



PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN  
IMPIANTO AGRIVOLTAICO DELLA POTENZA DI 75 MW  
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI UTA  
DENOMINATO “MADAGOCCU”

RELAZIONE PAESAGGISTICA

Rev. 0.0

Data: Settembre 2023

REU-AVU-RA5

Committente:

**REPSOL UTA S.r.l.**

Via Michele Mercati 39

00197 – Roma (RM)

C. F. e P. IVA: 16699301004

PEC: repsoluta@pec.it

Incaricato:

**Queequeg Renewables, ltd**

2nd Floor, the Works,

14 Turnham Green Terrace Mews,

W41QU London (UK)

Company number: 11780524

email: [mail@quren.co.uk](mailto:mail@quren.co.uk)

Progettazione e SIA:

**I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.**



**PROGETTAZIONE:**

I.A.T. Consulenza e Progetti S.r.l.

Ing. Giuseppe Frongia (Direttore Tecnico)

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

Ing. Giuseppe Frongia (Coordinatore e responsabile)

Ing. Marianna Barbarino

Ing. Enrica Batzella

Dott. Pian. Andrea Cappai

Ing. Paolo Desogus

Pian. Terr. Veronica Fais

Dott. Fabio Mancosu

Ing. Gianluca Melis

Dott. Fabrizio Murru

Ing. Andrea Onnis

Pian. Terr. Eleonora Re

Ing. Elisa Roych

Ing. Marco Utzeri

**COLLABORAZIONI SPECIALISTICHE:**

Verifiche strutturali: Ing. Gianfranco Corda

Aspetti geologici e geotecnici: Dott. Geol. Maria Francesca Lobina

Aspetti faunistici: Dott. Nat. Maurizio Medda

Acustica: Ing. Antonio Dedoni

Aspetti floristico-vegetazionali: Agr. Dott. Nat. Fabio Schirru

Aspetti agronomici: Agr. Dott. Nat. Federico Corona

Aspetti archeologici: Dott. Matteo Tatti e Dott.ssa Alice Nozza

## SOMMARIO

1	PREMESSA GENERALE .....	5
2	MOTIVAZIONI DEL PROGETTO .....	7
3	LA PROPONENTE .....	8
4	INQUADRAMENTO TERRITORIALE GENERALE.....	9
5	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO .....	16
5.1	Criteri di scelta del sito .....	16
5.2	Criteri di inserimento territoriale e ambientale.....	19
5.3	Lay-out del sistema agrivoltaico e potenza complessiva .....	20
5.4	Integrazione dell’impianto nel sistema agricolo secondo la logica dell’agrivoltaico .....	21
5.5	Potenzialità energetica del Sito ed analisi di producibilità dell’impianto FV .....	24
5.5.1	Premessa .....	24
5.5.2	I risultati del calcolo.....	25
5.6	Descrizione tecnica dei componenti di impianto .....	28
5.6.1	Componenti principali e criteri generali di progettazione strutturale ed elettromeccanica .....	28
5.6.2	Gli inseguitori monoassiali.....	29
5.6.3	Moduli fotovoltaici .....	32
5.6.4	Schema a blocchi impianto fotovoltaico.....	34
5.6.5	Quadro Elettrico a 36 kV – Cabina di raccolta .....	35
5.6.6	Quadri elettrici BT .....	37
5.6.7	Cavi di distribuzione dell’energia a 36 kV .....	38
5.6.8	Cavi di distribuzione dell’energia in Bassa Tensione in c.c. e c.a. ....	39
5.6.9	Misura dell’energia.....	41
5.7	Viabilità di servizio.....	43
5.8	Recinzioni e cancelli.....	44
5.9	Interventi di mitigazione e inserimento ambientale .....	44
5.10	Misure di compensazione e miglioramento ambientale .....	45
6	RAPPORTI DEL PROGETTO CON LA NORMATIVA PAESAGGISTICA E URBANISTICA .....	46
6.1	Il codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii.) .....	46
6.1.1	I contenuti .....	46
6.1.2	Analisi delle interazioni.....	48
6.2	Il Piano Paesaggistico Regionale.....	51
6.2.1	Impostazione generale del P.P.R. ....	51
6.2.2	Analisi delle interazioni.....	53
7	ANALISI DELLA COERENZA DELL’INTERVENTO RISPETTO AGLI OBIETTIVI DI TUTELA PAESAGGISTICA 62	
8	DESCRIZIONE DEI CARATTERI PAESAGGISTICI DI AREA VASTA E DEGLI AMBITI DI INTERVENTO .	63

8.1	Premessa .....	63
8.2	Caratteri generali del contesto paesaggistico .....	64
8.2.1	L'area vasta .....	64
8.2.2	L'ambito ristretto di relazione del sito di progetto.....	70
8.3	Caratteri geomorfologici e geologici generali dell'area di intervento .....	73
8.4	Caratteristiche della copertura vegetale .....	82
8.5	Sistema delle relazioni di area vasta.....	98
8.6	Assetto insediativo e sintesi delle principali vicende storiche .....	99
8.6.1	Il territorio del Campidano di Cagliari.....	99
8.6.4	Rapporti tra il patrimonio archeologico censito e gli interventi in progetto .....	104
8.7	Appartenenza a sistemi naturalistici (biotopi, riserve, parchi naturali, boschi) .....	104
8.8	Sistemi insediativi storici (centri storici, edifici storici diffusi) .....	107
8.8.1	Il centro urbano di Uta .....	107
8.9	Paesaggi agrari .....	112
8.10	Tessiture territoriali storiche .....	115
8.11	Appartenenza a sistemi tipologici di forte caratterizzazione locale e sovralocale .....	118
8.12	Appartenenza a percorsi panoramici o ad ambiti di percezione da punti o percorsi panoramici 121	
8.13	Appartenenza ad ambiti a forte valenza simbolica.....	125
8.13.1	Area archeologica Su Niu de Su Pilloni .....	125
9	ELEMENTI PER LA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ PAESAGGISTICA.....	126
9.1	Premessa .....	126
9.1.1	Interferenza sotto il profilo .....	127
9.1.2	Previsione degli effetti delle trasformazioni da un punto di vista paesaggistico .....	133
9.1.3	Cumulo con altri progetti .....	140
10	APPENDICE FOTOGRAFICA.....	142

## 1 Premessa Generale

La Società Repsol Uta S.r.l., avente sede in Via Michele Mercati 39 - 00197 - Roma (RM) e facente capo alla società Repsol Renovables SA, intende realizzare un impianto agrivoltaico con moduli fotovoltaici installati su inseguitori solari monoassiali ubicato in Comune di Uta (Regione Sardegna – Città Metropolitana di Cagliari), denominato "Madagoccu".

Il sistema agro-energetico in progetto si conforma ai requisiti previsti dalle Linee guida in materia di impianti agrivoltaici, pubblicate dal Ministero della transizione ecologica il 27 giugno 2022, o per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato".

La centrale solare in progetto avrà una potenza complessiva in immissione di 75,0 MW<sub>AC</sub>, valore ottenuto dalla somma delle potenze nominali dei singoli inverter (potenza nominale lato DC pari a 81,803 MW<sub>P</sub>), e comprenderà n. 1617 inseguitori solari monoassiali (di seguito *tracker*) monoassiali di cui: n. 217 da 2x13 moduli FV, n. 222 da 2x26 moduli FV e n.1178 da 2x39 moduli FV.

L'intervento ha ottenuto il preventivo di connessione - Codice pratica Terna n. 202200094 - relativo ad una potenza in immissione in rete di 75 MW, secondo cui l'impianto sarà collegato in antenna sulla sezione a 36 kV di una nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 380/150/36 kV della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) da inserire in entra - esce alla linea RTN a 220 kV "Rumianca - Villasor", previo riclassamento della stessa al livello di 380 kV.

L'elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento alla citata Stazione RTN rappresenta impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella medesima stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Il campo solare sarà suddiviso elettricamente in n. 5 blocchi di potenza (sottocampi), la cui energia prodotta in corrente continua verrà convogliata agli inverter, distribuiti all'interno dell'impianto, al fine di essere convertita in alternata ed essere resa disponibile alle cabine di trasformazione equipaggiate di trasformatori elevatori da 1,0 MW e 3,0 MW. All'interno di suddette cabine la tensione verrà elevata dal livello di 800 V (Bassa Tensione) al livello di 36 kV prima del successivo vettoriamento dell'energia al succitato punto di connessione alla RTN.

La produzione di energia annua dell'impianto è stimata in circa 164,7 GWh/anno, pari al fabbisogno energetico di circa 65.900 famiglie.

Il DL n.77 del 31/05/2021, art.31 - comma 6, ha inserito nell'Allegato 2 (Progetti di competenza statale) alla parte seconda del D.lgs 152/2006 gli "impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW". Il successivo DL n. 92 del 23/06/2021, all'art.7-comma 1, ha stabilito che "L'art. 8, comma 2-bis, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, si applica alle istanze presentate a partire dal 31 luglio 2021. L'articolo 31, comma 6, del decreto-legge 31 maggio 2021, n.77, che trasferisce alla competenza statale i progetti relativi agli impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza

*complessiva superiore a 10 MW, di cui all'Allegato II alla Parte seconda, paragrafo 2), ultimo punto, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, si applica alle istanze presentate a partire dal 31 luglio 2021."*

Pertanto, in materia di valutazione ambientale, la competenza è attribuita allo Stato per le istanze presentate a partire dal 31 luglio 2021.

L'intervento è situato all'interno della regione storica del *Campidano di Cagliari*, un territorio caratterizzato da ampie aree pianeggianti e a tratti collinari, come nel caso dell'area di progetto. In particolare, il sito si posiziona in un territorio di cerniera tra l'ampia *Piana del Campidano*, ad est, e il complesso dei *Monti del Sulcis* ad ovest.

L'areale di interesse, ubicato lungo il margine sud-occidentale della *Piana del Campidano*, vede movimenti crostali verticali legati alla formazione del *graben* modesti rispetto alla zona assiale della piana, mostrando l'affioramento di litologie sedimentarie di ambiente continentale di età eocenica-oligocenica riferibili alla Formazione del *Cixerri* e di lave e corpi subvulcanici oligocenici a composizione andesitica-dacitica afferenti all'Unità di *Monte sa Pibionada*.

Il territorio in esame è attraversato da due importanti corsi d'acqua - il *Flumini Mannu* e il *Riu Cixerri* - che con i loro affluenti hanno garantito sempre l'apporto idrico necessario per lo sviluppo di un'economia tradizionale basata sull'agricoltura.

A circa 3.5 km ad est dell'area di intervento i caratteri del paesaggio agricolo lasciano posto al tessuto produttivo insediato nell'area industriale di Macchiareddu, riferibile prevalentemente ai settori energetico, della chimica e della logistica.

In tale contesto sono individuabili alcune categorie di beni paesaggistici definite ai sensi degli art. 136, 142 e 143 del D.Lgs. 42/04 e ss.mm.ii. con le quali la progettazione dell'intervento si è dovuta rapportare al fine di ricercare un equilibrato bilanciamento delle esigenze tecnico-produttive con quelle imposte dalle esigenze di tutela che dette categorie di beni presuppongono.

In particolare, sono riconoscibili, in tale ambito, corsi d'acqua vincolati ai termini degli art. 142 e 143 del Codice Urbani e zone umide costiere tutelate dal Piano Paesaggistico Regionale, e relative fasce di rispetto, che saranno localmente interessati dalle opere previste in progetto.

In questo quadro di sfondo, la presente Relazione si pone l'obiettivo di illustrare compiutamente ed in modo organico le interazioni potenziali del progetto con i valori oggetto di tutela nonché le modifiche introdotte sul contesto paesaggistico di riferimento.

Il presente elaborato specialistico è stato redatto sulla base delle indicazioni del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 Dicembre 2005.

Si rimanda espressamente all'esame degli elaborati allegati ai fini di una più esaustiva ricognizione fotografica dello stato dei luoghi in relazione alle potenziali interferenze delle opere con i valori paesistici del territorio.

## 2 Motivazioni del progetto

Come noto, il settore energetico ha un ruolo fondamentale nella crescita dell'economia delle moderne nazioni, sia come fattore abilitante (disporre di energia a costi competitivi, con limitato impatto ambientale e con elevata qualità del servizio è una condizione essenziale per lo sviluppo delle imprese e per le famiglie), sia come fattore di crescita in sé (si pensi ad esempio al potenziale economico della *Green Economy*).

Sotto il profilo strategico e delle politiche ambientali, in particolare, il rapido acuirsi del problema del surriscaldamento globale e dei mutamenti climatici, con i drammatici scenari ambientali e problemi geopolitici ad esso correlati (innalzamento del livello medio dei mari e sommersione di aree costiere, ondate migratorie ed annesse catastrofi umanitarie, aumentati rischi di instabilità e guerra per accresciuti conflitti d'uso delle risorse, danni irreversibili alla biodiversità, solo per citarne alcuni), hanno da tempo indotto i governi mondiali ad intraprendere azioni progressive ed irreversibili atte a contrastarne adeguatamente le cause.

Le determinazioni scaturite dalla Conferenza sul clima di Parigi (2016) muovono da un presupposto fondamentale: *"Il cambiamento climatico rappresenta una minaccia urgente e potenzialmente irreversibile per le società umane e per il pianeta"*. Lo stesso richiede pertanto *"la massima cooperazione di tutti i paesi"* con l'obiettivo di *"accelerare la riduzione delle emissioni dei gas a effetto serra"*. Alla conferenza sul clima che si è tenuta a Copenaghen nel 2009, i circa 200 paesi partecipanti si diedero l'obiettivo di limitare l'aumento della temperatura globale rispetto ai valori dell'era preindustriale. L'accordo di Parigi stabilisce che questo rialzo va contenuto *"ben al di sotto dei 2 gradi centigradi"*, sforzandosi di fermarsi a +1,5 °C.

Gli ultimi e più recenti accordi sul clima riguardano il Green Deal europeo, firmato nel dicembre 2019, e la Cop26 di Glasgow nel novembre 2021. Per quanto riguarda il primo, l'Europa ambisce a diventare il primo continente a impatto climatico zero entro il 2050. Proprio per questo vuole promuovere un'economia di uso circolare. Un terzo dei fondi del piano di ripresa del Next Generation Eu, infatti, finanzieranno proprio il Green Deal.

Il nuovo impulso al consolidamento e sviluppo delle fonti energetiche rinnovabili impresso dalla Conferenza di Parigi delinea opportunità economiche stabili e di lungo periodo con conseguenti positivi riflessi sulle condizioni di benessere della popolazione e sull'occupazione.

Per quanto attiene al settore della produzione energetica con tecnologia fotovoltaica, nell'ultimo decennio si è registrata una progressiva riduzione dei costi di generazione con valori ormai competitivi rispetto alle tecnologie convenzionali; tale circostanza è evidentemente amplificata per i grandi impianti installati in corrispondenza di aree con elevato potenziale energetico.

Tale andamento dei costi di generazione è il risultato dei progressivi miglioramenti nella tecnologia, scaturiti da importanti investimenti in ricerca applicata e dalla diffusione globale degli impianti, nonché frutto delle indispensabili politiche di incentivazione adottate dai governi a livello mondiale.

L'auspicata diffusione delle fonti energetiche rinnovabili pone al centro dell'attenzione il tema dell'integrazione degli impianti nel contesto agricolo. In questo quadro una delle soluzioni individuate e

legittimate dal Legislatore è quella di perseguire una armonica integrazione degli impianti fotovoltaici nei siti agricoli di installazione che consenta di assicurare la continuità dell'attività agricola o pastorale, garantendo, al contempo, una appropriata produzione da fonti rinnovabili.

Le sinergie attivabili tra gli operatori agricoli e le aziende produttrici di energia sono estremamente significative. Negli ultimi decenni, l'agricoltore, sotto la pressione della variabilità dei prezzi dei prodotti, dei costi dei mezzi tecnici e delle politiche agricole comunitarie, ha infatti sperimentato una progressiva limitazione nella possibilità di scelta delle colture da inserire negli avvicendamenti colturali. Oltre a questo, anche l'ampia disponibilità di mezzi tecnici ha determinato la diminuzione delle specie coltivate e la diffusione di poche colture, con un generale impoverimento degli agro-ecosistemi.

In questo contesto il reddito aggiuntivo derivante dal fotovoltaico potrebbe consentire all'agricoltore di conseguire una maggiore autonomia nelle proprie scelte aziendali, tradizionalmente orientate secondo logiche di compatibilità con il territorio e sostenibilità ambientale. Tale processo potrebbe essere accompagnato da un ritorno, in alcuni territori, di colture tipiche, ormai quasi del tutto scomparse.

L'agrivoltaico quindi, diventa efficace strumento per la multifunzionalità dei sistemi agricoli, incentivando anche l'utilizzo produttivo di superfici agricole ormai non più coltivate o non valorizzate adeguatamente per la loro bassa redditività.

Il sistema agro-energetico previsto dalla Repsol Uta S.r.l. nel sito di "Madagoccu" si inserisce coerentemente nel contesto sopra delineato conformandosi ai requisiti previsti dalle Linee guida in materia di impianti agrivoltaici, pubblicate dal Ministero della transizione ecologica il 27 giugno 2022, o per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato". A tale riguardo si evidenzia che i titolari delle aziende agricole che attualmente esercitano l'attività agricola/zootecnica sui fondi interessati dall'impianto sono al momento interessati a proseguire le proprie attività in sinergia con l'operatore elettrico ed è quindi intenzione del medesimo di affidare lo svolgimento delle attività agricole/zootecniche a tali aziende. Resta in ogni caso inteso che nel corso della vita utile dell'impianto tali soggetti potranno eventualmente essere sostituiti da altre aziende agricole.

### 3 La proponente

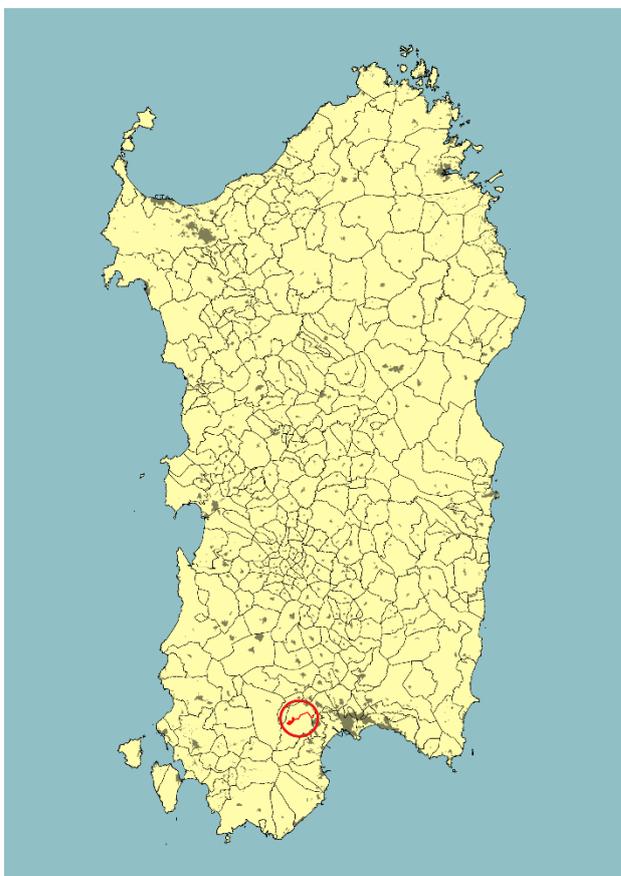
**Repsol Renovables SA** è una società produttrice di energia rinnovabile controllata al 75% dal gruppo oli&gas Repsol SA, con sede a Madrid. Repsol Renovables sviluppa, costruisce e mantiene in esercizio impianti eolici, fotovoltaici e idroelettrici. La società è al momento attiva in Europa, Stati Uniti e in Cile. In Europa sono stati deliberati investimenti per oltre € 7.5B, e l'Italia è, assieme alla Spagna, al centro della sua strategia per il continente.

Repsol Renovables detiene al momento circa 3,3 GW di asset rinnovabili in esercizio in tutto il mondo, e nel piano industriale approvato dal board della società c'è un obiettivo di 7,5 GW di asset in esercizio entro il 2025 e 15 GW entro il 2030.

## 4 Inquadramento territoriale generale

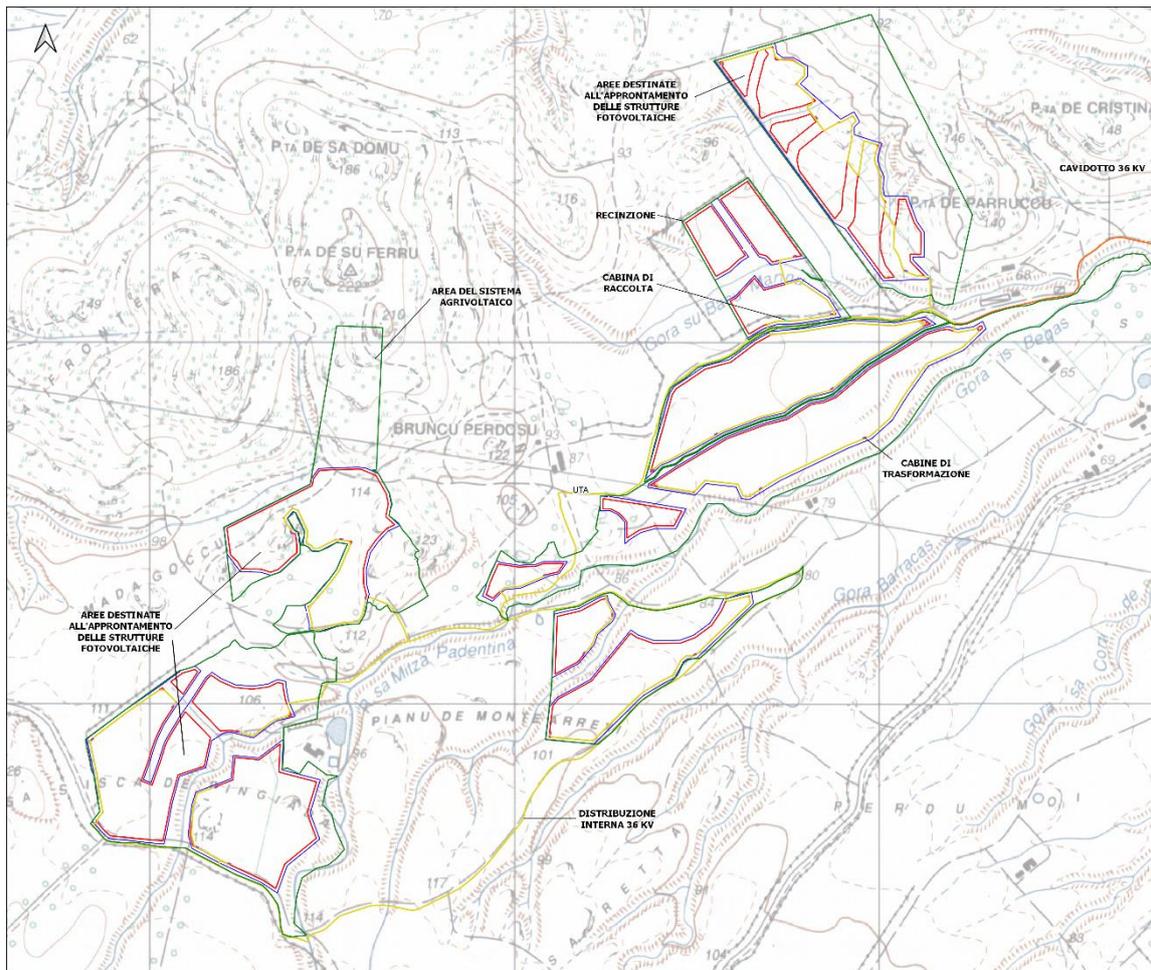
Il proposto impianto agrivoltaico è ubicato nella Città Metropolitana di Cagliari, all'interno della regione storica del *Campidano di Cagliari* e, in particolare, nella porzione centro occidentale del territorio comunale di Uta.

L'area in esame ricade a circa 4.5 km ad ovest dall'Area Industriale di Cagliari (Macchiareddu-Grogastu), nella porzione occidentale del *Campidano di Cagliari*, tra la zona assiale del *Campidano* ad est, i rilievi montuosi di *Gutturu Mannu e Monte Arcosu* a sud-ovest – facenti parte dell'ampio sistema montuoso del *Sulcis* - e le colline di *Sa Frontera e Monte sa Genna de su Cerbu* rispettivamente a nord-ovest e a nord.

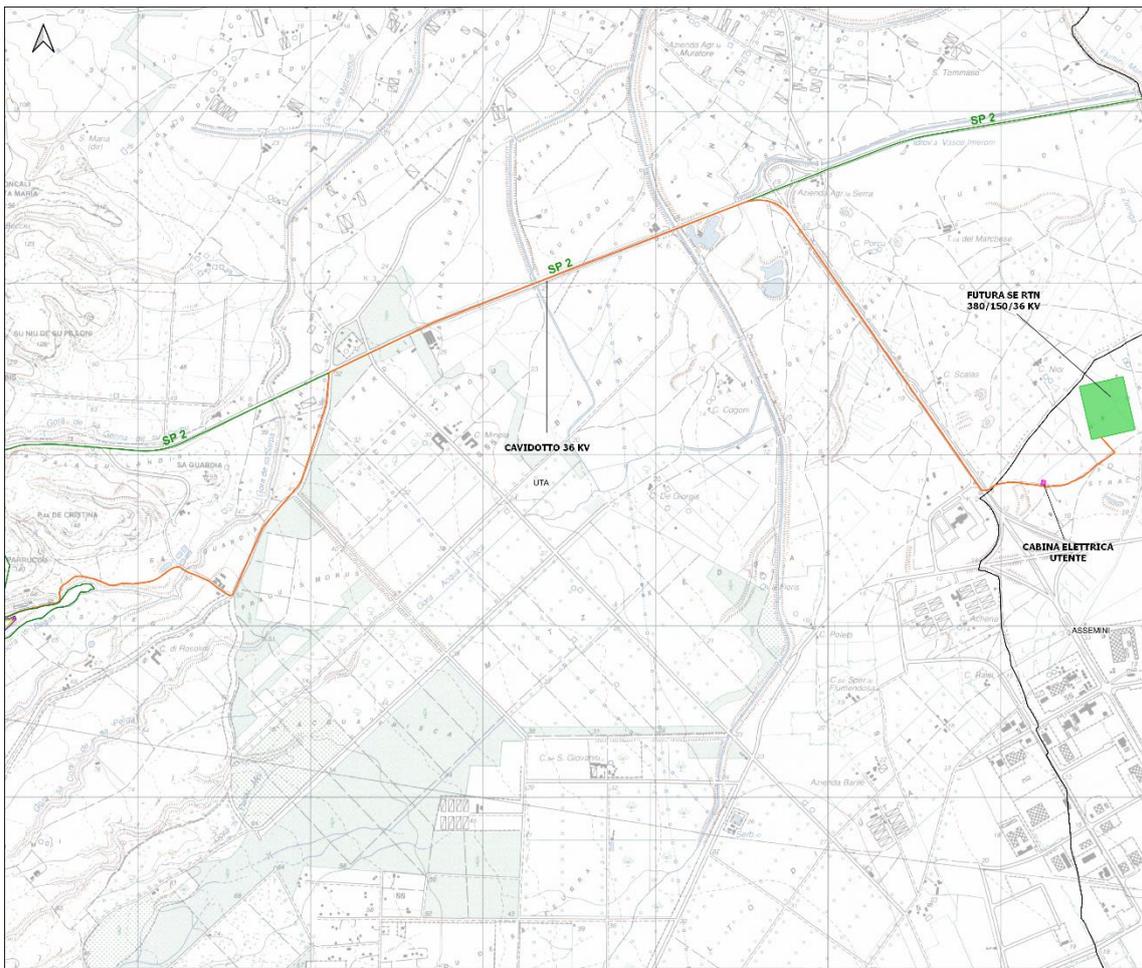


**Figura 4.1 – Inquadramento geografico di intervento**

Nella cartografia ufficiale, il Sito è individuabile nella Sezione in scala 1:25.000 della Carta Topografica d'Italia dell'IGMI Serie 25 Foglio 556 Sez. II “Assemini”.

