litologia del substrato o della roccia madre ha una importanza fondamentale quale fattore nella pedogenesi dei suoli, le unità principali sono state delimitate in funzione delle formazioni geologiche prevalenti, e successivamente all'interno di esse sono state individuate delle sub unità, distinte dalla morfologia del rilievo, dall'acclività e dall'uso del suolo prevalente.

Sono presenti, pertanto, suoli a **I1** profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da FS a FSA in superficie, da FSA ad A in profondità, da permeabili a poco permeabili, da subacidi ad acidi, da saturi a desaturati e suoli a **L1** profili A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.

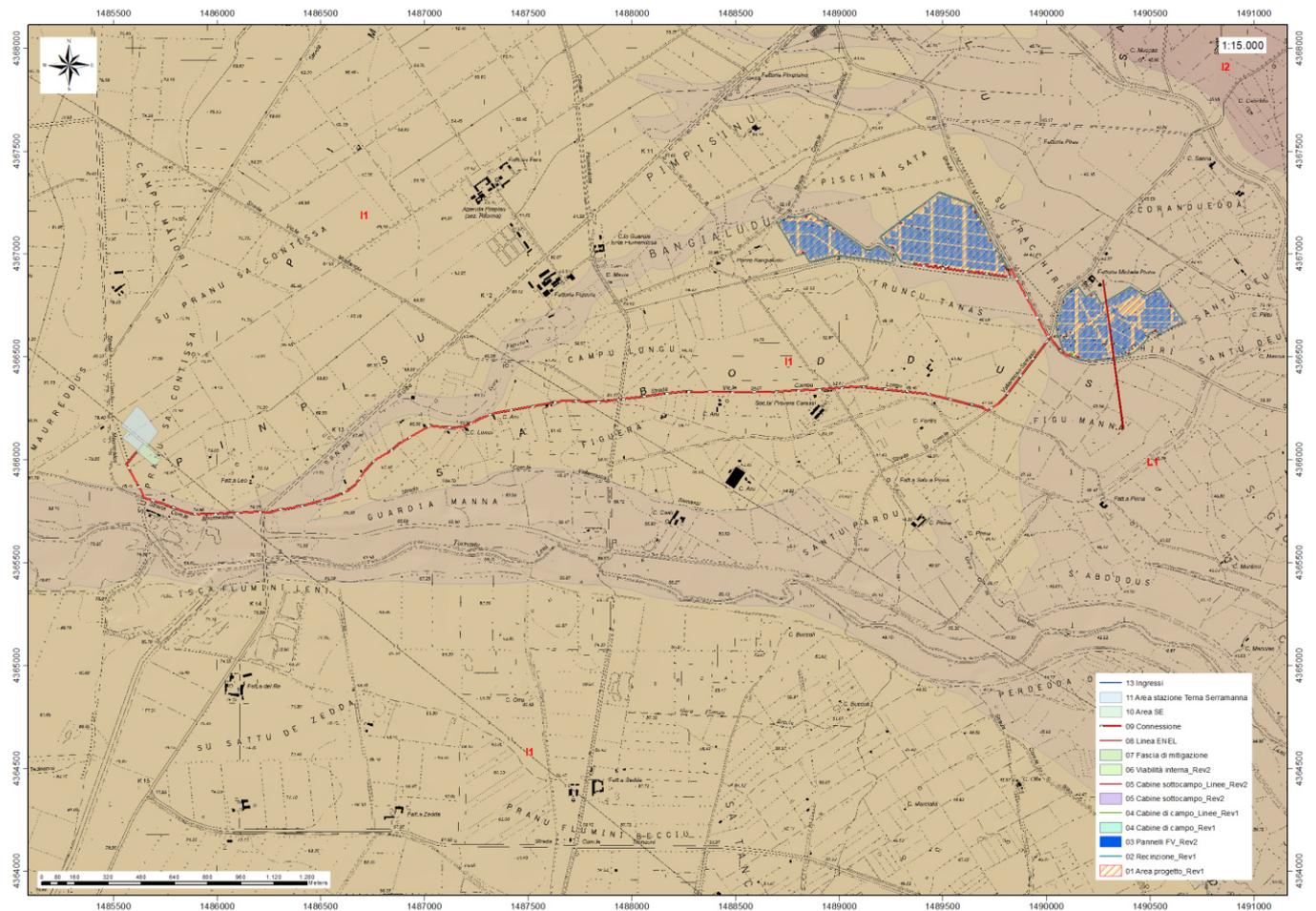


Figura 16 Stralcio della Carta dei Suoli della Sardegna (Fonte RAS)

## 9. USO DEL SUOLO

Dalla carta dell'Uso del Suolo, resa disponibile dalla regione Sardegna, si evince che l'ambito di progetto si inserisce principalmente in un contesto in cui il suolo ricade nei seguenti livelli:

2121 "Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo"

222 "Frutteti e frutti minori (Area Impianto agrovoltaco)"

1122 "Fabbricati rurali"

2124 "Coltura in serra"

