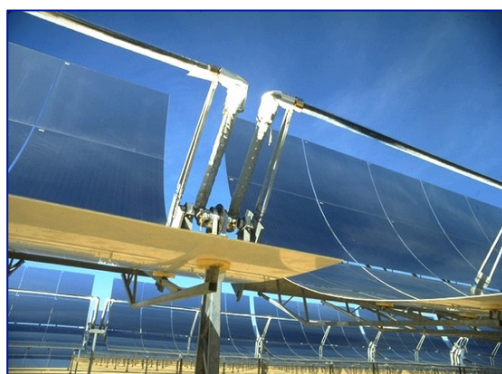


Proponente 	<p align="center">GONNOSFANADIGA LIMITED</p> <p align="center">Sede Legale: Bow Road 221 - Londra - Regno Unito Filiale Italiana: Corso Umberto I, 08015 Macomer (NU)</p>
---	---


**Provincia del Medio-Campidano
 Comuni di Gonnosfanadiga e Villacidro**

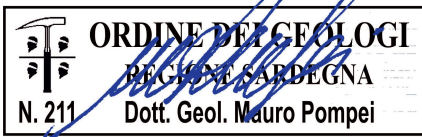
Nome progetto
**Impianto Solare Termodinamico della potenza lorda di
 55 MWe denominato "GONNOSFANADIGA"**



VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

Titolo Documento:
RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

Sviluppo: 	<p align="center">Energogreen Renewables S.r.l. Via E. Fermi 19, 62010 Pollenza (MC) www.energogreen.com e-mail: info@energogreen.com</p>
--	--

Documento realizzato da: <p align="center">Dott. Geol. Mauro Pompei Geotechna Srl</p>	
---	--

			GN_PDRELGEOLGEOT001
0	02/2015	Emissione per integrazioni procedura di VIA	
Rev.	Data	Descrizione	Codice di Riferimento

Proprietà e diritti del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

Gruppo di lavoro Energogreen Renewables:



*Energogreen Renewables Srl
Via E. Fermi, 19 - 62010 - Pollenza (MC)*

1. *Dott. Ing. Cecilia Bubbolini*
2. *Dott. Ing. Loretta Maccari*
3. *Dott. Ing. Devis Bozzi*

Consulenza Esterna:

- *Dott. Arch. Luciano Viridis: Analisi Territoriale*
- *Dott. Manuel Floris: "Rapporto Tecnico di Analisi delle Misure di DNI - Sito Gonnosfanadiga (VS)"*
- *Dott. Agr. Vincenzo Satta: "Relazioni su Flora, Vegetazione, Pedologia e Uso del Suolo"*
- *Dott. Agr. Vincenzo Sechi: "Relazione faunistica"*
- *Dott. Agr. V. Satta e Dott. Agr. V. Sechi: "Relazione Agronomica"*
- *Dott. Geol. Eugenio Pistolesi: "Indagine Geologica Preliminare di Fattibilità"*
- *Studio Associato Ingg. Deffenu e Lostia: "Documento di Previsione d'Impatto Acustico"*
- *Dott. Arch. Leonardo Annessi: Rendering e Fotoinserimenti*
- *Tecsa S.r.l.: "Rapporto Preliminare di Sicurezza"*
- *Enviroware srl, Dott. Roberto Bellasio: "Studio d'impatto atmosferico dei riscaldatori ausiliari dell'impianto solare termodinamico "Gonnosfanadiga"*
- *Geotechna Srl: "Relazione Geologica e Geotecnica"*
- *Progetto Engineering srl: "Progetto elettrico definitivo"*

COMUNE DI VILLASOR

Provincia di Cagliari

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE TERMODINAMICO
DELLA POTENZA LORDA DI 55 MWE DENOMINATO «GONNOSFANADIGA»

RELAZIONE
GEOLOGICA E GEOTECNICA

REDATTO DA: Mauro Pompei



GEOTECHNA

Via Lorenzo il Magnifico n. 7
09134 Cagliari (Italy)
Tel./Fax +39 070 551417
e-mail: geotechna@tiscali.it
PEC: geotechna.cagliari@pec.it

IL GEOLOGO:

Mauro Pompei

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE SARDEGNA
N. 211 Dott. Geol. Mauro Pompei

	DATA	DESCRIZIONE
REVISIONI	00	12.02.2015 <i>Prima emissione</i>
	01	
	02	
	03	
	04	

IL COMMITTENTE:

Energogreen Renewables S.r.l.
Via Enrico Fermi n. 19
62010 Pollenza (MC)

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

SOMMARIO

1. GENERALITÀ.....	1
1.1. Premessa.....	1
1.2. Richiami normativi.....	2
1.3. Inquadramento territoriale	3
1.4. Descrizione sommaria del progetto.....	8
2. MODELLAZIONE GEOLOGICA	12
2.1. Premessa.....	12
2.2. Inquadramento dell'area vasta.....	12
2.3. Assetto litostratigrafico locale	17
2.4. Assetto tettonico locale e caratteristiche sismiche del sottosuolo ai sensi del D.M. 14.01.2008 «N.T.C.»	22
2.5. Assetto geomorfologico ed idrografico	24
2.6. Assetto idrogeologico locale.....	31
3. MODELLAZIONE GEOTECNICA	36
3.1. Caratteristiche litotecniche dei terreni di fondazione.....	36
4. CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI PROGETTUALI.....	39

1. GENERALITÀ

1.1. PREMESSA

In agro di Gonnosfanadiga (Provincia del Medio Campidano) è prevista la realizzazione di un «*Impianto Solare Termodinamico della potenza lorda di 55 MWe*», con tecnologia a collettori parabolici lineari, la cui energia elettrica prodotta verrà introdotta nella rete di distribuzione nazionale.

In tale ambito la *ENERGOGREEN RENEWABLES S.R.L.*⁽¹⁾ ha conferito incarico alla *GEOTECHNA S.R.L.* per uno studio geologico e geotecnico finalizzato al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- definire le condizioni geologiche, litostratigrafiche, sismiche e idrogeologiche dei terreni di sedime;
- verificare la presenza di potenziali situazioni di dissesto geologico-idraulico capaci di interferire negativamente con la sicurezza e lo sfruttamento degli impianti;
- definire la stratigrafia litotecnica del sottosuolo e l'individuazione del substrato più adeguato per la posa delle fondazioni di tipo diretto o profondo;
- sviluppare le necessarie verifiche geotecniche di capacità portante e di cedimenti secondo i criteri delle N.T.C. 2008 e nel rispetto delle norme antisismiche.

L'analisi ha avuto come base informativa i dati ricavati da altre campagne conoscitive effettuate in contesti geologici analoghi per altri interventi edilizi dal medesimo scrivente o da colleghi per gentile concessione di questi ultimi, coadiuvati dalle informazioni provenienti dalla miscellanea tecnico-scientifica regionale.

I risultati dello studio sono illustrati nella presente Relazione Geologica e Geotecnica, redatta dal geologo *Dott. MAURO POMPEI*⁽²⁾, Direttore Tecnico della *GEOTECHNA S.R.L.*

⁽¹⁾ Pollenza (MC) - Italy.

⁽²⁾ Ordine dei Geologi della Regione Sardegna, N. 211 - Sezione A.

1.2. RICHIAMI NORMATIVI

La normativa vigente in materia a cui si è fatto riferimento per lo svolgimento degli studi e la compilazione del presente documento tecnico è la seguente:

- Legge n. 1086 del 05.11.1971 «Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica»;
- Legge n. 64 del 02.02.1974 «Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche», che prevede l'obbligatorietà dell'applicazione per tutte le opere, pubbliche e private, delle norme tecniche che saranno fissate con successivi decreti del Ministero per il Lavori Pubblici;
- C.N.R. n. 10024/1986 «Analisi di strutture mediante elaboratore. Impostazione e Redazione delle relazioni di calcolo»;
- D.M. LL.PP. 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione»;
- Circ. Min. LL.PP. n. 30483 del 24.09.1988 che prevede l'obbligo di sottoporre tutte le opere civili pubbliche e private da realizzare nel territorio della Repubblica, alle verifiche per garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere-terreni ed assicurare la stabilità complessiva del territorio nel quale si inseriscono»;
- Circolare n. 218/24/3 del 09.01.1996 «Istruzioni applicative per la redazione della Relazione Geologica e della Relazione Geotecnica»;
- D.M. LL.PP. 09.01.1996 «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precomprese per le strutture metalliche»;
- D.M. LL.PP. 16.01.1996 «Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi»;
- Eurocodice 1 - Parte 1 «Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Basi di calcolo»;
- Eurocodice 7 - Parte 1 «Progettazione geotecnica - Regole generali»;
- Eurocodice 8 - Parte 5 «Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici»;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica»;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 02.10.2003 «Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri»;
- Ordinanza P.C.M. n. 3519 del 28.04.2006 «Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone»;
- D.M. 14.01.2008 «Norme Tecniche per le Costruzioni»;

- **D.M. Infrastrutture 06.05.2008** «Integrazioni al D.M. 14.01.2008 di approvazione delle Nuove Norme tecniche per le costruzioni emesse ai sensi delle leggi n. 1086 del 05.11.1971 e n. 64 del 02.02.1974, così come riunite nel Testo Unico per l'Edilizia di cui al D.P.R. n. 380 del 06.06.2001 e dell'art. 5 del D.L. n. 136 del 28.05.2004, convertito in legge, con modificazioni, dall'art. 1 della Legge n. 186 del 27.07.2004 e ss.mm.ii.»;
- **Circolare C.S. LL.PP. n. 617 del 02.02.2009** «Istruzioni per l'applicazione delle nuove "Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008»;
- **Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)** adottato dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 54/33 del 30.12.2004 e reso esecutivo con Decreto Assessoriale n. 3 del 21.02.2005 con pubblicazione nel BURAS n. 8 del 11.03.2005, comprese le successive modifiche e integrazioni;
- **Norme di Attuazione del P.A.I.** (aggiornamento al Decreto del Presidente della R.A.S. n. 35 del 21.03.2008);
- **A.G.I. 1977** «Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche»;
- **A.G.I. 1984** «Raccomandazioni sui pali di fondazione».

1.3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito di intervento ricade in prossimità del bordo occidentale del Campidano centrale (Sardegna meridionale - Provincia del Medio Campidano), nell'ambito di un vasto settore pedemontano sub-pianeggiante o a debole pendenza verso N, esteso ≈230 ha e facente parte del bacino idrografico del Rio Flumini Mannu di Pabillonis. Esso è localizzato a circa 2,5 km di distanza dalla porzione nord dell'abitato di Gonnosfanadiga e a circa 1,5 km del settore sud-est di Guspini. In particolare esso si colloca in un settore agricolo indicato nella toponomastica locale come "Pauli Cungiau" e "Tuppas sa Caccala".

L'areale, di estensione lorda totale di circa 227 ettari e forma irregolare che segue per lo più i limiti delle proprietà agricole, è delimitato a nord dalla S.S. n. 197, ad ovest da una strada di penetrazione agraria che si sviluppa in destra idraulica del Rio Terra Maistus e da terreni agricoli mentre a sud e a est prevalgono le proprietà private a conduzione agro-pastorale e relativa viabilità.

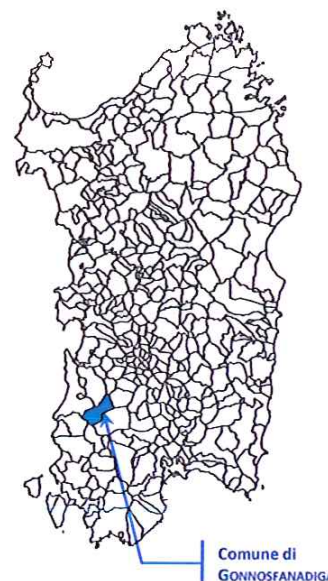


FIGURA 1
Inquadramento geografico.

Il sito è raggiungibile dal capoluogo di provincia percorrendo la S.S. 131 sino al bivio per San Gavino, da cui si imbecca la S.S. 197 per Guspini in direzione ovest. Nel tratto compreso tra il 4° km ed il 5° km si apre l'ingresso del lotto che ospiterà l'impianto.

I riferimenti cartografici sono rappresentati da:

- Foglio 546 "GUSPINI" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Foglio 547 "SAN GAVINO MONREALE" dell'I.G.M.I. [scala 1:50.000]
- Sezione 546-I "GUSPINI" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione E 547-IV "SAN GAVINO MONREALE" dell'I.G.M.I. [scala 1:25.000]
- Sezione 546-080 "GUSPINI" della C.T.R. [scala 1:10.000]
- Sezione 547-050 "S'ORCILEDDU" della C.T.R. [scala 1:10.000]

Nel Piano Urbanistico Comunale vigente (Programma di Fabbricazione) l'areale rientra in zona classificata come "Zona E - agricola".

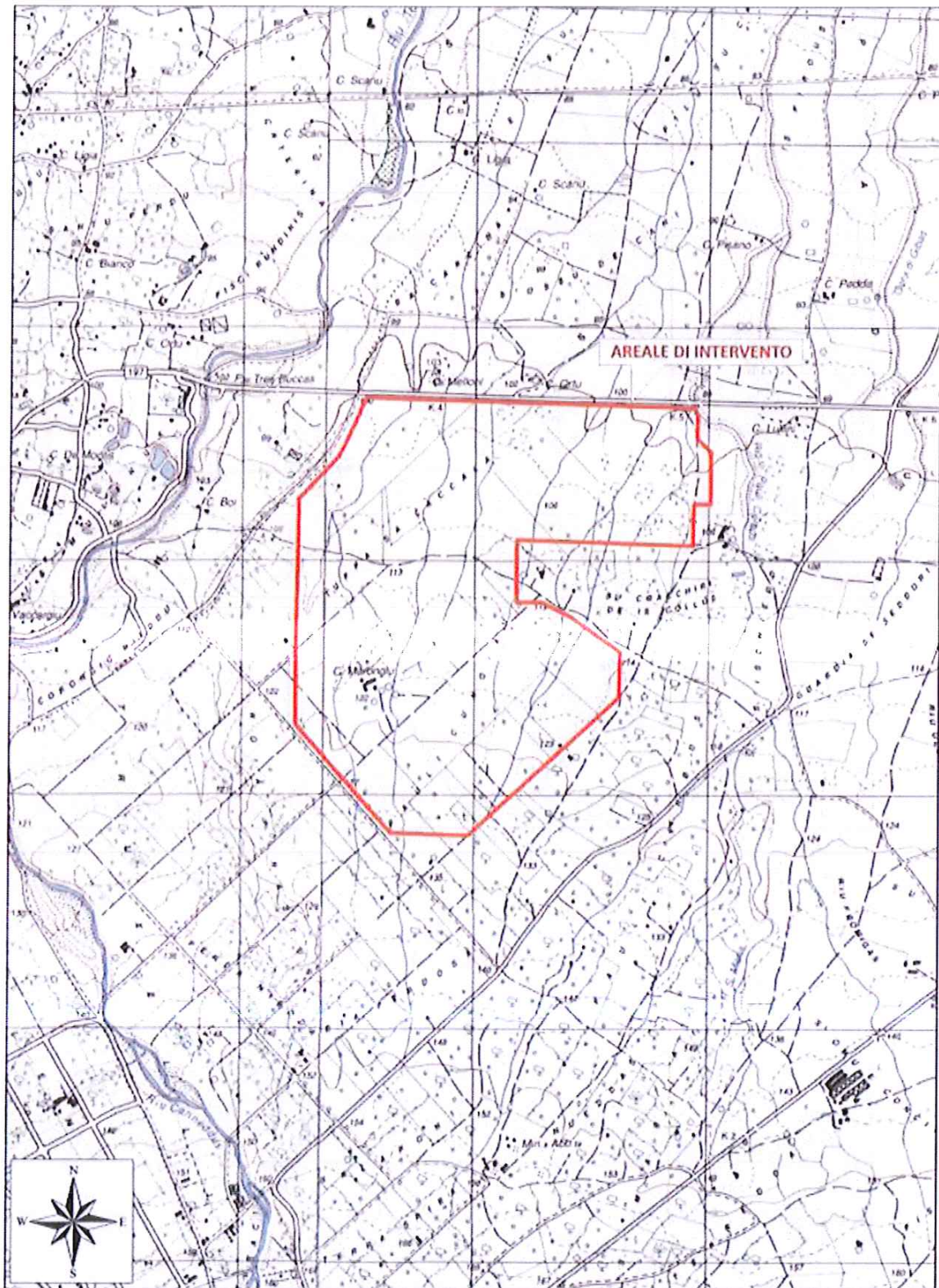


FIGURA 3 - Stralcio Cartografia I.G.M.I. – Sezione 546-I “GUSPINI” e 547-V “SAN GAVINO MONREALE” in scala 1:25.000.