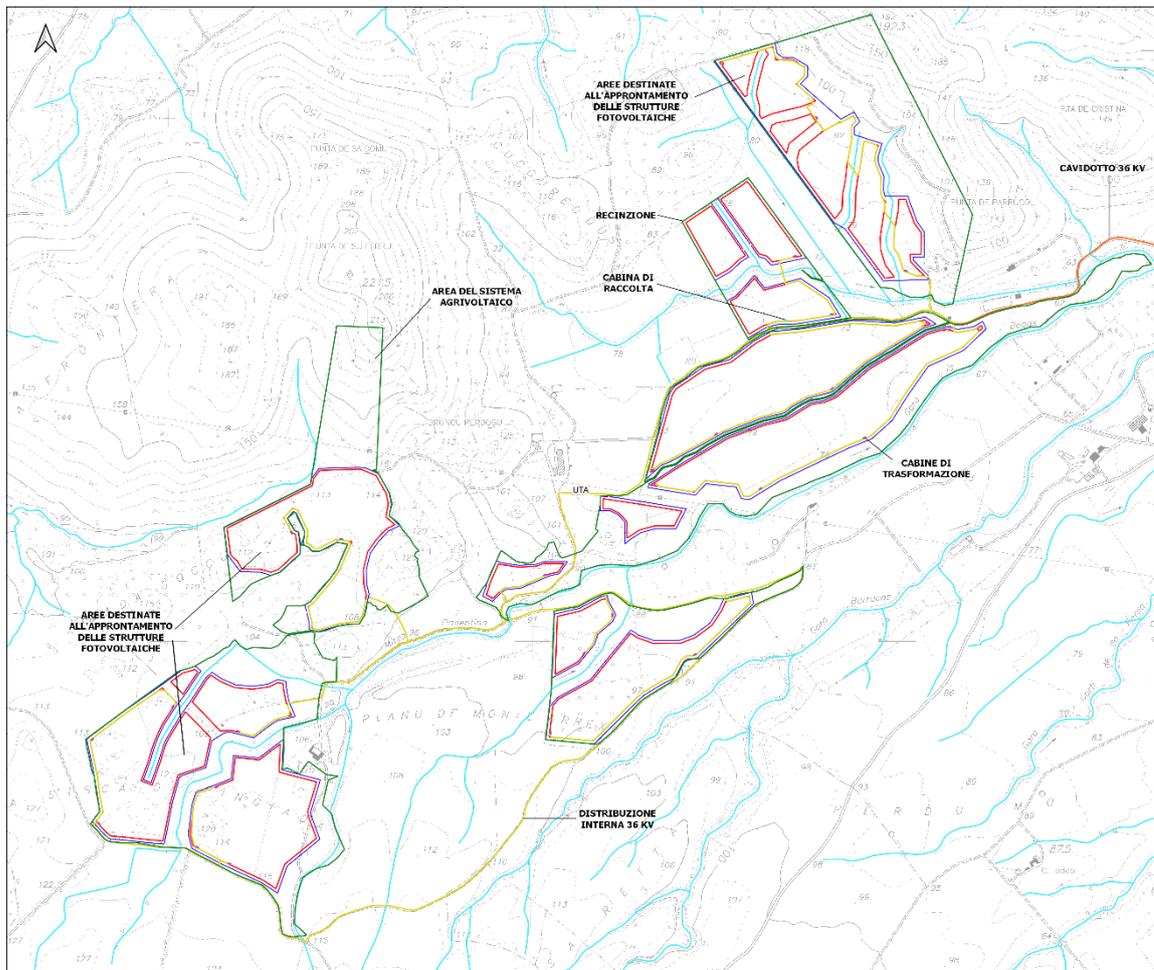


**Figura 4.2 - Inquadramento geografico di intervento su IGMI 1:25000 dell'area di impianto**

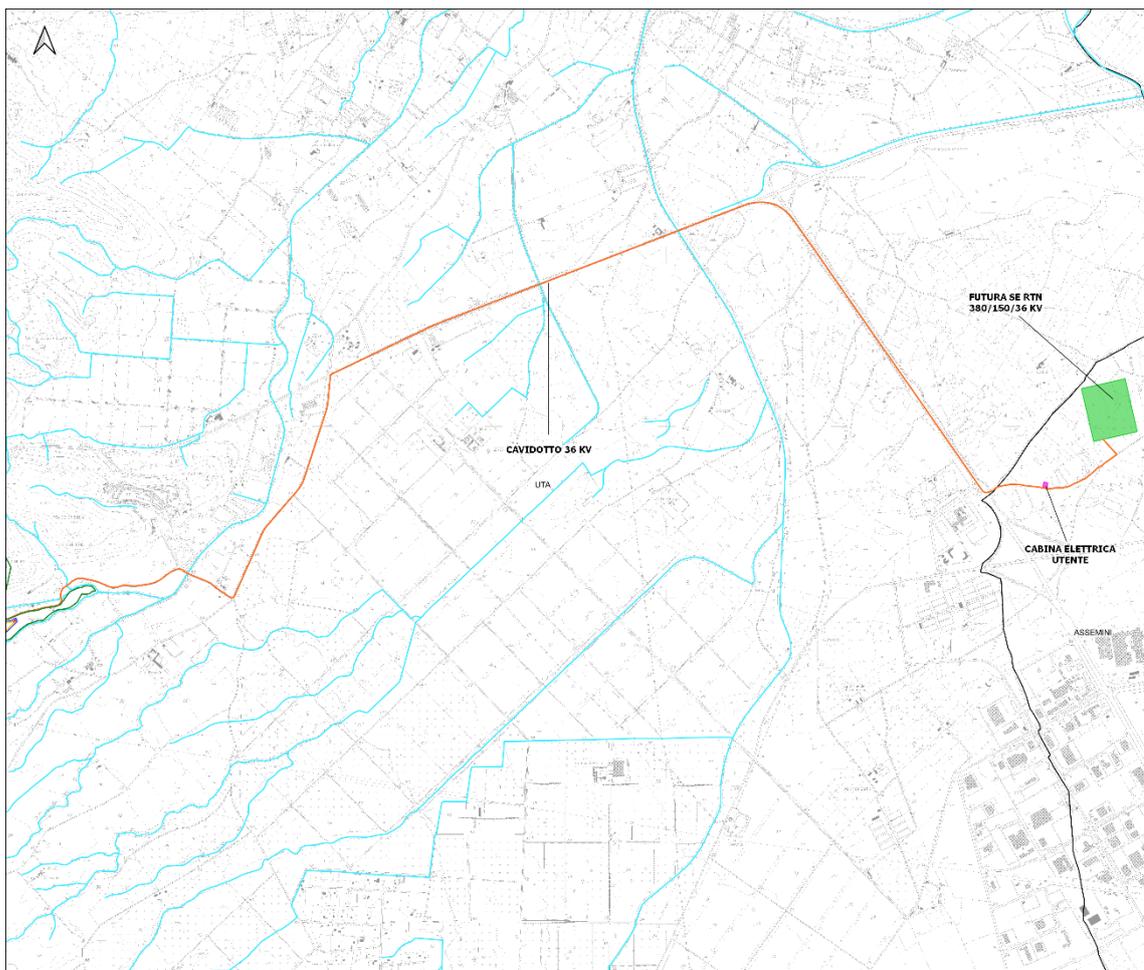


**Figura 4.3 – Inquadramento geografico del cavidotto, della cabina elettrica utente e della futura SE RTN su IGMI 1:25000**

Nella Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10.000, lo stesso ricade nelle sezioni 556110 – “Cadau”, 556120 – “Assemini”; 556150 “Punta su Narboni” e 556160 – “Azienda agricola Planemesu”.



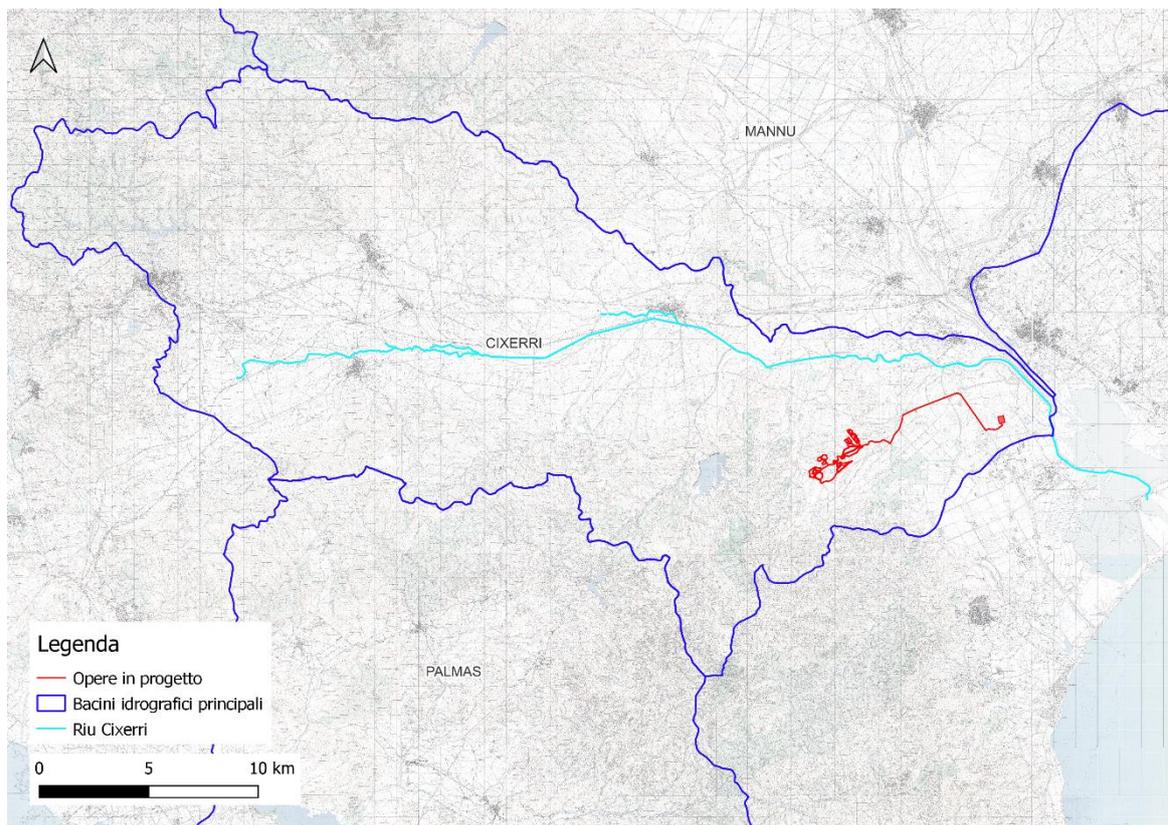
**Figura 4.4 - Inquadramento geografico dell'impianto agrivoltaico su CTR 1:10000**



**Figura 4.5 – Inquadramento geografico del cavidotto, della cabina elettrica utente e della futura SE RTN su CTR 1:10000**

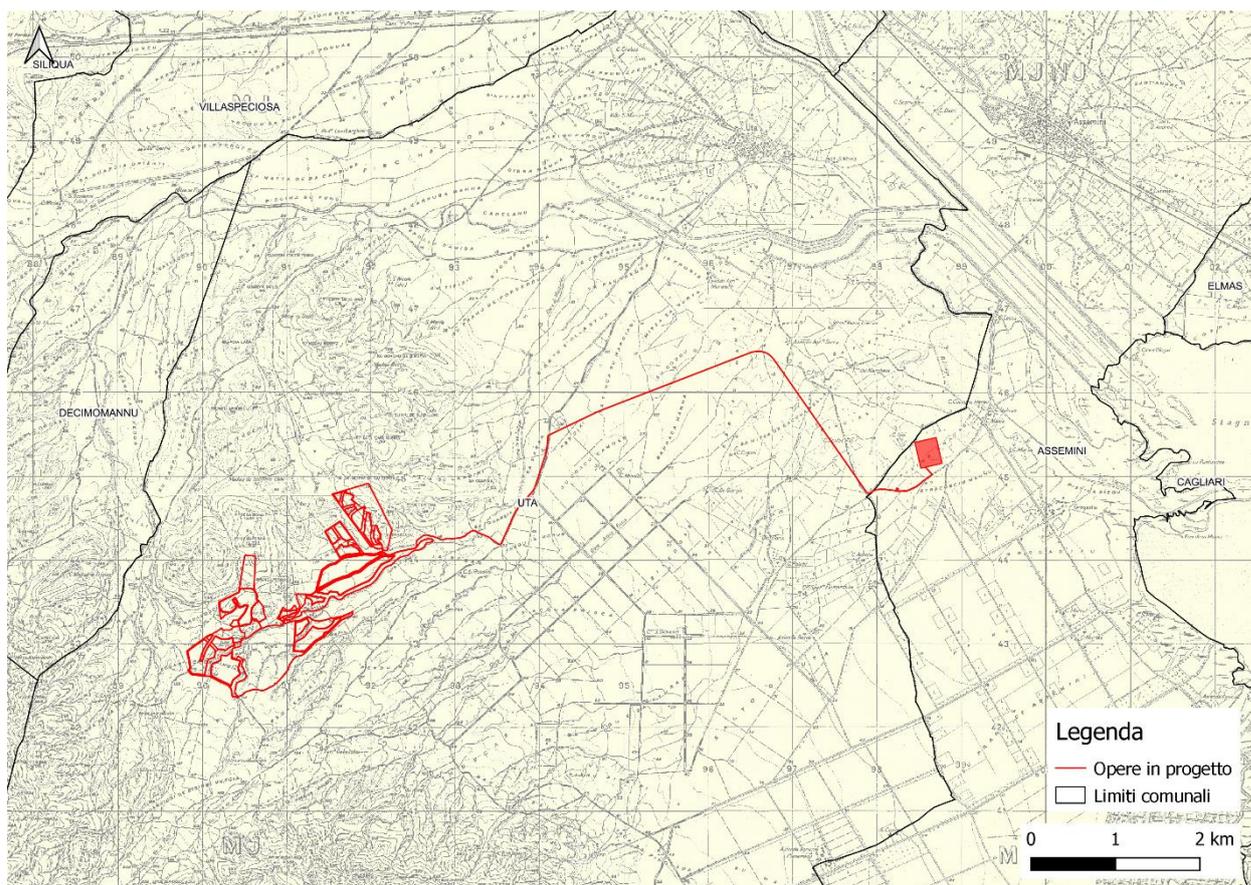
Sotto il profilo geomorfologico il territorio del *Campidano di Cagliari* è prevalentemente pianeggiante con alcune aree collinari e montuose, limitatamente alla porzione sud-occidentale. I rilievi collinari sono costituiti alternativamente da litologie vulcaniche, affioranti principalmente in località *Sa Frontera*, dove raggiungono la quota massima di 210 m s.l.m. con *P.ta de su Ferru*, e da litologie metamorfiche, a nord-est dell'area di impianto, dove si raggiunge la quota massima di 192 m s.l.m. in corrispondenza di *Monte sa Genna de su Cerbu*. L'impianto agrivoltaico si inserisce all'interno dell'ampio contesto agricolo sub-pianeggiante del *Campidano di Uta* dominato da seminativi (prati-pascolo ed erbai), oliveti ed imboschimenti di latifoglie.

Dal punto di vista dei caratteri idrografici, l'area di progetto è collocata all'interno bacino idrografico principale del *Riu Cixerri* e, in particolare nella sua porzione orientale. Il *Riu Cixerri* ha le sue sorgenti nel versante settentrionale del massiccio del *Sulcis* e scorre poi pressoché perpendicolare alla linea di costa occidentale, ricevendo, prima di gettarsi nello *Stagno di Santa Gilla*, l'apporto di numerosi affluenti che drenano il versante meridionale del massiccio dell'*Iglesiente* e quello settentrionale del massiccio del *Sulcis*, mantenendosi paralleli alla linea della costa occidentale.



**Figura 4.6 – Bacini idrografici di riferimento**

Sotto il profilo urbanistico, con riferimento allo strumento urbanistico comunale vigente (PUC di Uta), l'area risulta inclusa nelle zone omogenee E1 "Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata" - sottozona E1-2a "Area caratterizzata da produzione agricola tipica e specializzata in ambito di trasformazione di grado 2a" ed E5 "Aree marginali per l'attività agricola e nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale" - sottozona E5-2a "Area di stabilità ambientale in ambito di trasformazione di grado 2a".



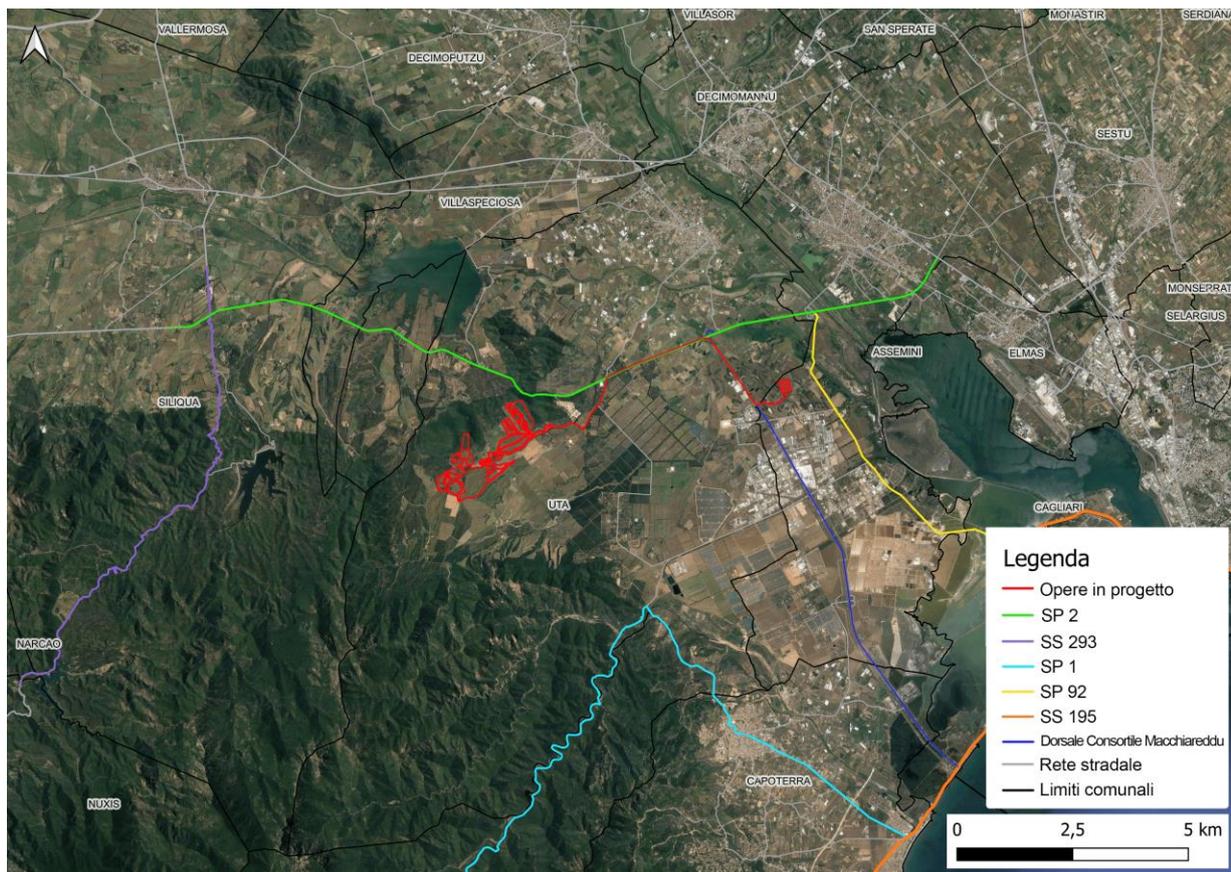
**Figura 4.7 – Ubicazione degli aerogeneratori in progetto su IGM storico.**

Rispetto al tessuto edificato degli insediamenti abitativi più vicini (REU-AVU-TA15), il sito di intervento presenta, indicativamente, la collocazione indicata in Tabella 4.1.

**Tabella 4.1 - Distanze dall'impianto rispetto ai più vicini centri abitati**

Centro abitato	Posizionamento rispetto al sito	Distanza minima dal sito (km)
Uta	N-E	5,2
Macchiareddu (Assemini – Uta)	E	5,5
Villaspeciosa	N-E	6,4
Assemini	N-E	8,5
Siliqua	N-O	8,8
Decimoputzu	N	8,9
Nuxis	S-O	14

L'area in esame è agevolmente raggiungibile attraverso la Strada Provinciale 2 *Pedomontana*, che corre a nord dell'area di impianto e dalla rete di viabilità secondaria esistente. Inoltre, ad est dell'area di impianto è presente la Dorsale Consortile dell'Area Industriale di Macchiareddu che si collega a nord con la SP 2 e a sud con la SS 195.



**Figura 4.8 - Ubicazione delle opere in progetto rispetto ai principali assi viari**

Al Nuovo Catasto terreni del Comune di Uta l’area del sistema agrivoltaico è individuata in base ai riferimenti indicati negli elaborati di progetto.

## 5 Descrizione degli interventi in progetto

### 5.1 Criteri di scelta del sito

I principali criteri di scelta perseguiti per l’individuazione del sito, in coerenza con il quadro normativo nazionale e regionale, sono stati i seguenti:

- Compatibilità delle pendenze del terreno rispetto ai canoni richiesti per l’installazione di impianti fotovoltaici che impiegano la tecnologia degli inseguitori monoassiali;
- Opportuna distanza da zone di interesse turistico e dai centri abitati;
- Rispondenza del sito alle seguenti caratteristiche richieste dalla tipologia di impianto in progetto:
  - a) **Radiazione solare diretta al suolo.** È la grandezza fondamentale che garantisce la produzione di energia durante il periodo di funzionamento dell’impianto;
  - b) **Area richiesta.** La dimensione dell’area richiesta per un impianto da circa 82 MW<sub>p</sub> (potenza nominale lato DC) è essenzialmente determinata dal numero di *tracker* da

installare poiché le cabine elettriche ed i vari sistemi ausiliari occupano un'area relativamente modesta se paragonata a quella del campo solare. Nel caso specifico, l'interdistanza tra le file delle strutture fotovoltaiche è stata ottimizzata in accordo con l'esigenza di assicurare una proficua coesistenza e sinergia tra la produzione di energia elettrica e la storica attività agricola e pastorale esercitata nei terreni interessati dal progetto;

- c) **Pendenza del terreno massima accettabile.** Sotto il profilo generale, la pendenza massima accettabile del terreno deve valutarsi sia nell'ottica di minimizzare gli ombreggiamenti reciproci tra le file di *tracker* sia in rapporto alle stesse esigenze di un'appropriata installazione degli inseguitori;
- d) **Connessione alla rete elettrica nazionale.** Considerato la potenza in immissione in rete prevista pari a 75 MW, il collegamento dell'impianto alla rete di trasmissione nazionale sarà realizzato per mezzo di n. 2 linee interrate a 36 kV. Per evitare ingenti costi di connessione, che si ripercuoterebbero direttamente sul costo di produzione dell'energia elettrica, la distanza del sito dall'area individuata per la realizzazione della Stazione RTN dovrebbe essere per quanto possibile contenuta.

I terreni in agro del Comune di Uta (CA) rispondono ai criteri sopra individuati. Si riportano di seguito le caratteristiche peculiari:

- **Superficie.** L'estensione complessiva del sistema agrivoltaico è pari a circa 149 ettari e risulta omogenea sotto il profilo delle condizioni di utilizzo;
- **Ostacoli per la radiazione solare.** Non sono stati riscontrati elementi morfologici che possano ostacolare la radiazione diretta utile, data la significativa distanza dalle più prossime colline e la modesta altezza dei rilievi di questa zona. Tale circostanza consente di ipotizzare un orizzonte libero nella modellizzazione del sistema FV per il calcolo dell'energia prodotta attesa.
- **Strade di collegamento.** L'area in esame è agevolmente raggiungibile percorrendo la Strada Statale 130 e da qui immettendosi nella Strada Provinciale 2 "Pedemontana" in direzione Carbonia per poi percorrere la strada locale, in direzione "Loc. Villamuscas", che attraversa l'area di impianto.
- **Vegetazione.** Il sito risulta dominato da seminativi (prati-pascolo ed erbai), oliveti ed imboschimenti di latifoglie, con presenza di apprezzabili lembi residuali di macchia alta, boscaglia termofila e, in misura minore, nuclei boschivi di quercia da sughero. La vegetazione a maggior grado di evoluzione è rappresentata da microboschi e boscaglie termofile, arricchite da altre sclerofille sempreverdi che caratterizzano il rilievo collinare sovrastante l'area.
- **Presenza di zone di interesse naturalistico.** Le opere non ricadono all'interno di siti di interesse comunitario (pSIC, SIC, ZSC) ai sensi della Dir. 92/43/CEE "Habitat", Aree di interesse botanico e fitogeografico ex art. 143 PPR, Aree Importanti per le Piante (IPAs) (BLASI et al., 2010), Biotopi di rilevante

interesse vegetazionale meritevoli di conservazione in Italia (SBI, 1971, 1979) o Aree di interesse botanico per la salvaguardia della biodiversità floristica della Sardegna (CAMARDA, 1995). L'area di progetto si posiziona, tuttavia, ai confini della ZSC ITB041105 "Foresta di Monte Arcosu", ricadente ad una distanza minima di circa 10 m dal perimetro del futuro impianto. I siti di interesse botanico più vicini sono rappresentati dal "Castello di Acquafredda" (4,5 km di distanza) e dal "Complesso di Is Caravius-Gutturu Mannu-Pixinamanna" (CAMARDA, 1995) (2,6 km di distanza), quest'ultimo pressoché coincidente con l'Area Importante per le Piante (IPA) SAR\_5 "Punta Maxia e Monte Arcosu" (BLASI et al., 2010) e ricompreso all'interno della ZSC ITB041105 Foresta di Monte Arcosu".