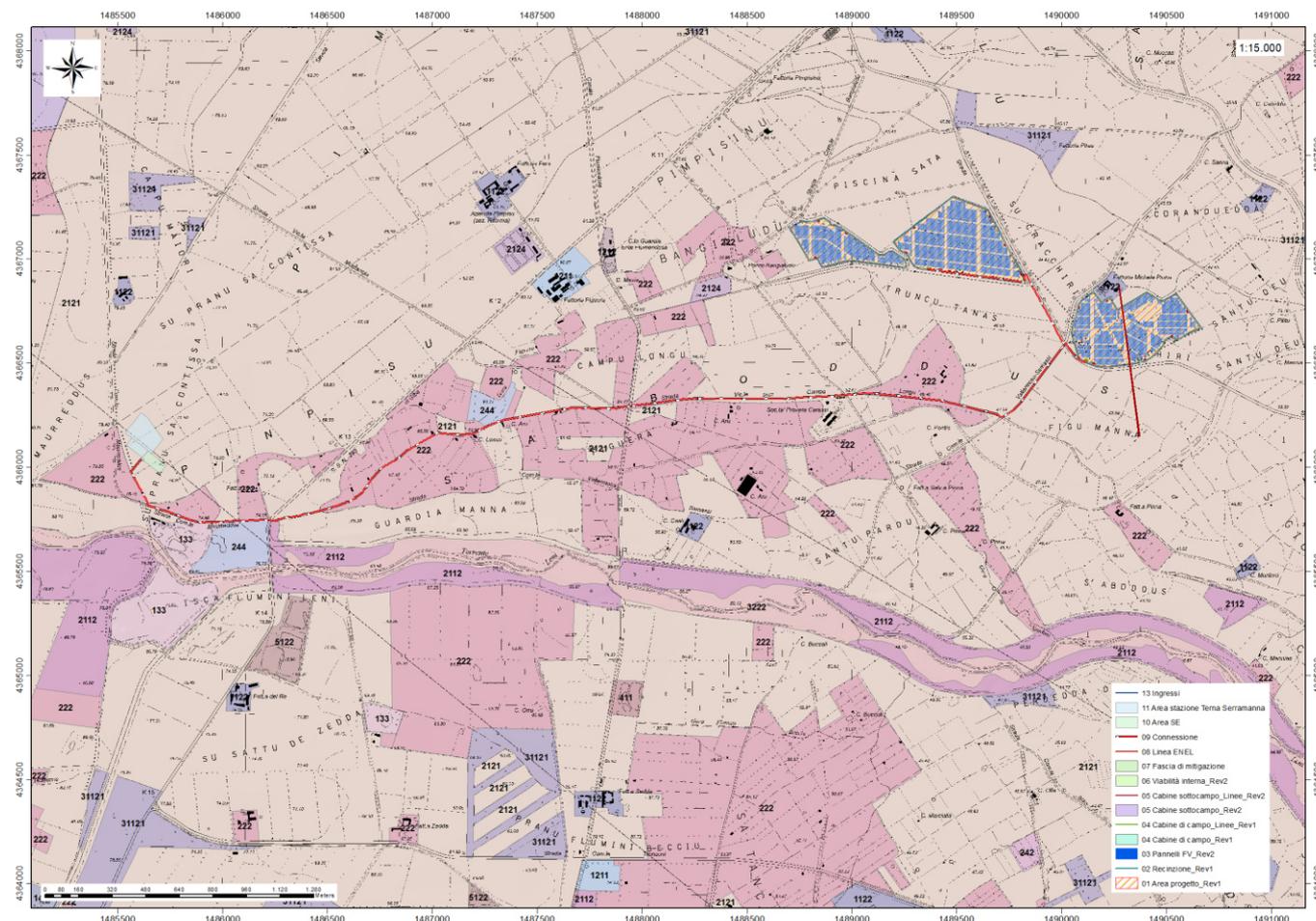


Figura 17 Stralcio della Carta dell'Uso del Suolo, (Fonte RAS)

## 10. ANALISI E SISMICITA' STORICA

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.

Dalla normativa vigente NTC2018 si evince che la pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $A_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento VR, come definito nel § 2.4. Inoltre, in alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purchè correttamente commisurati alla pericolosità sismica locale dell'area della costruzione.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento PVR nel periodo di riferimento VR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

Ag accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC\* valore di riferimento per la determinazione del periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.1

Per i valori di Ag, Fo e TC\* 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.

### 10.1. VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

La tipologia di costruzioni previste in progetto (NTC2018 - par.2.4) ha **vita nominale  $\geq 50$  anni** (opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni...) appartiene alla **classe d'uso II**.

**Tabella 2.4.I** – Vita nominale  $V_N$  per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

*Classe II:* Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$  :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso  $C_U$  è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab. 2.4.II. Nel Caso specifico  $C_U = 1$ .

**Tab. 2.4.II** – Valori del coefficiente d'uso  $C_U$

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE $C_U$	0,7	1,0	1,5	2,0

Il valore del periodo di riferimento è  $V_r = 50$

Amplificazione stratigrafica e topografica: Nel caso di pendii con inclinazione maggiore di 15° e altezza maggiore di 30 m, l'azione sismica di progetto deve essere opportunamente incrementata o attraverso un coefficiente di amplificazione topografica o in base ai risultati di una specifica analisi bidimensionale della risposta sismica locale, con la quale si valutano anche gli effetti di amplificazione stratigrafica

La categoria topografica è la T1 a cui corrisponde un valore del fattore di amplificazione pari a 1.0.

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

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 $i > 30^\circ$

Al fine di definire l'azione sismica di progetto, basata sull'identificazione della categoria del sottosuolo di riferimento, si è voluto definire il parametro fondamentale per la "classificazione sismica dei terreni", e quindi per la determinazione della categoria, corrispondente alla velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio VS 30, valutata entro i primi 30 m di profondità dal piano campagna. Tale parametro andrà stimato direttamente in sito mediante l'esecuzione di una prova penetrometrica dinamica o di un profilo MASW.

Categorie di sottosuolo: ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3. Per questa tipologia di substrato, salvo diverso esito da prove dirette in sito si stima che essi appartengano alla categoria C.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, 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 con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

In base ai dati di localizzazione, tipologia dell'opera e classe d'uso si sono calcolati i parametri sismici relativi alle verifiche SLO, SLD, SLV e SLC. (SW AZTEC Sisma 10.0 e GEOSTRU PS):

	$T_R$ [anni]	$a_g$ [m/s <sup>2</sup> ]	$F_0$ [---]	$T_C^*$ [s]
SLO	30	0.183	2.610	0.273
SLD	50	0.231	2.670	0.296
SLV	475	0.490	2.880	0.340
SLC	975	0.591	2.980	0.372

Figura 18 - Parametri sismici in funzione delle coordinate geografiche del sito

Dove:

Stati limite di esercizio

**Stato Limite di Operatività (SLO)**

**Stato Limite di Danno (SLD)**

**ag** accelerazione orizzontale massima al sito;

**F<sub>0</sub>** 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

Stati limite ultimi

**Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):**

**Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):**

## 11. ANALISI DEI VINCOLI GRAVANTI SUI TERRENI

Per quanto riguarda gli aspetti legati alla pericolosità idrogeologica, si sintetizzano gli esiti del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), che è stato redatto dalla Regione Sardegna ai sensi del comma 6 ter dell'art. 17 della Legge 18 maggio 1989 n. 183 e ss.mm.ii., adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 2246 del 21 luglio 2003, approvato con Delibera n. 54/33 del 30 dicembre 2004 e reso esecutivo dal Decreto dell'Assessore dei Lavori Pubblici n. 3 del 21 febbraio 2005. Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e, in quanto dispone con finalità di salvaguardia di persone, beni, ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici, prevale sui piani e programmi di settore di livello regionale (Art. 4 comma 4 delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI). Inoltre (art. 6 comma 2 lettera c delle NTA), "le previsioni del PAI [...] prevalgono: [...] su quelle degli altri strumenti regionali di settore con effetti sugli usi del territorio e delle risorse naturali, tra cui i [...] piani per le infrastrutture, il piano regionale di utilizzo delle aree del demanio marittimo per finalità turistico-ricreative".