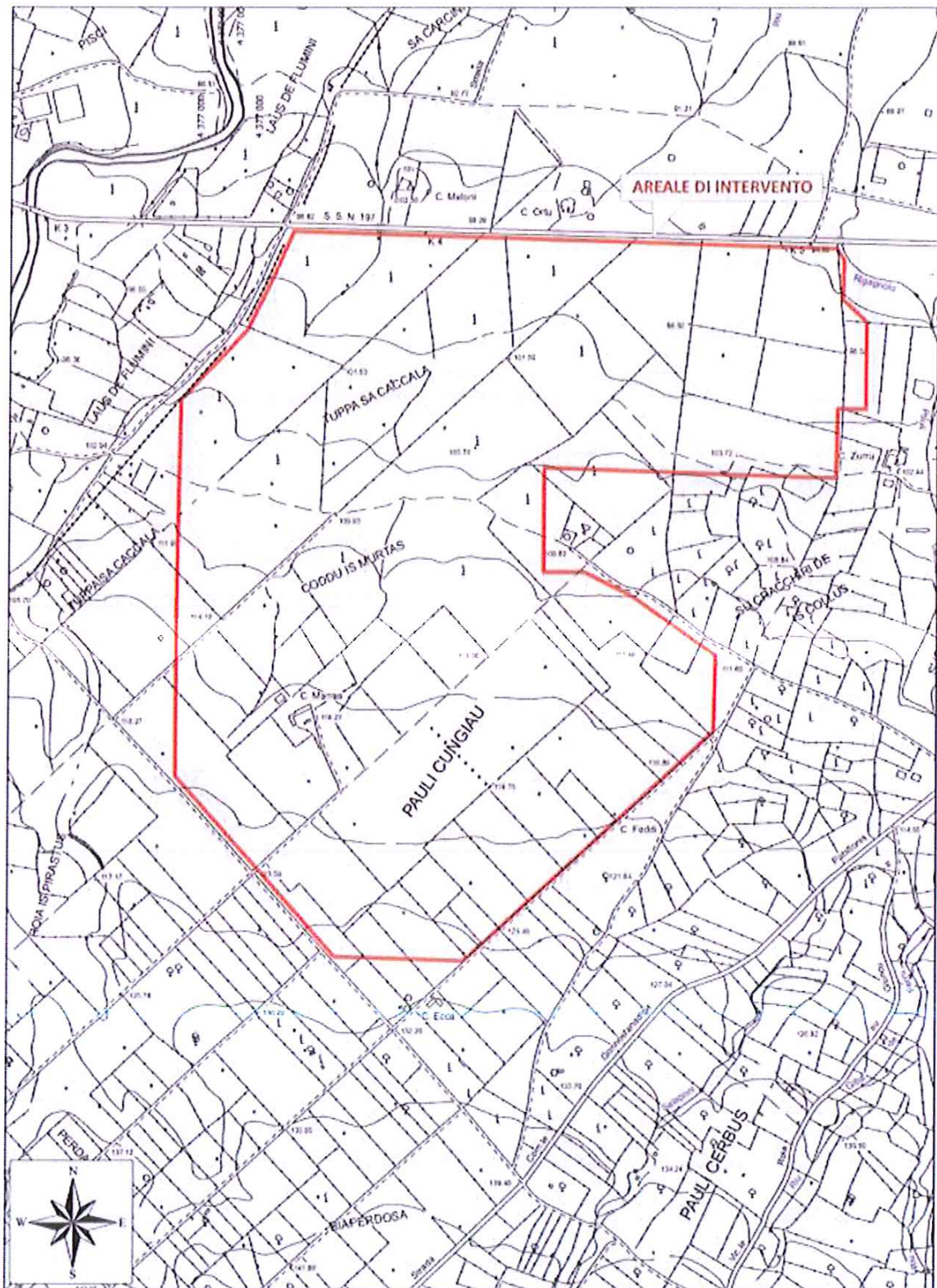


FIGURA 4 - Stralcio C.T.R. Numerica – Sezioni 546-080 "GUSPINI" e 547-050 "S'ORCILEDU" in scala 1:15.000.

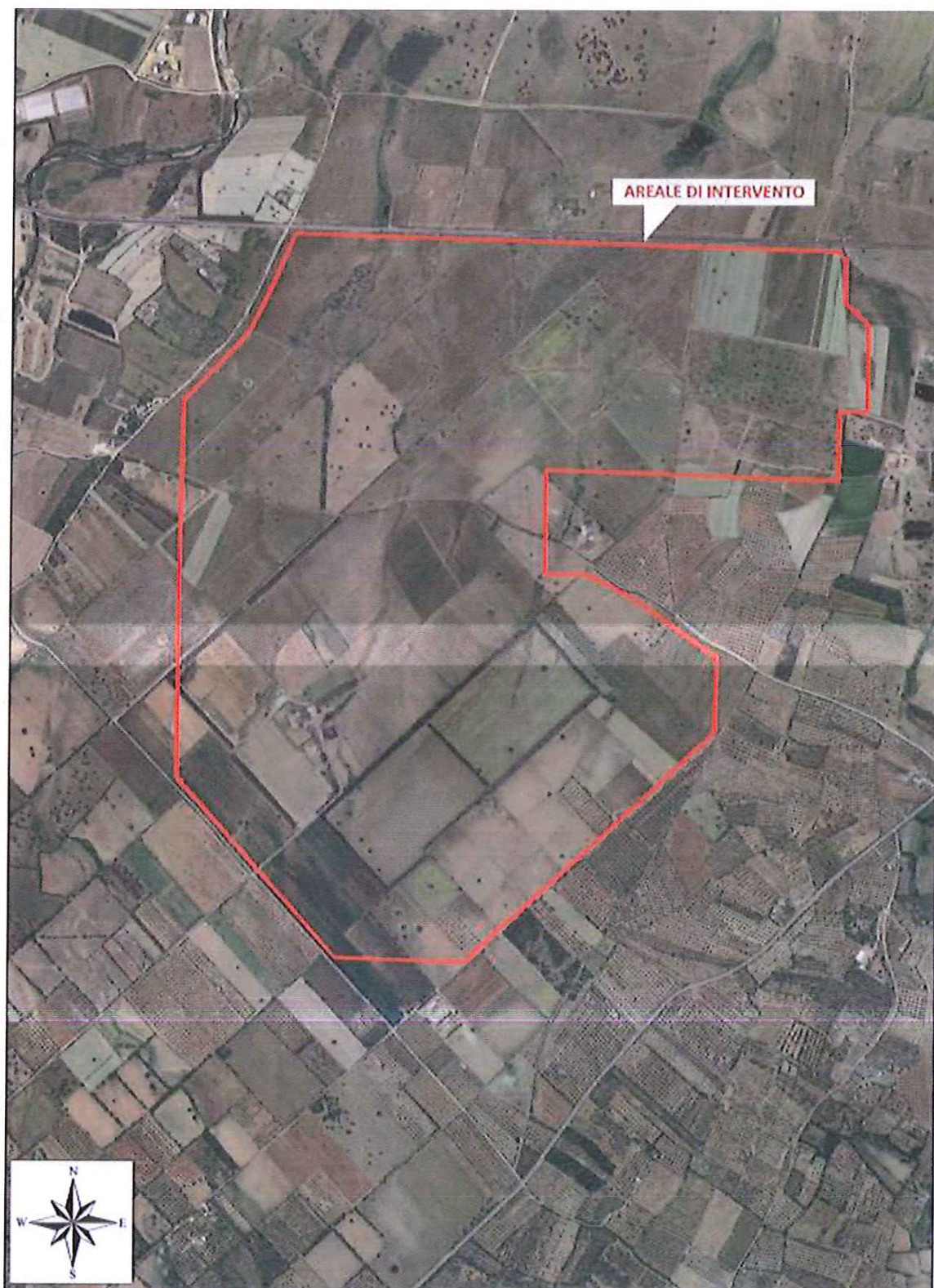


FIGURA 5 - Inquadramento aerofotogrammetrico in scala 1:15.000.

1.4. DESCRIZIONE SOMMARIA DEL PROGETTO

Rimandando alla Relazione Tecnica e agli altri elaborati di progetto per i dettagli, si richiamano nel presente paragrafo le principali caratteristiche dell'intervento in progetto in modo da contestualizzare le opere nell'ambito territoriale studiato.

Come già accennato in premessa, il progetto consisterà nella costruzione di una centrale solare termodinamica (CSP - Concentrating Solar Power) della potenza lorda di 55 MWe con tecnologia a collettori parabolici lineari che utilizzano sali fusi sia come fluido termovettore sia per lo stoccaggio di calore.

L'impianto, nel suo complesso sarà articolato in sottosistemi:

- ❖ Sottosistema Solare Termodinamico:
- ❖ Campo solare
- ❖ Sistema di accumulo termico
- ❖ Sottosistema Blocco di Potenza
- ❖ Sottosistema BOP – Sistemi Ausiliari

La realizzazione dell'impianto comporterà anche l'assestamento planoaltimetrico dell'area e la predisposizione delle opere civili per l'alloggiamento dei vari macchinari, degli uffici e quanto altro indispensabile.

Complessivamente la centrale sarà composta dal campo solare e dalla *Power Block*: i collettori raggiungeranno un'altezza limitata rispetto alle strutture della *Power Block* (costituita da diversi elementi, fra cui spiccano, come dimensioni, l'edificio turbina, la ciminiera dei riscaldatori ausiliari, i serbatoi di accumulo ed il sistema di raffreddamento) e la loro visibilità risulterà modesta anche a distanze limitate, vista l'orografia del territorio. Gli altri edifici della *Power Block*, ospitanti i rimanenti macchinari, avranno altezze relativamente modeste.

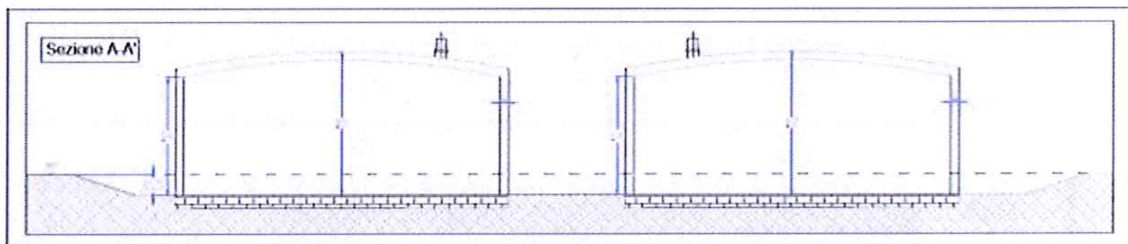


FIGURA 6 - Sezione della Power Block passante per i serbatoi di accumulo.

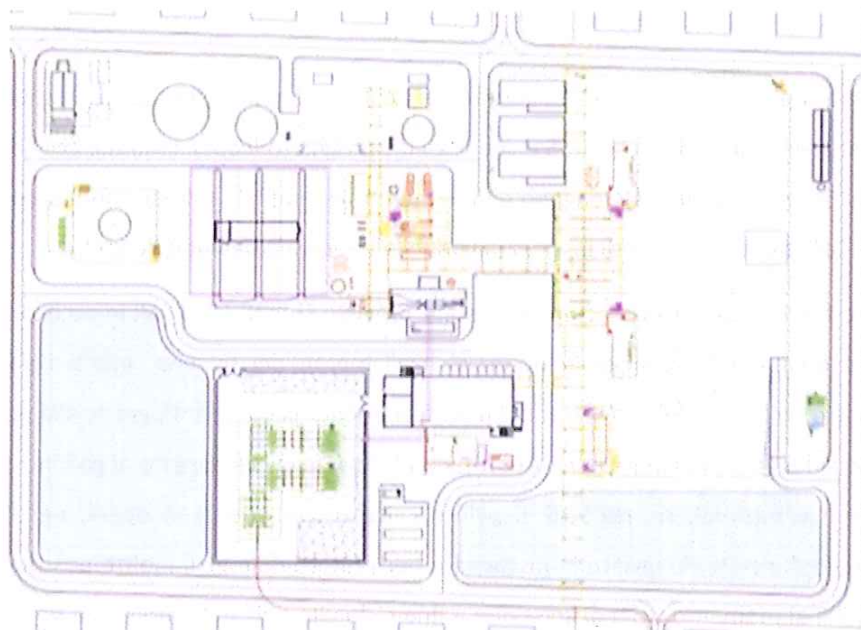


FIGURA 7 - Planimetria della *Power Block*.

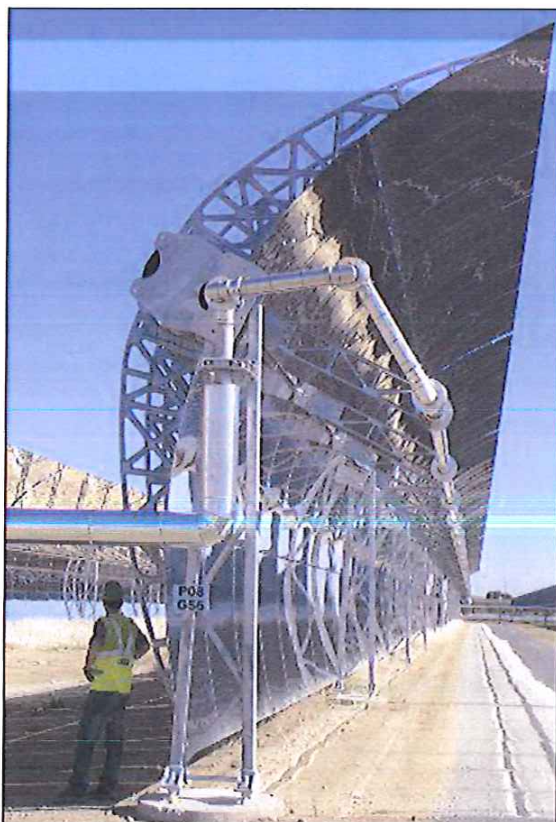


FIGURA 8 - Collettori parabolici.

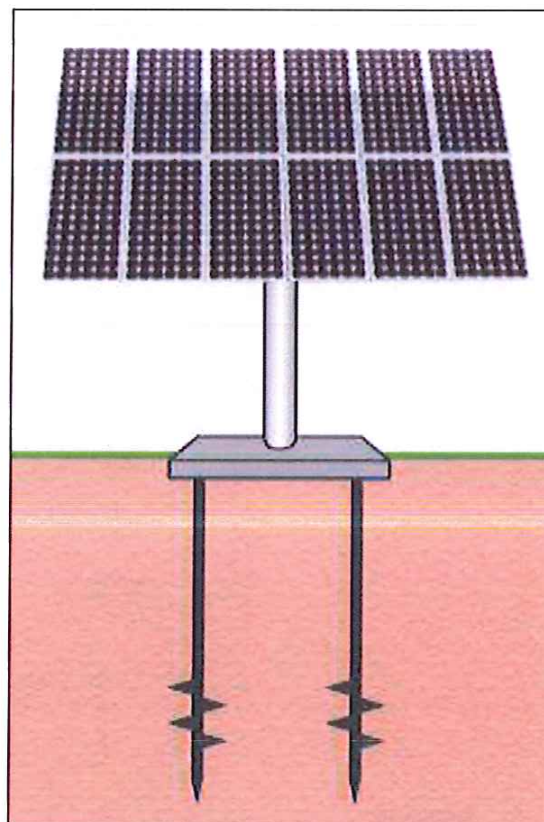


FIGURA 9 - Pali ad elica

Il campo solare risulterà costituito dai collettori parabolici lineari disposti in file parallele allineate secondo la direttrice N-S e suddivisi in stringhe (o *loops*). I moduli base dei collettori (o SCEs - *Solar Collector Elements*) vengono generalmente assemblati a creare un blocco, o meglio uno SCA (*Solar Collector Assembly*), di lunghezza variabile a seconda del modulo scelto.