- **Vincoli paesaggistici.** Il sistema agrivoltaico e parte dell'impianto fotovoltaico ricadono all'interno di:
  - *"Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna" (Art. 142 comma 1 lettera c) in corrispondenza del "092090\_FIUME\_7543";*
  - *"Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee" (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) in prossimità del "Gora is Begas", "Riu Gutturu Is Paus".*

Per tali sovrapposizioni, è fatto obbligo al proponente di inoltrare istanza di autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'art. 146 comma 3 del D.Lgs. 42/04 (Codice dei Beni Culturali e del paesaggio).

- **Pendenze del terreno.** Trattasi di aree con dislivelli significativi ma con pendenze morfologiche comunque inferiori al limite massimo (8°) stabilito per l'installazione delle strutture fotovoltaiche.
- **Distanza linea elettrica.** L'impianto presenta una accettabile distanza (pari a circa 10 km) dal sito, qui individuato in via preliminare, per la realizzazione della nuova Stazione Elettrica RTN 380/150/36 kV presso la quale è prevista la connessione della centrale solare alla RTN.
- **Altre caratteristiche.** dalle analisi specialistiche condotte è emerso che il pregio agronomico complessivo dell'area è medio e le classi d'uso variano dalla classe IV alla classe VIII ad eccezione delle porzioni spietrate oggetto di azioni di miglioramento, che rientrano nelle classi II e III. Tra le limitazioni riscontrate, quelle più penalizzanti risultano essere la rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, forte pericolo di erosione. Sono aree adatte alla conservazione e ripristino della vegetazione naturale, riduzione graduale del pascolamento, a tratti colture. In virtù di ciò, si ritiene che il prospettato instaurarsi del sistema agro-energetico non comporti una perdita dal punto di vista produttivo ma, concorra ad utilizzare al meglio le superfici presenti in base alle potenzialità.

Tutte le caratteristiche sopra elencate rendono le aree idonee all'integrazione delle pratiche agricole con la produzione di energia da fonte solare secondo la logica dell'agrivoltaico.

## 5.2 Criteri di inserimento territoriale e ambientale

Le scelte adottate ai fini della localizzazione e progettazione dell'impianto agrivoltaico in esame non contrastano con la prospettiva di assicurarne un ottimale inserimento nel territorio.

Sotto questo profilo, il progetto si uniforma ai seguenti criteri:

- è esclusa in particolare l'interferenza con aree potenzialmente instabili sotto il profilo idrogeologico e/o di conclamata importanza sotto il profilo ecologico e naturalistico;
- gli esiti delle ricognizioni sullo stato dei luoghi e la caratterizzazione pedo-agronomica eseguita nell'ambito della progettazione (REU-AVU-RP6) consentono di affermare che le aree di intervento non sono contraddistinte da un'elevata capacità d'uso dei suoli, i cui fattori limitanti sono associato all'eccesso di scheletro e il drenaggio lento.
- la tecnologia prescelta, i moduli, i componenti e le modalità di installazione sono pienamente in linea con lo stato dell'arte e le migliori pratiche rispetto all'installazione di centrali FV "utility scale".
- le modalità di installazione dei *tracker*, in rapporto alle caratteristiche geologiche-geotecniche del sito, escludono la necessità di realizzare opere di fondazione permanente in cls (plinti), minimizzando la perdita di suolo, il consumo di materiali naturali e le esigenze dei trasporti in fase di cantiere;
- il progetto incorpora mirate misure di mitigazione visiva, da realizzarsi attraverso la conservazione, ove tecnicamente fattibile, delle siepi già presenti a contorno dei terreni interessati dal progetto e, laddove opportuno, la formazione/rinfoltimento della stessa barriera verde lungo il perimetro dei lotti interessati, costituita da specie arboree e arbustive coerenti con il contesto vegetazionale locale. Al fine di assicurare una migliore integrazione ambientale la realizzazione di una nuova area umida naturaliforme al fine di creare nuovi habitat umidi;
- piena sintonia con le strategie energetiche delineate dai protocolli internazionali per assicurare un adeguato contrasto alle emissioni di CO<sub>2</sub> ed ai cambiamenti climatici in atto;
- coerenza con le esigenze strategiche nazionali di diversificazione degli approvvigionamenti energetici e di sicurezza energetica;
- grado di innovazione tecnologica, con particolare riferimento alle elevate prestazioni energetiche dei componenti impiantistici adottati.

### 5.3 Lay-out del sistema agrivoltaico e potenza complessiva

Nell'ottica di pervenire alla determinazione del valore di potenza di connessione richiesta al gestore di rete si è proceduto, in primo luogo, alla scelta di moduli FV con caratteristiche di potenza di picco (750 Wp) che, sebbene non ancora raggiunte dai pannelli oggi in commercio, potranno ragionevolmente contraddistinguere i moduli disponibili sul mercato al momento del conseguimento delle autorizzazioni alla costruzione ed esercizio dell'impianto; ciò in ragione del rapido evolversi della tecnologia e del progressivo aumento dell'efficienza di conversione delle celle fotovoltaiche<sup>1</sup>.

Il layout d'impianto è stato ottimizzato in funzione dell'orientamento dei confini dei terreni interessati, delle soluzioni tipologico-costruttive dei *tracker* monoassiali e delle limitazioni riscontrate all'interno delle superfici di intervento, riferibili in particolare: alla presenza di elementi idrici lineari e alle aree con pendenze morfologiche superiori agli 8° così da minimizzare, per quanto possibile, i movimenti terra e quindi gli impatti sulle componenti suolo.

I *tracker*, disposti secondo un allineamento Nord-Sud, consentono la rotazione dei moduli fotovoltaici da Est a Ovest, per un angolo complessivo di circa 270°.

Ogni *tracker* sarà mosso da un motore elettrico comandato da un sistema di controllo che regolerà la posizione più corretta al variare dell'orario e del periodo dell'anno, seguendo il calendario astronomico solare.

L'intera struttura rotante del *tracker* sarà sostenuta da pali infissi nel terreno, costituenti l'unica impronta a terra della struttura. Non è prevista pertanto la realizzazione di fondazioni o basamenti in calcestruzzo, fatte salve diverse indicazioni che dovessero scaturire dalle indagini geologico-geotecniche da eseguirsi in sede di progettazione esecutiva.

L'interdistanza prevista tra gli assi dei *tracker*, al fine di ridurre convenientemente le perdite energetiche per ombreggiamento, sarà di 9 metri.

L'altezza delle strutture, misurata al mozzo di rotazione, sarà di circa 2,3 metri dal suolo mentre la profondità di infissione dei profilati in acciaio di sostegno è stimabile indicativamente in circa 0,5 - 1 metri.

L'impianto sarà composto dall'insieme dei moduli ad alta efficienza realizzati con celle al silicio monocristallino in grado di trasformare la radiazione solare in corrente elettrica continua, dagli inverter per la conversione dell'energia da continua ad alternata e dalle cabine di trasformazione che saranno interconnesse tra di loro e, per ultimo, alla rete mediante dispositivi di misura e protezione.

I pannelli avranno dimensioni indicative 2384 x 1303 mm e saranno incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di circa 33 mm.

Tenuto conto della superficie utile all'installazione degli inseguitori monoassiali e delle dimensioni standard dei *tracker* (aventi caratteristiche costruttive del modello Comal o similare), l'impianto di produzione presenta le caratteristiche principali indicate in Tabella 5.15-1.

---

<sup>1</sup> Ad oggi sono infatti disponibili sul mercato pannelli con efficienza superiore al 23% e potenza maggiore di 700 Wp (<https://www.sunevosolar.com/>) a fronte di pannelli con efficienza del 21% da 570/590 Wp commercializzati nel 2020.

**Tabella 5.1 - Dati principali impianto agrivoltaico "Madagoccu"**

Potenza moduli di progetto [W <sub>p</sub> ]	750
Modello inverter	Sungrow - SG250HX
Potenza inverter [kW]	250
Numero inverter	300
Distanza E-W tra le file [m]	9
Distanza N-S tra le file [m]	0,5
Trackers da 2x13 moduli	217
Trackers da 2x26 moduli	222
Trackers da 2x39 moduli	1178
Numero totale moduli	109.070
Numero stringhe da 26 moduli	4195
Potenza DC [MW <sub>p</sub> ]	81,803
Potenza nominale AC [MW]	75,000
Potenza apparente AC [MVA]	75,000
Rapporto DC/AC	1,09

La potenza complessiva nominale dell'impianto, considerando n. 109.070 moduli di progetto da 750 W<sub>p</sub>, sarà di 81,803 MW<sub>p</sub> con un valore di potenza immessa in rete pari a 75,00 MW<sub>AC</sub> secondo un rapporto DC/AC di 1,09.

#### 5.4 Integrazione dell'impianto nel sistema agricolo secondo la logica dell'agrivoltaico

L'idea progettuale del sistema agrivoltaico ha come obiettivo principale, oltre alla produzione energetica, il miglioramento complessivo nella gestione delle superfici agricole attuali ottenuta mediante la razionalizzazione delle coltivazioni in una visione unitaria e sinergica del sistema agrivoltaico.

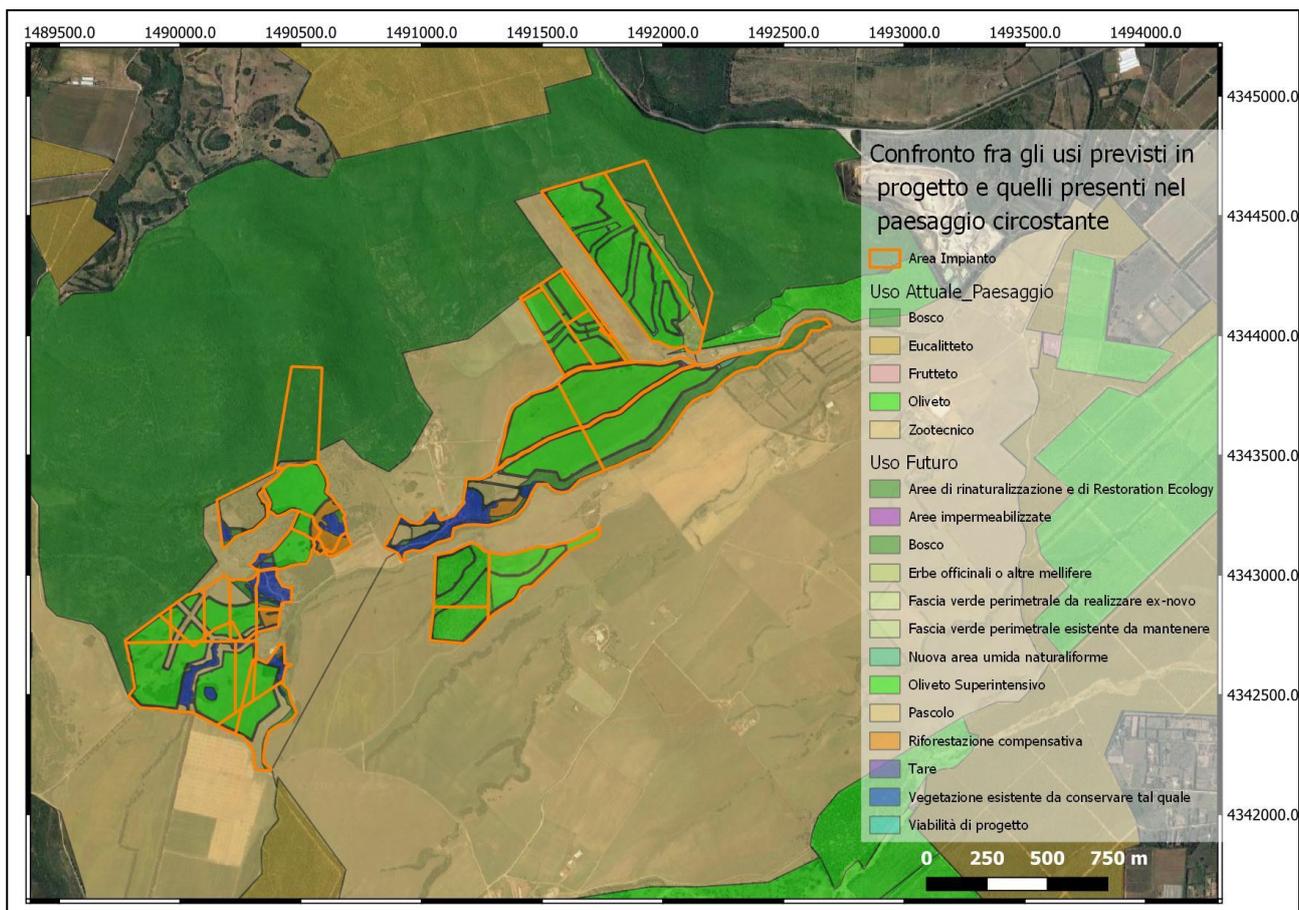
Il sistema agrivoltaico in progetto si propone, utilizzando come riferimento le linee guida MITE e i criteri dimensionali ivi definiti, l'integrazione sinergica tra produzione da FER e il proseguimento delle attività agricole favorendo il passaggio da un indirizzo prettamente agro-pastorale ad un sistema misto in grado di offrire un indirizzo produttivo di valore economico più elevato.

L'idea fondante del piano di sviluppo proposto, sfruttando le potenzialità imprenditoriali rappresentate dal progetto di produzione da FER e dalle caratteristiche peculiari del sito di intervento è quella di integrare tutte le unità di coltivazione e gli allevamenti ad esse collegati ad un modello sostenibile di agricoltura, in linea

con i criteri dell'agricoltura biologica, al fine di conferire alle produzioni la plus-valenza legata all'aspetto del pregio economico-ambientale riconosciuto ai prodotti biologici.

In tale ottica di integrazione tra produzione energetica e agricola gli attori coinvolti, i proprietari che hanno contrattualizzato i loro terreni, si sono detti favorevoli ad una gestione che preveda la contemporanea presenza di aree dedicate alla coltivazione di oliveti in forma intensiva e di aree destinate al pascolamento di ovini da latte che consentirebbe loro una normale prosecuzione delle attività, seppure in forma ridotta.

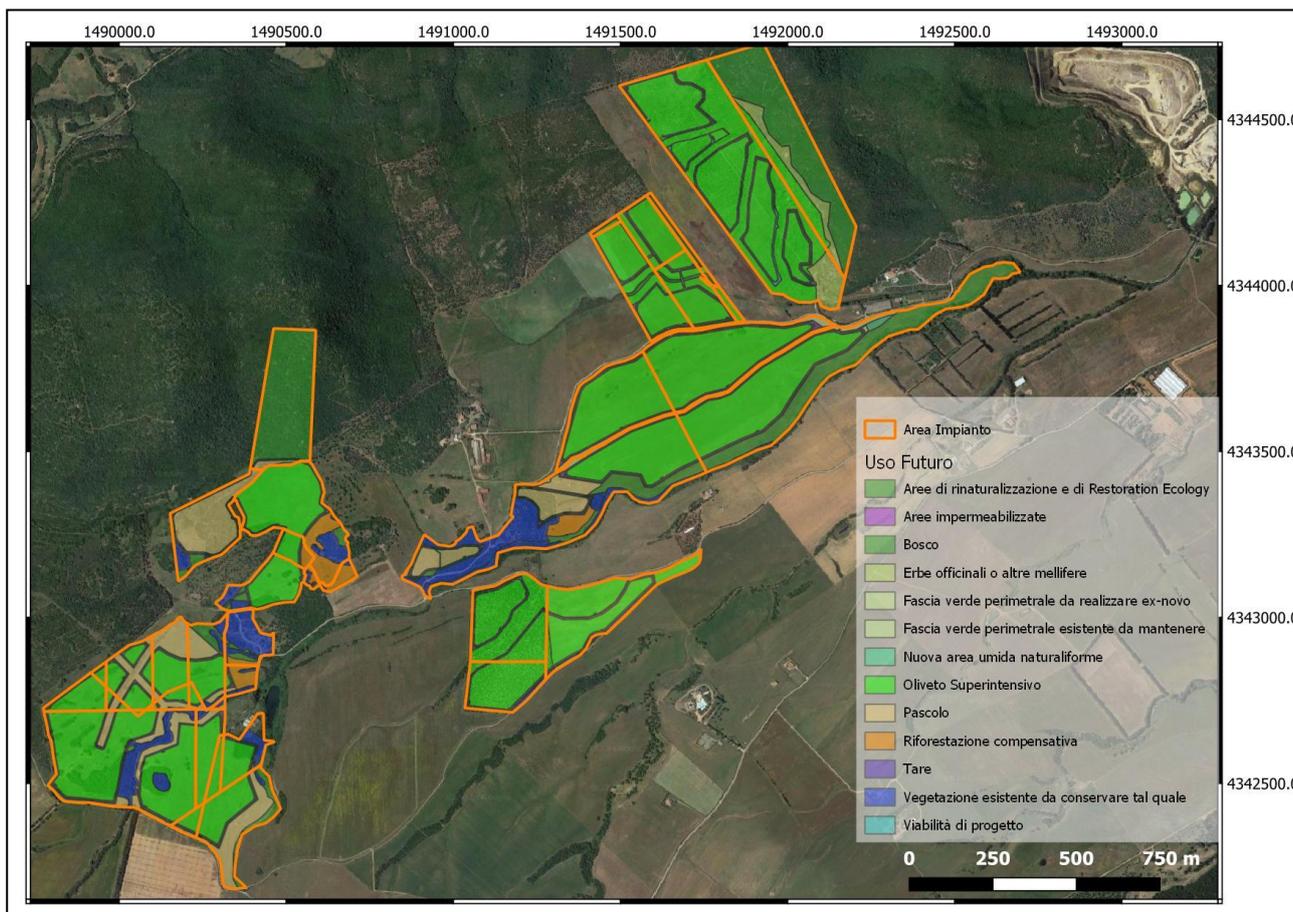
Lo spunto è arrivato dalla lettura del paesaggio circostante e delle stesse aree di intervento, che presentano una forte vocazionalità per tali sistemi colturali che risultano essere già presenti e bene integrati in un territorio con alta valenza naturalistica quale è quella in esame, come mostrato nella seguente immagine.



**Figura 5.1 – Lettura del paesaggio dell'area di intervento**

L'idea progettuale prevista con lo sviluppo agrivoltaico è quella di una riconversione complessiva nella gestione delle superfici coltivate ottenuta mediante la razionalizzazione delle coltivazioni che consegua ad una visione unitaria del sistema agricolo.

Ciò è possibile individuando lotti omogenei di coltivazione ai quali assegnare la destinazione produttiva per cui risultano maggiormente vocati: oliveti, usi pascolativi e/o foraggeri che sono determinati sia dall'ambiente pedo-climatico che dalla trasformazione di alcuni usi agro-forestali, che dalle necessità di progetto.



**Figura 5.2 – Nuovo ordinamento culturale**

Di seguito si propone una comparazione, sebbene in maniera sintetica, della produttività *ex post* con quella *ex ante*, considerando la potenzialità produttiva in termini di Produzione Standard secondo le tabelle pubblicate dall’INEA-RICA nel 2022 per la regione Sardegna, con riferimento all’anno 2017.

- Situazione *ex ante*

Coltura	Superficie ha	Produzione standard €/ha	PS Totale €	PS/ha del sistema
BOSCO*	12,8355667	237,00 €	3.042,03 €	
INCOLTO IMPRODUTTIVO	2,640098405	0,00 €	- €	
OLIVETO	19,31524746	1548	29.900,00 €	
PASCOLO CESPUGLIATI	18,35640925	132,00 €	2.423,05 €	
PRATO PASCOLO	31,54848938	360,00 €	11.357,46 €	
EUCALIPTUS*	8,676031927	1.600,00 €	13.881,65 €	
SEMINATIVO (FORAGGERE)	52,2243257	222,00 €	11.593,80 €	
VEGETAZIONE DI RIPA	3,56197512	0,00 €	- €	
<b>Totale complessivo</b>	<b>149,158144</b>		<b>72.197,99 €</b>	<b>484,04 €</b>

\*Elenco valori standard utilizzabili per calcoli IAP e Agriturismo su SI ARTEA

- Situazione *ex post*

Coltura	Superficie ha	Produzione standard €/ha	PS Totale €	PS/ha del sistema
---------	---------------	--------------------------	-------------	-------------------

BOSCO*	15,4098	237,00 €	3.652,12 €	
FASCE VERDI	14,3369	0,00 €	- €	
OLIVETO DEL SISTEMA IBRIDO (superficie ragguagliata)	15,6730	1.548,00 €	24.261,82 €	
OLIVETO DEL SISTEMA AGRICOLO	14,7566	1.548,00 €	22.843,26 €	
PASCOLO DEL SISTEMA IBRIDO	59,4836	360,00 €	21.414,10 €	
PASCOLO DEL SISTEMA AGRICOLO	7,3084	360,00 €	2.631,01 €	
RIFORESTAZIONE COMPENSATIVA	3,0548	0,00 €	- €	
TARE E VIABILITA'	9,1300	0,00 €	- €	
VEGETAZIONE CONSERVATIVA	10,0051	0,00 €	- €	
<b>Totale complessivo</b>	<b>149,158256</b>		<b>74.802,32 €</b>	<b>501,50 €</b>

\*Elenco valori standard utilizzabili per calcoli IAP e Agriturismo su SI ARTEA

Il confronto mostra che nonostante la superficie capace di produrre un reddito agricolo si riduca sensibilmente per fare spazio al sottosistema energetico ed alle importanti fasce di mitigazione, il nuovo ordinamento colturale proposto produce un importante incremento della produttività globale del sistema. Per tutte le informazioni di dettaglio si rimanda all'Elaborato REU-AVF-RP6.

## 5.5 Potenzialità energetica del Sito ed analisi di producibilità dell'impianto FV

### 5.5.1 Premessa

La stima della potenzialità energetica dell'impianto è stata condotta avuto riguardo dei seguenti aspetti:

- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici, urbanistici e insediativi;
- disposizione sul terreno delle superfici captanti.

Ai fini del calcolo preliminare della potenzialità energetica dell'impianto è stato utilizzato il software commerciale PV<sub>SYST</sub> (versione 7.4), in grado di calcolare l'irraggiamento annuale su una superficie assegnata e la producibilità d'impianto, essendo noti:

1. posizione del sito (coordinate geografiche);
2. serie storiche dei dati climatici del sito da differenti sorgenti meteo (Meteonorm, PVGIS, NASA-SEE, ecc.);
3. modelli tridimensionali del terreno e delle strutture in elevazione presenti nel sito;
4. modelli e caratteristiche tecniche dei componenti d'impianto (moduli, inverter, ecc.);
5. tipologia e planimetria dello specifico impianto fotovoltaico.

Il risultato dell'analisi è rappresentato da:

- modelli tridimensionali con l'analisi dell'ombreggiamento nell'anno;
- mappe di irraggiamento solare e producibilità annuale e specifica;

diagramma delle perdite relative ad ogni singola parte costituente l'impianto FV.

### 5.5.2 I risultati del calcolo

Ai fini del calcolo della potenzialità dell'impianto, e in particolare per la simulazione, sono stati considerati i dati di irraggiamento orario sul piano orizzontale (kWh) e quelli di irraggiamento diretto (DNI) relativi al database meteorologico PVGIS-ERA5.

#### 5.5.2.1 Stima dell'irraggiamento globale ed incidente sul piano dei collettori

A partire dai dati giornalieri e orari della base dati meteo prescelta, sono stati stimati l'irraggiamento globale su piano orizzontale e incidente sul piano dei collettori (kWh/m<sup>2</sup>) per tutti i mesi dell'anno (Tabella 5.25-2).

**Tabella 5.2 – Principali parametri del bilancio energetico**

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>EArray</b> MWh	<b>E_Grid</b> MWh	<b>PR</b> ratio
<b>Gen. 20</b>	75.5	25.86	10.96	108.0	101.9	7355	7218	0.817
<b>Feb. 20</b>	105.1	30.06	12.04	149.6	143.2	10320	10172	0.831
<b>Mar. 20</b>	145.5	45.52	12.13	200.4	193.7	13923	13742	0.838
<b>Apr. 20</b>	178.6	50.63	15.11	242.3	235.6	16600	16391	0.827
<b>Mag. 20</b>	215.7	57.13	19.35	287.3	280.5	19384	19142	0.815
<b>Giu 20</b>	222.8	55.79	22.26	297.7	291.1	19937	19690	0.808
<b>Lug. 20</b>	236.9	48.76	26.09	322.0	315.1	21245	20989	0.797
<b>Ago 20</b>	209.4	44.30	26.83	289.2	282.4	19061	18841	0.796
<b>Sett. 20</b>	153.2	39.74	22.80	213.4	207.1	14324	14137	0.810
<b>Ott. 20</b>	116.7	35.63	17.64	164.7	158.1	11195	11034	0.819
<b>Nov. 20</b>	82.7	25.26	15.32	119.1	112.8	8030	7889	0.810
<b>Dic. 20</b>	58.7	23.59	11.50	83.4	78.1	5600	5465	0.801
<b>Anno</b>	1800.7	482.26	17.69	2477.1	2399.7	166974	164710	0.813

#### Legenda

GlobHor	Irraggiamento orizzontale globale	EArray	Energia effettiva in uscita campo
DiffHor	Irraggiamento diffuso orizz.	E_Grid	Energia immessa in rete
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Indice di rendimento
GlobInc	Globale incidente piano coll.		
GlobEff	Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre		

L'andamento dell'indice di rendimento PR è riportato nel grafico in Figura 5.35-3.