**L'area di progetto non è compresa in aree caratterizzate da Pericolosità Idraulica e Geomorfologica.**

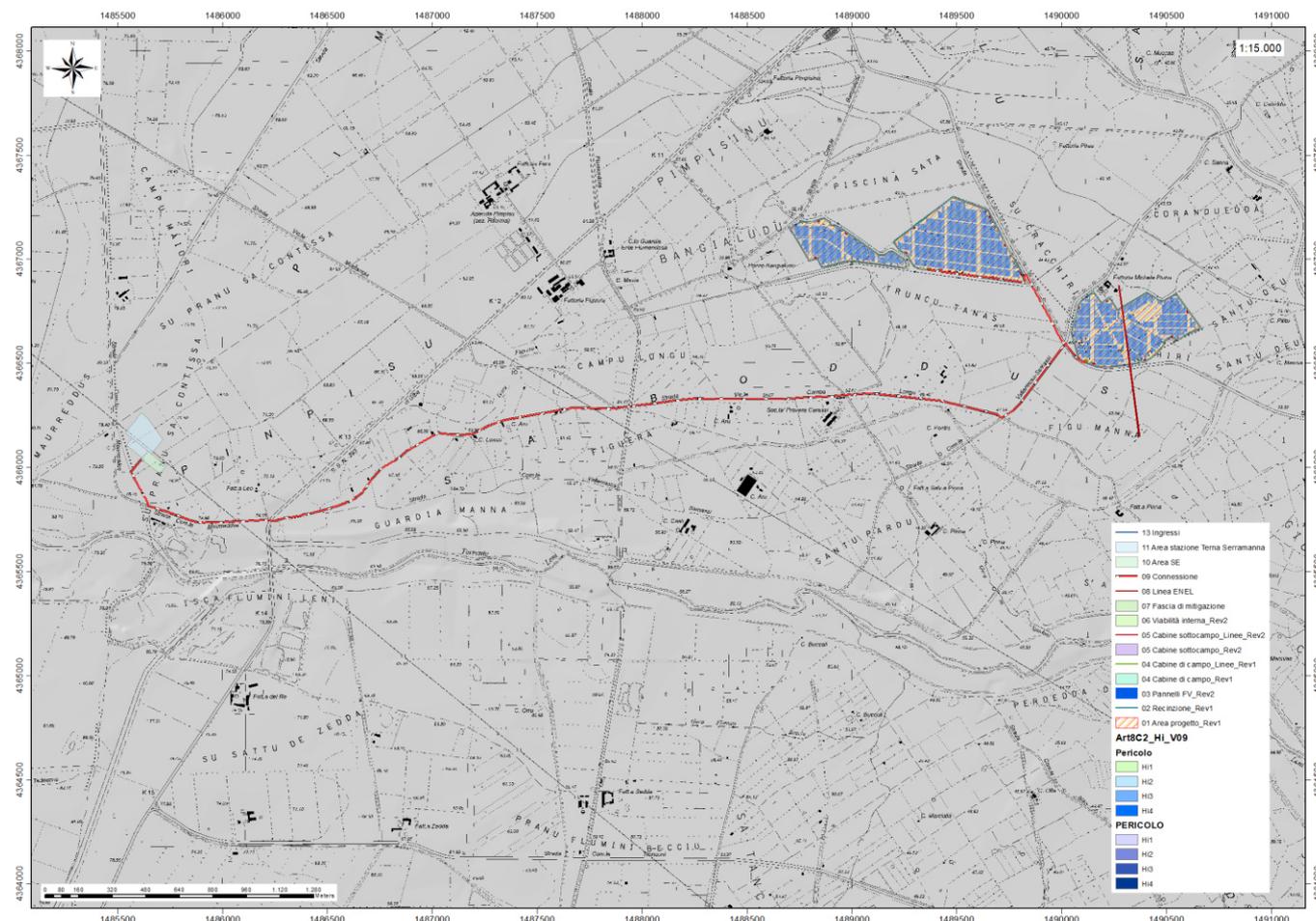


Figura 19 Inquadramento PAI Hi (fonte RAS)