Le fondazioni per i collettori sono state previste su pali elicoidali in acciaio zincato in modo da evitare quanto più possibile le opere di livellamento del terreno. Infatti i pali ad elica oltre al vantaggio dell'adattabilità a terreni non perfettamente pianeggianti, grazie alla possibilità di regolare ad hoc la lunghezza di infissione, presentano altri vantaggi sia rispetto ai pali infissi (quali l'assenza di scosse e vibrazioni), sia rispetto ai pali in calcestruzzo gettati in opera, per l'assenza di scavi e materiale di risulta da inviare in discarica e per i ridotti diametri. Inoltre possono essere facilmente rimovibili al momento della dismissione a fine ciclo vita dell'impianto e non necessitano dell'asporto di materiale né aggiunta di prodotti integrativi.

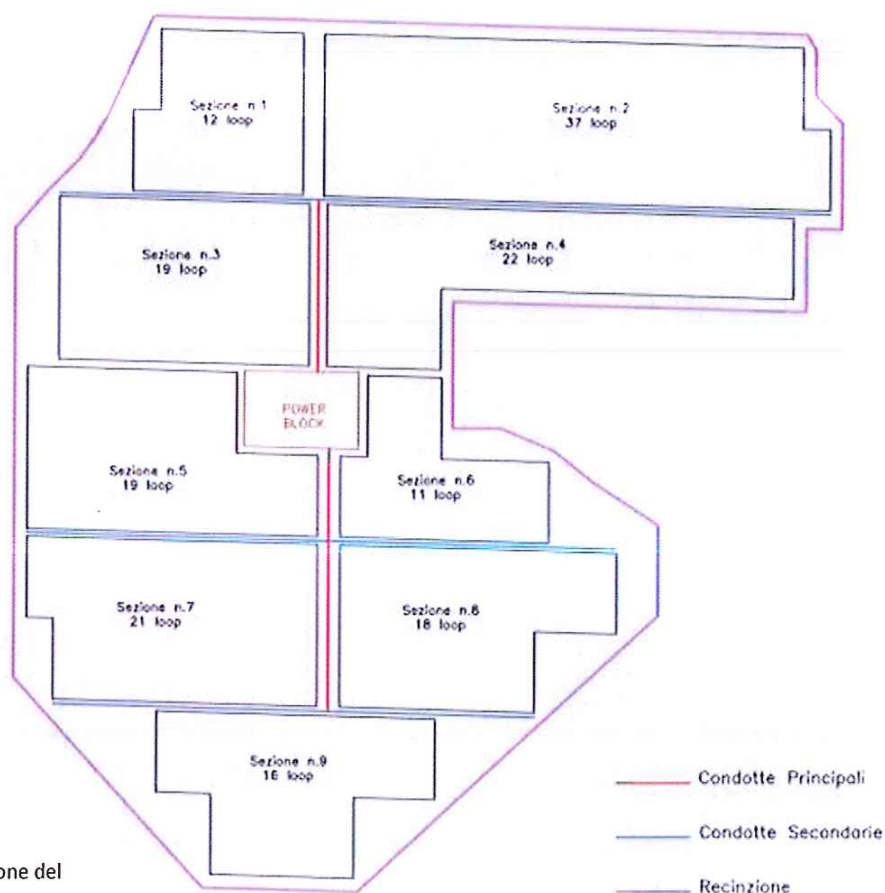


FIGURA 10
Schema della distribuzione del campo solare.

Nel caso in cui l'assetto litostratigrafico del substrato dovesse risultare idoneo all'utilizzo di altra tipologia di fondazione di tipo classico (es: pali o micropali) è comunque prevista l'opzione della suddivisione del campo in più piattaforme, con conseguente adattamento planoaltimetrico regolare del sedime.

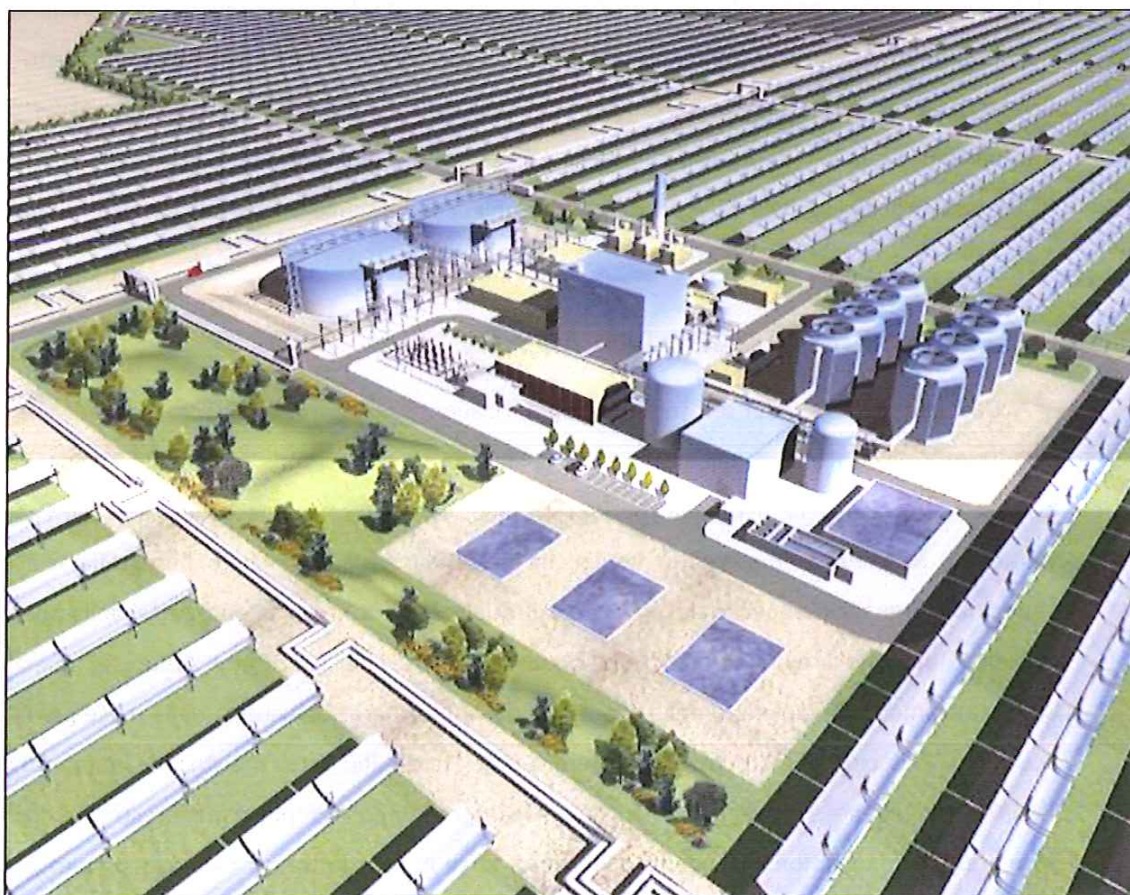


FIGURA 11 - Modello tridimensionale dell'impianto - Particolare della Power Block.

2. MODELLAZIONE GEOLOGICA

2.1. PREMESSA

Di seguito, conformemente a quanto previsto agli artt. 6.2 e 6.12 del D.M. 14.01.2008 rispettivamente inerenti l'"*Articolazione del progetto*" e la "*Fattibilità di opere su grandi aree*", l'intervento verrà contestualizzato con l'assetto naturale dei luoghi attraverso una prima analisi di inquadramento per poi pervenire alla definizione del modello geologico del sito e alla caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni costituenti il sottosuolo: quest'ultimo aspetto risulta indispensabile per la definizione del modello geotecnico del substrato d'appoggio delle opere e per le valutazioni atte alla verifica delle condizioni di stabilità dell'insieme opera/terreno di fondazione.

2.2. INQUADRAMENTO DELL'AREA VASTA

L'assetto geologico del territorio in studio, ricadente nel Comune di Gonnosfanadiga e nel suo settore prospiciente alla piana Campidanese, è stato fortemente condizionato dalla sua posizione nel contesto tettonico della Sardegna meridionale che, con la formazione della piana del Campidano durante il Pliocene e Quaternario antico, ha profondamente modificato l'orografia e il relativo reticolo di drenaggio superficiale attraverso il quale è stata erosa buona parte della successione cristallino-metamorfica ercinica dell'Horst occidentale (rilievi dell'Iglesiente - Arburese): quest'ultimo, significativamente ringiovanito nelle sue forme dall'intensa erosione subita dalle rocce granitoidi del cosiddetto "Ellissoide dell'Arburese" ad opera soprattutto del Rio Terra Maistus, delimita attualmente la piana campidanese a ovest secondo un allineamento di conoidi più o meno estese e coalescenti formate dalla deposizione di ingenti quantità di terre detritiche trasportate dal complesso reticolo idrografico che lo attraversa.

Gli eventi tettonici principali che hanno condizionato l'attuale assetto geologico e geomorfologico della Sardegna occidentale, sono perciò da riferire soprattutto all'Era Terziaria che già nell'Oligocene sup. - Miocene inf. si esplicitano con la formazione della "Fossa Sarda" Auct., ampia depressione a carattere transpressivo che congiunge gli attuali golfi di Cagliari e dell'Asinara colmata da una successione vulcano-sedimentaria di spessore chilometrico.

In seguito, negli ultimi 5 milioni di anni (tardo Terziario - Quaternario antico), in occasione della fase distensiva connessa con la formazione del bacino marino Tirrenico, la formazione del "Graben Campidanese" ha dato una connotazione più precisa al distretto meridionale della Sardegna, con un ulteriore sprofondamento crostale del settore compreso tra l'attuale Golfo di Cagliari e il Golfo di Oristano.

Successivamente alla colmata avvenuta nel corso del Pliocene medio e superiore, è nel corso del Pleistocene (circa 1,80±0,01 M.a.) che il settore orientale del Campidano ricadente nei comuni di Villacidro, Gonnosfanadica e Guspini assume un assetto geomorfologico molto simile all'attuale, in concomitanza a condizioni climatiche caratterizzate da una forte instabilità morfodinamica dovuta all'alternanza di periodi glaciali e interglaciali. Depositi di *glacis* di accumulo alimentati dal reticolo idrografico che drenava i rilievi del bordo occidentale montano hanno formato pertanto enormi conoidi detritico-alluvionali che si allargano verso la zona assiale del Campidano per poi essere terrazzate, e talora profondamente incise nel Pleistocene superiore, durante l'ultima crisi climatica (Würm).

Per quanto riguarda invece l'Olocene (da circa 10.000 anni sino all'attuale), con la lenta risalita del livello del mare e la sostanziale normalizzazione delle temperature si ha la formazione della coltre detritica incoerente che ricopre i versanti e la fascia pedemontana formata sia da accumuli di tipo gravitativo localizzati soprattutto al piede delle ripide pareti granitiche o metamorfiche, sia dall'accumulo di materiali clastici trasportati dal ruscellamento diffuso nonché dei sedimenti ciottoloso-sabbiosi alluvionali dei principali corsi d'acqua alimentati da ampi bacini imbriferi che si spingono verso le aree più interne dei rilievi montano-collinari dell'Iglesiente-Arburese.

Con riferimento alla cartografia in scala 1:25.000 edita dall'APAT, disponibile in rete nel sito della R.A.S., l'assetto geologico del settore compreso tra gli abitati di Gonnosfanadiga, Guspini e l'asse della piana campidanese su cui ricade il sito di interesse può essere come di seguito schematizzato, a partire dai termini più antichi a quelli più recenti:

- Successione vulcano-sedimentaria post Discordanza Sarda
- Unità tettonica dell'Arburese [Cambriano sup. - Ordoviciano inf.]
- Complesso granitoide ercinico dell'Iglesiente/Arburese [Carbonifero sup. - Permiano]
- Corteo filoniano [Carbonifero sup. - Permiano]
- Successione sedimentaria della Sardegna SW [Triassico medio]

– Distretto vulcanico del Monte Arcuentu	[Aquitaniiano - Burdigaliano]
– Successione sedimentaria oligo-miocenica	[Oligocene sup. - Miocene inf.]
– Depositi dell'area continentale del pleistocene	[Pleistocene superiore]
– Sedimenti alluvionali olocenici	[Olocene]
– Depositi legati a gravità	[Olocene]
– Depositi antropici	[Attuale]

Successione vulcano-sedimentaria post Discordanza Sarda

Complesso insieme di facies metamorfiche di basso grado, polideformate e tettonizzate costituite da:

- a) metasiltiti e metarenarie con rare intercalazioni di metavulcaniti basiche, con abbondante contenuto fossilifero (Formazioni di Monte Orri, Portixeddu, Domusnovas, Rio San Marco - Ordoviciano superiore);
- b) metapeliti scure carboniose a graptoliti con quarziti nere (lidi) nella parte inferiore e intercalazioni di calcari grigio scuri e neri (Formazione di Genna Muxerru - Siluriano inferiore);
- c) metacalcari nodulari con conodonti e tentaculiti (Formazione di Mason Porcus - Devoniano inferiore).

Unità tettonica dell'Arburese

Formazione delle Arenarie di San Vito - Basamento cristallino ercinico a strutturazione tettonica complessa formato da alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie micacee, quarziti, metasiltiti arenacee grigio verdastre, metapeliti e metasiltiti laminatiche nerastre.

Complesso granitoide ercinico dell'Iglesiente - Arburese

Granodioriti monzogranitiche equigranulari, granitoidi a cordierite, leucosienograniti a grana grossa moderatamente inequigranulari, di colore bianco rosato e tessitura isotropa con litofacies di bordo microgranulari (Facies di Monte Lattias) associate a differenziati aplopegmatitici e inclusi microgranulari di tipo tonalitico-granodioritico.

Corteo filoniano

Filoni a chimismo basico e acido.

Successione sedimentaria mesozoica della Sardegna sud-occidentale

Depositi carbonatici di piattaforma circalitorale e transizionale, calcari dolomitici e dolomie, dolomie arenacee, calcari e calcari marnosi con intercalazioni di gessi.

Distretto vulcanico del Monte Arcuentu

Basalti e andesiti con giaciture in cupole di ristagno e colate, intercalazioni di depositi di base surge con laminazioni piano parallele e incrociate e a gradazione inversa in facies prossimale; locali livelli non saldati a lapilli (Unità di Monte Togoro - Aquitaniano - Burdigaliano).

Successione sedimentaria oligo-miocenica

Formazione di Ussana - Conglomerati e breccie a granulometria grossolana, eterometrici, a elementi di metamorfiti, granitoidi, carbonati mesozoici, vulcaniti oligo-mioceniche, con livelli arenacei rossastri e rari livelli argillosi.

Depositi dell'area continentale del pleistocene [PVM2a]

Sintema di Portovesme (Subsintema di Portoscuso) - Deposito complesso di conoide detritico-alluvionale, formato da ghiaie alluvionali terrazzate a prevalenti clasti di rocce metamorfiche e magmatiti erciniche con subordinate sabbie, limi e argille. Presenza abbondante di granulometrie grossolane (sino ai blocchi) in prossimità dei rilievi.