## Indice di rendimento PR

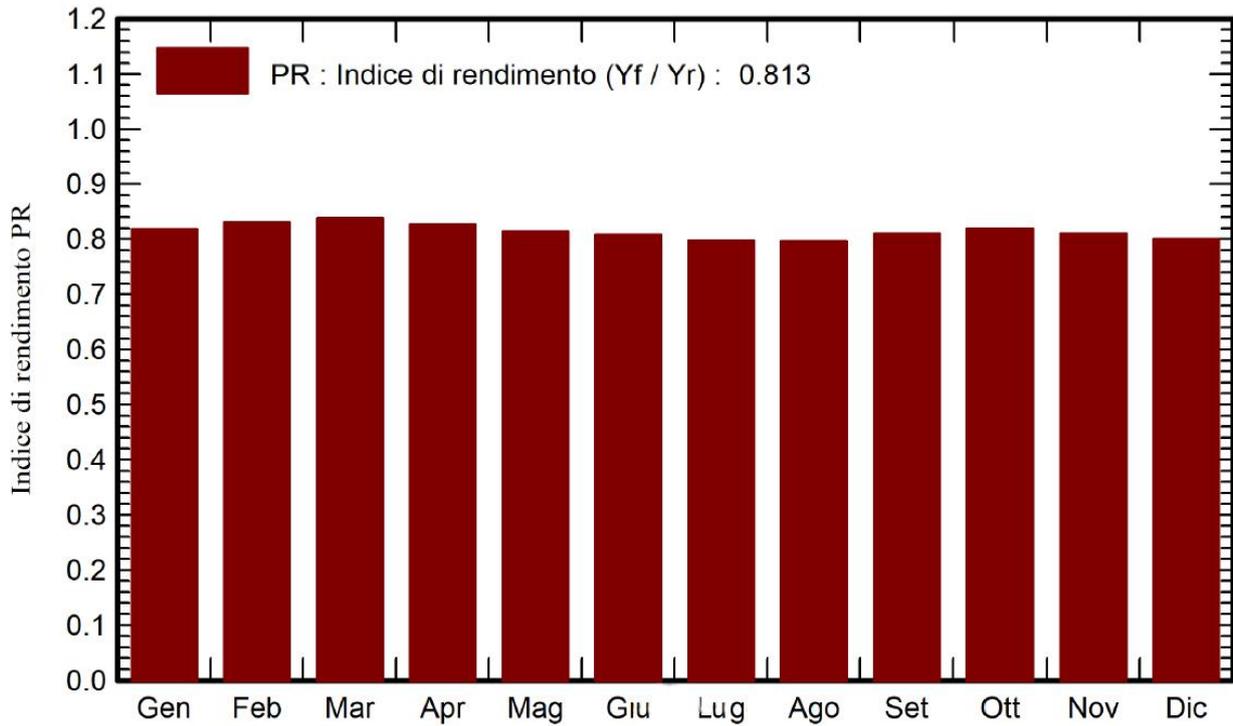


Figura 5.3 – Andamento indice di rendimento

### 5.5.2.2 Simulazione energetica

Il calcolo dell'energia producibile dall'impianto fotovoltaico è stato condotto considerando tutti gli elementi che influiscono sull'efficienza di produzione a partire dalle caratteristiche dei pannelli FV, dalla disposizione e dal numero dei *tracker* e dalle loro caratteristiche tecnologiche. Il diagramma delle perdite complessive tiene conto di tutte le seguenti voci:

- radiazione solare effettiva incidente sui concentratori, legata alla latitudine del sito di installazione, alla riflettanza della superficie antistante i moduli fotovoltaici;
- eventuali ombreggiamenti (dovute ad elementi circostanti l'impianto o ai distanziamenti degli inseguitori);
- temperatura ambiente e altri fattori ambientali e meteorologici;
- caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura;
- perdite per disaccoppiamento o mismatch, ecc.;
- caratteristiche del BOS<sup>2</sup> : efficienza inverter, perdite nei cavi e nei diodi di stringa.

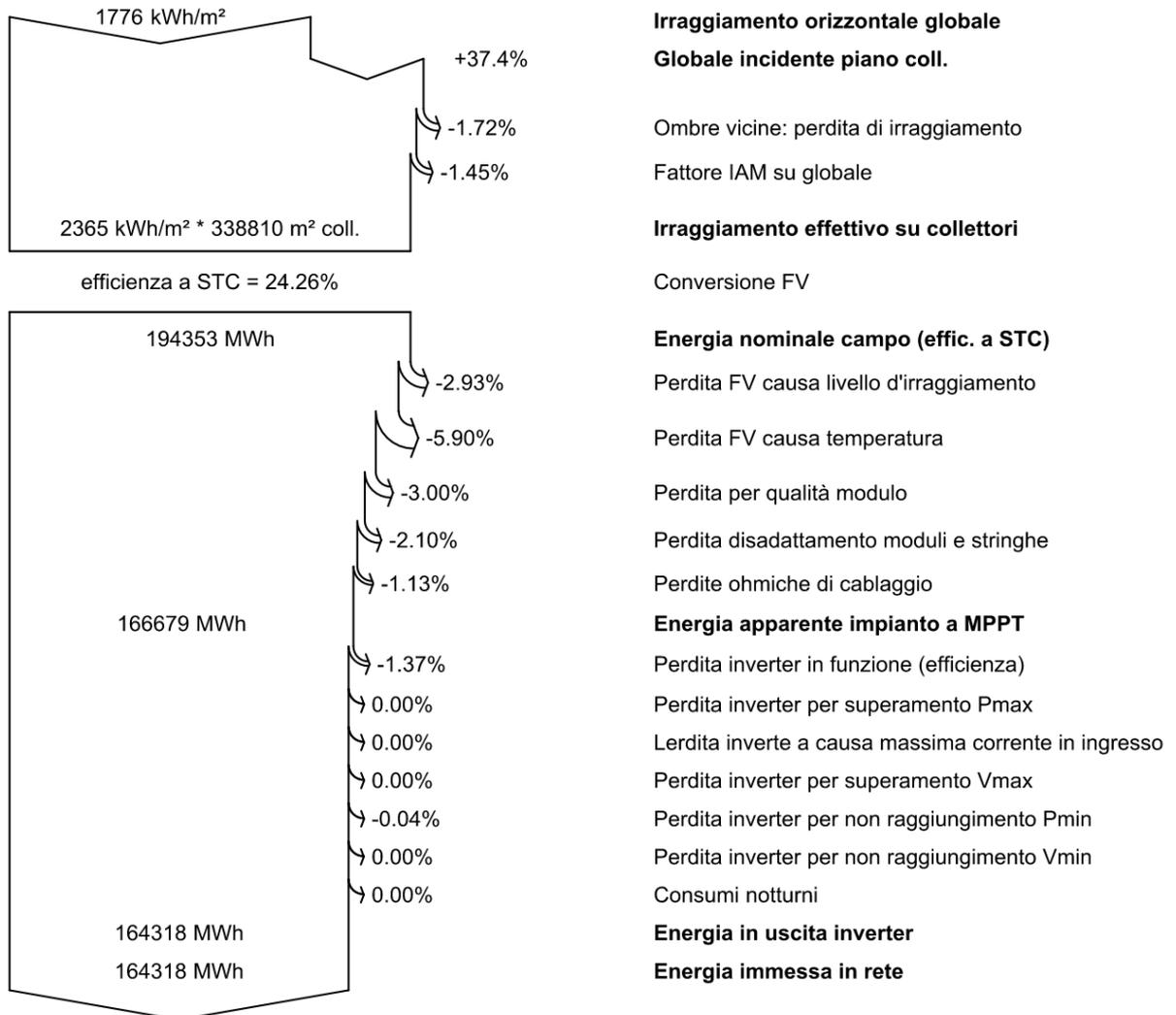
<sup>2</sup> BOS (Balance Of System o Resto del sistema): Insieme di tutti i componenti di un impianto fotovoltaico, esclusi i moduli fotovoltaici

La Figura 5.45-4 riporta le percentuali delle perdite di sistema che sono state considerate nella simulazione, per arrivare a stimare l'effettiva producibilità annuale d'impianto a partire dal valore dell'irraggiamento globale.

Il valore di irraggiamento effettivo sui collettori, conseguente alle modalità di captazione previste (impiego di inseguitori solari monoassiali), è pari a circa 2400 kWh/m<sup>2</sup> anno.

La produzione energetica totale stimata per la centrale in progetto è di seguito riportata.

<b>Produzione totale impianto (MWh/anno)</b>	<b>164.710</b>
Potenza nominale totale (kWp)	81.803
Produzione specifica (kWh/kWp/anno)	2.014



**Figura 5.4 – Diagramma delle perdite energetiche**

## 5.6 Descrizione tecnica dei componenti di impianto

### 5.6.1 Componenti principali e criteri generali di progettazione strutturale ed elettromeccanica

I componenti principali delle opere elettromeccaniche sono i seguenti:

- Moduli fotovoltaici e strutture di sostegno;
- Inverter;
- Trasformatori;
- Interruttori e componenti per la protezione elettrica;
- Cabine prefabbricate
- Cavi elettrici per le varie sezioni in corrente alternata e continua.

I criteri seguiti per la definizione delle scelte progettuali degli elementi suddetti sono principalmente riconducibili ai seguenti:

- dimensionare le strutture di sostegno in grado di reggere il peso proprio più il peso dei moduli e di resistere alle due principali sollecitazioni di norma considerate in questi progetti, per il calcolo delle sollecitazioni agenti sulle strutture;
- definire una configurazione impiantistica tale da garantire il corretto funzionamento dell'impianto FV nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete del distributore, ecc.);
- limitare le emissioni elettromagnetiche generate dalle parti d'impianto mediante l'utilizzo di apparecchiature conformi alla normativa CEI e l'eventuale installazione entro locali chiusi (e.g. trasformatore elevatore);
- limitare le emissioni elettromagnetiche generate dalle parti di cavidotto percorse da corrente in BT mediante l'interramento degli stessi di modo che l'intensità del campo elettromagnetico generato possa essere considerata sotto i valori soglia della normativa vigente;
- limitare le emissioni elettromagnetiche generate dalle parti di cavidotto percorse da corrente mediante l'utilizzo di cavi di tipo elicordato di modo che l'intensità del campo elettromagnetico generato possa essere considerata sotto i valori soglia della normativa vigente;
- ottimizzare il layout dell'impianto e dimensionare i vari componenti al fine di massimizzare lo sfruttamento degli spazi disponibili e minimizzare le perdite di energia per effetto Joule;
- definire il corretto posizionamento dei sistemi di misura dell'energia elettrica generata dall'impianto fotovoltaico.

### 5.6.2 Gli inseguitori monoassiali

Di seguito sono descritte le principali caratteristiche tecniche ed i componenti degli inseguitori solari monoassiali che verranno installati presso l'impianto FV in progetto.

Tutti i componenti e gli elementi strutturali saranno progettati avuto riguardo delle specifiche condizioni ambientali del sito, secondo le disposizioni della normativa vigente.

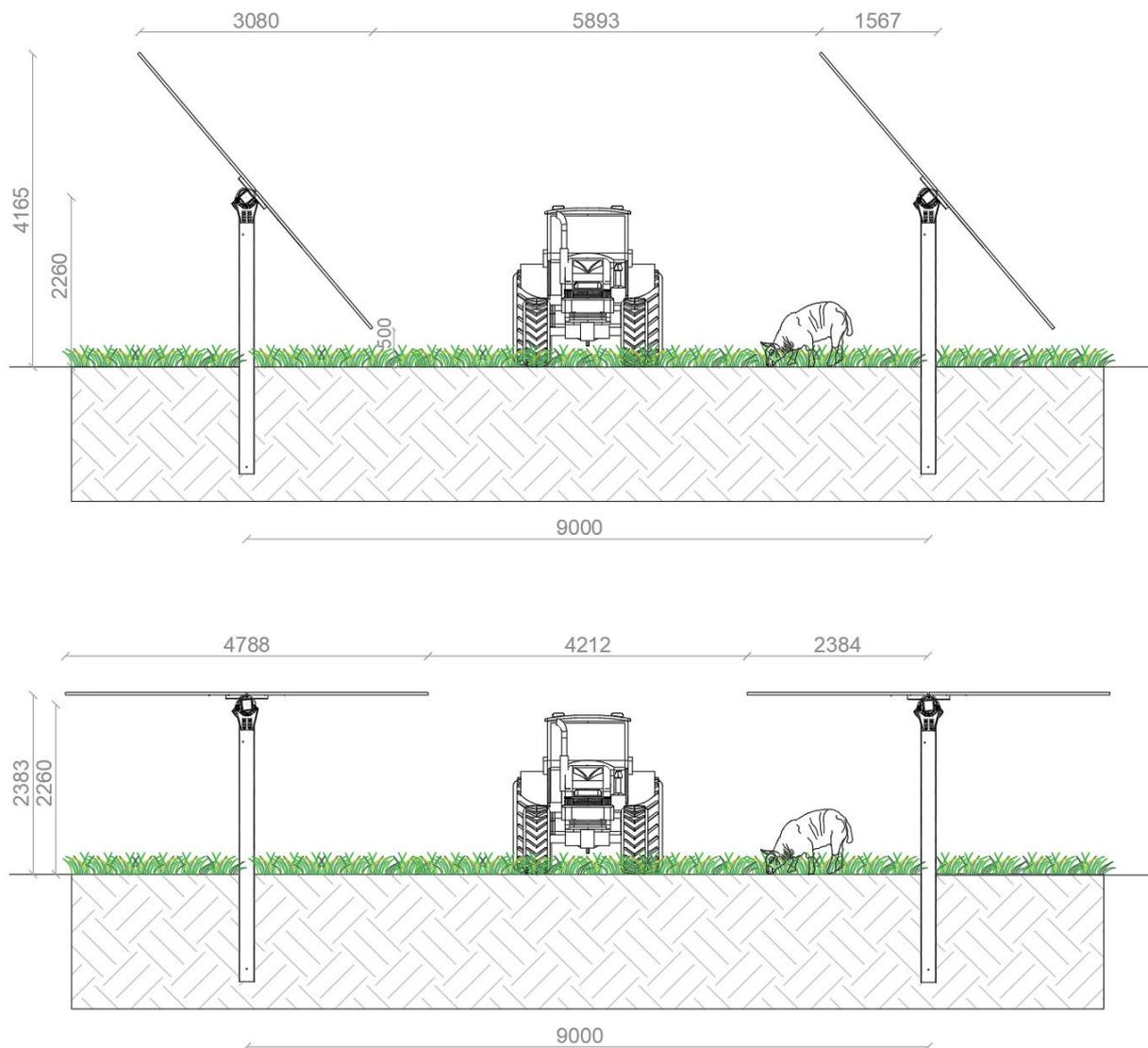
I moduli FV verranno installati su inseguitori monoassiali con caratteristiche tecniche assimilabili a quelle sviluppate dalla tecnologia Comal Impianti S.r.l. o similare.

La tecnologia dell'inseguimento solare lungo la direttrice Est-Ovest è stata sviluppata al fine di conseguire l'obiettivo di massimizzazione della produzione energetica e le prestazioni tecnico-economiche degli impianti FV sul terreno che impiegano pannelli in silicio cristallino.

Il *tracker* monoassiale, utilizzando particolari dispositivi elettromeccanici, orienta i pannelli FV in direzione del sole lungo l'arco del giorno, nel suo percorso da Est a Ovest, ruotando attorno ad un asse (mozzo) allineato in direzione nord-sud.

I layout sul terreno che impiegano questa particolare tecnologia sono piuttosto flessibili. La più semplice configurazione degli inseguitori è quella che prevede di assicurare che tutti gli assi di rotazione dei *tracker* siano paralleli affinché gli stessi siano posizionati reciprocamente in modo appropriato.

La configurazione prevista in progetto è illustrata in Figura 5.55-5.



**Figura 5.5 – Disposizione degli inseguitori solari e spazi utili per le lavorazioni agricole**

### 5.6.2.1 Caratteristiche principali

I principali punti di forza della tecnologia sono di seguito individuati:

- modularità e perfetto bilanciamento delle strutture, tale da non richiedere l'intervento di personale specializzato per l'installazione, assemblaggio o lavori di manutenzione;
- semplicità di configurazione della scheda di controllo: il GPS integrato comunica costantemente la corretta posizione geografica al sistema di controllo per consentire l'inseguimento automatico del sole;
- presenza di snodi sferici autolubrificati a cuscinetti per compensare inesattezze ed errori nell'installazione di strutture meccaniche;
- adozione di sistemi di protezione antipolvere dei motori;
- basso consumo elettrico;
- migliori prestazioni ambientali rispetto alle strutture fisse, assicurando maggiore luce e ventilazione al terreno sottostante.

Nel caso dell'impianto in progetto si prevede l'impiego delle seguenti strutture fotovoltaiche con i moduli fotovoltaici da 750 Wp disposti in portrait:

- Configurazione con 2x13 moduli FV (19,5 kWp);
- Configurazione con 2x26 moduli FV da 750 Wp (39,0 kWp);
- Configurazione con 2x39 moduli FV da 750 Wp (58,5 kWp).

Eventuali diverse modalità di installazione dei pannelli fotovoltaici potranno essere valutate nella successiva fase progettuale a seguito di più puntuali riscontri che scaturiranno dall'esecuzione delle indagini geologiche e geotecniche di dettaglio e dei rilievi topografici.

Ciascun inseguitore (vedasi Elaborato REU-AVU-TP10) sarà composto dei seguenti elementi:

- Componenti meccanici della struttura in acciaio: pali di sostegno (altezza circa 4 m compresa la porzione interrata) e profili tubolari quadrati (le specifiche dimensionali variano in base alle caratteristiche geologico-geotecniche terreno e al vento e sono incluse nelle specifiche tecniche stabilite durante la progettazione esecutiva del progetto). Supporto del profilo e ancoraggio del pannello;
- Componenti asserviti al movimento:
  - teste di palo (per montanti finali e intermedi di cui una supportante il motore).
  - n.1 scheda di controllo elettronica per il movimento (una scheda può servire 10 strutture).
  - n. 1 motore (attuatore elettrico lineare (mandrino) AC);

L'interdistanza Est-Ovest tra gli inseguitori è pari a 9 m.

#### **5.6.2.2 Durata e trattamento protettivo dei componenti in acciaio**

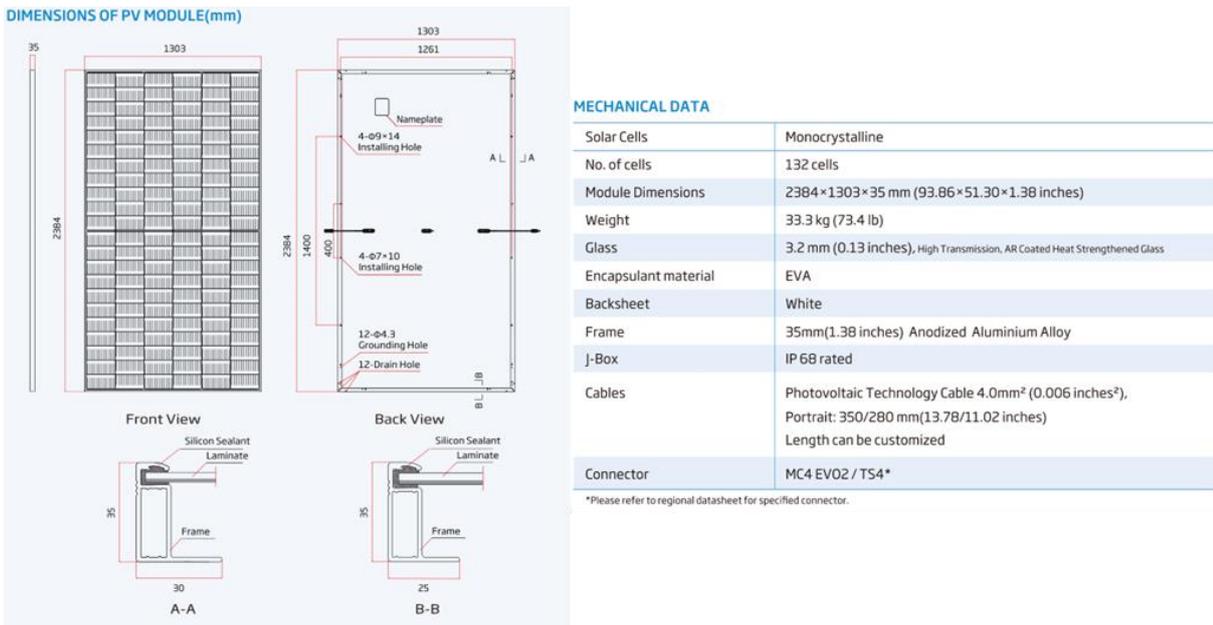
Considerando la Tabella 5.35-3 e la classificazione dell'ambiente corrosivo sulla base di una vita utile minima del progetto di 25 anni, i pali della fondazione saranno zincati a caldo secondo EN ISO 1461: 2009, altre parti saranno zincate a caldo o pregalvanizzato (Sendzmir) in funzione delle specifiche definite dal costruttore a seguito degli esiti della progettazione esecutiva.

**Tabella 5.3 - Classificazione ambiente corrosivo**

Categorie ambientali	Possibilità di corrosione	Tipo di ambiente	Perdita del rivestimento [ $\mu\text{m}$ / anno]
C1	Molto basso	Interno: secco	0,1
C2	Basso	Interno: condensa occasionale Esterno: zone rurali	0,7
C3	Medio	Interno: umidità Esterno: aree urbane	2,1
C4	Alto	Interno: piscine, impianti chimici Esterno: atmosfera industriale o marina	3,0
C5	Molto alto	Esterno: atmosfera marina altamente salina o area industriale con climi umidi	6.0

### 5.6.3 Moduli fotovoltaici

Ai fini della realizzazione del layout di impianto e del raggiungimento della potenza di picco obiettivo, verranno considerati moduli di progetto aventi caratteristiche dimensionali e costruttive analoghe alla serie Vertex della casa produttrice Trina Solar, ma con caratteristiche elettriche ipotizzate essere proprie di un modulo FV con potenza di picco incrementata al valore di 750 Wp, in previsione dei modelli disponibili sul mercato prima dell'ottenimento dell'Autorizzazione Unica di cui all'art. 12 del D.Lgs. 387/2003. Le caratteristiche costruttive dei moduli Trina Solar Vertex presi come riferimento sono riportate in Figura 5.65-6.



**Figura 5.6 – Caratteristiche costruttive modulo fotovoltaico di progetto**

Le caratteristiche elettriche del modulo di progetto sono riportate in Tabella 5.45-4, riferite alle seguenti condizioni standard di test (STC):

- Irraggiamento 1000 W/m<sup>2</sup>
- Temperatura delle celle di 25 °C
- Spettro di AM 1,5.

**Tabella 5.4 - Dati tecnici modulo fotovoltaico di progetto**

Potenza massima (P <sub>max</sub> ) [W <sub>p</sub> ]	750
Tolleranza sulla potenza [W]	0~+5
Tensione alla massima potenza (V <sub>mpp</sub> ) [V]	41,4
Corrente alla massima potenza (I <sub>mpp</sub> ) [A]	18,2
Tensione di circuito aperto (V <sub>oc</sub> ) [V]	49,3
Corrente di corto circuito (I <sub>sc</sub> ) [A]	19,42
Massima tensione di sistema (V <sub>DC</sub> ) [V]	1500
Coefficiente termico αP <sub>max</sub> [%/°C]	-0,34
Coefficiente termico αV <sub>oc</sub> [%/°C]	-0,26
Coefficiente termico αI <sub>sc</sub> [%/°C]	+0,05
Efficienza modulo [%]	21,6
Dimensioni principali [mm]	2384 x 1303 x 33

Relativamente agli aspetti concernenti la scelta dei moduli e degli inseguitori monoassiali, atteso che il settore degli impianti fotovoltaici è attualmente caratterizzato da un'elevata e continua innovazione tecnologica, in grado di creare nuovi sistemi con efficienze e potenze nominali sempre crescenti; considerato altresì che la durata complessiva delle procedure autorizzative è, di regola pari ad alcuni anni nella fase di progettazione esecutiva dell'impianto è possibile che la scelta ricada su moduli differenti.

È da escludere, peraltro, che dette eventuali varianti determinino sostanziali modifiche al progetto. In questo senso, l'intervento realizzato dovrà risultare coerente con il progetto autorizzato e, relativamente alla potenza nominale complessiva, questa non potrà subire modifiche in aumento rispetto a quella dichiarata in sede di autorizzazione unica.

#### 5.6.4 Schema a blocchi impianto fotovoltaico

L'impianto in progetto può essere rappresentato in modo semplificato considerando il seguente schema a blocchi di Figura 5.75-7.



**Figura 5.7 – Schema a blocchi Impianto FV**

La struttura della distribuzione elettrica a 36 kV è del tipo radiale ed è realizzata, a partire dal punto di connessione alla RTN, mediante cavidotti interrati a 36 kV che connettono la cabina di sezionamento (cabina elettrica utente) - prevista nei pressi dell'area in cui, in via del tutto preliminare, si ipotizza sorga la futura SE RTN - con la cabina di raccolta sita nell'area di impianto alla quale convergono le linee di sottocampo provenienti dalle cabine di trasformazione distribuite all'interno del campo fotovoltaico.

Per maggiori dettagli si rimanda alle planimetrie riportate nell'Elaborato REU-AVU-TP12 ed allo schema unifilare di impianto (Elaborato REU-AVU-TP11).

### 5.6.5 Quadro Elettrico a 36 kV – Cabina di raccolta

Nella cabina di raccolta da realizzarsi all'interno dell'impianto agrivoltaico, è prevista l'installazione di un quadro a 36 kV, collettore di impianto, che raccoglie le linee in arrivo a 36 kV dalle cabine di trasformazione, oltre ad alimentare i servizi ausiliari per l'area del campo fotovoltaico.

Le caratteristiche tecniche del quadro a 36 kV sono riportate in Tabella 5.55-5:

**Tabella 5.5 - Dati tecnici Quadro a 36 kV Cabina di raccolta**

Tensione nominale [kV]	36
Tensione di esercizio [kV]	40,5
Frequenza nominale [Hz]	50
Numero fasi	3
Corrente nominale delle sbarre principali [A]	Fino a 2500
Corrente nominale massima delle derivazioni [A]	Fino a 2500
Corrente nominale ammissibile di breve durata [kA]	12,5/16
Corrente nominale di picco [kA]	25-31,5
Potere di interruzione degli interruttori alla tensione nominale [kA]	12,5/16
Durata nominale del corto circuito [s]	1

La tensione di riferimento per l'isolamento delle apparecchiature è di 36 kV.

Il quadro e le apparecchiature posizionate al suo interno dovranno essere progettati, costruiti e collaudati in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano), IEC (*International Electrotechnical Commission*) in vigore.

Ciascun quadro elettrico sarà formato da unità affiancabili, ognuna costituita da celle componibili e standardizzate, in esecuzione senza perdita di continuità d'esercizio secondo IEC 62271-200, destinato alla distribuzione d'energia a semplice sistema di sbarra.

Il quadro sarà realizzato in esecuzione protetta e sarà adatto per l'installazione all'interno in accordo alla normativa CEI/IEC. La struttura portante dovrà essere realizzata con lamiera d'acciaio di spessore non inferiore a 2 mm.