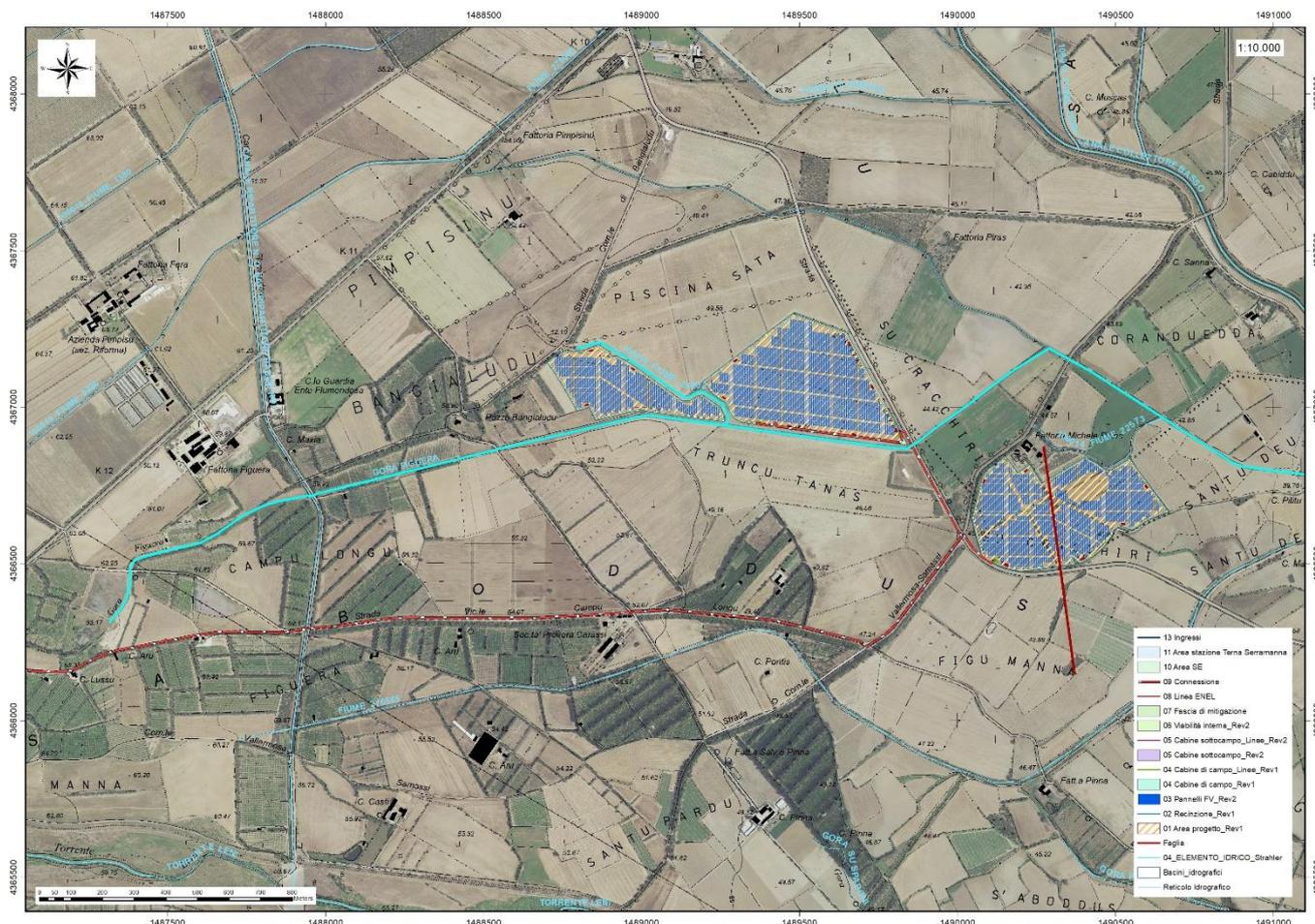


Figura 20 Inquadramento PAI Hg (fonte RAS)

### 11.1. ART.30TER NTA PAI

Poiché il territorio comunale non è stato ancora oggetto di uno Studio di dettaglio della pericolosità idraulica così come previsto dall'art.8 comma c delle NTA PAI, nelle more della realizzazione dello stesso, vengono istituite le fasce di prima salvaguardia secondo il comma 1 dell'art.30ter di seguito riportato.

1. Per i singoli tratti dei corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico dell'intero territorio regionale di cui all'articolo 30 quater per i quali non siano state ancora determinate le aree di pericolosità idraulica, con esclusione dei tratti le cui aree di esondazione sono state determinate con il solo criterio geomorfologico di cui all'articolo 30 bis, quale misura di prima salvaguardia finalizzata alla tutela della pubblica incolumità, è istituita una fascia su entrambi i lati a partire dall'asse, di profondità L variabile in funzione dell'ordine gerarchico del singolo tratto.

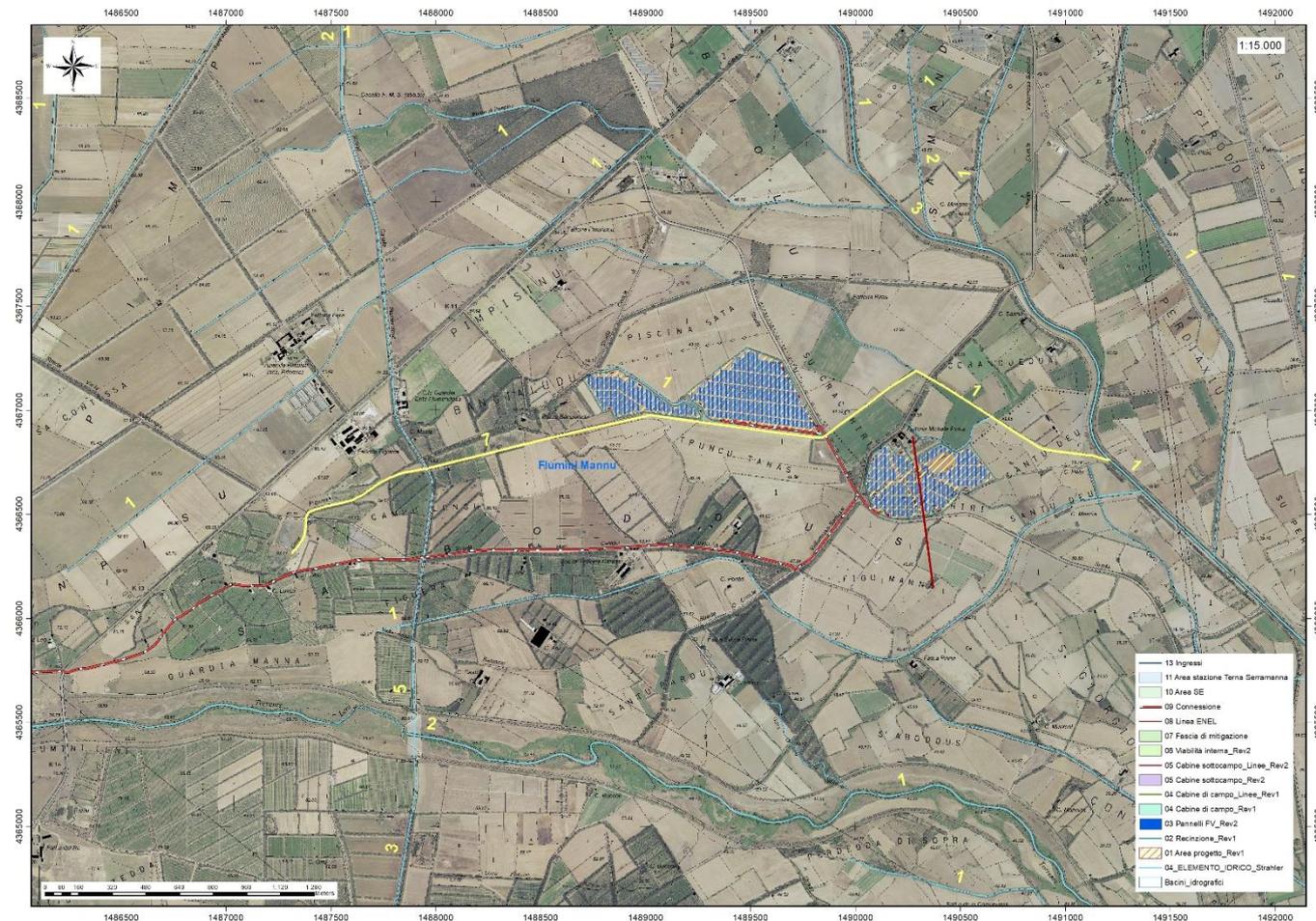


Nel caso specifico il corso d'acqua denominato dalla RAS FIUME\_26302 che attraversa il lotto Ovest è classificato di ordine 1 secondo la gerarchia di Horton-Strahler e il Rio Gora Figuera che scorre perimetralmente sul lato sud da ovest verso est, nel tratto interessato dal lotto in progetto, è classificato di ordine 1, quest'ultimo erroneamente classificato di ordine 7 nel layer della RAS "ELEMENTO IDRICO Stralher" verosimilmente perché indicato con direzione di percorrenza opposta a quella invece rilevabile in sito, sia in relazione al dislivello di quote (54m slmm circa sulla confluenza Collettore N.O.-Rio Gora Figuera e 42m slmm sulla confluenza Rio Gora Figuera, che nella cartografia CTR RAS in cui è indicato con deflusso da monte verso valle diventando nuovamente di ordine 1 nel tratto più prossimo all'immissione nel CANALE COLLETTORE BASSO, dopo la confluenza con l'asta fluviale denominata FIUME\_9226 anch'essa di ordine 1.