Sedimenti alluvionali olocenici

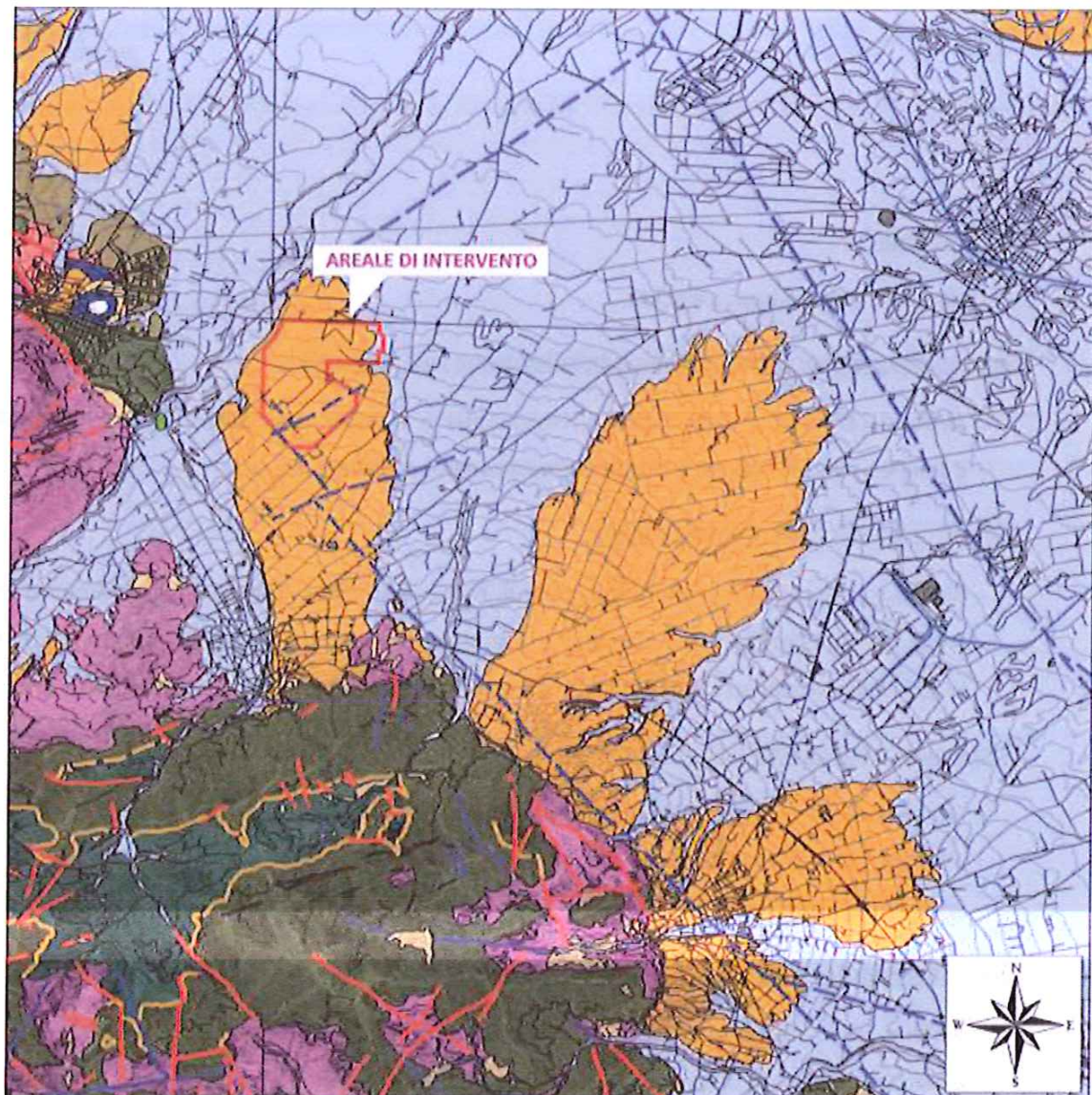
Comprendono le barre ghiaiose (b_{na}) alternate a corpi lenticolari di sabbie da grossolane a molto fini (b_{nb}), depositi alluvionali costituite da ghiaie poligeniche ed eterometriche con scarsa matrice sabbiosa (b_a) e): sabbie prevalentemente quarzose mal classate (b_b).

Depositi legati a gravità

Accumuli detritici eterogenei talora parzialmente cementati, messi in posto per gravità.

Depositi antropici

Discariche di rifiuti solidi urbani



LEGENDA



















- | | | | |
|---|---|---|--------------------------------------|
|  | Depositi olocenici dell'area continentale | | |
|  | Sedimenti legati a gravità | | |
|  | Sedimenti alluvionali | | |
|  | Depositi pleistocenici dell'area continentale | | |
|  | Successione sedimentaria oligo-miocenica del Campidano-Sulcis | | |
|  | Distretto vulcanico del Monte Arcuentu | | |
|  | Successione sedimentaria mesozoica della Sardegna sud-occidentale | | |
|  | Corteo filoniano | | |
|  | Complesso granitoide del Sulcis-Arburese | | |
|  | Unità tettonica dell'Arburese | | |
|  | Unità tettonica del Sarrabus | | |
|  | Successione sedimentaria post «discordanza sarda» | | |
|  | Sovrascorrimento principale certo |  | Sovrascorrimento principale presunto |
|  | Faglia certa |  | Faglia presunta |
|  | Faglia diretta certa |  | Faglia diretta presunta |

FIGURA 12 - Carta geologica dell'area vasta
Stralcio dalla cartografia geologica APAT riportata in
scala 1:100.000 circa.

2.3. ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE

Tutto il settore entro il quale ricade l'area di interesse, ubicato in destra idraulica del Rio Terra Maistus, ha un substrato naturale costituito da depositi clastici di genesi prevalentemente alluvionale formanti, nella terminologia geologica, la parte mediano-distale di una conoide detritico-alluvionale (*glacis di accumulato*) di età pleistocenica (**PVM2a**) che, con il suo sviluppo verso l'asse della piana campidanese si intercala tra la conoide olocenica del Rio Terra Maistus (a N e W) e quello del Rio Aletzia (ad E). Solo nella parte più nord-orientale del sedime, si osserva una sovrapposizione con depositi alluvionali olocenici afferenti alla conoide distale del Rio di Aletzia.

Per la particolare conformazione morfologica della fascia pedemontana del bordo SW del Campidano infatti l'erosione regressiva verso monte connessa con la progressione dell'arretramento del mare avvenuta durante l'ultima glaciazione (Würm) ha prima terrazzato poi quasi completamente asportato parte del complesso di conoidi coalescenti attive probabilmente sino al Pleistocene superiore, comprese tra gli attuali centri abitati di Villacidro e Guspini lasciando come testimoni della loro pregressa estensione, propaggini residue allungate circa perpendicolarmente all'asse del Campidano nei settori compresi tra gli alvei dei principali corsi d'acqua che ora l'attraversano.

Nell'Olocene, con il ripristino del livello del mare da circa -130 m sino alle attuali quote, i depositi clastici alluvionali (**b_{na}** e **b_{nb}**) trasportati dalla complessa rete drenante del Rio Terra Maistus e del Rio di Aletzia hanno perciò colmato le ampie depressioni estese in direzione dell'asse campidanese con un insieme complesso di facies a granulometria decrescente con la distanza dai rilievi metamorfico-cristallini, dando luogo all'attuale piana debolmente inclinata verso N e NE e resa irregolare da deboli e ormai poco evidenti terrazzamenti olocenici.

La distinzione tra i due depositi alluvionali quaternari citati non risulta sempre immediata dall'analisi di superficie in quanto l'assetto planoaltimetrico locale risulta attualmente privo di nette irregolarità morfologiche dovute alla presenza dell'uno o dell'altro deposito: solo in presenza di sbancamenti sufficientemente profondi (ad esempio laghetti freatici, fossati, scavi etc.) è talora possibile osservare il passaggio tra essi, evidenziato soprattutto da differenze di tipo cromatico (le alluvioni oloceniche hanno colori generalmente variabili da grigio-beige all'arancio giallastro mentre quelle pleistoceniche tendono per lo più al rossiccio) e del grado di addensamento.

Per il resto i caratteri sedimentologico-deposizionali nonché la distribuzione nello spazio dei corpi sedimentari risultano sostanzialmente analoghi in quanto l'ambiente genetico è il medesimo.

Dall'insieme di informazioni derivanti da varie tipologie di indagini (sondaggi, pozzetti geognostici) effettuati sia nella conoide villacidrese sia in quella oggetto di indagine ma esternamente all'area di sedime nonché sulla base delle osservazioni effettuate nei diversi affioramenti messi in luce da sbancamenti e/o erosioni torrentizie si evince il seguente schema stratigrafico locale, a partire dall'unità più antica e prescindendo dal basamento roccioso antico indifferenziato che delimita il Campidano ad ovest:

[bna]	Depositi alluvionali terrazzati e coperture eluvio-colluviali	[Olocene]
[PVM2a]	Alluvioni pleistoceniche	[Pleistocene superiore]

Si riporta di seguito, una breve descrizione delle diverse unità litostratigrafiche presenti nell'area in studio.

Depositi alluvionali terrazzati e loro coperture eluvio-colluviali

Nel settore di intervento, tali depositi riferibili all'Olocene sono ricoperti in modo discontinuo da terre detritiche incoerenti, di origine eluvio-colluviale con matrice sabbioso-limosa e/o limoso-argillosa e abbondanti ghiaie e ciottoli disseminati, di colore brunastro-beige e talora rossiccio, per uno spessore raramente superiore ai 40÷50 cm. La componente organica, quando presente, è concentrata soprattutto nella parte prossima al p.c. a causa delle pregresse lavorazioni agricole e alla presenza della vegetazione.

Seguono, al di sotto di tale strato, depositi alluvionali ciottoloso-ghiaioso-sabbiosi incoerenti della conoide del Rio Aletzia, di età tardo olocenica, a composizione mineralogica essenzialmente silicoclastica con frequenti elementi clastici di diametro anche superiore ai 5÷10 cm (talora sino ai 30÷40 cm), rappresentati prevalentemente da rocce metamorfiche con grado di alterazione variabile, di colore grigiastro, beige e giallastro e moderatamente addensati, talora intercalati da paleosuoli di genesi colluviale. Con la profondità si intercettano le facies oloceniche più antiche con conseguente aumento dell'addensamento sino a giungere all'interfaccia con il substrato detritico-alluvionale pleistocenico (PVM2a).

Lo spessore di questa unità varia in modo piuttosto graduale in direzione trasversale rispetto all'originaria direzione di deflusso aumentando notevolmente (sino a qualche decina di metri) in direzione est sino a quasi scomparire man mano che ci si sposta in direzione nord e ovest, dove affiorano i depositi pleistocenici sui quali si appoggia.

È comunque vero che, rispetto alla cartografia adottata in questa fase di analisi, questi depositi possono essere presenti anche all'interno delle vallecole che incidono i depositi pleistocenici con spessori che in tal caso variano in modo repentino: infatti nelle concavità è possibile rinvenire coltri di spessore anche plurimetrico (e in questo caso viene a giustificarsi la presenza delle seppur rare e per lo più dismesse fontane a largo diametro presenti in prossimità degli alvei) che vanno a diminuire nettamente, nei piatti spartiacque. Difatti, la discreta porosità locale di questi sedimenti può favorire la presenza di una falda idrica sotterranea di tipo freatico, alimentata direttamente dalle piogge e/o dai flussi di subalveo che talvolta, in condizioni meteorologiche critiche, può raggiungere il p.c. e dar luogo a locali ristagni.

Non a caso diversi toponimi del settore fanno riferimento a tale fenomeno (Pauli Cerbus, Pauli Cungiaus) a causa della bassissima permeabilità dei sedimenti del Pleistocene superiore che costituiscono un limite di tamponamento inferiore ai flussi freatici.

Alluvioni pleistoceniche

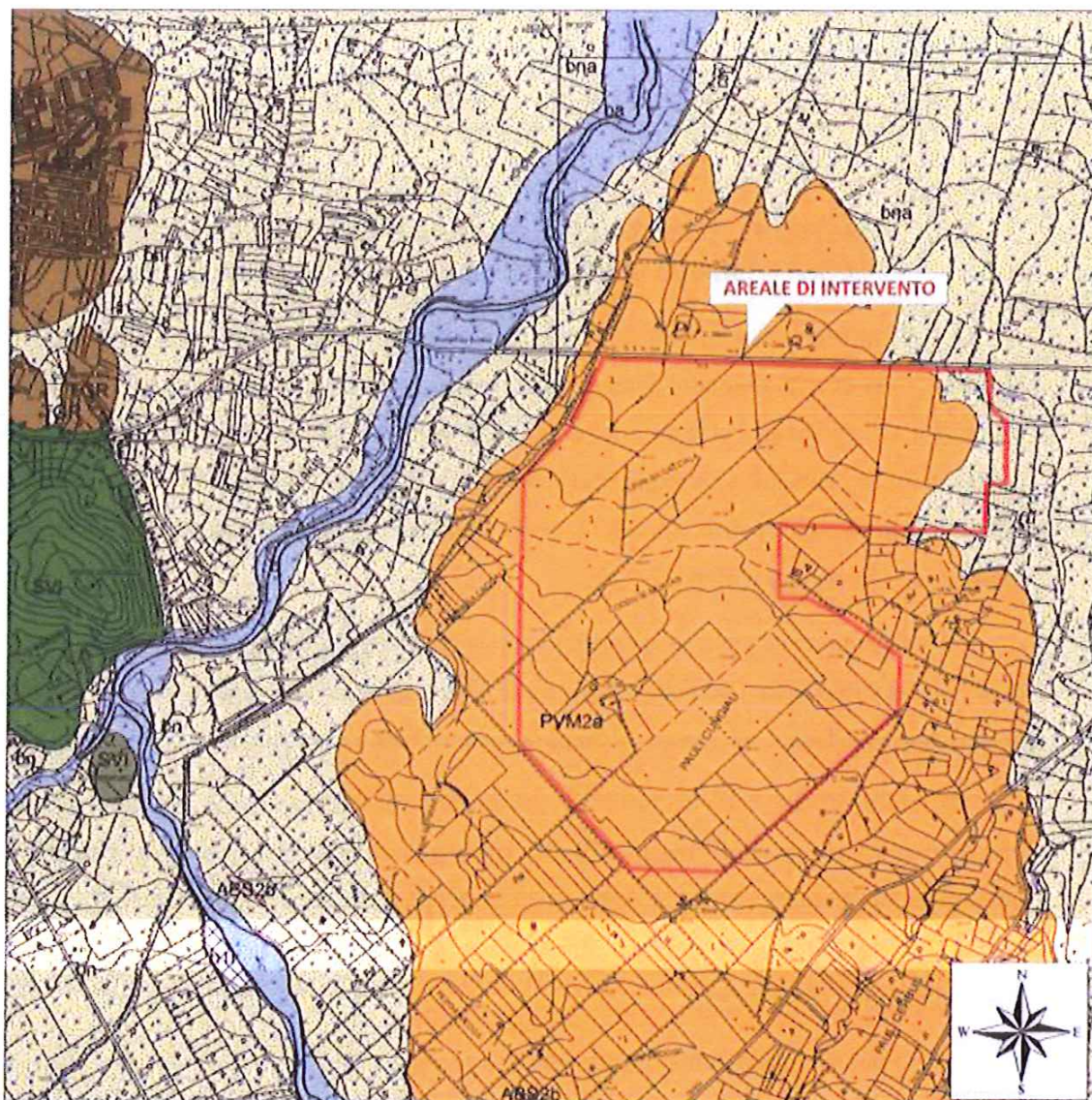
Si tratta di depositi eterogranulari ascrivibili ad alluvioni ciottoloso-ghiaioso-sabbiose e subordinatamente sabbioso-limose più o meno microghiaiose, ben addensate, moderatamente coesive per la presenza di argille e limi e spesso legate da ossidi di ferro e manganese, disposte in corpi deposizionali allungati in direzione N-S e SW-NE che materializzano i paleo alvei attorno ai quali le acque torrentizie hanno costruito la conoide.