Il quadro dovrà garantire la protezione contro l'arco interno sul fronte del quadro fino a 40 kA per 0.5s (CEI-EN 60298).

Le celle saranno destinate al contenimento delle apparecchiature di interruzione automatica con 3 poli principali indipendenti, meccanicamente legati e aventi ciascuno un involucro isolante, di tipo "sistema a pressione sigillato" (secondo definizione CEI 17.1, allegato EE), che realizza un insieme a tenuta riempito con

esafluoruro di zolfo (SF6) a bassa pressione relativa, delle parti attive contenute nell'involucro e di un comando manuale ad accumulo di energia tipo RI per versione SF1, (tipo GMH elettrico per SF2).

Gli interruttori saranno predisposti per ricevere l'interblocco previsto con il sezionatore di linea, e potranno essere dotati dei seguenti accessori:

- comando a motore carica molle;
- comando manuale carica molle;
- sganciatore di apertura;
- sganciatore di chiusura;
- contamanovre meccanico;
- contatti ausiliari per la segnalazione di aperto - chiuso dell'interruttore.

Il comando degli interruttori sarà del tipo ad energia accumulata a mezzo molle di chiusura precaricate tramite motore, ed in caso di emergenza con manovra manuale.

Le manovre di chiusura ed apertura saranno indipendenti dall'operatore.

Il comando sarà a sgancio libero assicurando l'apertura dei contatti principali anche se l'ordine di apertura è dato dopo l'inizio di una manovra di chiusura, secondo le norme CEI 17-1 e IEC 56.

Il sistema di protezione associato a ciascun interruttore di sottocampo è composto da:

- trasduttori di corrente di fase e di terra (ed eventualmente trasduttori di tensione) con le relative connessioni al relè di protezione;
- relè di protezione con relativa alimentazione;
- circuiti di apertura dell'interruttore.

Il sistema di protezione sarà costituito da opportuni TA di fase, TO (ed eventualmente TV) che forniscono grandezze ridotte a un relé che comprende la protezione di massima corrente di fase almeno bipolare a tre soglie, una a tempo dipendente, le altre due a tempo indipendente definito. Poiché la prima soglia viene impiegata contro il sovraccarico, la seconda viene impiegata per conseguire un intervento ritardato e la terza per conseguire un intervento rapido, nel seguito, per semplicità, ci si riferirà a tali soglie con i simboli:

- (sovraccarico);
- I>> (soglia 51, con ritardo intenzionale);
- I>>> (soglia 50, istantanea);
- 67 protezione direzionale.

La regolazione della protezione dipende dalle caratteristiche dell'impianto dell'Utente. I valori di regolazione della protezione generale saranno impostati dall'Utente in sede di progetto esecutivo.

Sono previste inoltre le seguenti protezioni:

- massima tensione (senza ritardo intenzionale) (soglia 59);
- minima tensione (ritardo tipico: 300 ms) (soglia 27);
- massima frequenza (senza ritardo intenzionale) (soglia 81>);
- minima frequenza (senza ritardo intenzionale) (soglia 81<);
- massima tensione omopolare V0 (ritardata) (soglia 59N).

### 5.6.6 Quadri elettrici BT

I quadri elettrici saranno realizzati con struttura in robusta lamiera di acciaio con un grado di protezione IP55. I quadri elettrici di BT c.a. dovranno avere le caratteristiche riportate in Tabella 5.65-6.

**Tabella 5.6 - Dati tecnici Quadri Elettrici BT c.a.**

Tensione nominale [V]	690
Tensione esercizio [V]	400
Numero delle fasi	3F + PE
Livello nominale di isolamento tensione di prova a frequenza industriale per 1 min verso terra e tra le fasi [kV]	2,5
Frequenza nominale [Hz]	50
Corrente nominale sbarre principali.	3200 A

Ciascun quadro elettrico dovrà essere realizzato a regola d'arte nel pieno rispetto delle norme CEI EN 60439-1 (CEI 17-13), la direttiva BT e la direttiva sulla Compatibilità Elettromagnetica.

Ogni quadro dovrà essere munito di un'apposita targa contenente i suoi dati di identificazione, come richiesto dal punto 5.1 della norma 17-13/1.

La funzione degli apparecchi deve essere contraddistinta da apposite targhette. Le linee sulla morsettiera d'uscita devono essere numerate per una più agevole individuazione.

### 5.6.7 Cavi di distribuzione dell'energia a 36 kV

Per l'interconnessione delle cabine di trasformazione ed il loro collegamento con il quadro della cabina di raccolta verranno usati cavi del tipo ARG7H1RX-36 kV, forniti nella versione tripolare riunito ad elica visibile (Figura 5.85-8),

La distribuzione elettrica d'impianto a 36 kV (anche distribuzione interna) interconnette tra loro le cabine di trasformazione dei vari sottocampi e le collega alla cabina di raccolta. Il cavidotto a 36 kV di collegamento tra la cabina di raccolta e la nuova stazione di Terna, passando per la cabina elettrica utente prevista in progetto, realizza la connessione dell'impianto alla RTN e costituisce l'impianto di utenza per la connessione.

I cavi che si prevede di utilizzare per la distribuzione interna saranno tripolari riuniti ad elica visibile (ARG7H1RX - 36 kV), mentre la tipologia utilizzata per il cavidotto di collegamento dell'impianto con la RTN sarà di tipo unipolare non elicordata (ARG7H1R - 36 kV).

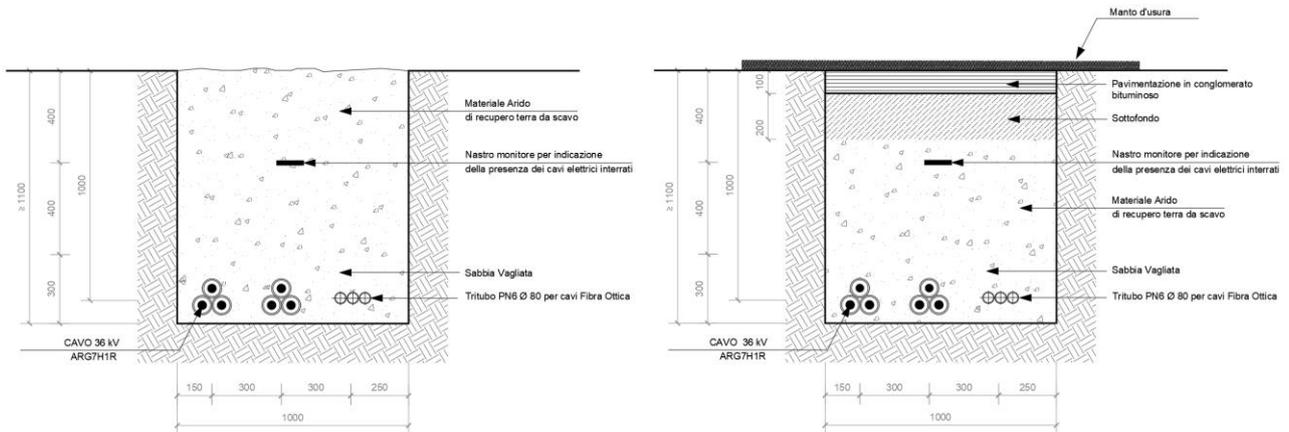
Le caratteristiche costruttive principali delle menzionate tipologie di cavo sono di seguito elencate:

- Cavi tripolari isolati in gomma HEPR di qualità G7, sotto guaina di PVC
- Conduttore: alluminio, formazione rigida compatta, classe 2
- Strato semiconduttore: estruso (solo cavi  $U_0/U \geq 6/10$  kV)
- Isolamento: gomma HEPR di qualità G7 senza piombo
- Strato semiconduttore: estruso, pelabile a freddo (solo cavi  $U_0/U \geq 6/10$  kV)
- Schermo: fili di rame rosso con nastro di rame in controspirale
- Guaina: miscela a base di PVC, qualità Rz
- Colore: rosso

La tipologia di posa prevalente prevista è quella a trifoglio con cavi direttamente interrati in trincea schematizzata in Figura 5.95-9.



**Figura 5.8 – Cavo 36 kV di tipo elicordato ARG7H1RX e non elicordato ARG7H1R**



**Figura 5.9 – Tipico modalità di posa cavidotto a 36 kV di collegamento alla RTN**

La profondità media di interramento (letto di posa) sarà di 1,1/1,2 m da p.c. (piano di calpestio), valore che potrebbe subire variazioni in relazione al tipo di terreno interessato e/o alla tipologia di strada interessata.

Normalmente la larghezza dello scavo della trincea in area di impianto è limitata entro 1,3 m, salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza. Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro.

Le condutture interrate saranno rese riconoscibili mediante un nastro di segnalazione della presenza di cavi elettrici. Inoltre, all'interno dello stesso scavo potrà essere posato un cavo di fibra ottica e/o telefonico per la trasmissione dati.

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento "mortar" e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto e le aree interessate saranno risistemate nella condizione preesistente.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Per eventuali incroci e parallelismi con altri servizi (cavi di telecomunicazione, tubazioni etc.), saranno rispettate le distanze previste dalle norme, tenendo conto delle prescrizioni che saranno dettate dagli Enti proprietari delle opere interessate e in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

## 5.6.8 Cavi di distribuzione dell'energia in Bassa Tensione in c.c. e c.a.

### 5.6.8.1 Cavi per la distribuzione elettrica in BT lato corrente continua

Per collegamenti in corrente continua (c.c) tra i moduli verranno impiegati cavi unipolari del tipo H1Z2Z2-K, adatti al collegamento dei vari elementi degli impianti fotovoltaici e solari, aventi tensione nominale

di esercizio pari a 1.0 kV c.a - 1.5 kV c.c., tensione massima  $U_m$  pari a 1.800 V c.c., dotati di guaina esterna di colore nero o rosso, isolati con gomma Z2, sotto guaina Z2, conduttori flessibili stagnati. Sono inoltre cavi non propaganti fiamma, privi di alogeni e del tipo a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi.

Per il collegamento delle stringhe FV agli inverter si utilizzeranno cavi del tipo ARG7OR aventi: tensioni di esercizio 0,6/1 kV lato c.a e 0,9/1,5KV lato c.c., conduttore in alluminio in corda rigida compatta di classe 2, isolamento in gomma di qualità G7, guaina riempitiva di materiale termoplastico e guaina esterna in PVS di qualità Rz e di colore grigio.

#### **5.6.8.2 Cavi per la distribuzione elettrica in BT lato corrente alternata**

I cavi utilizzati sul lato corrente alternata (c.a.) dell'impianto di produzione devono essere adatti per l'alimentazione di energia per installazione su murature e strutture metalliche, su passarelle, tubazioni, canalette e sistemi similari, sarà possibile la posa fissa all'interno, all'esterno e interrata (ammessa diretta e indiretta) del tipo FG16R16 - FG16OR16 aventi tensione nominale  $U_0/U$  di 600/1.000 V c.a. e tensione massima  $U_m$  pari 1.200 V c.a.

I circuiti di sicurezza saranno realizzati mediante cavi del tipo FTG18(O)M1, di tensione nominale  $U_0/U$  pari a 0,6/1 kV, aventi conduttore in rame rosso flessibile cl. 5., rispondente alla norma CEI 20-45, resistenti al fuoco secondo IEC 331/CEI 20-36 EN 50200, non propaganti l'incendio, senza alogeni e a bassissima emissione di fumi, gas tossici e corrosivi.

#### **5.6.8.3 Modalità di posa principale cavi b.t.**

Tutte le linee di BT verranno posate con interramento a una quota massima di 60 cm dal piano di calpestio, entro tubo corrugato in PVC posato su un letto in sabbia vagliata. Le condutture interrate saranno rese riconoscibili mediante un nastro per segnalazione cavi elettrici.

#### **5.6.8.4 Cavi lato a.c in bassa tensione all'interno degli edifici**

All'interno degli edifici quali cabine elettriche, sale quadri etc. si utilizzeranno cavi del tipo FG18M16-FG18OM16 - 0,6/1 kV adatti al trasporto di energia e di segnali. Essi presentano isolamento in gomma di qualità G18, sotto guaina termoplastica LS0H qualità M16 a ridotta emissione di gas corrosivi.

Le caratteristiche funzionali dei cavi FG18M16-FG18OM16 sono:

- Tensione nominale  $U_0/U$ :
  - 600/1.000 V c.a.
  - 1.500 V c.c.
- Tensione massima  $U_m$ :
  - o 1.200 V c.a.

- 1.800 V c.c.
- Tensione di prova industriale: 4.000 V
- Massima temperatura di esercizio: +90 °C
- Temperatura minima di esercizio: -15 °C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura massima di corto circuito: 250 °C
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm<sup>2</sup> di sezione del rame
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro del cavo
- Temperatura minima di posa: 0 °C.

Le caratteristiche tecniche di suddetta tipologia di cavo sono:

- Non propagazione della fiamma;
- Non propagazione dell'incendio;
- Bassissima emissione alogeni, gas tossici e corrosivi;
- Zero alogeni;
- Buon comportamento alle basse temperature.

## 5.6.9 Misura dell'energia

### 5.6.9.1 *Aspetti generali*

La delibera AEEG 88/09, "Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione", stabilisce che il responsabile del servizio di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di potenza nominale superiore a 20 kW è il produttore.

Per misurare ai fini fiscali e tariffari l'energia, nell'impianto fotovoltaico si adotteranno sistemi di misura in grado di conteggiare:

- l'energia elettrica prelevata dalla rete;
- l'energia elettrica immessa in rete;
- l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Se l'utente produttore dovesse prendersi la responsabilità dell'installazione e manutenzione del sistema di misura dell'energia prodotta/immessa si dovrà assicurare la conformità ai requisiti indicati nella Norma CEI 0-16.

Il sistema di misura sarà composto da un contatore statico per la misura dell'energia attiva e reattiva trifase, collegato in inserzione indiretta (mediante TV e TA).

I componenti del sistema di misura dovranno essere conformi alle norme CEI di prodotto e garantire il rispetto dei seguenti requisiti funzionali:

1. misura dell'energia attiva e reattiva e della potenza attiva immessa in rete e prelevata dalla rete;
2. rilevazione delle 6 curve di carico (potenza media nei 15') attiva assorbita, reattiva induttiva per energia attiva entrante, reattiva capacitiva per energia attiva uscente, attiva erogata, reattiva induttiva per energia attiva uscente e reattiva capacitiva per energia attiva entrante, con la risoluzione minima di 1 intero e 3 decimali;
3. unità di misura per l'energia attiva (reattiva): kWh (kVARh);
4. unità di misura per la potenza attiva: kW;
5. gestione automatica dell'ora legale;
6. orologio interno del contatore avente i requisiti indicati nella Norma CEI EN 62054-21 per i commutatori orari;
7. interfaccia ottica per la lettura e/o programmazione locale (conforme alla Norma CEI EN 62056-21) che assicuri una velocità di trasmissione minima di 9600 bit/sec.

#### **5.6.9.2 Software per visualizzazione, monitoraggio, telesorveglianza**

Sarà previsto un sistema software per la visualizzazione, il monitoraggio, la messa in servizio e la gestione dell'impianto FV. Mediante un PC collegato direttamente o tramite modem si potrà disporre di una serie di funzioni che informano costantemente sullo stato e sui parametri elettrici e ambientali relativi all'impianto fotovoltaico.

In particolare, sarà possibile accedere alle seguenti funzioni:

- Schema elettrico del sistema;
- Pannello di comando;
- Oscilloscopio;
- Memoria eventi;
- Dati di processo;
- Archivio dati e parametri d'esercizio;
- Analisi dati e parametri d'esercizio.

La comunicazione tra l'impianto fotovoltaico e il terminale di controllo e supervisione avverrà tramite protocolli Industrial Ethernet o PROFIBUS.

L'impianto fotovoltaico sarà dotato infine di un sistema di monitoraggio per l'analisi e la visualizzazione dei dati ambientali costituito da:

- n. 1 sensore temperatura moduli;
- n. 1 sensore irradiazione solare;
- n. 1 sensore anemometrico;
- schede di comunicazione integrate per l'acquisizione dei dati.

#### **5.6.9.3 Impianto di videosorveglianza**

L'impianto FV sarà dotato di sistema di videosorveglianza dimensionato per coprire l'intera area di pertinenza dell'impianto e composto da barriere perimetrali a fasci infrarossi, telecamere e combinatori telefonici GSM con modulo integrato.

#### **5.6.9.4 Stazione meteorologica**

L'impianto verrà dotato di una stazione meteorologica montata ad un'altezza di almeno 10 m, dotata di strumentazione in grado di monitorare:

- temperatura ambiente;
- umidità relativa aria;
- pressione barometrica;
- direzione vento e velocità vento;
- intensità precipitazioni;
- misura scariche atmosferiche con polarità e tipologia della stessa.

I dati rilevati saranno trasmessi al sistema di monitoraggio dell'impianto ed elaborati per verificarne la producibilità.

Inoltre, verranno memorizzati nel lungo periodo al fine di costituire una serie storica di dati utile ai fini assicurativi in caso di malfunzionamento o danneggiamento dell'impianto a causa di eventi atmosferici.

### **5.7 Viabilità di servizio**

Ai fini di assicurare un'ottimale costruzione e gestione della centrale fotovoltaica, il progetto ha previsto la realizzazione *ex novo* di una viabilità di servizio funzionale alle operazioni di costruzione ed ordinaria gestione dell'impianto, come mostrato negli elaborati grafici allegati.

L'area sarà accessibile da ingressi posizionati in corrispondenza della viabilità locale esistente, come indicato nell'Elaborato REU-AVU-TP7 (*Schema generale interventi - Layout impianto e viabilità - Planimetria*).

La carreggiata stradale della viabilità di impianto presenterà una larghezza indicativa di 4 metri. La massicciata stradale sarà formata da una soprastruttura in materiale arido dello spessore indicativo di 0,30 m (Elaborato REU-AVU-TP8). Lo strato di fondazione sarà composto da un aggregato che potrà essere costituito

da pietrisco e detriti di cava o di frantoio o materiale reperito in sito oppure da una miscela di materiali di diversa provenienza, in proporzioni da stabilirsi in sede di progettazione esecutiva.

Le carreggiate saranno conformate trasversalmente conferendo una pendenza dell'ordine del 1,5% per garantire il drenaggio ed evitare ristagni delle acque meteoriche.

## 5.8 Recinzioni e cancelli

Al perimetro dell'impianto FV è prevista la realizzazione di una recinzione in rete metallica a maglia romboidale sostenuta da pali infissi in ferro zincato (vedasi particolari nell'Elaborato REU-AVU-TP9).

I sostegni in ferro zincato, dell'altezza di circa 3 m verranno infissi nel terreno per una profondità pari a 0,6 m. Questi presenteranno giunti di fissaggio laterale della rete sul palo e giunti in metallo per il fissaggio di angoli retti e ottusi.

La recinzione sarà sollevata da terra di 30 cm e dotata, in ogni caso, di un numero adeguato di ponti ecologici, di dimensioni e conformazione tali da non precludere la fruizione dell'area alle specie faunistiche di piccola taglia.

Per l'accesso entro i siti di impianto dovranno realizzarsi dei cancelli realizzati in profilati di acciaio, assiemati per elettrosaldatura, verniciati e rete metallica in tondini di diametro 6 mm con passo della maglia di 15 cm, come da disegno di progetto. Il cancello è costituito da due ante a bandiera di altezza 2,40 m e di larghezza di 3,5 m, per una luce totale di 7 m, completo di paletto di fermo centrale e chiusura a lucchetto.

In alternativa alla tipologia sopra descritta, ove richiesto dalla D.L., i cancelli potranno essere realizzati in profilati scatolari di acciaio, assiemati per elettrosaldatura e successivamente zincati a caldo, con tamponamento delle ante in pannelli grigliati elettrofusi di acciaio zincato (a maglia quadrata di 60 x 60 mm ca costituita da piatti verticali di 25 x 3 mm collegati orizzontalmente da tondi del diametro 5 mm) solidarizzati al telaio mediante bulloneria inamovibile.

In ogni caso le cerniere dovranno essere in acciaio inox ed andranno opportunamente applicate ai pilastri di sostegno (in c.a. o in acciaio).

## 5.9 Interventi di mitigazione e inserimento ambientale

Il progetto incorpora le seguenti azioni di mitigazione:

- Gli esemplari arborei spontanei di olivastro e quercia da sughero interferenti verranno espianati con adeguato pane di terra e reimpiantati lungo le fasce perimetrali ed in area limitrofa idonea.
- I suoli asportati durante le operazioni di movimento terra dovranno essere mantenuti in loco e riutilizzati per il ripristino delle superfici coinvolte durante le fasi di cantiere al fine di favorire la naturale ricostituzione della copertura vegetazionale.
- Al termine dei lavori, le superfici utilizzate in fase di cantiere e non funzionali all'esercizio dell'impianto e/o alle attività agricole connesse dovranno essere ripristinate mediante ricollocamento dei suoli originari e successivo rinverdimento mediante inerbimento;

- Anche al fine di evitare l'introduzione accidentale di specie aliene invasive, verranno riutilizzate, ove possibile, le terre e rocce asportate all'interno del sito, e solo qualora questo non fosse possibile, i materiali da costruzione come pietrame, ghiaia, pietrisco o ghiaietto verranno prelevati da cave autorizzate e/o impianti di frantumazione e vagliatura per inerti autorizzati;
- In particolare, lungo i tratti percorsi dai mezzi, si dovrà prevedere la bagnatura periodica delle superfici di cantiere al fine di limitare il sollevamento delle polveri terrigene e quindi la loro deposizione sulle coperture vegetazionali circostanti;
- Durante la fase di esercizio sarà rigorosamente vietato:
  - l'impiego di diserbanti e disseccanti per la manutenzione delle superfici interne;
  - lo stoccaggio, anche temporaneo, di sostanze infiammabili e/o classificate come Pericolose per l'ambiente;
  - l'impiego di fiamme vive ed il transito di mezzi a motore endotermico su superfici inerbite durante il periodo luglio-settembre;
  - la realizzazione di opere a verde ornamentale non accompagnate da relazione tecnica redatta da esperto naturalista/agronomo/forestale.

Durante la fase di dismissione dell'impianto dovranno essere impiegate le pertinenze dell'impianto stesso, ovvero privilegiando le superfici prive di vegetazione spontanea.

## 5.10 Misure di compensazione e miglioramento ambientale

Tra le misure di compensazione previste allo scopo di migliorare complessivamente la qualità ambientale del sito e valorizzare gli elementi territoriali di pregio vi sono:

- Riforestazione compensativa. La sottrazione delle coperture di vegetazione arborea, alto-arbustiva ed arbustiva potrà essere almeno in parte compensata mediante la messa in atto di iniziative di rivegetazione/riforestazione su una superficie minima pari a quella complessivamente rimossa, secondo le modalità previste dalla Delib.G.R. n. 11/21 del 11.3.2020.
- Creazione di fascia verde perimetrale. Al fine di mitigare l'impatto visivo degli impianti, nei tratti perimetrali privi di copertura vegetazionale esistente verrà realizzata adeguata fascia arborea mediante la messa a dimora di essenze arboree ed arborescenti coerenti con il contesto vegetazionale, bioclimatico, pedologico e paesaggistico del luogo. Composizione: *Olea europaea* / *O. europaea* var. *sylvestris*.
- Creazione di fasce verdi tampone eterogenee naturaliformi. In corrispondenza delle superfici a sviluppo lineare adiacenti ai sottocampi I, H e F verranno realizzate fasce verdi eterogenee

naturaliformi da realizzare. Composizione: *Olea europaea* var. *sylvestris*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Myrtus communis*. La realizzazione di tale intervento si prefigge lo scopo di potenziare la funzione di mitigazione dell'impatto visivo assolta dalle fasce perimetrali di nuovo realizzo, contribuire a compensare la rimozione della vegetazione interferente, creare nuovi habitat per la fauna e nuovi corridoi ecologici finalizzati alla messa in connessione di due o più unità del paesaggio esistenti.

- Rinaturalizzazione (intervento di *Restoration Ecology*). Alcune superfici limitrofe ai sottocampi verranno avviate a rinaturalizzazione spontanea mediante la tecnica del "non intervento", ovvero mediante la cessazione delle lavorazioni del terreno e della frequentazione del pascolo brado. Tale intervento riguarderà in massima parte le superfici di pertinenza del Rio Gora is Begas e del Riu Gutturu is Paus, particolarmente propense ad una rapida rinaturalizzazione alla cessazione dei fenomeni di disturbo. La realizzazione di tale intervento si prefigge lo scopo di potenziare gli habitat ripariali esistenti e creare nuovi habitat connessi, contribuire al ripristino dell'assetto vegetazionale originario delle pertinenze del Rio Gora is Begas e del Riu Gutturu is Paus, contribuire a compensare la rimozione della vegetazione interferente, creare nuovi habitat per la fauna e nuovi corridoi ecologici per la messa in connessione di due o più unità del paesaggio esistenti.

Creazione di nuova area umida naturaliforme, di estensione pari a circa 1.500 m<sup>2</sup>, mediante la realizzazione di scavo poco profondo debolmente immergente verso il centro dello stesso, con impermeabilizzazione naturale in bentonite sodica. Intervento da realizzare nelle pertinenze del Rio Gora is Begas. La realizzazione di tale intervento si prefigge lo scopo di creare nuovi habitat umidi.

## 6 Rapporti del progetto con la normativa paesaggistica e urbanistica

### 6.1 Il codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/2004 e ss.mm.ii.)

#### 6.1.1 I contenuti

Il Capo I del Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/04), nel definire il paesaggio come "*una parte omogenea di territorio i cui caratteri derivano dalla natura, dalla storia umana o dalle reciproche interrelazioni*", ha posto le basi per la cooperazione tra le amministrazioni pubbliche. Gli indirizzi e i criteri sono rivolti a perseguire gli obiettivi della salvaguardia e della reintegrazione dei valori del paesaggio, anche nella prospettiva dello sviluppo sostenibile.

In questo quadro le Regioni sono tenute, pertanto, a garantire che il paesaggio sia adeguatamente tutelato e valorizzato e, di conseguenza, a sottoporre ad una specifica normativa d'uso il territorio, approvando i piani paesaggistici, ovvero i piani urbanistico territoriali, concernenti l'intero territorio regionale.