Risulta pertanto evidente l'errore nell'assegnazione della classe Horton Strahler a questo tratto che invece appare verosimilmente riconducibile alla classe 1 e di classe 2 successivamente alla confluenza con FIUME\_9226. È altresì evidente l'esigua dimensione del bacino sotteso dal Rio Gora Figuera incapace di generare piene riconducibili ad aste fluviali di ordine 7, a ulteriore conferma dell'errore citato.

In ragione delle distanze di prima salvaguardia istituite con il suddetto art.30ter e assumendo, per questo tratto, la classe gerarchica Horton- Strahler 1, gli interventi devono rispettare una distanza di 10m

dall'asse del tracciato fluviale. Si riporta di seguito la tavola con evidenziati i tratti fluviali citati e le rispettive classi Horton-Strahler contenute nel layer RAS.



## 11.2. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA)

L'articolo 7 del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 "Attuazione della Direttiva Comunitaria 2007/60/CE, relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni", che recepisce in Italia la Direttiva comunitaria 2007/60/CE, prevede che in ogni distretto idrografico, di cui all'art. 64 del D.Lgs.152/2006, sia predisposto il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni** (di seguito indicato come PGRA). L'obiettivo generale del PGRA è la riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni sulla salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. Esso coinvolge pertanto tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, con particolare riferimento alle misure non strutturali finalizzate alla

prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi degli eventi alluvionali; tali misure vengono predisposte in considerazione delle specifiche caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato. Il PGRA individua strumenti operativi e di governance (quali linee guida, buone pratiche, accordi istituzionali, modalità di coinvolgimento attivo della popolazione) finalizzati alla gestione del fenomeno alluvionale in senso ampio, al fine di ridurre quanto più possibile le conseguenze negative.

**L'area di progetto non è compresa nelle perimetrazioni del PGRA**

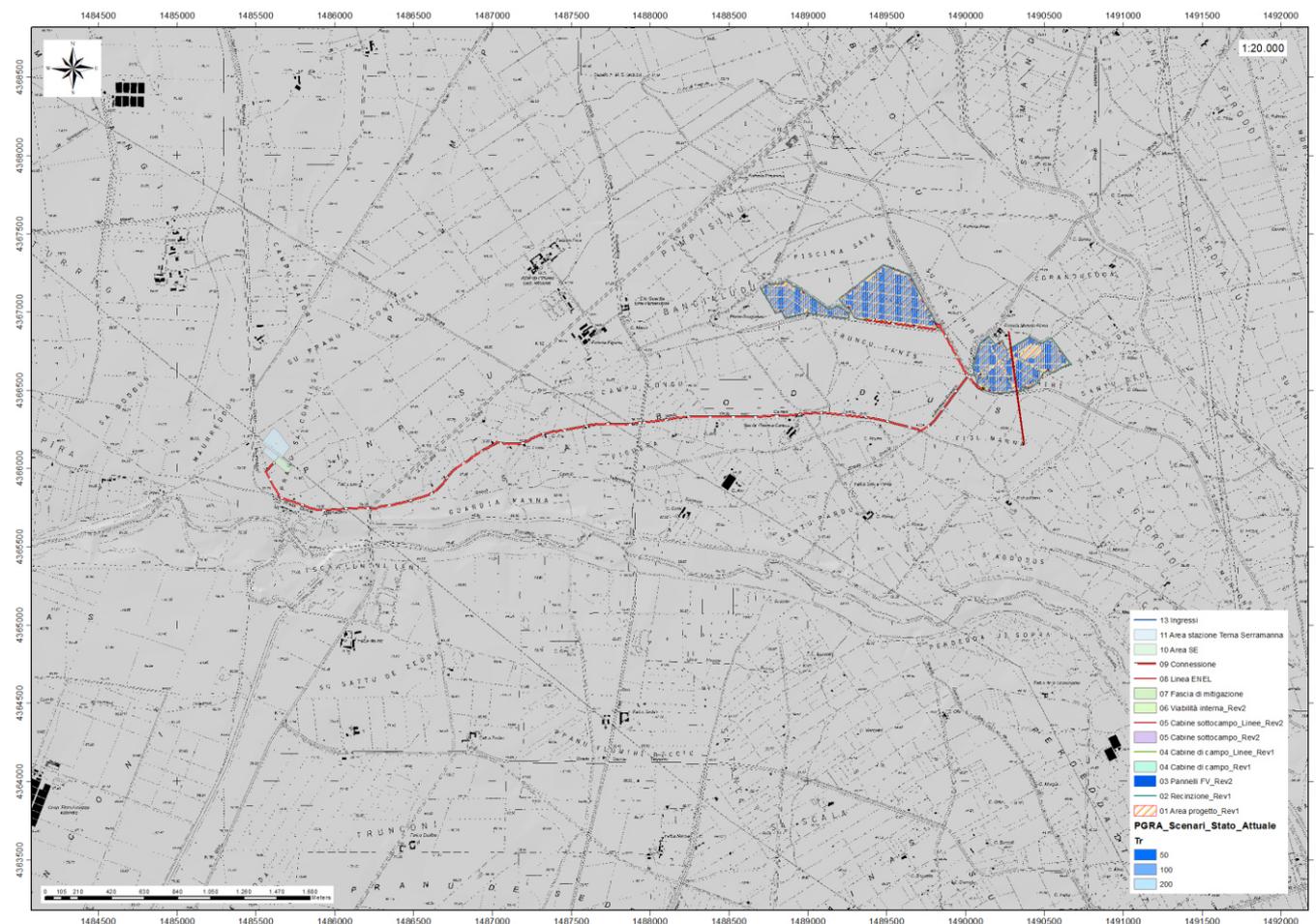


Figura 21 Inquadramento PGRA

**11.3. PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF)**

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) definisce, per i principali corsi d'acqua della Sardegna, le aree inondabili e le misure di tutela per le fasce fluviali. A seguito dello svolgimento delle conferenze programmatiche, tenute nel mese di gennaio 2013, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013, ha adottato in via definitiva il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