I clasti costituenti tali terreni, più o meno elaborati in funzione delle modalità di trasporto (da flusso di massa incanalato a forme deposizionali dotate di maggiore elaborazione e selezione granulometrica), sono formati in prevalenza da rocce metamorfiche (metarenarie e metasiltiti) e subordinatamente da granitoidi; queste ultime in particolare (la cui fonte inesauribile è rappresentata dalle rocce intrusive affioranti nella vallata di Sibiri attraversata dal Rio Terra Maistus), presentando diffusi fenomeni di alterazione della frazione mineralogica feldspatico-plagioclasica, si disgregano con facilità dando origine a quella matrice granulare sabbiosa sia fine che grossolana prevalentemente quarzosa presente in abbondanza nei sedimenti alluvionali.

Il colore è prevalentemente rossastro-arancio più o meno marcato, legato ai fenomeni di ossidazione della frazione limoso-argillosa subiti in passato in condizioni paleo-ambientali subaeree caldo-umide con formazione di ossidi e idrossidi di ferro (ematite e limonite).

La porosità di questi sedimenti è in genere molto bassa a causa dell'elevato grado di addensamento e di una sostanziale scarsa classazione dei sedimenti, per la presenza di argille di lisciviazione e di una pseudo-cementazione dovuta agli abbondanti ossidi e idrossidi: ciò nonostante è anche vero che nella notevole variabilità di facies che caratterizza l'ambiente deposizionale originario, alcuni corpi sedimentari ghiaioso-sabbiosi a prevalente tessitura granosostenuta possono presentare una porosità capace di consentire un flusso idrico libero orizzontale caratterizzato da una discreta trasmissività: proprio questi depositi costituiscono gli acquiferi maggiormente sfruttati nella zona, spesso a carattere confinato o semiconfinato, rinvenibili a partire da qualche decina di metri di profondità rispetto al p.c.

Come osservabile nella carta geologica riportata in **FIGURA 13** questi depositi costituiscono la maggior parte della superficie interessata dall'impianto solare, ad esclusione di un limitato del settore a NE.



LEGENDA









-  Depositi antropici costituiti da materiali di riporto e aree bonificate (Olocene).
-  Depositi alluvionali costituiti da ghiaie da grossolane a medie (Olocene).
-  Depositi alluvionali terrazzati costituiti da ghiaie con subordinate sabbie (Olocene).
-  Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (Sistema di Portovesme) - Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie (Pleistocene superiore).
-  Unità di Monte Togoro - Basalti e andesiti con giaciture in cupole di ristagno ed in colate; intercalati depositi di "base surge" con laminazioni da incrociate a piano-parallele e a gradazione inversa in facies prossimale; locali livelli non saldati a lapilli (Aquitano).
-  Facies Monte Omu (Subunità intrusiva di Gonnosfanadiga - Unità Intrusiva di Arbus). Granodioriti biotitico-anfiboliche, a grana media, equigranulari, a tessitura isotropa, con frequenti inclusi microgranulari tonalitico-granodioritici (Carbonifero superiore - Permiano).
-  Arenarie di San Vito - Metasiltiti con laminazioni piano-parallele ed incrociate (Cambriano medio - Ordoviciano medio).
-  Arenarie di San Vito - Alternanze irregolari, da decimetriche a metriche, di metarenarie medio-fini, metasiltiti con laminazioni piano-parallele, ondulate ed incrociate, e metasiltiti micacee di colore grigio. Intercalazioni di metamicroconglomerati (Cambriano medio - Ordoviciano medio).

FIGURA 13 - Carta Geologica di dettaglio

Stralcio dalla cartografia geologica APAT su base CT (estratta da Sardegna mappe).

2.4. ASSETTO TETTONICO LOCALE E CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SOTTOSUOLO AI SENSI DEL D.M. 14.01.2008 «N.T.C.»

Le faglie presenti al contorno dell'area, di impostazione oligo-miocenica e riattivate nel tardo Miocene e nel Plio-Quaternario, seppur non osservabili direttamente ma estrapolabili dall'assetto geostrutturale dei luoghi al contorno, sono rappresentate prevalentemente da discontinuità di direzione N-S e NNW-SSE a carattere prevalentemente distensivo che dislocano tutta la successione miocenica in piccoli graben (fosse) e horst (pilastrici) e sono sigillate dalla sedimentazione detritico-alluvionale quaternaria.

È probabilmente da mettere in relazione con la tettonica tardo-terziaria la formazione delle aree depresse del Campidano meridionale interessate dagli stagni costieri e lagune con evidenti condizioni di subsidenza dei luoghi, ancora attiva seppure con movimenti molto lenti.

Allo stato attuale l'attività tettonica nel settore considerato, come per tutta l'Isola, viene considerata molto bassa. Tuttavia dal 2003, con l'applicazione della normativa antisismica nella progettazione (*Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.03.2003*), tutto il territorio italiano è stato ripartito in 4 zone sismiche alle quali si applicano norme tecniche differenziate in relazione alla realizzazione di opere interagenti con il terreno.

Così come nella precedente, anche nella più recente *Ordinanza P.C.M. del 28.04.2006 n. 3519 «Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone»*, la Sardegna ricade in **Zona sismica IV** (contraddistinta da un valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A di **0,05 g**), quella ritenuta meno pericolosa e alla quale corrisponde la normativa antisismica meno severa.

Non si esclude in ogni caso, stante la scarsa documentazione relativa a terremoti avvenuti in Sardegna in epoca storica nonché di recente, che eventi sismici di eccezionale intensità localizzati in vari settori dell'area tirrenica, possano indurre in alcuni areali dell'isola, compreso l'ambito campidanese, vibrazioni i cui effetti sulle strutture in progetto possono verosimilmente ritenersi di trascurabile entità.

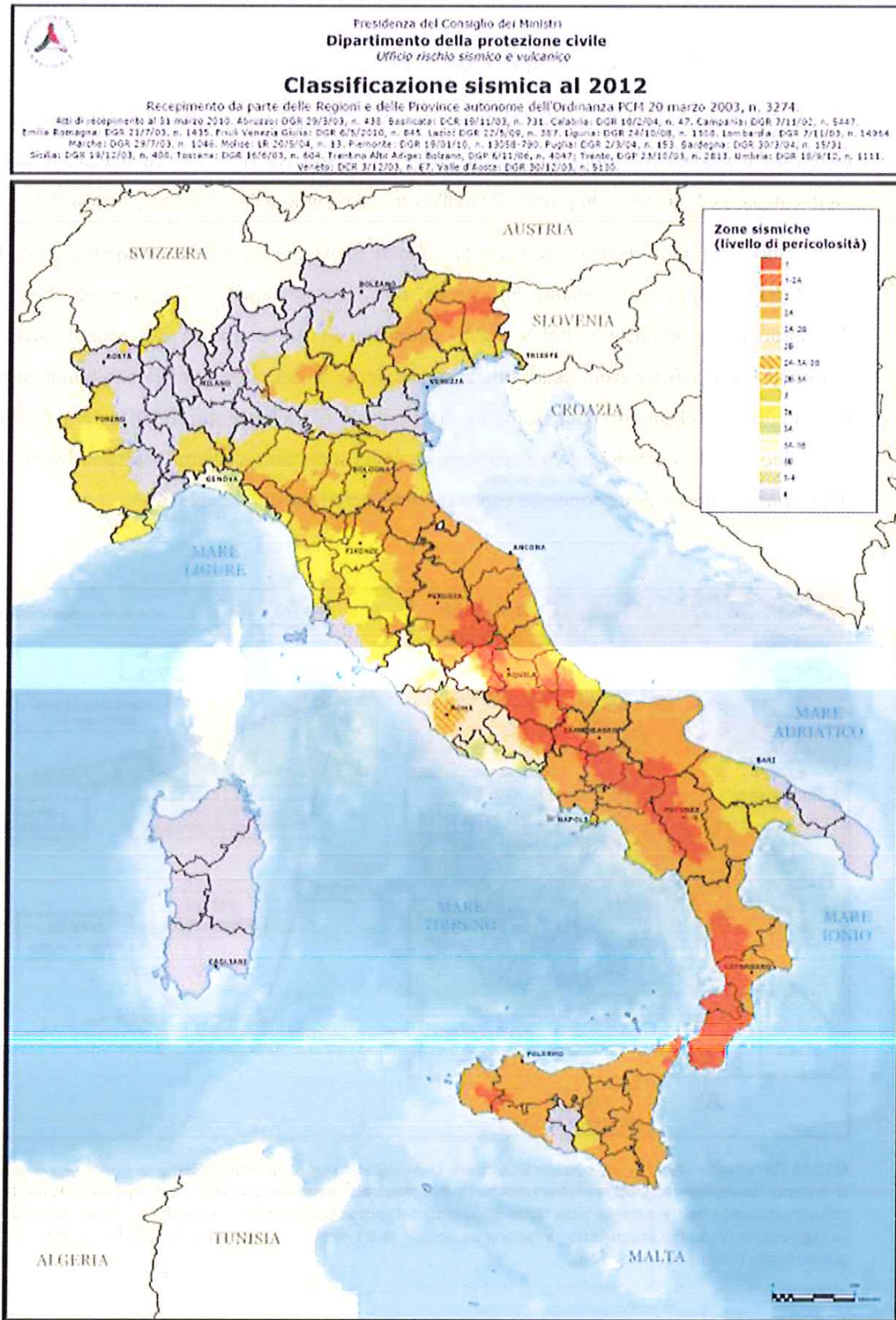


FIGURA 14 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (Fonte Dipartimento Protezione Civile).

2.5. ASSETTO GEOMORFOLOGICO ED IDROGRAFICO

Il settore in esame è caratterizzato da una morfologia sostanzialmente pianeggiante seppur debolmente degradante verso nord, con quote comprese tra circa 125 m (loc. Case Ecce, zona Pauli Cungiau) e 95 m s.l.m. in prossimità dell'alveo del rigagnolo Pauli Cerbus (settore NE).

L'ambito geomorfologico è quello della conoide pleistocenica di Gonnosfanadiga, in un lontano passato alimentata dal reticolo idrografico dei corsi d'acqua che drenavano buona parte dell'Arburese meridionale e dei versanti settentrionali del massiccio del Monte Linas e oggi frammentata in più spezzoni dalla attività morfodinamica dei corsi d'acqua che hanno proseguito l'azione di smantellamento del basamento metamorfico-cristallino durante l'Olocene e terrazzato gli stessi depositi pleistocenici sino a depositare analoghi sedimenti alluvionali sotto forma di strutture depozionali direttamente connesse con la zona depocentrale del Campidano.

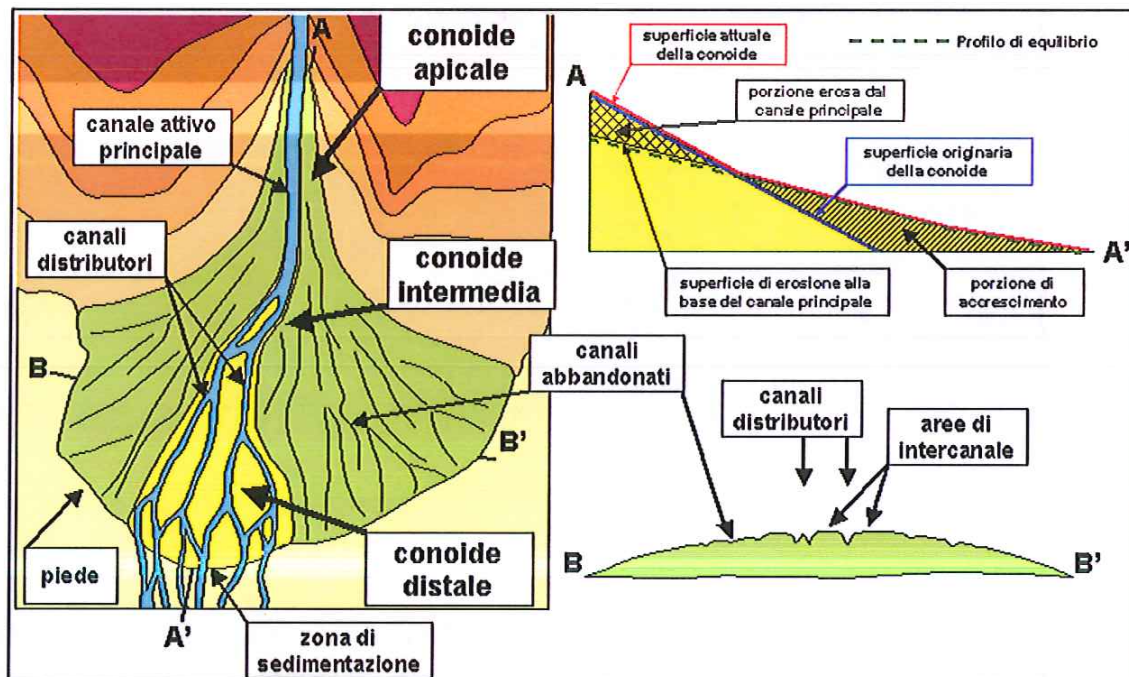


FIGURA 15 - Schema ideale di una conoide alluvionale, che mostra in pianta i principali elementi morfologici di questo tipo di deposito. La sezione longitudinale (A-A') mostra l'evoluzione nel tempo della conoide, caratterizzata dalla tendenza del corso d'acqua ad erodere a monte della fascia intermedia del corpo sedimentario e a depositare sedimento a valle, in modo da raggiungere un profilo di equilibrio; la sezione trasversale (B-B') mostra la zona dei canali attivi (con profilo a V) e le aree di intercanale (estratta da Wikipedia).

Il bacino idrografico è quello del Rio Flumini Mannu di Pabillonis, sfociante entro lo Stagno di San Giovanni (setto meridionale del Golfo di Oristano) e alimentato in prevalenza dal sistema di rii che provengono da ovest e che assumono nome differente a seconda del tratto interessato.

Il principale corso d'acqua è senza dubbio il Rio Terra Maistus che nasce dalle pendici settentrionali del Massiccio del Linas attraversando la vallata di Sibiri, impostata quasi essenzialmente entro le rocce granitoidi dell'Arburese e che in territorio di Pabillonis prende il nome di Flumini Bellu. In destra idraulica, a quota circa 110 m sul l.m.m., si innesta il Rio Canneddus, che a monte dell'abitato di Gonnosfanadiga è conosciuto come Riu Piras e riceve le acque del Rio Perd'e Pibera, del Rio Gutturu Fenugu e del Rio Zairi.

Si tratta di un torrente particolarmente attivo e capace di piene importanti con altrettanto considerevole carico detritico che perlomeno sino a qualche migliaio di anni fa divagava entro il settore di conoide pleistocenica sul quale è prevista la realizzazione dell'impianto lasciando numerose tracce del suo passaggio evidenziate dalle piccole incisioni vallive sinuose che formano un ventaglio orientato nord - sud a partire dal settore settentrionale dell'abitato di Gonnosfanadiga.