L'art. 134 del Codice individua come beni paesaggistici:

- *Gli immobili e le aree di notevole interesse pubblico.* Sono le c.d. bellezze naturali già disciplinate dalla legge 1497/1939 (bellezze individue e d'insieme), ora elencate nell'art. 136, tutelate vuoi per il loro carattere di bellezza naturale o singolarità geologica, vuoi per il loro pregio e valore estetico-tradizionale.
- *Le aree tutelate per legge:* sono i beni già tutelati dalla c.d. Legge Galasso (431/1985), individuati per tipologie territoriali, indipendentemente dal fatto che ad essi inerisca un particolare valore estetico o pregio (art. 142), con esclusione del paesaggio urbano da questa forma di tutela.
- Gli ulteriori immobili ed aree specificamente individuati a termini dell'art. 136 e sottoposti a tutela dai piani paesaggistici previsti: è questa un'importante novità del Codice. In precedenza, i piani paesistici disciplinavano, infatti, beni già sottoposti a tutela.

L'articolo 136 del Codice contiene, dunque, la classificazione dei beni paesaggistici che sono soggetti alle disposizioni di tutela per il loro notevole interesse pubblico, di seguito elencati:

- le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale, singolarità geologica o memoria storica, ivi compresi gli alberi monumentali;
- le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della Parte seconda del codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza;
- i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale, inclusi i centri ed i nuclei storici;
- le bellezze panoramiche e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze.

L'articolo 142 sottopone, inoltre, alla legislazione di tutela paesaggistica, fino all'approvazione del piano paesaggistico adeguato alle nuove disposizioni, anche i seguenti beni:

- a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
- c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;
- d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;
- e) i ghiacciai e i circhi glaciali;

- f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
- g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2 commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227;
- h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;
- i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448;
- j) i vulcani;
- k) le zone di interesse archeologico.

Al piano paesaggistico è assegnato il compito di ripartire il territorio in ambiti omogenei, in funzione delle caratteristiche naturali e storiche, e in relazione al livello di rilevanza e integrità dei valori paesaggistici: da quelli di elevato pregio fino a quelli significativamente compromessi o degradati.

L'articolo 146 ha riscritto completamente la procedura relativa all'autorizzazione per l'esecuzione degli interventi sui beni sottoposti alla tutela paesaggistica, precisandone meglio alcuni aspetti rispetto alla previgente normativa contenuta nel Testo Unico.

Nel premettere che i proprietari, i possessori o i detentori degli immobili e delle aree sottoposti alle disposizioni relative alla tutela paesaggistica non possono distruggerli, né introdurvi modifiche che rechino pregiudizio ai valori paesaggistici oggetto di protezione, il Legislatore ha confermato l'obbligo di sottoporre all'Ente preposto alla tutela del vincolo i progetti delle opere di qualunque genere che gli stessi proprietari intendano eseguire, corredati della documentazione necessaria alla verifica di compatibilità paesaggistica. Tale documentazione è stata oggetto di apposita individuazione, con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12.12.2005, assunto d'intesa con la Conferenza Stato-Regioni.

La domanda di autorizzazione dell'intervento dovrà contenere la descrizione:

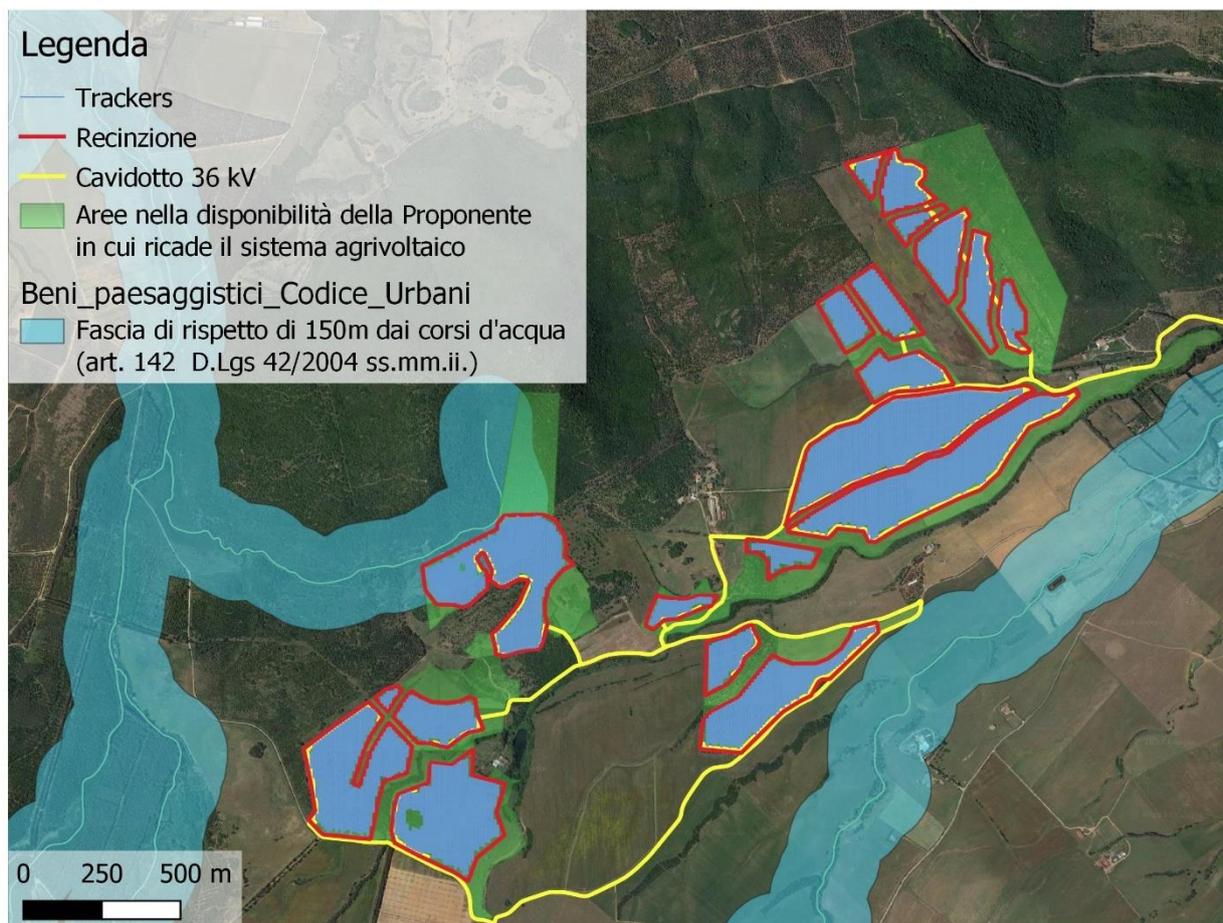
- a) dell'indicazione dello stato attuale del bene;
- b) degli elementi di valore paesaggistico presenti;
- c) degli impatti sul paesaggio delle trasformazioni proposte e degli elementi di mitigazione e di compensazione necessari.

### **6.1.2 Analisi delle interazioni**

Il sistema agrivoltaico e parte dell'impianto fotovoltaico ricadono all'interno della categoria tutelata paesaggisticamente riferibile a: *"Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi del testo unico delle*

disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna" (Art. 142 comma 1 lettera c) in corrispondenza del corso d'acqua identificato con codice "092090\_FIUME\_7543", affluente del Rio de sa Grolla Perduia.

In virtù di tali sovrapposizioni, è fatto obbligo al proponente di acquisire l'autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'art. 146 comma 3 del D.Lgs. 42/04 (Codice dei Beni Culturali e del paesaggio).



**Figura 6.1 – Sovrapposizione delle aree dell'impianto agrivoltaico con "Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna" (Art. 142 comma 1 lettera c)**

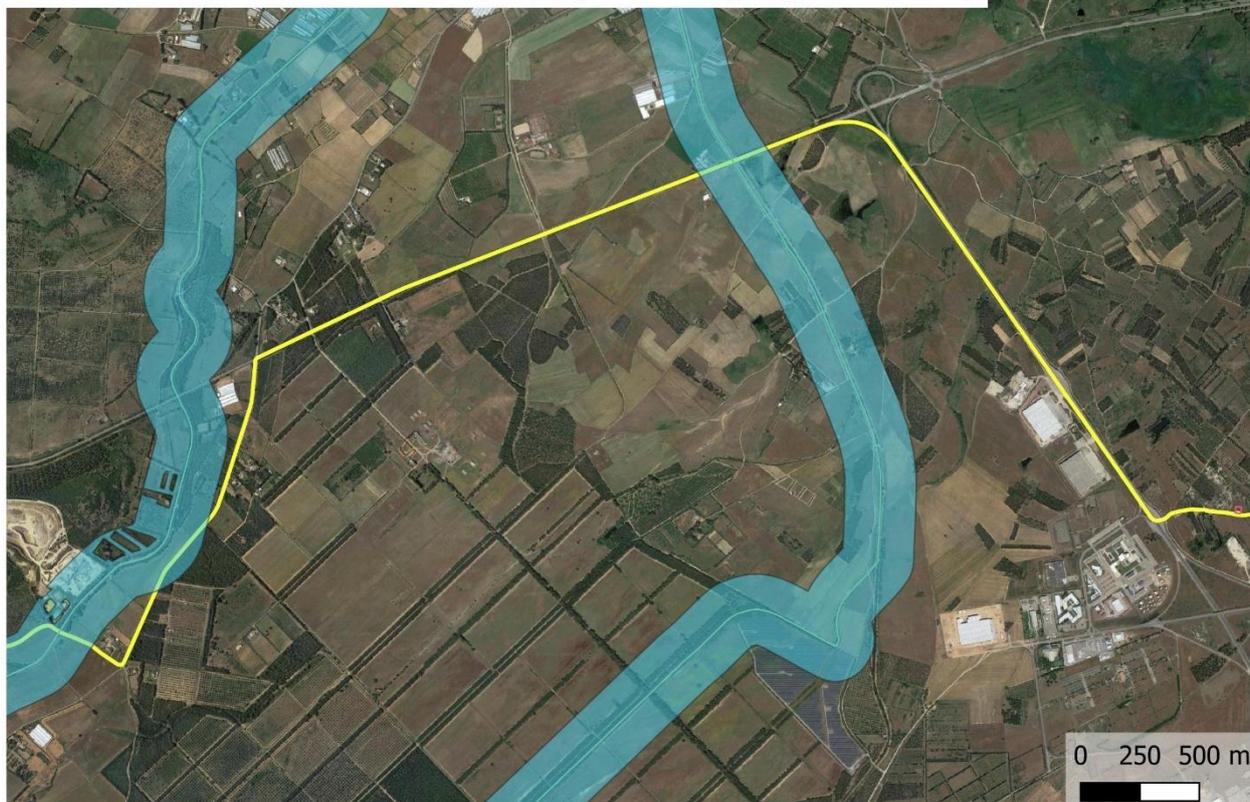
Parte del cavidotto interrato a 36 kV si sovrappone con la categoria dei "Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna" (Art. 142 comma 1 lettera c) in corrispondenza del "Riu Is Cresieddas" e "Riu S'Isca de Arcosu".

## Legenda

- Cabina elettrica utente
- Cavidotto 36 kV

### Beni paesaggistici Codice Urbani

- Fascia di rispetto di 150m dai corsi d'acqua (art. 142 D.Lgs 42/2004 ss.mm.ii.)



**Figura 6.2 – Sovrapposizione del cavidotto a 36 kV interrato e impostato su viabilità esistente con “Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna” (Art. 142 comma 1 lettera c)**

A questo riguardo assumono rilevanza le disposizioni dell’Allegato A al DPR 31/2017, che esclude dall’obbligo di acquisire l’autorizzazione paesaggistica alcune categorie di interventi, tra cui le opere di connessione realizzate in cavo interrato. In particolare, il suddetto Allegato al punto A15 recita *“fatte salve le disposizioni di tutela dei beni archeologici nonché le eventuali specifiche prescrizioni paesaggistiche relative alle aree di interesse archeologico di cui all’art. 149, comma 1, lettera m) del Codice, la realizzazione e manutenzione di interventi nel sottosuolo che non comportino la modifica permanente della morfologia del terreno e che non incidano sugli assetti vegetazionali, quali: volumi completamente interrati senza opere in soprasuolo; condotte forzate e reti irrigue, pozzi ed opere di presa e prelievo da falda senza manufatti emergenti in soprasuolo; impianti geotermici al servizio di singoli edifici; serbatoi, cisterne e manufatti consimili nel sottosuolo; tratti di canalizzazioni, tubazioni o cavi interrati per le reti di distribuzione locale di servizi di pubblico interesse o di fognatura senza realizzazione di nuovi manufatti emergenti in soprasuolo o dal piano di campagna; l’allaccio alle infrastrutture a rete. Nei casi sopraelencati è consentita la realizzazione di pozzetti a raso emergenti dal*

*suolo non oltre i 40 cm*". Inoltre, valutato che gli attraversamenti dei suddetti corsi d'acqua non arrecheranno modifiche allo stato dei luoghi - essendo previsti con tecnica di posa *No-Dig*, convenzionalmente indicata come "TOC" – e fatti salvi i pareri degli Enti preposti, non si ritiene necessaria l'autorizzazione ai sensi dell'art.146 del Codice Urbani.

Non essendo disponibile uno strato informativo "certificato" delle aree coperte da foreste e da boschi paesaggisticamente tutelati (art.142 comma 1 lettera del Codice Urbani), l'eventuale ascrizione di alcune porzioni delle aree di intervento alla suddetta categoria di bene paesaggistico deve essere necessariamente ricondotta alle competenze del Corpo forestale e di vigilanza ambientale (C.F.V.A.), a cui sono attribuiti compiti di vigilanza, prevenzione e repressione di comportamenti e attività illegali in campo ambientale. Peraltro, sulla base delle ricognizioni specialistiche condotte, alcune porzioni delle aree di progetto sono potenzialmente assimilabili alla definizione di "bosco e aree assimilate" secondo l'art.4 della legge n. 8 del 27/04/2016 "Legge forestale della Sardegna".

## 6.2 Il Piano Paesaggistico Regionale

### 6.2.1 Impostazione generale del P.P.R.

Con Decreto del Presidente della Regione n. 82 del 7 settembre 2006 è stato approvato in via definitiva il Piano Paesaggistico Regionale, 1° ambito omogeneo – Area costiera, in ottemperanza a quanto disposto dall'articolo 11 della L.R. 22 dicembre 1989, n. 45, modificato dal comma 1 dell'articolo 2 della L.R. 25.11.2004, n. 8.

Il Piano è entrato in vigore a decorrere dalla data di pubblicazione sul Bollettino Regionale (BURAS anno 58° n. 30 dell'8 settembre 2006).

Attraverso il Piano Paesaggistico Regionale, di seguito denominato P.P.R., la Regione riconosce i caratteri, le tipologie, le forme e gli innumerevoli punti di vista del paesaggio sardo, costituito dalle interazioni della naturalità, della storia e della cultura delle popolazioni locali, intese come elementi fondamentali per lo sviluppo, ne disciplina la tutela e ne promuove la valorizzazione.

Il P.P.R., riferito in sede di prima applicazione agli ambiti di paesaggio costieri di cui all'art. 14 delle N.T.A., assicura nel territorio regionale un'adeguata tutela e valorizzazione del paesaggio e costituisce il quadro di riferimento e di coordinamento per gli atti di programmazione e di pianificazione regionale, provinciale e locale e per lo sviluppo sostenibile.

Il P.P.R. persegue le seguenti finalità:

- a) preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
- b) proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;

- c) assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.

A tale fine il P.P.R. contiene:

- a) l'analisi delle caratteristiche ambientali, storico-culturali e insediative dell'intero territorio regionale nelle loro reciproche interrelazioni;
- b) l'analisi delle dinamiche di trasformazione del territorio attraverso l'individuazione dei fattori di rischio e degli elementi di vulnerabilità del paesaggio, nonché la comparazione con gli altri atti di programmazione, di pianificazione e di difesa del suolo;
- c) la determinazione delle misure per la conservazione dei caratteri connotativi e dei criteri di gestione degli interventi di valorizzazione paesaggistica degli immobili e delle aree dichiarati di notevole interesse pubblico e delle aree tutelate per legge;
- d) l'individuazione di categorie di aree ed immobili qualificati come beni identitari;
- e) l'individuazione ai sensi dell'art. 142 e dell'art.143, comma 1, lettera i) del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, come modificato dal decreto legislativo 24 marzo 2006, n. 157, delle categorie di immobili e di aree da sottoporre a specifiche misure di salvaguardia, di gestione e di utilizzazione, in quanto beni paesaggistici
- f) la previsione degli interventi di recupero e riqualificazione degli immobili e delle aree significativamente compromessi o degradati;
- g) la previsione delle misure necessarie al corretto inserimento degli interventi di trasformazione del territorio nel contesto paesaggistico, cui devono attenersi le azioni e gli investimenti finalizzati allo sviluppo sostenibile delle aree interessate.;
- h) la previsione di specifiche norme di salvaguardia applicabili in attesa dell'adeguamento degli strumenti urbanistici al P.P.R.

Il P.P.R. ha contenuto descrittivo, prescrittivo e propositivo e in particolare, ai sensi dell'art. 145, comma 3, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e successive modifiche:

- a) ripartisce il territorio regionale in ambiti di paesaggio;
- b) detta indirizzi e prescrizioni per la conservazione e il mantenimento degli aspetti significativi o caratteristici del paesaggio e individua le azioni necessarie al fine di orientare e armonizzare le sue trasformazioni in una prospettiva di sviluppo sostenibile;
- c) determina il quadro delle azioni strategiche da attuare e dei relativi strumenti da utilizzare, ai fini del raggiungimento degli obiettivi di qualità paesaggistica previsti;

d) configura un sistema di partecipazione alla gestione del territorio, da parte degli enti locali e delle popolazioni nella definizione e nel coordinamento delle politiche di tutela e valorizzazione paesaggistica, avvalendosi anche del Sistema Informativo Territoriale Regionale (S.I.T.R.).

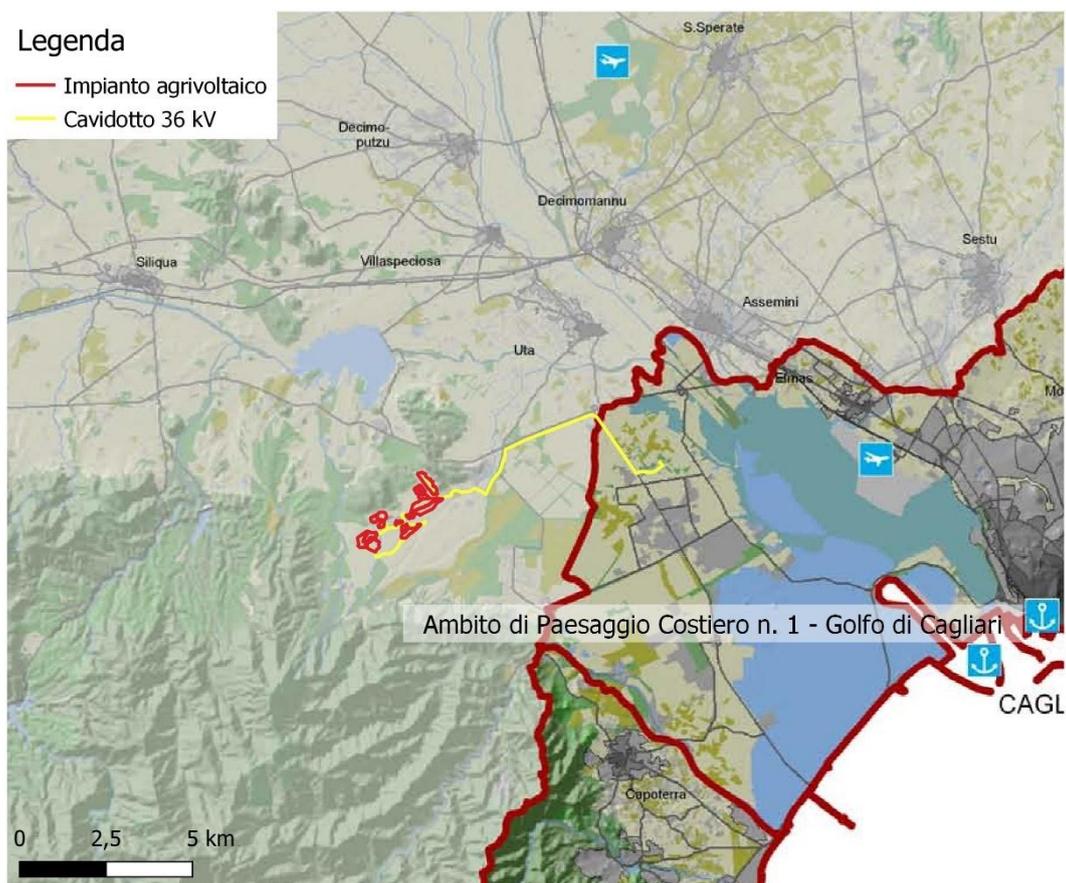
Le previsioni del P.P.R. sono cogenti per gli strumenti urbanistici dei Comuni e delle Province e sono immediatamente prevalenti sulle disposizioni difformi eventualmente contenute negli strumenti urbanistici.

La disciplina del P.P.R. è immediatamente efficace sugli ambiti costieri di cui all'art. 14 delle N.T.A., e costituisce comunque orientamento generale per la pianificazione settoriale e subordinata e per la gestione di tutto il territorio regionale.

I beni paesaggistici individuati ai sensi del P.P.R. sono comunque soggetti alla disciplina del Piano su tutto il territorio regionale, indipendentemente dalla loro localizzazione negli ambiti di paesaggio. Per ambiti di paesaggio s'intendono le aree definite in relazione alla tipologia, rilevanza ed integrità dei valori paesaggistici, identificate cartograficamente attraverso un processo di rilevazione e conoscenza, ai sensi della Parte II del P.P.R., in cui convergono fattori strutturali naturali e antropici e nelle quali sono identificati i beni paesaggistici individui o d'insieme.

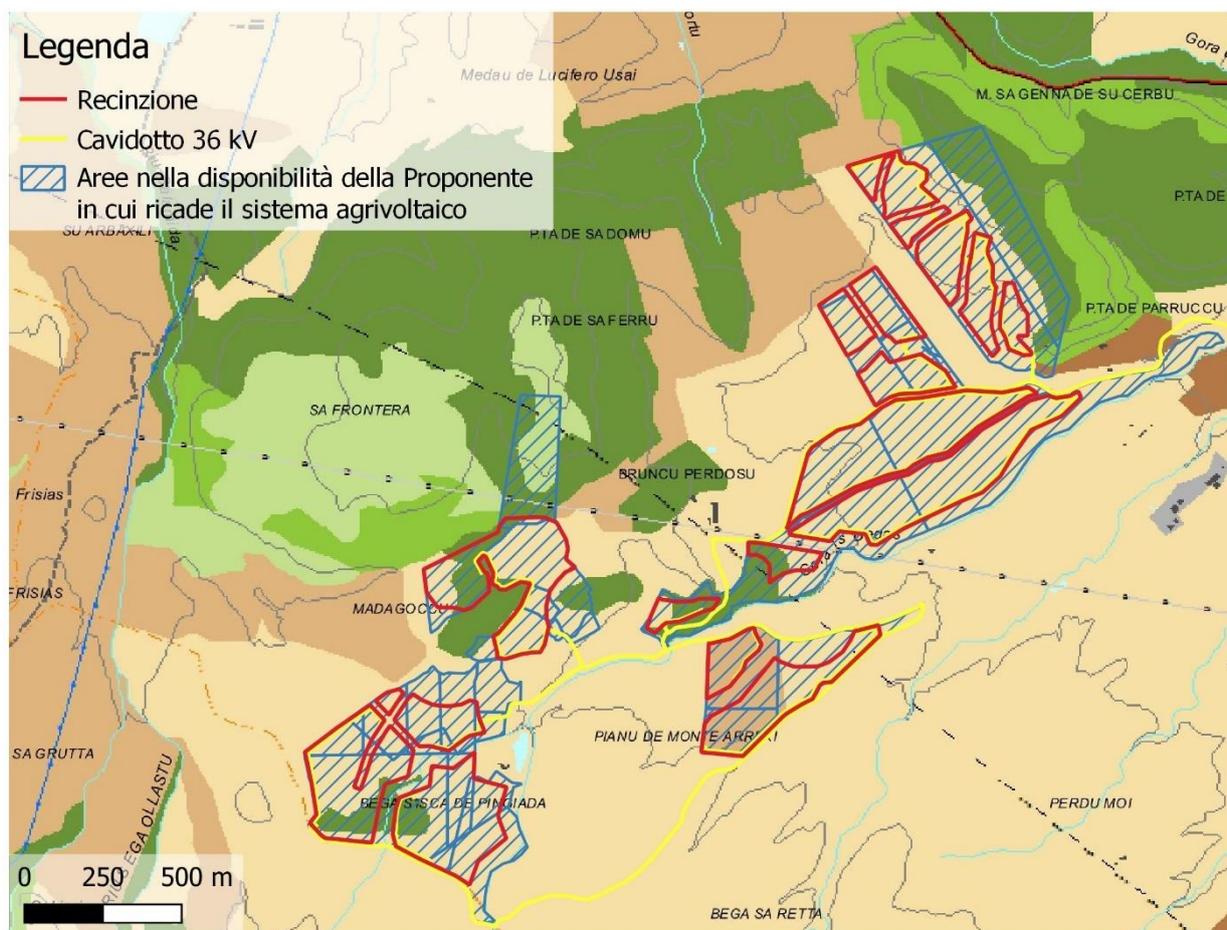
### **6.2.2 Analisi delle interazioni**

Il progetto del sistema agrivoltaico risulta esterno agli ambiti di paesaggio costiero del P.P.R. ad eccezione di una limitata porzione del cavidotto interrato a 36kV, di collegamento con la futura stazione RTN e, la cabina elettrica utente in località "Stracosciu Mannu", in Comune di Assemini, che si trovano all'intero dell'ambito n. 1 – "Golfo di Cagliari", così come individuati nella Tavola 1.1 allegata al P.P.R. (Figura 6.36-3).



**Figura 6.3 – Stralcio Tav. 1.1 P.P.R. – Ambito di paesaggio costiero n. 1 – “Golfo di Cagliari” e impianto in progetto**

Relativamente all’area di interesse, lo stralcio della Tavola in scala 1:25.000 allegata al P.P.R. (Foglio 556 Sezione II), illustrante il tematismo del Piano, è riportato nell’elaborato REU-AVU-TA8 e, in scala ridotta, nella Figura 6.46-4.