**Il sito est e parte della connessione sono compresi nelle perimetrazioni del PSFF in Fascia C.**

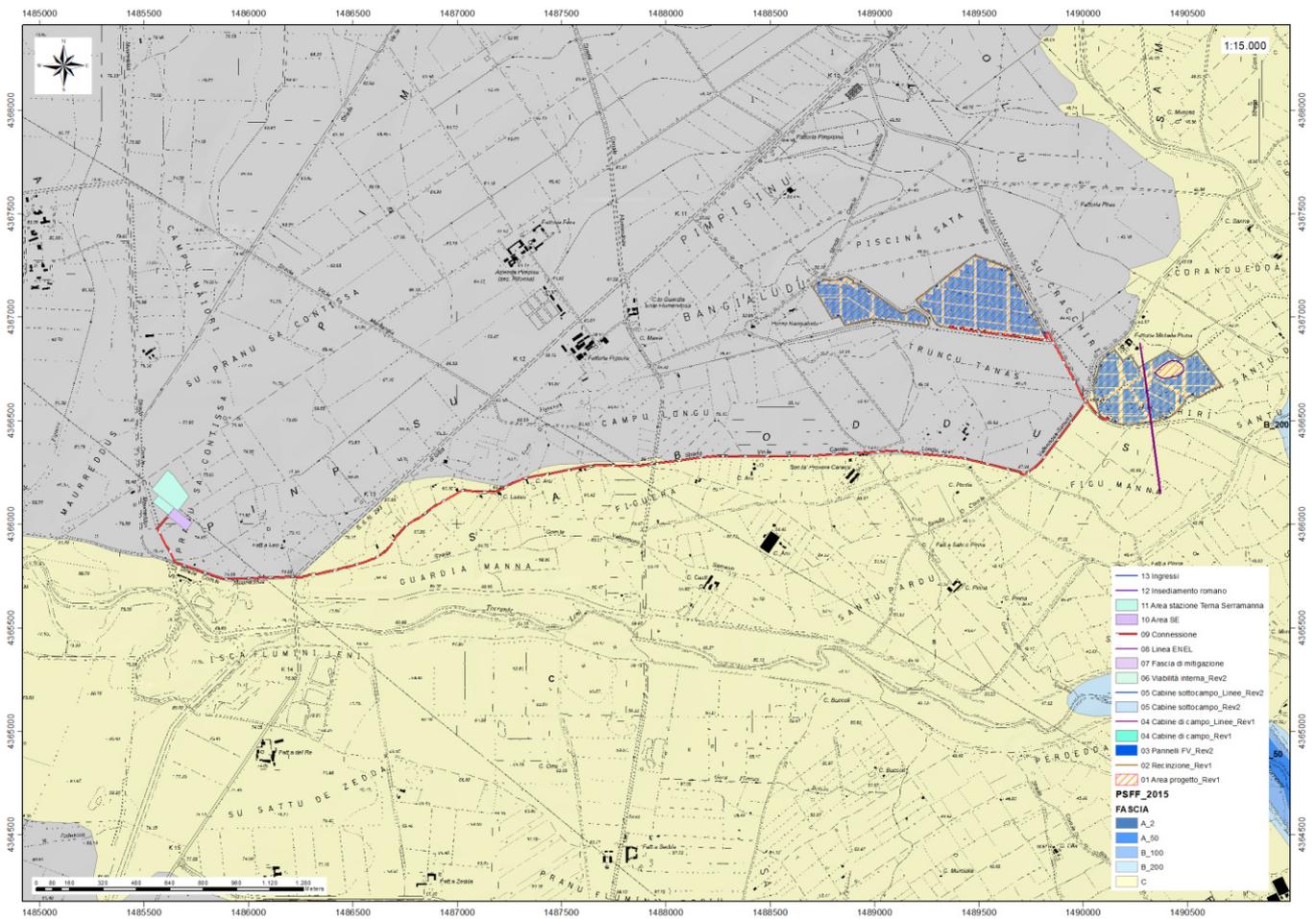


Figura 22 Inquadramento PSFF

## 12.MODELLO GEOLOGICO

Sulla base di quanto emerso dai rilievi e dalle indagini in sito, nell'approccio progettuale, stante il contesto geologico si evidenziano le seguenti criticità a cui sarà necessario prestare la opportuna attenzione nella progettazione delle opere e nelle varie fasi di realizzazione. L'analisi di tali fattori è funzionale alla progettazione e ha lo scopo di valutare la risposta del terreno ai nuovi carichi ed individuare azioni correttive o accorgimenti tali da limitarne gli effetti. Nello specifico:

- Circolazione idrica sotterranea secondaria o indotta e/o stagnazione di acque di pioggia –vanno considerati gli effetti dell'eventuale presenza d'acqua alla quota di imposta delle opere fondanti con particolare riferimento alla stagionalità degli apporti idrici e del relativo flusso negli ambiti più superficiali delle coltri di alterazione dei depositi alluvionali.
- Presenza di sacche argillose non attualmente identificabili che possono cambiare il grado di portanza dei terreni – sarà opportuno in fase di progettazione definitivo/esecutiva eseguire dei saggi sul terreno per confermarne o meno la presenza.

Dalle informazioni ricavate dal seguente studio è stato costruito il modello geologico preliminare del sito che sintetizza e descrive i caratteri litologici, strutturali, idrogeologici e geomorfologici trattati nei capitoli precedenti:

- 0,00m – 2,00m – **Litotipo 0** Suolo/ coltri colluviali-eluviali.
- 2,00m in poi – **Litotipo A** --Sabbie e subordinati limi e argille (**bb**); Ghiaie con subordinate sabbie (**ba**); Limi e argille (**bnb**).



Figura 23 Modello geologico del sito (6.2.1 NTC 2018)

### 13.FATTIBILITA' GEOLOGICA - GEOTECNICA

Analizzate le specifiche dell'impianto e, a seguito delle analisi geologico strutturali affrontate nei capitoli precedenti, vengono rese note una serie di indicazioni che possono essere utili al fine di una corretta installazione dell'impianto e delle sue componenti fondanti in relazione alle caratteristiche geologiche della superficie interessata dal progetto.

L'area è caratterizzata da depositi alluvionali terrazzati costituiti da un'importante aliquota di materiale ghiaioso e da materiale argilloso, il tutto prevalentemente sciolto o debolmente consolidato.

Durante l'installazione delle aste nel terreno la presenza di questo materiale ciottoloso potrebbe ostacolare l'infissione e creare resistenza tanto da dover ricorrere ad eventuali fori o trivelle per un corretto fissaggio delle aste.

L'infissione dell'asta comporta un addensamento del terreno adiacente all'asta, con un incremento dello stato tensionale e delle caratteristiche meccaniche. Al contrario, l'installazione dell'asta a seguito dell'utilizzo di una trivella, la quale richiede la rimozione di un uguale volume di terreno, comporta una riduzione dello stato tensionale iniziale, il quale deve essere ripristinato attraverso compattazione superficiale.