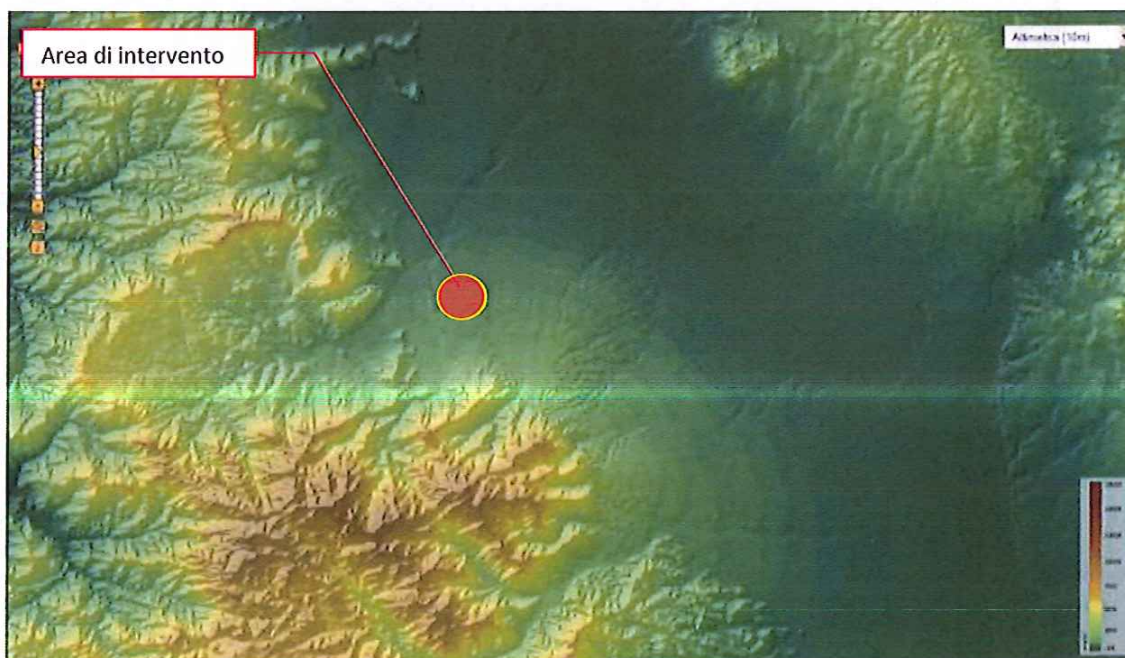


FIGURA 16 - Carta delle altimetrie del settore compreso tra l'abitato di Gonnosfanadiga e l'asse della piana campidanesa costruita su DTM passo 10 m (estratto da SardegnaMappe).

Ad est dell'area destinata agli impianti della centrale solare termica scorre invece un piccolo impluvio chiamato Rigagnolo di Pauli Cerbus, a carattere stagionale/occasionale per quanto riguarda i deflussi idrici ma che un tempo faceva verosimilmente parte della rete di distribuzione delle acque provenienti direttamente dal settore montano prospiciente, ora drenato quasi completamente dal Rio di Aletzia.

Come evidenziato dalla FIGURA 17 l'area di interesse occupa una posizione circa mediana nel conoide pleistocenico di Gonnosfanadiga, dove le pendenze risultano generalmente < di 5° e l'azione morfodinamica del reticolo idrografico è sovente e sensibilmente condizionata dall'attività antropica che ha alterato le naturali linee di scorrimento superficiale.

I condizionamenti maggiori vengono dalla rilevante attività estrattiva in alveo e dalla rete viaria, spesso caratterizzata da opere di attraversamento inadeguate al transito dei volumi di piena.

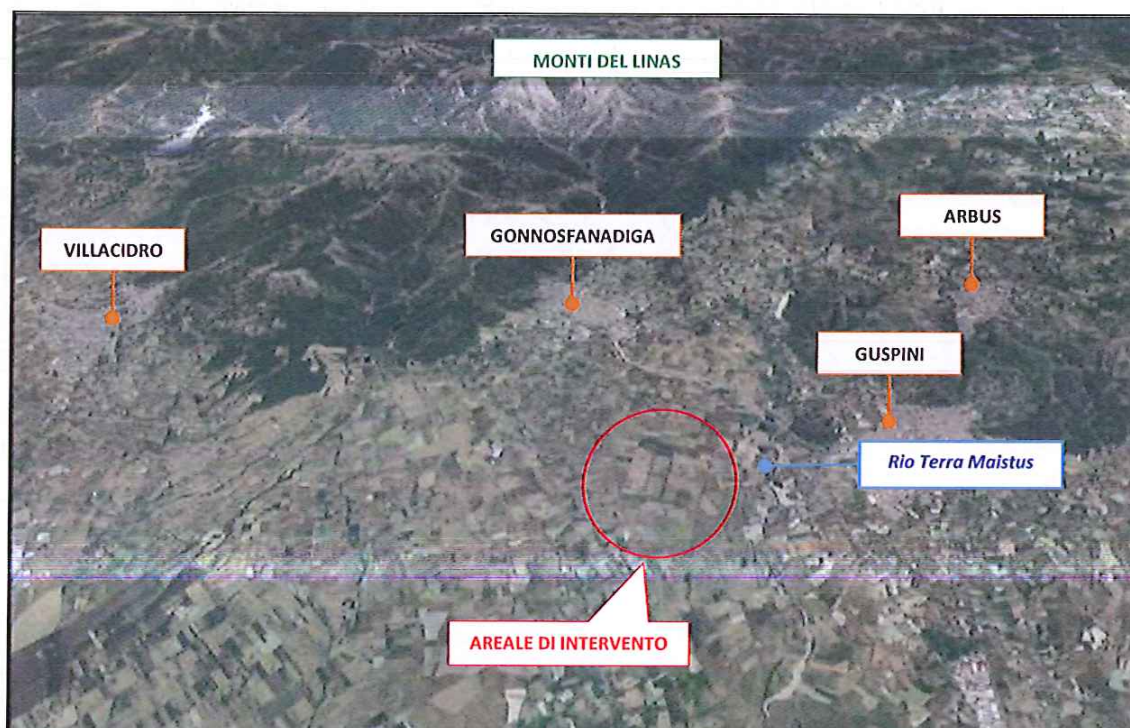


FIGURA 17 - Immagine satellitare panoramica che mostra la posizione dell'area di interesse rispetto ai rilievi montano collinari dell'Iglesiente - Arburese e la piana del Campidano (estratta da Ambiente Italia 3D).

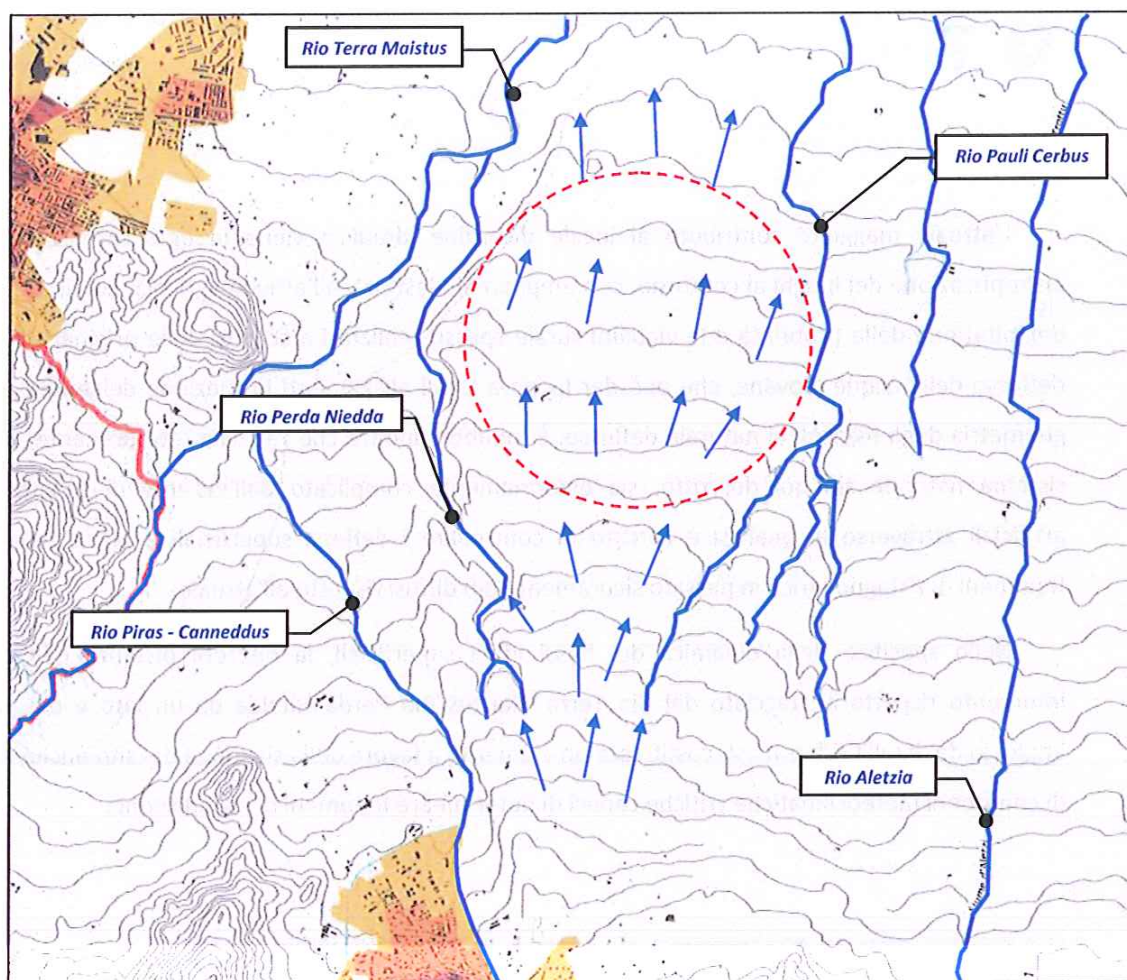


FIGURA 18 - Carta della idrografia superficiale del settore compreso tra l'abitato di Gonnosfanadiga, Guspini e l'Area di interesse costruita su base cartografica ripresa da http://webgis2.regione.sardegna.it/sardegnamappe_ppr/ . In rosso l'area di interesse. Le frecce blu indicano le direzioni di ruscellamento entro le vallecole presenti nell'areale nel quale è prevista la realizzazione dell'impianto termo solare.

Le aree di pertinenza del previsto impianto solare termodinamico tagliano trasversalmente la strutturazione idraulica superficiale (e talora subsuperficiale) con possibile interazione con tratti di paleoalveo mentre il bassissimo gradiente altimetrico favorisce altresì condizioni di scarsa dinamicità agli agenti morfologici quali l'acqua o la gravità: tali condizioni morfologiche del settore a monte e ai lati del sedime dell'area in esame, contraddistinte da una sostanziale regolarità planoaltimetrica, determinano perciò quasi esclusivamente l'attivazione di fenomeni di ruscellamento areale associati a transito concentrato di acque limitato ai soli tratti del reticolo idrografico che conservano un alveo definito, potenzialmente in grado di dar luogo a flussi idrici degni di nota in occasione di fenomeni idrometeorici critici caratterizzati da piogge concentrate.

L'attuale maggiore contributo al locale disordine idraulico viene in ogni caso dall'intensa antropizzazione dei luoghi al contorno, con ampi areali destinati all'attività agricola, con il reticolo di delimitazione delle proprietà e la viabilità rurale spesso realizzati a scapito delle originarie linee di deflusso delle acque piovane, che può dar luogo a locali allagamenti in funzione dell'entità e della geometria degli ostacoli al naturale deflusso. È indubbio inoltre che l'attuale rete drenante, oltre al sistema naturale sin qui descritto, sia estremamente complicato dall'insieme di canalizzazioni artificiali attraverso le quali si è cercato di controllare i deflussi superficiali e porre rimedio ai fenomeni di ristagno idrico in passato sicuramente più diffusi rispetto all'attuale.

Nello specifico della dinamica dei flussi idrici superficiali, la discreta distanza dell'area di intervento rispetto al tracciato del Rio Terra Maistus/Rio Perda Niedda da un lato e dal piccolo impluvio del Pauli Cerbus a est, costituisce un elemento a favore della sicurezza del sito anche in caso di condizioni meteorologiche critiche capaci di determinare fenomeni di esondazione.

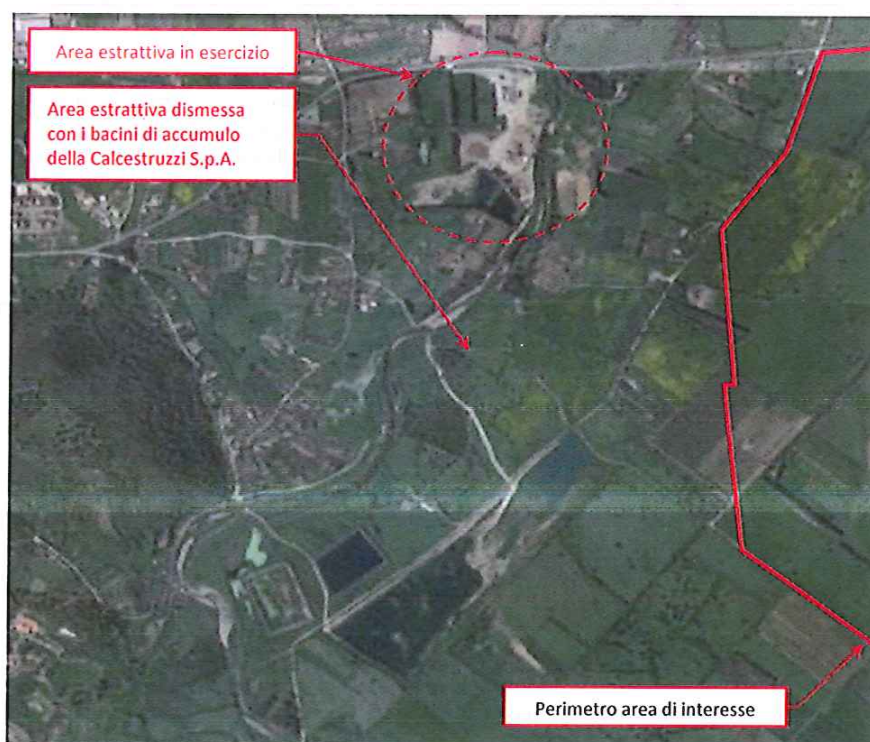
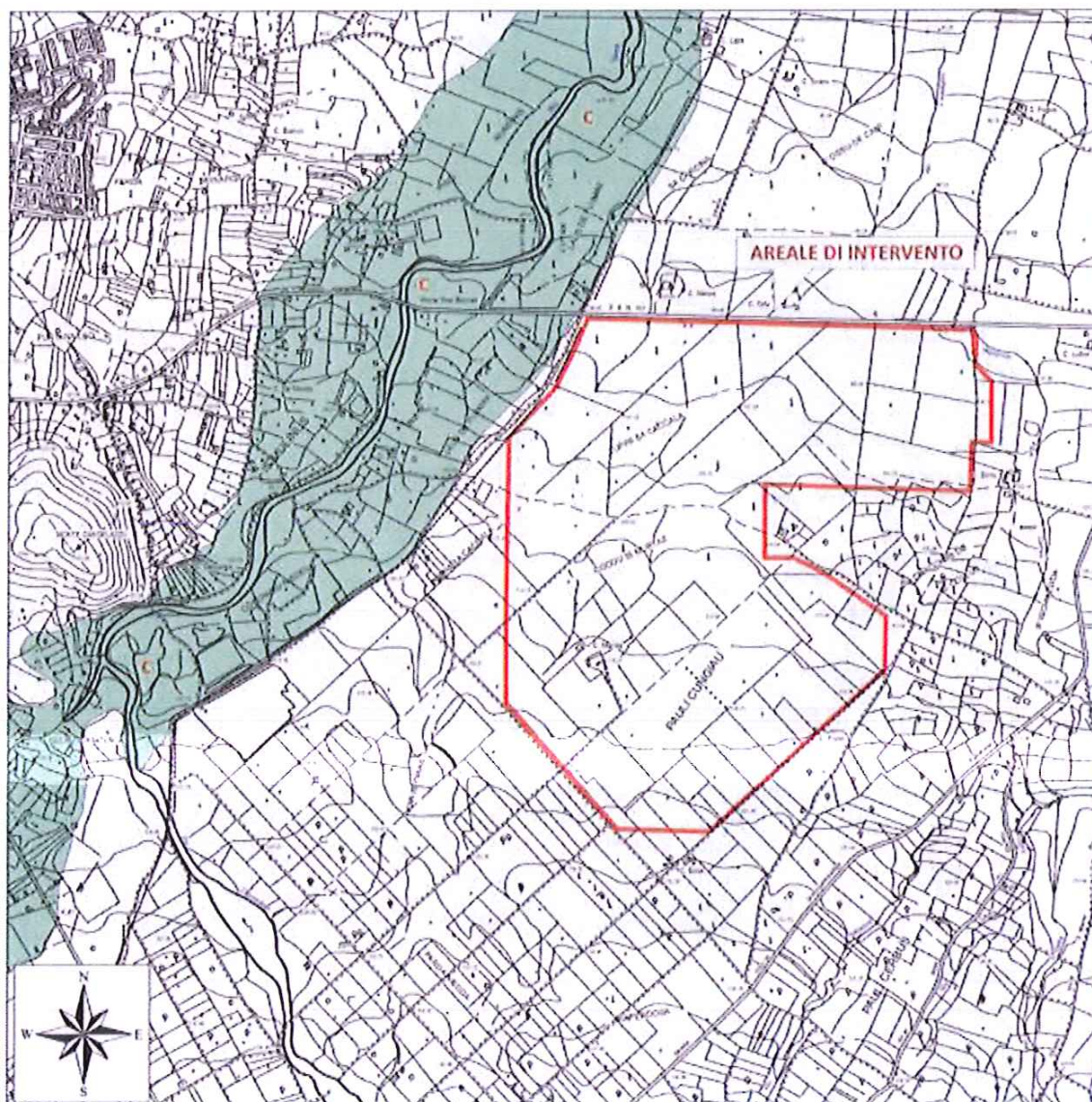