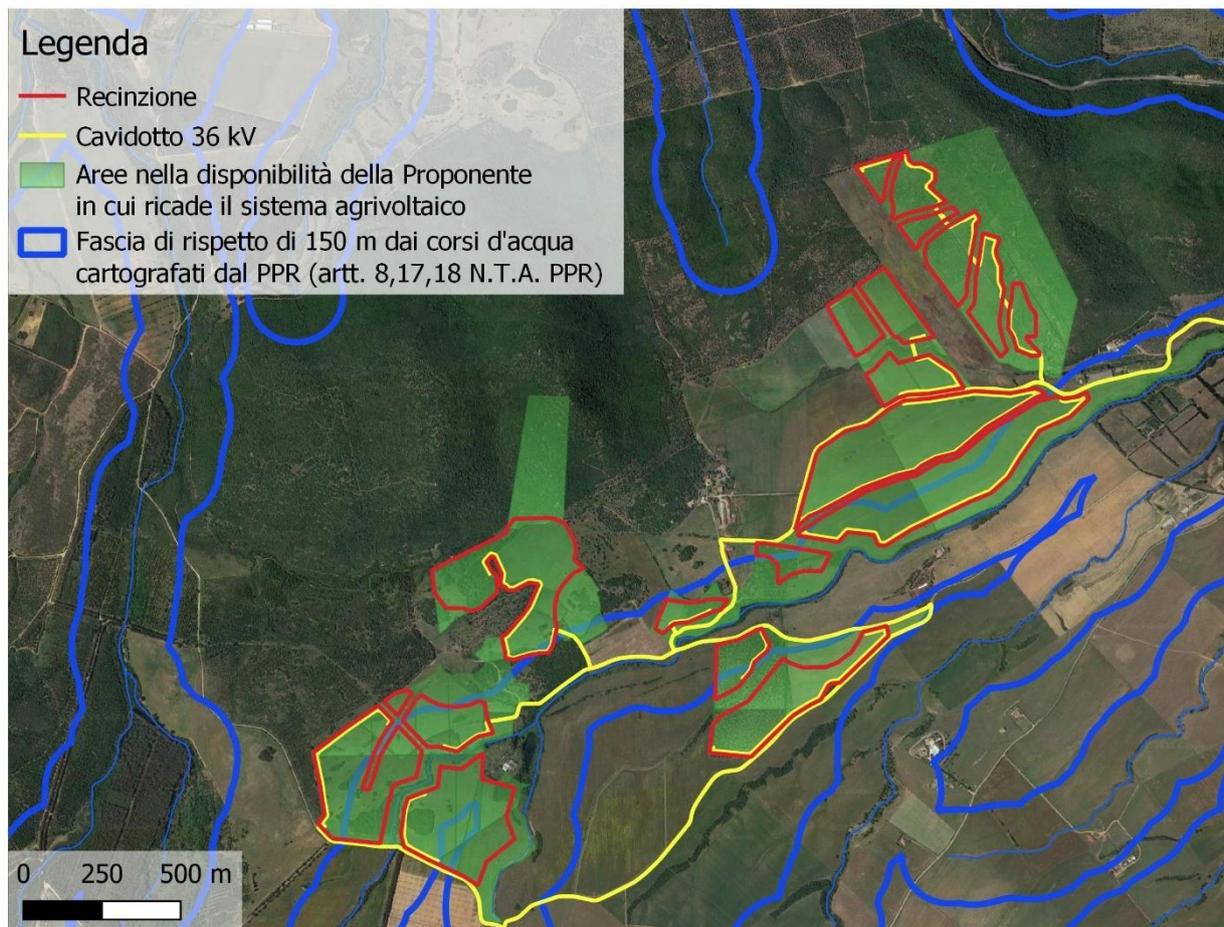
**Figura 6.4 – Sovrapposizione dell'area in progetto con lo Stralcio del Foglio 556 Sezione II PPR**

L'analisi delle interazioni tra il P.P.R. ed il progetto proposto ha consentito di concludere quanto segue:

- Gli interventi in progetto sono inclusi nel sistema delle infrastrutture (centrali, stazioni e linee elettriche), definite all'art. 102 delle N.T.A. e regolate nei successivi artt. 103 e 104 delle medesime.

Parte dell'impianto agrivoltaico ricade all'interno della categoria tutelata paesaggisticamente, introdotta dal P.P.R. ai sensi dell'art. 143 del Codice Urbani:

- *"Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee"* (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) in prossimità del "Gora is Begas", "Riu Gutturu Is Paus".



**Figura 6.5 – Sovrapposizione delle aree dell’impianto agrivoltaico con “Fiumi torrenti e corsi d’acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee” (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.)**

Per tali sovrapposizioni, è fatto obbligo al proponente di inoltrare istanza di autorizzazione paesaggistica ai sensi dell’art. 146 comma 3 del D.Lgs. 42/04 (Codice dei Beni Culturali e del paesaggio).

Parte del cavidotto a 36 kV interrato si sovrappone con le seguenti categorie tutelate paesaggicamente:

- *“Fiumi torrenti e corsi d’acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee” (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.) in prossimità del "Riu is Cresieddas", "Riu s'Isca de Arcosu";*
- *“Zone umide, laghi naturali ed invasi artificiali e territori contermini compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi” (art. 17 comma 3 lettera g N.T.A. P.P.R.).*

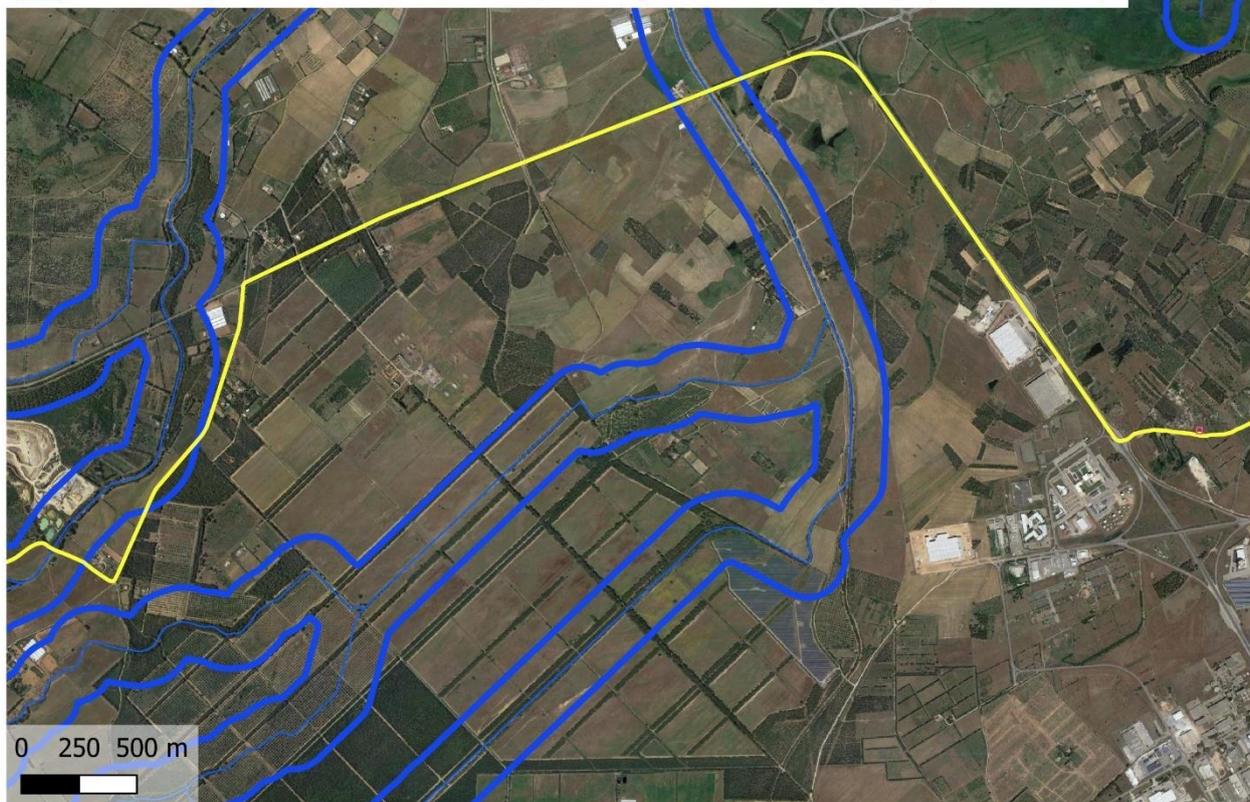
## Legenda

— Cabina elettrica utente

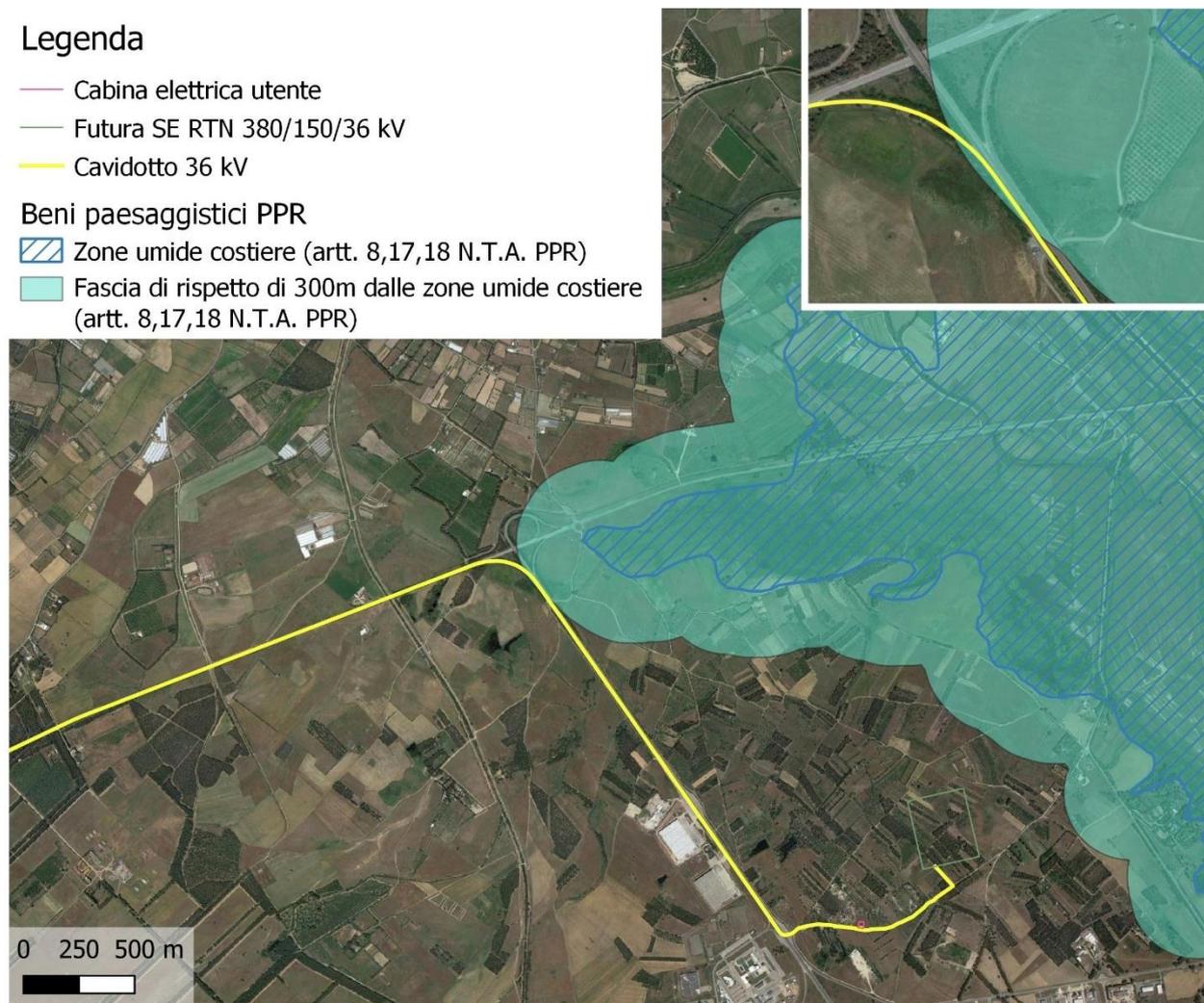
— Cavidotto 36 kV

Beni paesaggistici PPR

□ Fascia di rispetto di 150 m dai corsi d'acqua cartografati dal PPR (artt. 8,17,18 N.T.A. PPR)



**Figura 6.6 – Sovrapposizione del cavidotto 36kV interrato e impostato su viabilità esistente con “Fiumi torrenti e corsi d’acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 metri ciascuna, e sistemi fluviali, riparali, risorgive e cascate, ancorché temporanee” (art. 17 comma 3 lettera h N.T.A. P.P.R.)**



**Figura 6.7 – Sovrapposizione del cavidotto 36kV interrato e ivi impostato su viabilità esistente con “Zone umide, laghi naturali ed invasi artificiali e territori contermini compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi” (art. 17 comma 3 lettera g N.T.A. P.P.R.)**

A tal proposito assumono rilevanza le citate disposizioni dell’Allegato A al DPR 31/2017, che esclude dall’obbligo di acquisire l’autorizzazione paesaggistica per alcune categorie di interventi, tra cui le opere di connessione realizzate in cavo interrato (Allegato A – Punto A15).

- Sotto il profilo dell’assetto ambientale, l’area interessata dall’installazione dei moduli fotovoltaici insiste su ambiti cartografati come “Aree ad utilizzazione agro-forestale” (artt. 28-30 N.T.A. P.P.R) nella fattispecie di “colture erbacee specializzate” e “Impianti boschivi artificiali”.

Per queste aree l’art. 29 delle NTA del PPR prescrive alla pianificazione settoriale e locale di conformarsi alla seguente prescrizione “vietare trasformazioni per utilizzazioni e destinazioni diverse da quelle agricole di cui non sia dimostrata la rilevanza economico-sociale e l’impossibilità di localizzazione alternativa, o che interessino suoli ad elevata capacità d’uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, fatti salvi gli interventi di trasformazione delle attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agroforestale o necessarie per l’organizzazione complessiva del territorio...”. Nel

sottolineare come le prescrizioni citate non possano trovare applicazione per i singoli progetti, in quanto rivolte alla pianificazione settoriale e locale, si rileva d'altro canto come l'intervento non determini, per sua stessa definizione, una utilizzazione diversa da quella attuale, essendo orientato a non compromettere la continuità dell'attività agricola.

Le aree interessate dall'installazione dei moduli fotovoltaici insistono inoltre su aree naturali e subnaturali (art. 22, 23 e 24 delle NTA del PPR) nella fattispecie di "Macchia" mentre, il sistema agrivoltaico interessa anche aree seminaturali (art. 25, 26 e 27 delle NTA del PPR) inquadrabili nella fattispecie di "Praterie".

Per le aree seminaturali il P.P.R. prevedrebbe un approccio di gestione conservativo che si traduce sostanzialmente nel divieto di qualunque nuovo intervento edilizio o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività, suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica (artt. 23 e 26 N.T.A. P.P.R.). Tale prescrizione, peraltro, non trova applicazione nel caso specifico, trattandosi di opere esterne all'ambito di paesaggio costiero.

Corre l'obbligo inoltre evidenziare quanto segue:

- le centrali energetiche da fonti rinnovabili sono opere di pubblica utilità, indifferibili ed urgenti ai sensi dell'art. 12 comma 1 del D.Lgs. 387/2003 e, ai sensi dello stesso articolo, tali interventi *"possono essere ubicati anche in zone classificate agricole"*.
- le scelte localizzative per gli impianti fotovoltaici sono soggette ad alcuni fattori condizionanti, ascrivibili alla disponibilità adeguata di risorsa solare diretta, alla conformazione piana o regolare delle superfici ed alla scarsa presenza di vegetazione arborea e/o arbustiva e all'assenza di fenomeni di dissesto idrogeologico, tutti elementi chiaramente riconoscibili nel sito di Uta;
- il sito in esame, urbanisticamente destinato ad attività agricole dallo strumento urbanistico vigente (PUC di Uta), consentirà il proseguimento delle pratiche agricole, diversificandole e potenziandole, in coerenza con la logica dei sistemi agrivoltaici, ritenuti strategici ai fini del perseguimento degli obiettivi di transizione energetica e della stessa autosufficienza energetica, come rimarcato dal Decreto Energia (D.L. 17/2022);
- dalle analisi specialistiche condotte è emerso che il pregio agronomico complessivo dell'area è medio e le classi d'uso variano dalla classe IV alla classe VIII ad eccezione delle porzioni spietrate oggetto di azioni di miglioramento, che rientrano nelle classi II e III. Tra le limitazioni riscontrate, quelle più penalizzanti risultano essere la rocciosità e pietrosità elevate, scarsa profondità, eccesso di scheletro, forte pericolo

di erosione. Sono aree adatte alla conservazione e ripristino della vegetazione naturale, riduzione graduale del pascolamento, a tratti colture.

Come esplicitato nella relazione agro-pedologica e del piano colturale (REU-AVU-RP6), con la realizzazione del progetto determina un sensibile incremento delle aree ad elevata naturalità e un incremento del numero complessivo di alberi messi a dimora, sia per gli sfruttamenti agricoli che per quelli naturalistici; questi ultimi in particolare sono in grado di compensare la sottrazione di elementi nutritivi dovuta all'asportazione delle produzioni agricole.

Si prospetta, inoltre, un notevole incremento delle superfici agroforestali ed una sensibile riduzione degli UBA allevabili (20%), nonostante sia previsto un aumento delle superfici pascolabili.

Nel complesso, il quadro che emerge a fronte di un intervento certamente di impegno territoriale come quello in progetto, è un sostanziale incremento della naturalità del sito attuata attraverso le compensazioni e le misure di mitigazione che si sono previste.

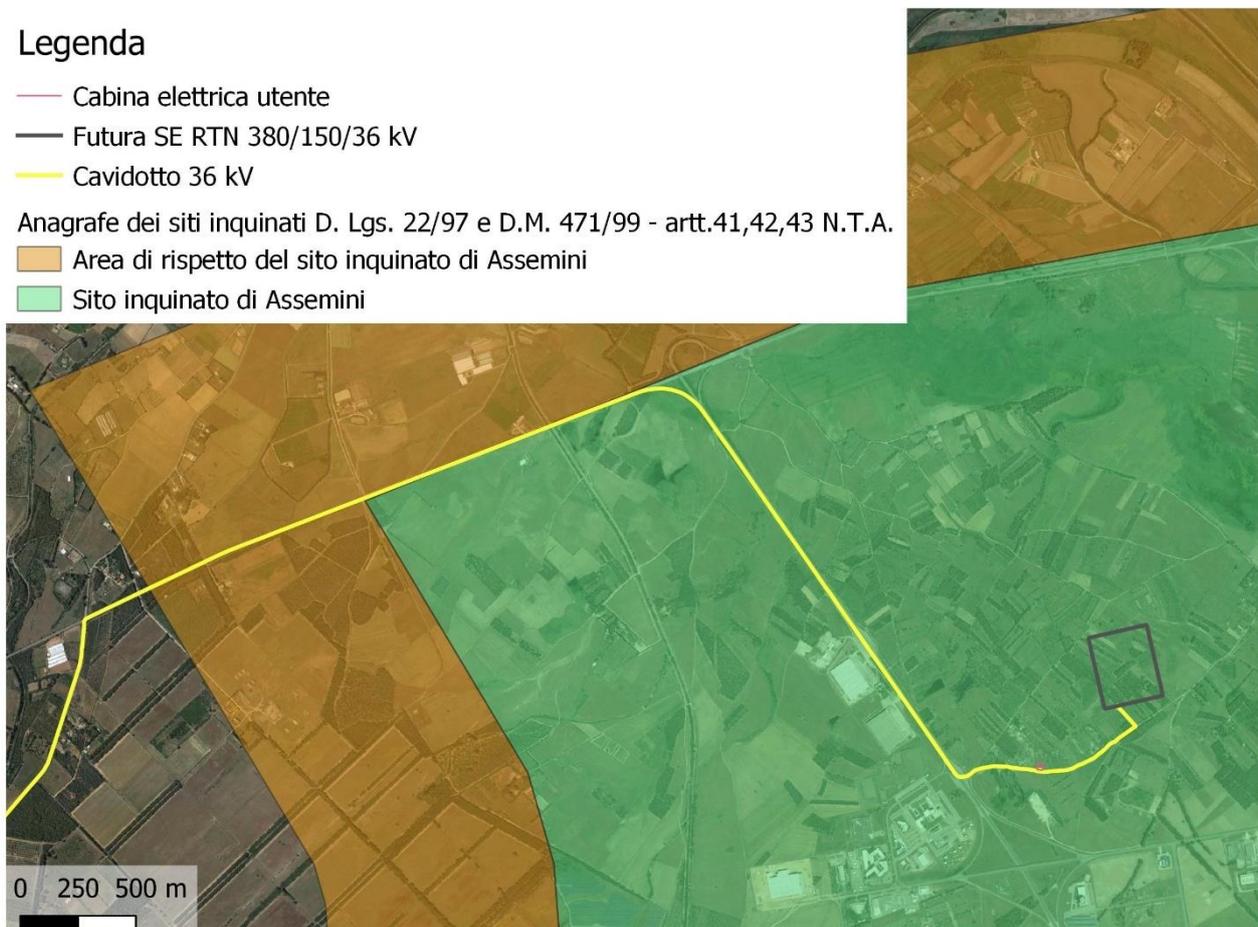
Parte del cavidotto a 36 kV interrato e ivi impostato su viabilità esistente e la cabina elettrica utente ricadono all'interno del Sito di Bonifica di Interesse Nazionale (S.I.N.) – Sulcis-Iglesiente-Guspinese, in riferimento all'interessamento dell'Agglomerato Industriale di Macchiateddu .

## Legenda

-  Cabina elettrica utente
-  Futura SE RTN 380/150/36 kV
-  Cavidotto 36 kV

Anagrafe dei siti inquinati D. Lgs. 22/97 e D.M. 471/99 - artt.41,42,43 N.T.A.

-  Area di rispetto del sito inquinato di Assemini
-  Sito inquinato di Assemini

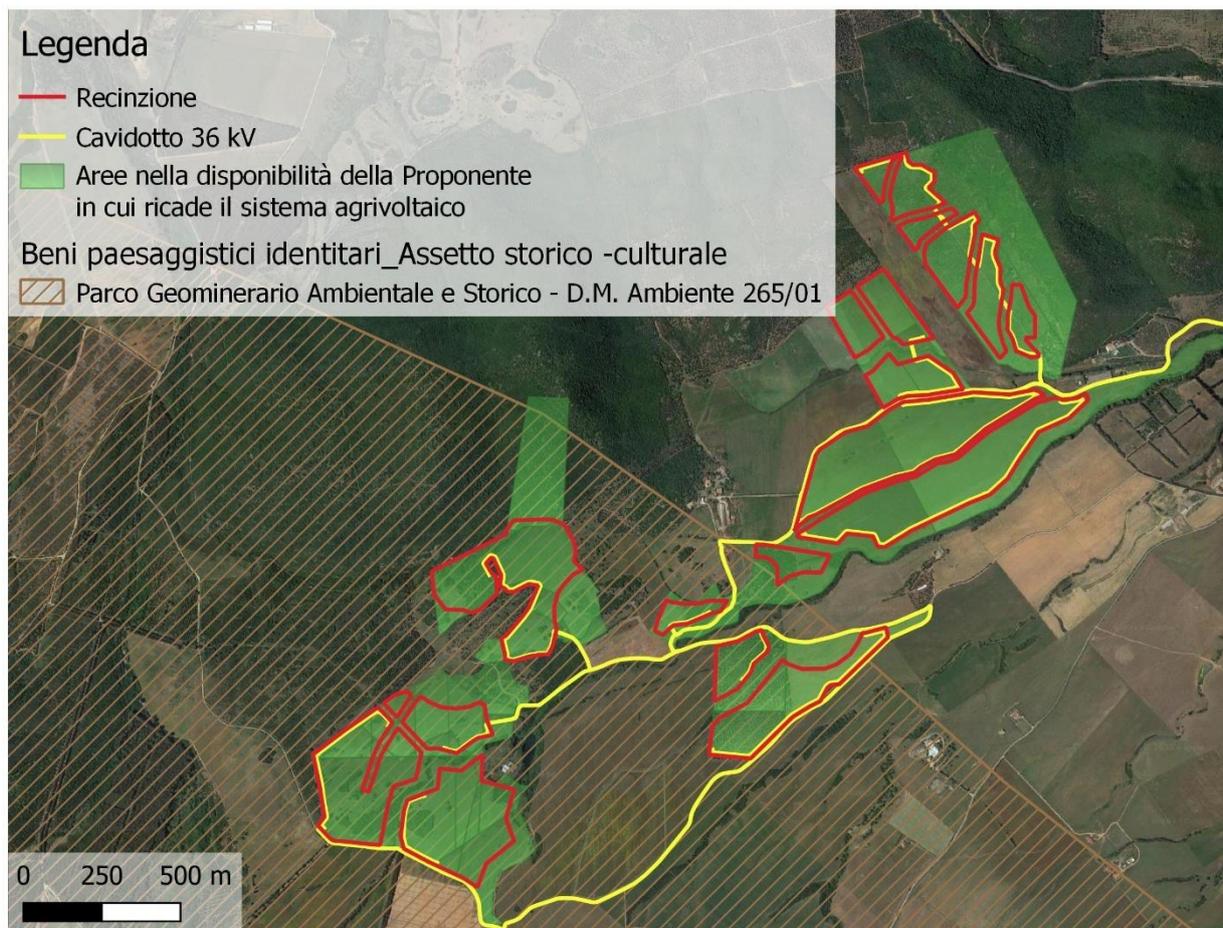


**Figura 6.8 – Sovrapposizione del cavidotto elettrico 36 kV e della cabina elettrica utente con il “sito inquinato di Assemini”, come indicato nella nomenclatura del P.P.R.**

- Relativamente all’Assetto Storico-Culturale, le opere proposte si collocano interamente all’esterno del buffer di salvaguardia di 100 metri da manufatti di valenza storico-culturale di cui all’art. 48 delle N.T.A. del PPR e siti archeologici per i quali sussista un vincolo di tutela ai sensi della L. 1089/39.

L’analisi del contesto (spoglio bibliografico) e le prospezioni di superficie condotte dal team di archeologi facente parte del gruppo di progettazione, hanno indicato la presenza di alcune evidenze archeologiche nell’area di indagine in riferimento al riconoscimento di un Bene denominato “Insedimento romano *Bega S’Isca de Pingiada*” (Vedasi elaborato REU-AVU-RP13).

Parte del sistema agrivoltaico ricade all’interno di aree di insediamento produttivo di interesse storico-culturale del P.P.R., nella fattispecie in aree dell’organizzazione mineraria “Sulcis-Iglesiente” sul Parco Geominerario Ambientale e Storico ex art. 57 delle N.T.A. del P.P.R. Peraltro, corre l’obbligo evidenziare come il sito di progetto del sistema agrivoltaico sia estraneo a luoghi caratterizzati da caratteri identitari della storia mineraria.