Nei terreni incoerenti l'addensamento avviene con riduzione dei vuoti e con l'espulsione dell'acqua interstiziale e si possono ottenere massimi addensamenti sia con saturazione completa sia in condizioni di assenza di acqua.

La forma della curva mostra come effettivamente si possa ottenere il massimo addensamento anche in condizioni di umidità naturale del volume da compattare (Fig 24).

Occorre considerare sempre e comunque che è sufficiente una percentuale del 10-15% di materiali fini per rendere il terreno incoerente assimilabile, ai terreni coesivi e, quindi a dovere compattare il volume di terreno al valore ottimo dell'umidità per ottenere il massimo addensamento, poiché, in un terreno relativamente secco la compattazione deve vincere l'adesione dovuta alle tensioni superficiali al confine tra aria e acqua dovute al fenomeno della capillarità.

Pertanto, quest'operazione di costipamento del terreno è consigliabile eseguirla con un contenuto d'acqua tale che le particelle siano lubrificate al punto giusto affinché si assestino con la compattazione ed il conseguentemente aumento della densità.

L'eccessiva quantità d'acqua porterebbe l'effetto contrario, aumenterebbe l'indice dei vuoti con riduzione della densità (fig 25).

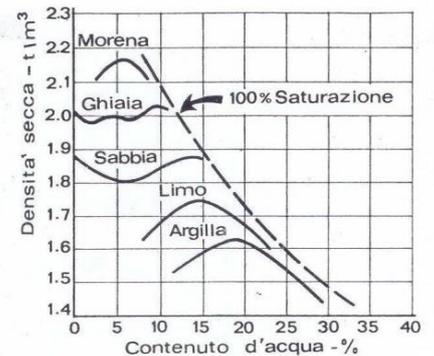


Figura 24 Curva di compattazione da prove di laboratorio in terreni incoerenti

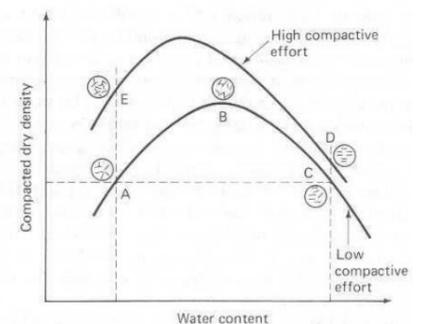


Figura 25 Curva di compattazione in terreni coerenti

Per quanto concerne un'indicazione di massima sulle caratteristiche geotecniche dei materiali interessati dalle basi fondanti, i parametri che si possono considerare cautelativi in base agli esiti di studi eseguiti sulla formazione interessata.

In fase di progettazione esecutiva gli stessi dovranno essere confermati con indagini dirette.

$$\gamma_d = 1800-2000 \text{ kg/cm}^3$$

$$Y_{sat} = 1900-2200 \text{ kg/cm}^3$$

$$c = 0,00 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 23^\circ-27^\circ$$

la presenza di livelli a granulometria variabile con infiltrazioni umide suggerisce di effettuare le verifiche in condizioni non drenate e sature per maggiore sicurezza.

## 14. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI DELL'IMPIANTO SULLE COMPONENTI AMBIENTALI SUOLO, SOTTOSUOLO E ACQUE

Lo studio delle componenti ambientali abiotiche ha permesso di definire lo stato attuale dell'area interessata dall'intervento. Le valutazioni degli impatti sulle componenti sono state definite verificando le stesse nelle varie fasi lavorative e nel complesso, pertanto di seguito vengono analizzate le singole componenti in relazione agli steps di sviluppo dell'intervento.

### MATRICE IMPATTI - fase di cantiere

#### GEOLOGIA

##### Modifica assetto idro-geomorfologico:

**senza mitigazione:** tutte le lavorazioni in fase di realizzazione che comprendono realizzazione di aree di stoccaggio temporaneo del materiale scavato, comportano modifiche talora temporanee all'assetto idro-geomorfologico con impatto da moderato a compatibile.

**con mitigazione:** le opere o le azioni di mitigazione su tali impatti consistono in un'accurata gestione del cantiere delle aree connesse, nel prevedere opere provvisorie di controllo dell'equilibrio idro-geomorfologico anche in relazione ad occupazioni temporanee di aree o la realizzazione di lavorazioni specifiche.

#### SUOLI

##### Compattazione del substrato:

**senza mitigazione:** in generale gli impatti su tale aspetto della componente suolo vengono riconosciuti nelle lavorazioni di realizzazione delle fondazioni e nella realizzazione della viabilità di impianto e nella produzione di inerti intendendo a questi connesso il deposito temporaneo. L'impatto è stimato come compatibile. Per le altre lavorazioni si ritiene tale impatto non significativo.

**con mitigazione:** non sono previste specifiche misure di mitigazione, l'impatto rimane inalterato tuttavia sempre compatibile. Esso si riduce solo per le attività di produzione degli inerti in ragione della temporaneità dei depositi di stoccaggio.

#### Asportazione di suolo:

**senza mitigazione:** su tale aspetto della componente suolo, le attività connesse alla realizzazione del piano o di eventuali piste producono impatto da moderato a compatibile in quanto la realizzazione delle opere, comporta una effettiva asportazione di terreno.

**con mitigazione:** le opere di mitigazione previste e che permettono la riduzione degli impatti descritti consistono nella conservazione e riutilizzo del materiale asportato in aree prossime a quelle di prelievo e/o alte affini carenti in tale componente. L'impatto si riduce a compatibile o non significativo.

#### Perdita di substrato protettivo:

**senza mitigazione:** analogamente a quanto espresso per l'aspetto precedente, le attività connesse alla realizzazione del piano producono impatto da moderato a compatibile in quanto l'esecuzione delle opere, comporta una effettiva perdita di substrato protettivo.

**con mitigazione:** le opere di mitigazione previste e che permettono la riduzione degli impatti descritti consistono nella conservazione e riutilizzo del materiale asportato in aree prossime a quelle di asportazione e/o altre affini carenti in tale componente. L'impatto si riduce a compatibile a non significativo.

## ACQUE

#### Acque sotterranee:

**senza mitigazione:** la presenza di deboli coltri superficiali, di spessore variabile può determinare la possibilità, sostanzialmente nei periodi piovosi, che si formino locali circolazioni sub sotterranee. Gli impatti dei lavori di realizzazione delle opere sono dovuti principalmente alle possibili locali interruzioni e/o deviazioni di tali deflussi. L'impatto è stimato come moderato o non significativo in ragione della tipologia d'opera per lavori di scavo e realizzazione delle fondazioni.