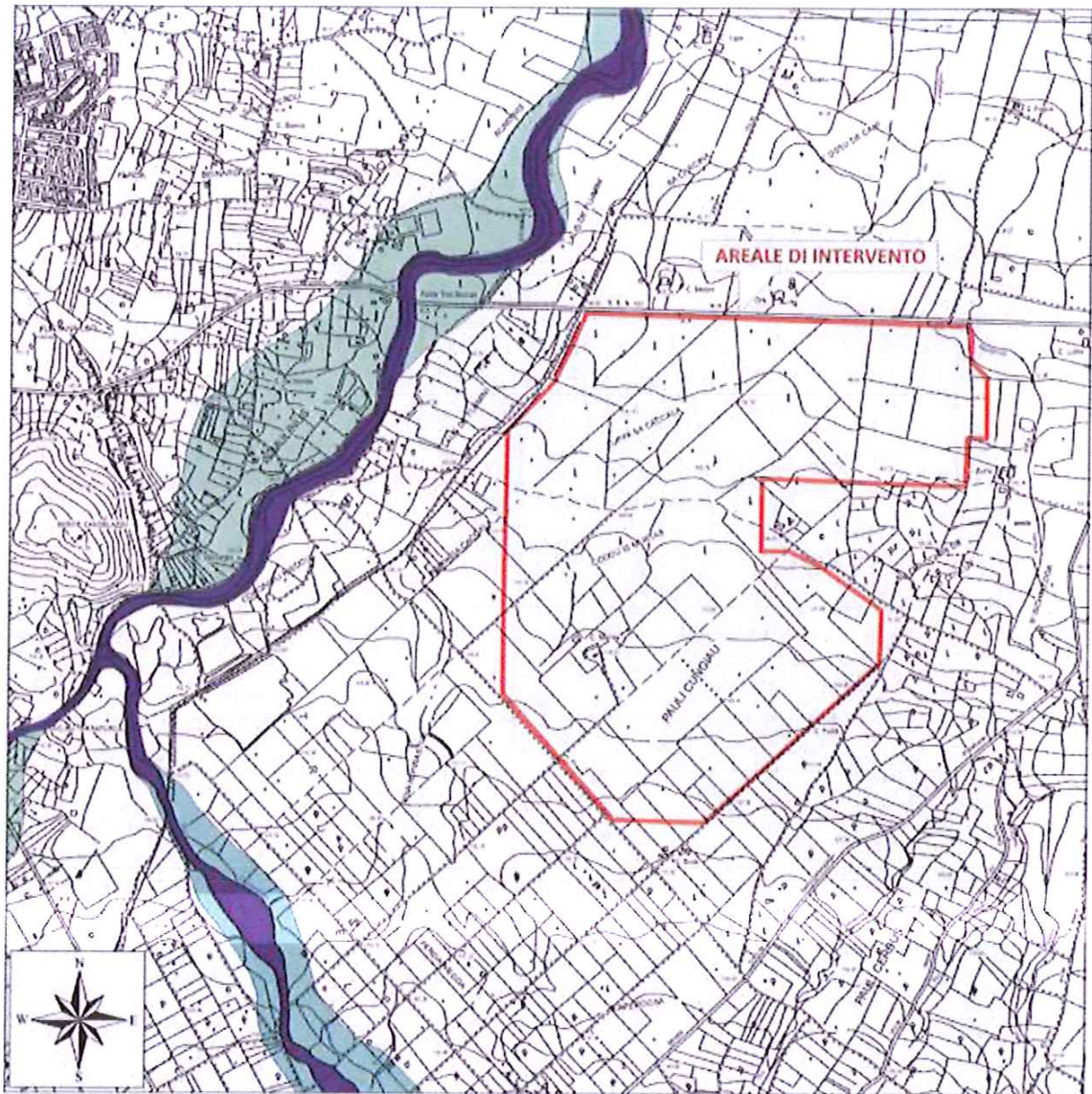
FIGURA 19
Immagine satellitare ortofotogrammetrica del settore a ovest dell'area di intervento con evidenziate le aree di attuale e pregressa attività di estrazione di materiali alluvionali.



LEGENDA

- Fascia A_2
Aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo corrispondente al periodo di ritorno T= 2 anni
- Fascia A_50
Aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo corrispondente al periodo di ritorno T= 50 anni
- Fascia B_100
Aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo corrispondente al periodo di ritorno T= 100 anni
- Fascia B_200
Aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo corrispondente al periodo di ritorno T= 200 anni
- Fascia C
Aree inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo corrispondente al periodo di ritorno T= 500 anni

FIGURA 20 – Cartografia delle aree allagabili. Stralcio dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.



LEGENDA

	HI1 - Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 50 anni
	HI2 - Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 100 anni
	HI3 - Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 200 anni
	HI4 - Aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno di 500 anni

FIGURA 21 – Cartografia della pericolosità idraulica - Stralcio dal Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

La consultazione della cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e del Piano stralcio per le face Fluviali (P.S.F.F.) redatta della Regione Sardegna ha messo in evidenza che il sito di intervento - appartenente al bacino denominato *Sub-bacino Flumendosa-Campidano-Cixerri (N. 7)* – ed è esente da pericolosità di tipo geologico (Hg) ed idraulico (Hi).

2.6. ASSETTO IDROGEOLOGICO LOCALE

Le caratteristiche litostratigrafiche dell'areale di intervento rendono possibile, laddove prevalgono i depositi alluvionali olocenici (bna) dotati di una discreta permeabilità e con spessori plurimetrici, la presenza di una circolazione idrica, anche sub-superficiale, di tipo freatico alimentata direttamente dalla infiltrazione e, in prossimità dei corsi d'acqua, anche da flussi sotterranei di subalveo. Le caratteristiche intrinseche dei depositi alluvionali afferenti al Pleistocene superiore (PVM2a), quali il maggior addensamento, la presenza di argille di lisciviazione e del legante a base di ossidi e idrossidi di ferro e manganese, favoriscono invece una sostanziale impermeabilità ovvero una minore attitudine all'attraversamento da parte di flussi idrici. Ciò significa che questi sedimenti costituiscono o il limite di tamponamento inferiore nei confronti di acquiferi freatici impostati su spessori plurimetrici di alluvioni oloceniche oppure delle superfici nelle quali, a parte il primo spessore generalmente submetrico di terreno agrario, viene favorito il ruscellamento superficiale piuttosto che l'infiltrazione.

Tale assetto è coerente con la posizione dei luoghi in studio rispetto allo sviluppo della conoide alluvionale pleistocenica di Gonnosfanadiga in quanto la costruzione nel tempo del corpo sedimentario è avvenuta in concomitanza con l'instaurarsi di paleo-ambienti dove erano possibili, oltre ad accumuli di tipo caotico dovuto a flussi di detrito trasportati dalle piene più importanti, anche ambiti di tipo stagnale o di rotta con sedimentazione di materiale prevalentemente fine, con irregolare alternanza di corpi a granulometria anche grossolana ma sempre associata a matrice intergranulare fine limo-sabbiosa e altri quasi esclusivamente costituiti da sedimenti sabbioso-limosi o limosi, con modesta quantità di scheletro clastico disperso in modo più o meno uniforme.

L'irregolare alternanza di corpi sedimentari caratterizzati da differente granulometria, porosità, disposizione geometrica, spessore etc. determina naturalmente una notevole dispersione del circuito idrico sotterraneo alimentato dal settore prossimale della conoide (ovvero posto a contatto con il basamento metamorfico-cristallino) che può mostrare caratteristiche anche molto differenti da luogo a luogo (anche a breve distanza). Unico dato certo è che la direzione del flusso, proprio per le caratteristiche morfo-strutturali del settore oggetto di studio e i bassi gradienti è orientata da sud verso nord coerentemente con la distribuzione media delle geometrie lentiformi dei corpi permeabili e non, che ne costituiscono il sottosuolo.

Un altro aspetto degli acquiferi eventualmente presenti, riguarda la trasmissività in genere bassa (questo carattere può riscontrarsi anche nei depositi alluvionali olocenici più antichi), tanto che spesso l'intercettazione di acquiferi in profondità mediante pozzi trivellati, può richiedere o l'approfondimento della perforazione o lo sfruttamento di più livelli idrici ± poveri.

Riguardo la circolazione idrica al di sotto dei 20-30 m dal p.c. sono stati utilizzati dati provenienti dal catasto dei pozzi dell'ISPRA che vede la presenza di 6 perforazioni (delle quali solo 2 interne al perimetro degli impianti) spinte sino e oltre -70 m dal p.c.. Il loro esame conferma la presenza di acquiferi semiconfinati o confinati (ovvero anche l'assenza di falda) laddove il substrato è costituito in prevalenza dalle alluvioni pleistoceniche con necessità di perforazioni talora superiori ai 100 m per riuscire ad intercettare risorse idriche sotterranee accettabili.

Da quanto si evince dalla osservazione della **TABELLA 1**, la circolazione idrica nel sottosuolo dell'area di intervento è caratterizzata da un sistema multifalda con caratteristiche di produttività degli acquiferi abbastanza disomogenee e con una distribuzione piuttosto variabile con la profondità, coerentemente con le caratteristiche del deposito alluvionale considerato e con quanto riscontrato anche in numerosi altri settori al contorno ricadenti in contesti geologici analoghi.

POZZO	CODICE POZZO	COMUNE	PROFONDITÀ POZZO (m)	NR. FALDE	PROFONDITÀ ACQUIFERI (da m a m)	TIPO	POSTATA DI ESERCIZIO (l/sec)
1	185076	Gonnosfanadiga	120	1	96÷97	domestico	0,50
2	185080		84	1	50÷50.05		0,00
3	185318		70	1	35÷65	irriguo	0,50
4	185653		95	3	7÷10 28÷32 60÷67		1,00
5	185774		100	4	35÷37 54÷56 75÷78 93÷96		7,00
6	185859		93	2	30÷31 68÷70		2,50

TABELLA 1 - Dati dei pozzi censiti nel settore di intervento (estratto da ISPRA).

Ad ulteriore conferma di ciò si riporta il dato del pozzo 1 che sebbene impostato in un contesto alluvionale olocenico non distante dall'alveo del Rio Terra Maistus, dopo circa 3 m di terreno (verisimilmente alluvionale) incontra circa 90 m di sedimento argilloso e marnoso sterile. Solo a contatto con il basamento scistoso si rinviene una circolazione idrica che interessa circa 1 metro di spessore.

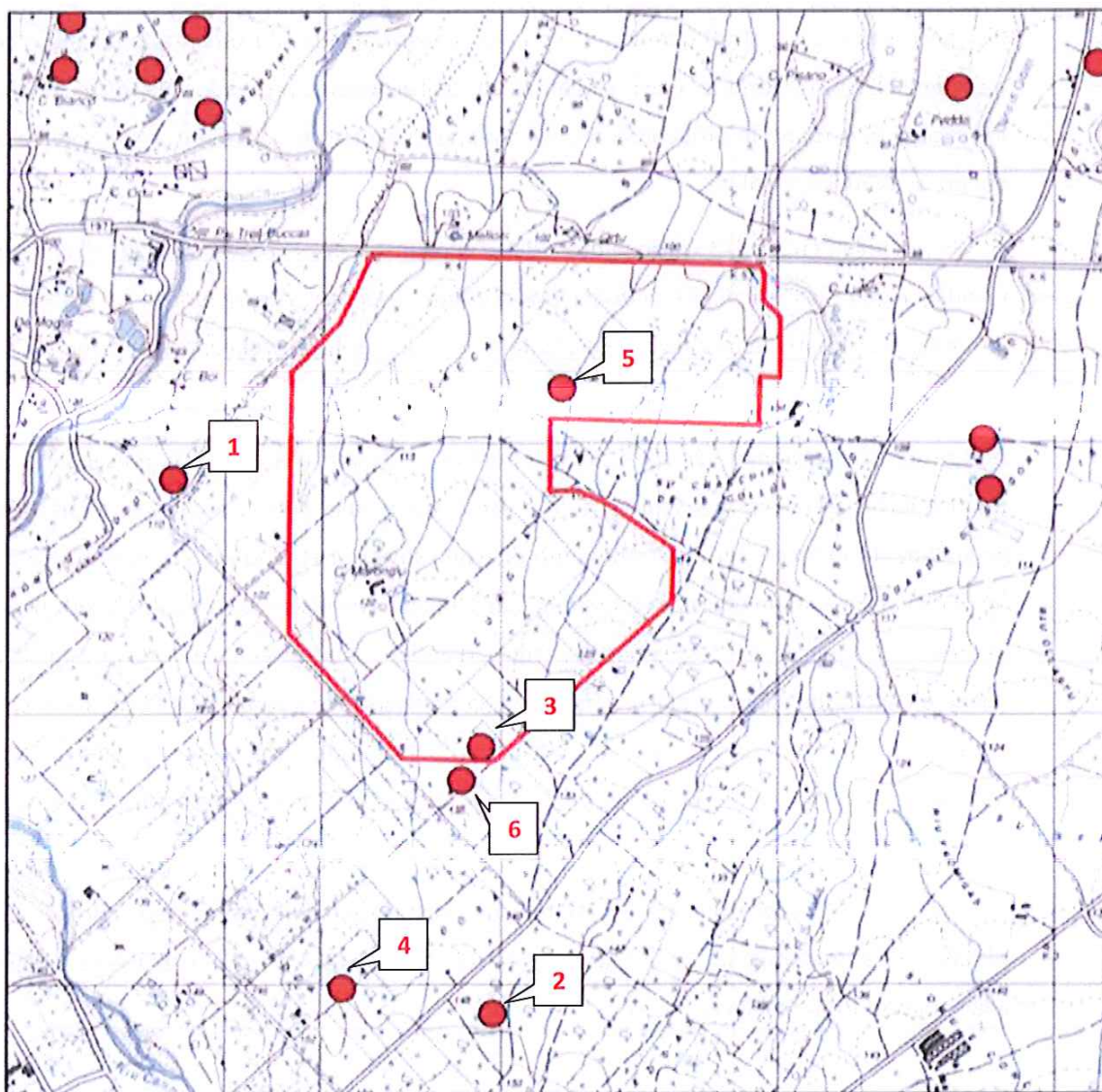


FIGURA 22 – Cartografia IGMI in scala 1:25.000 con ubicazione delle trivellazioni per acqua censiti e riportati nel catasto pozzi dell'ISPRA.

La numerazione in rosso è quella riportata in TABELLA 1.

Altre informazioni in possesso dello scrivente, provenienti da un'indagine pregressa effettuata nel territorio a nord di Gonnosfanadiga, mettono in evidenza una significativa presenza di pozzi profondi per uso agricolo attraverso i quali si sfrutta il sistema acquifero multifalda presente tra i 30 e i 100 m dal p.c., a discreto carattere di salienza. Purtroppo la difficoltà al recupero di dati stratigrafici certi e riguardanti le caratteristiche dei pozzi tra cui la profondità di intercettazione degli acquiferi, il loro numero, i dati sulla portata e le caratteristiche chimico-fisiche delle acque (la maggior parte dei proprietari dei pozzi non ha seguito le procedure di legge per l'iter autorizzativo e di concessione allo sfruttamento o non ha conservato la documentazione) non consente un'attendibile ricostruzione della piezometrica dell'acquifero profondo ma offre ulteriori utili indicazioni riguardanti le probabilità di rinvenimento della risorsa idrica anche nel sedime dell'area del previsto impianto solare.

Si rimanda perciò all'esecuzione di sondaggi geognostici e/o la predisposizione di una campagna di indagini geofisiche mediante metodi elettrici per la stima delle risorse idriche nel sottosuolo e per la valutazione di tutte le precauzioni da adottare per la loro salvaguardia dall'inquinamento.

Dall'analisi della cartografia in scala 1:10.000 precedente a quella in uso (che fa riferimento a riprese aerofotogrammetriche del 1996), ulteriore conferma alla possibile presenza di acquiferi freatici anche all'interno del sedime di intervento viene dalla presenza di pozzi a largo diametro, generalmente utilizzati per lo sfruttamento di acque sotterranee sino a 15 m di profondità. I pochi pozzi rilevabili risultano ubicati in prossimità degli impluvi che incidono l'area di 230 ettari oggetto di interesse, a conferma che solo in questi particolari ambiti morfologici (paleoalvei incisi nella conoide antica e colmati da alluvioni oloceniche) possono rinvenirsi spessori alluvionali capaci di consentire accumuli idrici sotterranei seppur stagionali e probabilmente a scarsa produttività a causa della notevole variabilità del livello piezometrico in dipendenza delle condizioni meteo-climatiche, soprattutto nel periodo siccitoso.

L'eccezione a quanto sinora affermato può risultare possibile nel settore nord orientale del sedime dove predominano invece le alluvioni oloceniche dovute alla costruzione della conoide alluvionale olocenica del Rio Aletzia.

Per quanto concerne la vulnerabilità di questi acquiferi essa è controllata in genere dalla bassissima trasmissività verticale della roccia serbatoio capace di limitare notevolmente la velocità di espansione di eventuali sostanze inquinanti trasportate attraverso l'infiltrazione delle acque meteoriche. E' chiaro comunque che la vulnerabilità aumenta con l'incremento della permeabilità per cui saranno più a rischio gli acquiferi impostati entro le alluvioni oloceniche.

Risulta invece altamente vulnerabile qualsiasi corpo idrico sotterraneo nel caso di scorrette pratiche di sfruttamento mediante pozzo trivellato allorquando non vengono rispettati gli obblighi normativi e di buona gestione della risorsa idrica superficiale e sotterranea (es.: fenestrazione di tutta la colonna del pozzo finalizzata allo sfruttamento di tutti gli acquiferi intercettati compresi quelli superficiali, scarsa o nulla protezione della zona di intestazione del pozzo e contestuale utilizzo di sostanze inquinanti quali oli, carburanti, anticrittogamici in sua vicinanza etc.)

3. MODELLAZIONE GEOTECNICA

3.1. CARATTERISTICHE LITOTECNICHE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

In accordo con la ricostruzione geologica precedentemente descritta il sedime di intervento si inserisce in un contesto geologicamente dominato da terreni di origine sedimentaria, riconducibili a differenti fasi alluvionali deposte nel Quaternario, e legate prevalentemente all'azione di trasporto e deposizione fluviale.

In particolare per la ricostruzione dell'assetto litotecnico dei terreni di sedime si sono consultate precedenti indagini geognostiche svolte nello stesso contesto territoriale e consistite nell'esecuzione di sondaggi geognostici, test SPT e prove di laboratorio eseguite nell'ambito del «Progetto di realizzazione di un parco eolico nei Comuni di Guspini, Pabillonis, San Gavino e Gonnosfanadiga». Tale campagna investigativa ha permesso di caratterizzare lo strato di alluvioni oloceniche recenti ed antiche mentre per la definizione del comportamento geotecnico dei glaci alluvionali pleistoceniche si è fatto riferimenti a dati di natura bibliografica basati su indagini eseguite su litotipi simili.

Nel seguito vengono descritte le unità litotecniche più significative ai fini applicativi che interessano e per ciascuna indicati i parametri geotecnici necessari per i calcoli di verifica geotecnica:

[bna]	Depositi alluvionali terrazzati e coperture eluvio-colluviali	(Olocene)
[PVM2a]	Alluvioni pleistoceniche	(Pleistocene sup.)

DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI E LORO COPERTURE ELUVIO COLLUVIALI [bna]

Alluvioni ciottoloso-ghiaioso-sabbiose cosituite da elementi clastici poligenici di dimensioni da pluricentriche a pluridecimetriche fino a blocchi, immersi in scarsa matrice sabbioso-limoso con intercalati livelli a sedimentazione più fine, sabbioso-limosi.

Tale strato è stato intercettato nel corso della realizzazione dei 4 sondaggi profondi 20 m dal p.c. (denominati S9Gonn÷S12Gonn) eseguiti per la realizzazione delle pale eoliche site a 1,5÷2,0 km di distanza dal sito in cui è prevista la realizzazione dell'impianto, ed indagato mediante prove SPT e di laboratorio.

Le prove SPT hanno evidenziato resistenze all'infissione in genere elevate, variabili da $N_{SPT} = 35 \div 50$ colpi indicativi di terreni ben addensati, malgrado tali valori siano da considerarsi "sovrastimati" per via dell'influenza che l'abbondante frazione ciottolosa esercita sulla punta infissa risulta sovrastimato. Solo localmente, in corrispondenza di livelli sabbioso-argillosi intercalati nei sedimenti ghiaioso-ciottolosi i valori penetrometrici hanno fornito una minore resistenza all'infissione con $N_{SPT} = 18 \div 30$ colpi.

In relazione ai risultati ottenuti dalla prova penetrometrica sono stati distinti due differenti comportamenti meccanici dello Strato B, uno risultante dalle ghiaie ciottoloso-sabbiose e l'altro dalle intercalazioni di sabbie limose a cui possono essere associati i seguenti parametri geotecnici:

Ghiaie ciottoloso-sabbiose

– Peso di volume naturale	PUV = 19,00÷20,00 kN/m ³
– Coesione efficace	$c' = 0,10 \div 0,20$ daN/cm ²
– Angolo di resistenza al taglio	$\varphi' = 32 \div 36^\circ$
– Modulo di comprimibilità	E = 400÷500 daN/cm ²

Intercalazioni sabbioso-limose

– Peso di volume naturale	PUV = 18,00÷19,00 kN/m ³
– Coesione efficace	$c' = 0,10 \div 0,20$ daN/cm ²
– Angolo di resistenza al taglio	$\varphi' = 28 \div 32^\circ$
– Modulo di comprimibilità	E = 100÷200 daN/cm ²

ALLUVIONI PLEISTOCENICHE [PVM2]

Si tratta di depositi eterogranulari ascrivibili ad alluvioni ciottoloso-ghiaioso-sabbiose e subordinatamente sabbioso-limose più o meno microghiaiose, ben addensate, moderatamente coesive per la presenza di argille e limi e spesso legate da ossidi di ferro e manganese, disposte in corpi deposizionali allungati in direzione SW-NE che materializzano i paleo alvei attorno ai quali le acque torrentizie hanno costruito la conoide. Il colore è prevalentemente rossastro-arancio più o meno marcato, legato ai fenomeni di ossidazione della frazione limoso-argillosa subiti in passato in condizioni paleo-ambientali subaeree caldo-umide con formazione di ossidi e idrossidi di ferro (ematite e limonite).

Il buon grado di addensamento e l'elevata cementazione assegnano a queste terre delle notevoli qualità geotecniche, tanto da poter conferire al terreno un comportamento pseudo litoide, traducibile in termini meccanici in elevata portanza dei terreni e deformazioni verticali ridotte.

Sulla base delle suddette caratteristiche e considerando parametri geotecnici registrati per terre assimilabili a quelle in studio, risultano verosimili i seguenti parametri geotecnici:

- Peso di volume naturale $P_{UV} = 20,00 \div 21,00 \text{ kN/m}^3$
- Coesione efficace $c = 0,25 \div 0,50 \text{ daN/cm}^2$
- Angolo di resistenza al taglio $\varphi' = 34 \div 38^\circ$
- Modulo di comprimibilità $E = 500 \div 600 \text{ daN/cm}^2$

Ricapitolando la parametrizzazione geotecnica di riferimento è quella riportata in **TABELLA 2**.

STRATO	PARAMETRI GEOTECNICI			
	$P_{UV} \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$C \text{ (daN/cm}^2\text{)}$	$\varphi \text{ (}^\circ\text{)}$	$E \text{ (daN/cm}^2\text{)}$
Bna Ghiaie ciottoloso-sabbiose	19,00÷20,00	0,10÷0,20	32÷36	400÷500
Bna Intercalazioni sabbioso-limose	18,00÷19,00	0,10÷0,20	28÷32	100÷200
PVM	20,00÷21,00	0,25÷0,50	34÷38	500÷600

TABELLA 2 - Riepilogo dei principali parametri geotecnici cautelativamente assegnati ai diversi litostrati.

4. CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI PROGETTUALI

Sulla base degli elementi acquisiti durante lo studio eseguito, si riassumono di seguito le principali risultanze a cui si è pervenuti con le relative considerazioni in merito.

- I. Il modello geologico locale prevede che il sottosuolo del vasto sedime di intervento in cui si dovrà operare - al di sotto di una coltre pedogenizzata di spessore generalmente submetrico talora rimaneggiato da pregressa attività agricola - sia costituito in prevalenza da una sequenza detritico-alluvionale, presumibilmente di spessore deca metrico, riconducibile al Pleistocene superiore e denominata **PVM2a** formata da depositi grossolani ghiaioso-sabbiosi con ciottoli ben addensati e con abbondante matrice sabbioso limosa, di colore rossiccio-arancio per presenza di ossidi e idrossidi di ferro che fungono anche da legante. La struttura stratiforme irregolare, con corpi lentiformi di varia ampiezza e spessore presume anche la presenza di livelli talora plurimetrici di limi argilloso-sabbiosi passanti ad argille limose molto consistenti e di sabbie da microghiaiose a fini generalmente ben addensate.

In subordine, con prevalente presenza in affioramento lungo il settore NE del sedime, il suddetto substrato è ricoperto da analoghi depositi alluvionali ma di età più recente (Olocene) aventi caratteristiche litotecniche sensibilmente inferiori a causa del minore grado di addensamento e per tale ragione anche maggiore porosità. Questi depositi, denominati formalmente con la sigla **bn**, possono rinvenirsi anche in altri settori del sedime ed in particolare entro alcune delle paleoincisioni presenti nella conoide pleistocenica, successivamente ricoperte da depositi alluvionali in un contesto paleoclimatico differente dall'attuale e in concomitanza con un'azione morfodinamica del Rio Piras-Canneddus allo stato attuale non più attiva. Lo spessore di questa unità è variabile da metrico a plurimetrico sino a pluridecametrico in direzione est.

- II. L'analisi geomorfologica del sito non ha riscontrato fenomeni (in atto o potenziali) tali da determinare condizioni di "rischio geologico" s.l., né si prevede che la sua evoluzione morfodinamica naturale possa in qualche modo compromettere la funzionalità delle opere in progetto o pericolo per gli addetti; inoltre il sito di intervento non rientra tra le aree perimetrate dal Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.), né dal Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.).

Non è stato altresì interessato da dissesti significative durante l'evento del 18-19 novembre 2013 in occasione del passaggio sulla nostra isola del *Ciclone Cleopatra* che ha provocato diffusi danneggiamenti in svariati settori del Campidano centrale.

In previsione di un adattamento planoaltimetrico del sedime funzionale alla messa in opera del campo solare, in virtù della debole pendenza verso N del substrato, si consiglia la realizzazione di un adeguato sistema di intercettazione e allontanamento verso i fondovalle adiacenti delle acque di pioggia che potrebbero ruscellare o stazionare in virtù della bassa permeabilità complessiva dei depositi alluvionali pleistocenici.

- III. Dai dati ricavati mediante presa visione del catasto pozzi dell'ISPRA e da altre informazioni in possesso dello scrivente, è emerso che la sequenza alluvionale costituente il substrato prevalente del sedime è sede di un sistema freatico multifalda sostanzialmente condizionato dalla distribuzione degli stessi depositi sedimentari e dai rapporti eteropici tra i diversi termini che la compongono. Dalle misurazioni effettuate si evince che la soggiacenza della falda risulta a profondità in genere superiori a qualche decina di metri con portate molto variabili e una direzione di filtrazione orientata sostanzialmente verso nord. Non è pertanto prevista alcuna interazione tra opere di progetto e circolazione idrica sotterranea.
- IV. In accordo con l'Ordinanza n. 3274 del 20/03/2003 e relativo "TESTO UNICO DELLE COSTRUZIONI", la categoria di sottosuolo da assumersi in base alla velocità di propagazione delle onde sismiche entro i primi 30 m di profondità (V_{s30}) al di sotto del previsto piano di posa fondazione, sulla base dei dati in possesso dello scrivente, è quella denominata "B". Un'eventuale verifica di tale riscontro potrà scaturire da una idonea campagna geofisica in fase progettuale più avanzata.
- V. La configurazione geologica e geotecnica del sedime di intervento, per la tipologia delle opere in progetto che prevedono la realizzazione di una centrale solare termodinamica comprendente il campo solare con i collettori parabolici e la Power Block con i relativi impianti, consente di prevedere l'adozione di **fondazioni dirette** (trave rovescia, plinto o platea laddove necessario) da impostare alla quota di almeno -1,00 m dal p.c. – avendo cura di superare lo strato superficiale rimaneggiato dalle pregresse lavorazioni agricole non idoneo ai fini edificatori – in modo da posizionarsi direttamente entro lo strato di alluvioni ghiaioso-ciottolose in matrice sabbioso-limosa [bna].

- VI.** Tale tipologia di substrato si contraddistingue per un addensamento molto elevato, una buona resistenza al taglio, una non trascurabile coesione (per via della matrice argilloso-limosa) ed una limitata compressibilità, che consente di applicare pressioni di contatto dell'ordine di $2\div 4 \text{ daN/cm}^2$ senza manifestazioni di rottura del terreno e con l'attesa di modesti cedimenti.
- VII.** Poiché in alcuni settori del sedime (ad esempio in quello nord-orientale) è possibile che l'interazione delle opere di fondazione avvenga con la facies alluvionale più recente (**bn**) e con caratteristiche leggermente inferiori rispetto ai depositi pleistocenici prevalenti e dal momento che, in altri casi, il substrato è contraddistinto da addensamento elevato e composizione granulometrica grossolana (talora anche con $\varnothing > 25\div 30 \text{ cm}$), non si ritiene adeguato utilizzo delle fondazioni a elica preliminarmente previste per i collettori parabolici, si potrà optare per **fondazioni profonde**, ovvero pali trivellati di medio grande diametro ($\varnothing = 1,00\div 1,20 \text{ m}$) o micropali trivellati.
- VIII.** Gli scavi in generale (sbancamenti, regolarizzazioni etc.) potranno essere realizzati con comuni mezzi escavatori di adeguata potenza. Le terre derivanti da essi, verosimilmente appartenenti ai sottogruppi A1-a, A1-b e A2-4 possono essere considerate idonee come sottofondi stradali o per la realizzazione degli strati di fondazione di strade e piazzali. Le terre che dovessero invece mostrare elevata percentuale di argilla non potranno essere riutilizzate se non con riserva e previ ulteriori accertamenti.

DATA: febbraio 2015

IL GEOLOGO:

Mauro Pompei