**con mitigazione:** In fase di realizzazione, tali impatti possono ridursi definendo una rete di cattura e smaltimento delle acque che garantisca la precedente continuità parzialmente o localmente interrotta dalla realizzazione dell'opera. L'impatto diviene non significativo.

Acque superficiali:

**senza mitigazione:** le opere realizzate possono localmente e in specifici periodi dell'anno (mesi piovosi) interferire sulla rete di deflusso superficiale peraltro poco sviluppata e per lo più effimera. L'impatto è stimato come compatibile nel caso di realizzazione di strade. Diviene moderato per lavori di scavo e realizzazione delle fondazioni e per la produzione di inerti a cui sono connessi depositi temporanei di materiale scavato.

**con mitigazione:** In fase di realizzazione tali impatti possono ridursi definendo una rete di cattura e smaltimento delle acque che garantisca la precedente continuità parzialmente o localmente interrotta dall'opera. L'impatto diviene non significativo o compatibile.

### MATRICE IMPATTI – fase di esercizio

Sostanzialmente in fase di esercizio, non si individuano impatti significativi sulle componenti geologia, suolo e acque salvo che per alcuni aspetti legati alla corretta gestione delle opere di mitigazione previste in fase di realizzazione e connesse sostanzialmente alla gestione delle acque superficiali e sub sotterranee.

## 15. CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE E DELLE ROCCE DA SCAVO

Il DPR n. 120 del 13/06/2017 stabilisce la nuova disciplina sulla gestione delle terre e rocce da scavo ed è in vigore dal 22/08/2017.

Il regolamento riunisce in un unico testo le regole sul riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti abrogando sia il DM 161/2012 sia l'art. 41bis del D.L. 69/2013 convertito in L. 98/2013.

Regolamenta inoltre l'utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti (art. 185 c.1, lett. c) e le terre e rocce provenienti dai siti oggetto di bonifica e introduce infine un apposito regime per il deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate come rifiuti.

L'art. 4 del DPR 120/2017 stabilisce i requisiti generali affinché le terre e rocce da scavo possano essere sottoposte al regime dei sottoprodotti. Si rimanda quindi alla normativa vigente in merito alla caratterizzazione dei materiali ed eventuale redazione di un Piano di Utilizzo delle Terre e Rocce da scavo.

Per tutti i cantieri con produzione di TRS da riutilizzare inferiori a 6.000 m<sup>3</sup> (Capo III), compresi quelli che riguardano opere sottoposte a VIA o ad AIA, e per i siti di grandi dimensioni, superiori a 6000 m<sup>3</sup>, non sottoposti a VIA o AIA (Capo IV) è prevista una procedura semplificata, simile a quella dell'articolo 41 bis del Decreto Legge n. 69/2013, attraverso autocertificazione. Il DPR 120/2017 prevede infatti che il

proponente o il produttore attesti il rispetto dei requisiti di cui all'articolo 4 (classificazione delle TRS come sottoprodotti e non rifiuti) mediante una autocertificazione (dichiarazione sostitutiva di atto di notorietà, ai sensi del DPR 445/2000) da presentare all'ARPA territorialmente competente e al Comune del luogo di produzione (all'Autorità competente nel caso di cantieri di grandi dimensioni) utilizzando i moduli previsti dagli Allegati 6-7-8 del DPR.

Il "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo" del 2017, in attuazione dell'articolo 184-bis del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, stabilisce i requisiti generali da soddisfare affinché le terre e rocce da scavo generate in cantieri di piccole dimensioni, in cantieri di grandi dimensioni e in cantieri di grandi dimensioni non sottoposti a VIA e AIA, siano qualificati come sottoprodotti e non come rifiuti, nonché le disposizioni comuni ad esse applicabili

#### **15.1. PIANO DI RIUTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE PROVENIENTI DALLO SCAVO E DA ESEGUIRE IN FASE DI PROGETTAZIONE ESECUTIVA E COMUNQUE PRIMA DELL'INIZIO DEI LAVORI**

##### **15.1.1. MATERIALE RIUTILIZZATO IN SITO**

L'attuale quadro normativo include nel processo di gestione come sottoprodotti quelle terre da scavo non contaminate che vengono riutilizzate allo stato naturale, nell'ambito dei lavori di costruzione, direttamente nel luogo dove sono state generate.

Infatti, con il Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014 n. 164, sono state adottate le disposizioni di riordino e di semplificazione della disciplina inerente la gestione delle terre e rocce da scavo, con particolare riferimento:

a) alla gestione delle terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti, ai sensi dell'articolo 184-bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, provenienti da cantieri di piccole dimensioni, di grandi dimensioni e di grandi dimensioni non assoggettati a VIA o ad AIA, compresi quelli finalizzati alla costruzione o alla manutenzione di reti ed infrastrutture;

b) alla disciplina del deposito temporaneo delle terre e rocce da scavo qualificate rifiuti;

c) all'utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti;

d) alla gestione delle terre e rocce da scavo nei siti oggetto di bonifica.

Relativamente al progetto in esame, dunque, il Regolamento si applica nelle seguenti circostanze:

- per il terreno vegetale rimosso tramite scotico dalle aree di cantiere e dalla viabilità in progetto, il quale sarà accantonato in specifiche porzioni delle stesse al fine di essere riportato a fine lavori;

- per le terre scavate nell'ambito dei lavori di posa del cavidotto di connessione che vengono accantonate a fianco della medesima opera e quindi impiegate per la copertura od il ripristino dell'area.

Le caratteristiche delle terre da impiegare per il ripristino delle aree occupate da cantieri, piste di cantiere, aree di stoccaggio ed altre aree funzionali ai lavori di costruzione, dipendono dalla destinazione d'uso finale delle stesse aree.

In generale si prevede comunque il riutilizzo di terre da scavo e proveniente dallo scotico superficiale, da adoperare per rinterri e riempimenti e copertura vegetale (spessore di suolo derivante dallo scotico).

## 15.2. PIANO DI RIUTILIZZO: CRITERI GENERALI

Le terre e rocce da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, miglioramenti fondiari o viari oppure per altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e, nel corso di processi di produzione industriale, in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A della Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;

- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

Pertanto, il Piano di Riutilizzo, da predisporre in **fase di progettazione esecutiva** e comunque **prima dell'inizio dei lavori sarà** redatto ai sensi dell'allegato 5 del DPR 120/2017

Dott.ssa Geol. Cosima Atzori

ORDINE DEI GEOLOGI DELLA SARDEGNA - Sezione A n°656