**Figura 6.9 – Sovrapposizione del sistema agrivoltaico con aree dell’organizzazione mineraria**

## 7 Analisi della coerenza dell'intervento rispetto agli obiettivi di tutela paesaggistica

Sulla base delle risultanze degli studi ambientali propedeutici alla progettazione, la coerenza delle opere in progetto rispetto agli obiettivi di conservazione e valorizzazione paesaggistica dell'ambito di riferimento può riconoscersi nei seguenti aspetti:

- il principale riguarda certamente la generale armonia del progetto rispetto alle indicazioni della politica di sviluppo delle fonti rinnovabili di carattere nazionale (D.Lgs. 387/2003 e D.M. 10/09/2010), nella misura in cui l'intervento:
  - o configura la possibilità di conseguire una piena integrazione con l'attuale assetto organizzativo e produttivo dei luoghi, contraddistinto dallo storico perpetuarsi delle pratiche agricole e zootecniche, in virtù della natura dell'agrivoltaico stesso il quale ha, come obiettivo principale, oltre alla produzione energetica, il miglioramento complessivo nella gestione delle superfici agricole attuali ottenuta mediante la razionalizzazione delle coltivazioni in una visione unitaria e sinergica del sistema;
  - o si fonda su una auspicata condivisione e partecipazione del progetto con gli operatori agricoli locali, nella prospettiva di conseguire un pieno coinvolgimento del territorio in esame ai benefici economico-sociali sottesi dall'iniziativa;
- sebbene si rilevino localmente alcune interferenze delle opere con aree tutelate paesaggisticamente, riferibili in particolare alle fasce di 150 metri da corsi d'acqua (cfr. par. 6.1 e par. 6.2), la progettazione del sistema agrivoltaico ha tenuto in debita considerazione la lettura del paesaggio circostante e delle stesse aree di intervento; queste presentano una forte vocazionalità per i sistemi agricoli e colturali prospettati dall'iniziativa (integrazione di oliveti in forma intensiva e aree destinate al pascolamento di ovini in linea con i criteri dell'agricoltura biologica), che risultano essere già presenti e bene integrati in un territorio con alta valenza naturalistica quale è quella in esame.

In questa logica, inoltre, il riassetto territoriale previsto attraverso il progetto del verde - incentrato sulla rinaturalizzazione e ricostruzione di habitat e ambienti umidi eliminati nel tempo dall'azione antropica - nonché il prospettato piano di sviluppo agronomico, possano produrre effetti positivi, alla scala di paesaggio, sulle relazioni tra gli elementi dell'ecosistema. Il fine di ogni intervento di inserimento ambientale previsto dal progetto è espressamente quello di conseguire un incremento della complessità, della connettività nonché della biodiversità e dei servizi ecosistemici, come mostrato nell'Elaborato REU-AVU-TP21 e descritto nell'Elaborato REU-AVU-RA9.

Questi vanno considerati unitariamente il sistema complesso dell'insieme delle scelte operate per il sistema agrivoltaico (produzione agricola, protezione dall'erosione, *restoration ecology*, stoccaggio carbonio, produzione di beni primari, supporto alle attività umane, ecc.).

Ad esempio, la realizzazione dell'impianto arboreo ad ulivo e delle colture officinali permettono di mitigare gli effetti dovuti alla parziale sottrazione di uso del suolo nel medio e lungo periodo e possono creare un modello produttivo sinergico;

- la fase di progettazione ha inoltre previsto un pieno coinvolgimento degli operatori agricoli che attualmente esercitano l'attività agricola/zootecnica sui fondi interessati dall'iniziativa; questi, nel condividere le scelte strategiche, hanno mostrato interesse a proseguire le proprie attività in sinergia con l'operatore elettrico ed è quindi intenzione del medesimo di affidare lo svolgimento delle attività agricole/zootecniche a tali aziende;
- il riconoscimento normativo rispetto alle condizioni di fattibilità del progetto può individuarsi all'art. 11 comma 1-bis del Decreto-Legge 1° marzo 2022, n. 17, dove si esplicita, seppur previa definizione delle aree idonee di cui all'art. 20 c. 1 del D.Lgs. 199/2021 e *"nei limiti consentiti dalle eventuali prescrizioni ove posti in aree soggette a vincoli paesaggistici diretti o indiretti"*, che gli impianti fotovoltaici ubicati in aree agricole, se posti al di fuori di aree protette o appartenenti a Rete Natura 2000 e ove garantiscano una effettiva integrazione con le attività agricole alle condizioni a) e b) indicate nello stesso art. 11 c. 1-bis (come nel caso in esame), *sono considerati manufatti strumentali all'attività agricola e sono liberamente installabili*. Tale disposizione normativa, quantunque di portata applicativa limitata all'effettiva sussistenza delle circostanze sopra evidenziate, delinea una chiara volontà del Legislatore di favorire la diffusione degli impianti fotovoltaici nelle aree agricole, anche in contesti tutelati paesaggisticamente.

## 8 Descrizione dei caratteri paesaggistici di area vasta e degli ambiti di intervento

### 8.1 Premessa

Al concetto di Paesaggio si è attribuita, negli ultimi anni, un'accezione ampia e innovativa, che ha trovato espressione e codifica nella Convenzione Europea del Paesaggio del Consiglio d'Europa (Firenze 2000), ratificata dall'Italia nel maggio del 2006, nel Codice dei beni culturali e del paesaggio (D.Lgs. 42/2004 e successive modifiche), nelle iniziative per la qualità dell'architettura (Direttive Architettura della Comunità Europea, leggi e attività in singoli Paesi, fra cui l'Italia), in regolamentazioni di Regioni e Enti locali (si pensi al Piano Paesaggistico Regionale della Regione Sardegna), in azioni di partecipazione delle popolazioni alle scelte sui processi di trasformazione territoriale.

*"Paesaggio designa una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni"* (art.1, Convenzione Europea per il Paesaggio).

Tale rilettura del concetto di "tutela del paesaggio" estende il significato da attribuirsi al concetto di "sviluppo sostenibile", che deve dunque intendersi non solo come capace di assicurare la salute e la

sopravvivenza fisica degli uomini e della natura, ma diviene affermazione del diritto delle popolazioni alla qualità di tutti i luoghi di vita, sia straordinari sia ordinari, attraverso la tutela/costruzione della loro identità storica e culturale.

La moderna attribuzione di valori al "paesaggio" esprime in definitiva la percezione sociale dei significati dei luoghi, sedimentatisi storicamente e/o attribuiti di recente, per opera delle popolazioni, locali e sovralocali. Non più, dunque, semplice percezione visiva e riconoscimento tecnico, misurabile, di qualità e carenze dei luoghi nella loro fisicità.

Infatti, i paesaggi antropizzati, come la quasi totalità dei paesaggi italiani, sono il frutto di sovrapposizioni che aiutano a dare una lettura compiuta di ciò che è accaduto nelle epoche precedenti: osservando i segni impressi dalle attività antropiche sul territorio è possibile comprendere molti aspetti inerenti al carattere dei suoi abitanti, le loro abitudini, il loro modo di intendere l'organizzazione degli spazi e della vita stessa.

In coerenza con gli orientamenti Comunitari, auspicanti una maggiore partecipazione del pubblico nei processi di trasformazione e sviluppo territoriale, tale significato racchiude anche il coinvolgimento sociale nella definizione degli obiettivi di qualità paesaggistica e nell'attuazione delle scelte operative.

Altro aspetto innovativo è il concetto di "unicità" del paesaggio, che merita attenzione sia quando è carico di storia e ampiamente celebrato e noto, sia quando è caratterizzato dalla "quotidianità" ma ugualmente significativo per i suoi abitanti e conoscitori/fruitori, sia quando è abbandonato e degradato, ha perduto ruoli e significati, è caricato di valenze negative (art. 2 Convenzione Europea del Paesaggio).

In virtù di quanto più sopra espresso, la ricostruzione dell'esistente quadro paesaggistico, sviluppata con riferimento generale alle indicazioni contenute nel D.P.C.M. 12/12/05, ha preso in esame sia i caratteri fisici attuali dei luoghi, sia quelli della loro formazione storica, nonché i significati, storici e recenti, che su di essi sono stati caricati.

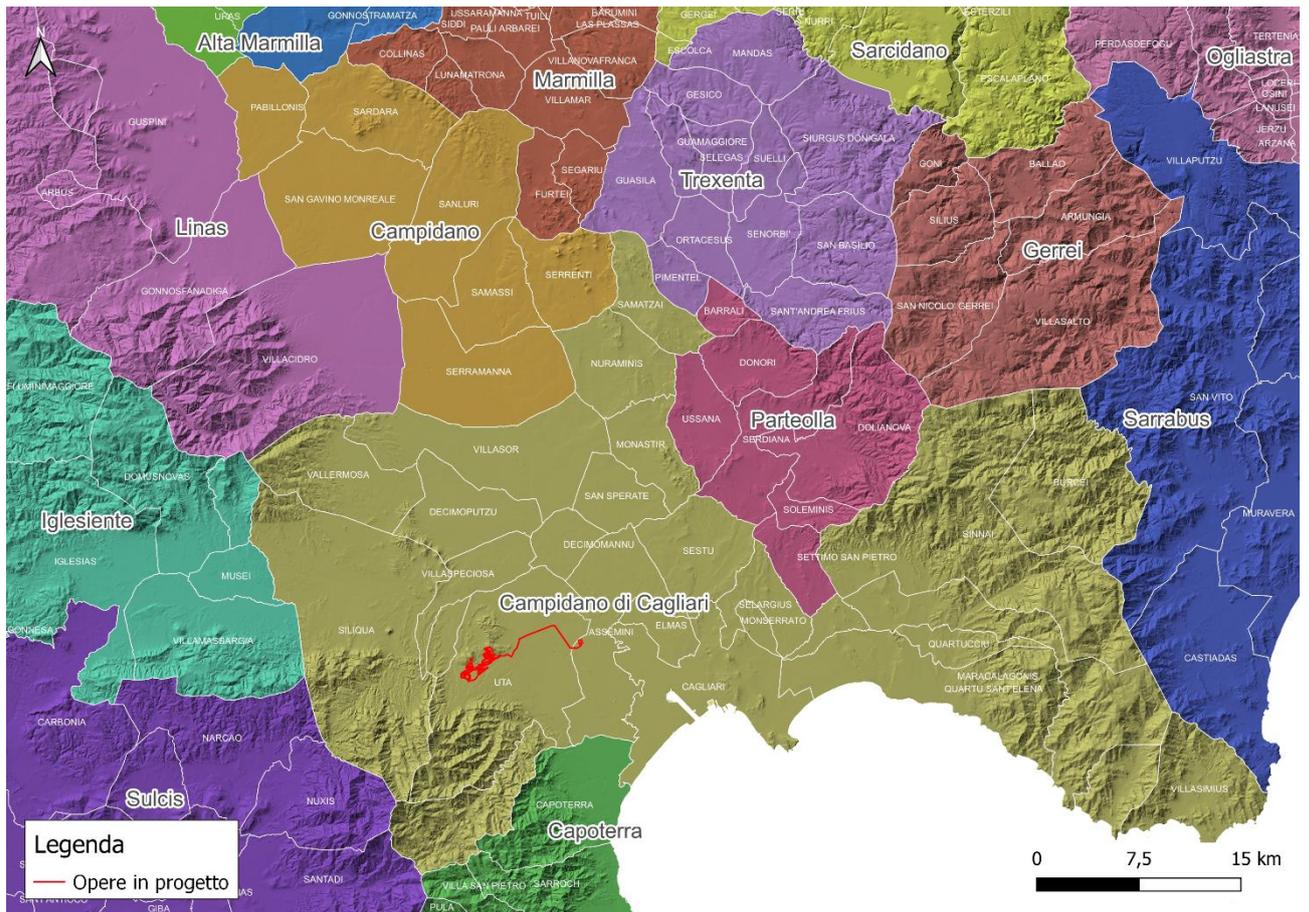
L'analisi degli effetti del progetto in esame sulla qualità del paesaggio ha considerato come prevalente, peraltro, la dimensione legata agli aspetti percettivi in quanto significativa ed esemplificativa delle modificazioni paesaggistiche introdotte dal proposto impianto agrivoltaico "Madagoccu" (Comune di Uta - Città Metropolitana di Cagliari).

## 8.2 Caratteri generali del contesto paesaggistico

### 8.2.1 L'area vasta

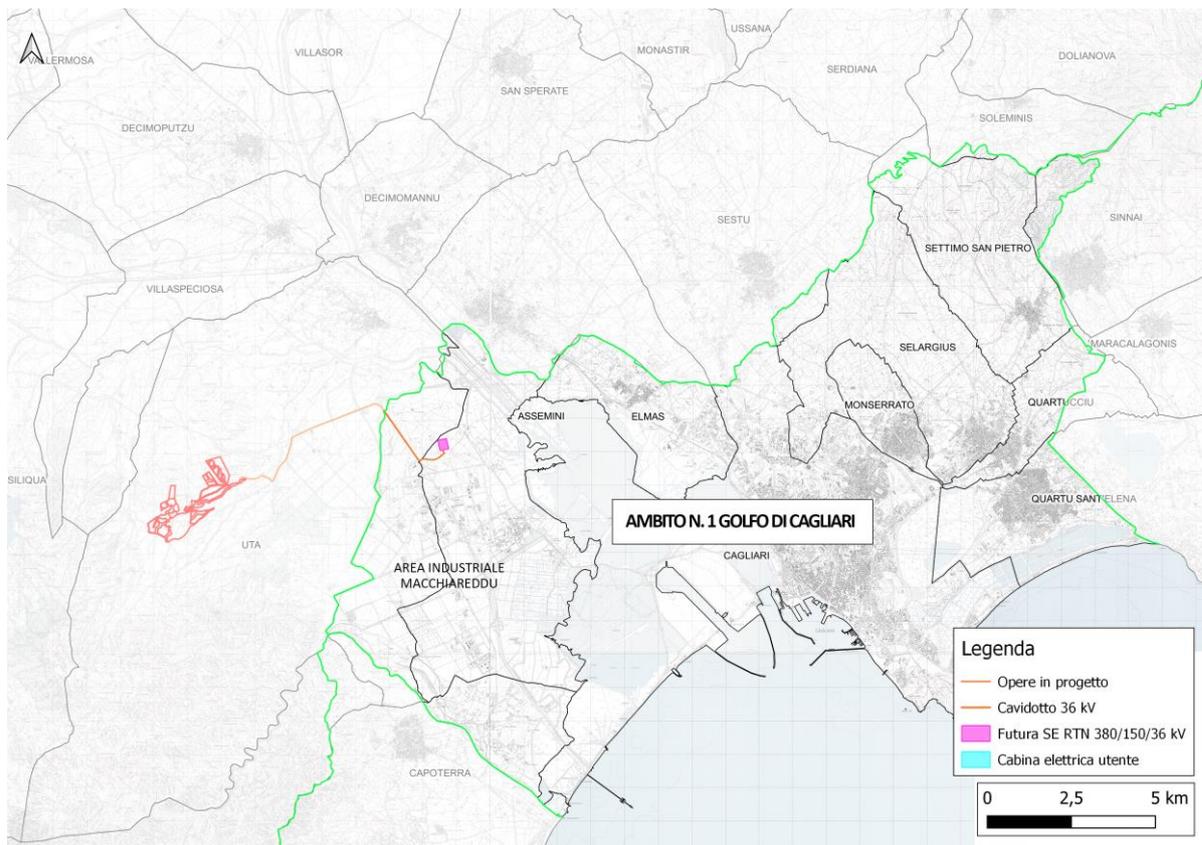
L'aspetto geografico caratterizzante l'area vasta del sito di progetto è la posizione nei territori di transizione tra il *Campidano di Cagliari* e il complesso montuoso del *Sulcis* con il quale instaura relazioni percettive in virtù del particolare assetto morfologico e orografico.

La regione storica del *Campidano di Cagliari* si sviluppa in direzione st-ovest nella Sardegna meridionale e confina con le seguenti regioni storiche: a nord con il *Linas*, il *Campidano*, la *Trexenta*, il *Parteolla* e il *Gerrei*; ad ovest con l'*Iglesiente* e il *Sulcis*; a sud con *Capoterra* e ad est con il *Sarrabus*.



**Figura 8.1 – Opere in progetto e regioni storiche della Sardegna**

L’area occupata dal sistema agrivoltaico risulta esterna rispetto agli Ambiti di Paesaggio costieri definiti dal Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna; un breve tratto del cavidotto a 36 kV, della cabina elettrica utente e della futura SE RTN 380/150/360 kV, situati a nord dell’area industriale di Macchiareddu localizzata tra i territori comunali di Uta e Assemini, risultano all’interno dell’Ambito di Paesaggio n. 1 - Golfo di Cagliari”.



**Figura 8.2 – Opere in progetto e Ambiti di Paesaggio costieri definiti dal P.P.R.**

All'interno della regione storica del *Campidano di Cagliari* sono compresi, oltre ad Uta, i seguenti centri urbani: Samatzai, Nuraminis, Vallermosa, Villasor, Monastir, Decimoputzu, San Sperate, Siliqua, Villaspeciosa, Decimomannu, Assemini, Sestu, Elmas, Selargius, Monserrato, Cagliari, Quartucciu, Quartu S. Elena, Sinnai, Burcei, Maracalagonis, Sinnai e Villasimius.

L'area in esame si colloca in un territorio definito nei connotati paesaggistici e sociali da un'economia storicamente legata all'agricoltura.

La struttura del paesaggio, letta secondo il paradigma geddesiano dell'inscindibile terna "popolazione-attività-luoghi", può essere descritta a partire dalla componente idrologica e morfologica che determinano la natura dei luoghi e impongono gli usi storicamente consolidati che modellano l'ossatura portante della struttura paesaggistica dell'area in esame.

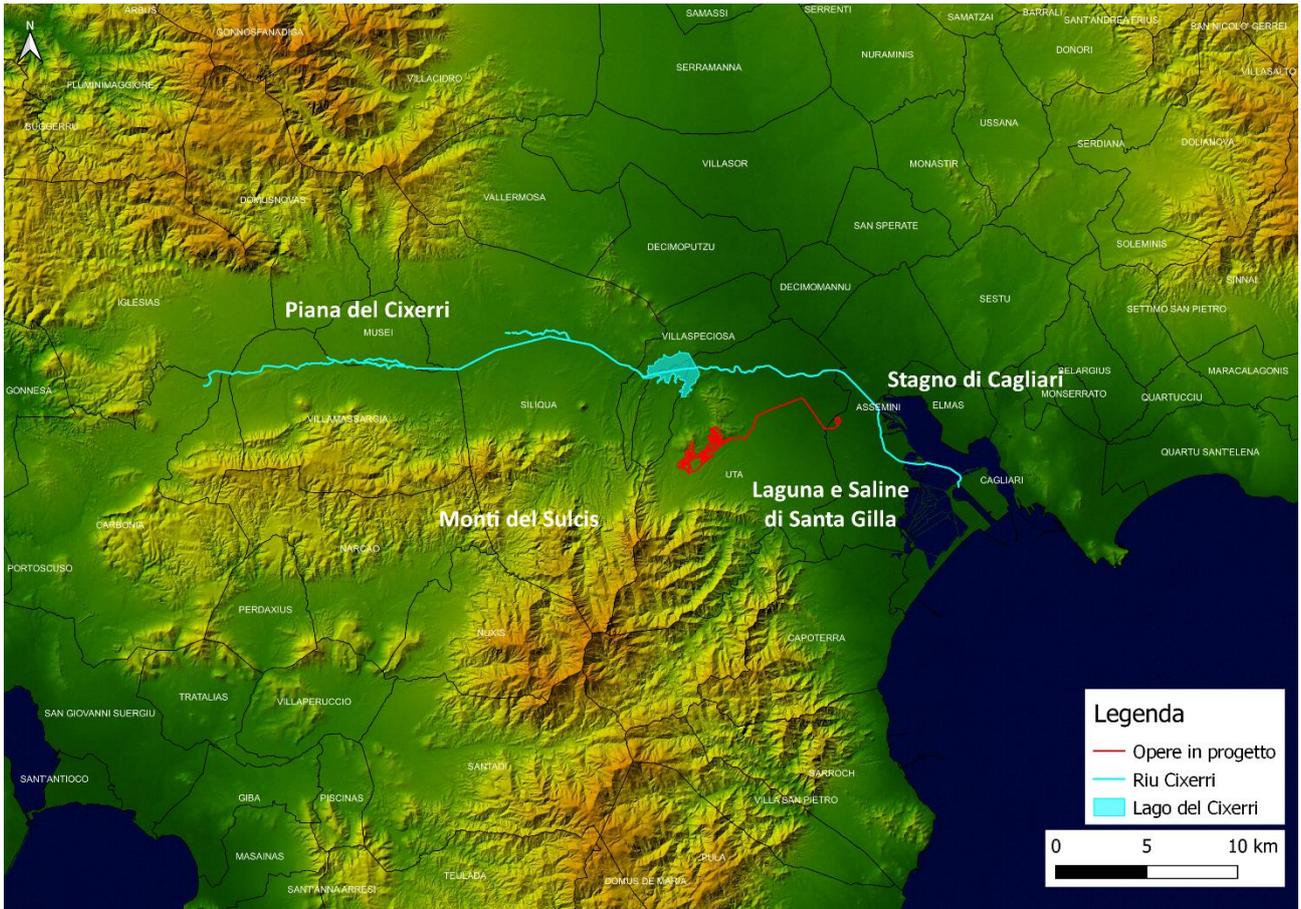
Morfologicamente la *Piana del Campidano* rappresenta un basso morfologico che si estende per circa 100 km con direzione NO-SE dal *Golfo di Oristano* al *Golfo di Cagliari*. Nella sua parte meridionale tale piana, di origine tettonica, si sovrappone alla più vasta fossa di età oligo-miocenica, il *Rift Sardo* (Cherchi & Montedart, 1982) che attraversa la Sardegna in senso meridiano unendo il *Golfo dell'Asinara* con quello di *Cagliari*. La formazione del suddetto "rift" si deve ad un'intensa tettonica transtensiva sviluppatasi durante il Terziario che ne ha provocato lo sprofondamento mediante un complesso sistema di faglie dirette e trascorrenti impostate probabilmente su linee di debolezza erciniche, che localmente ha dato origine a rigetti dell'ordine anche dei 2.000 m. Allo stato attuale delle conoscenze la strutturazione di questa fascia è in realtà

il risultato di tre fasi deformative distinte che si esplicano in tre cicli sedimentari separati da discordanze stratigrafiche.

Le faglie più importanti, per continuità e per l'entità del movimento crostale verticale, sono quelle che delimitano ad est e ad ovest, i bordi dell'attuale piana campidanese, sono orientate prevalentemente in direzione N-S e NNO-SSE e talora sono dislocate da lineazioni NE-SO. A tale attività tettonica ha conseguito un intenso vulcanismo, sia effusivo che esplosivo, a prevalente affinità calcalina (e localmente peralcalina nelle fasi finali) che ha interessato tutta la Sardegna centro-occidentale.

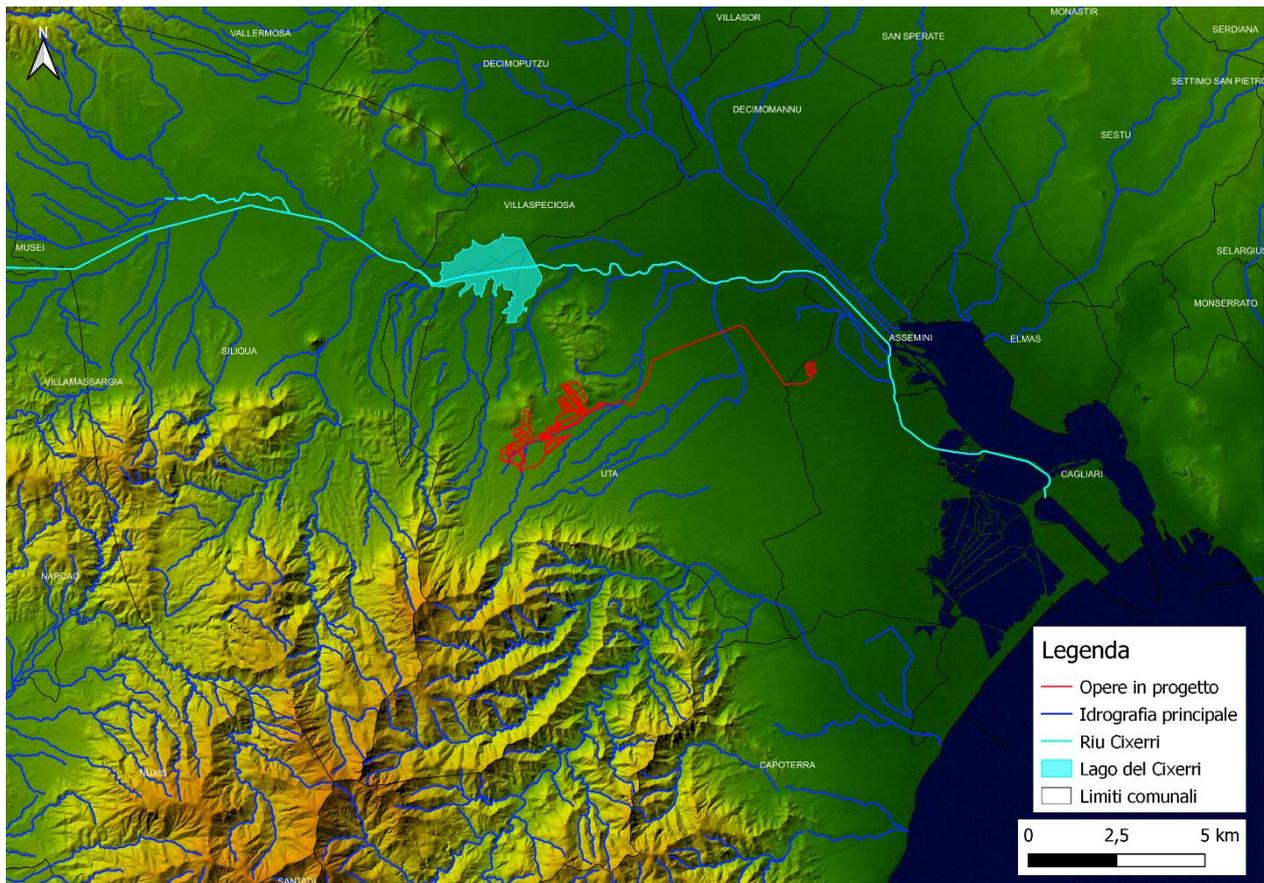
A partire dal Pliocene (5,2÷1,8 m.a.), infatti, e sino al Quaternario antico (Pleistocene inferiore, 1,8÷0,7 milioni anni) alla struttura oligo-miocenica del *Rift Sardo*, si sovrappongono gli effetti di una tettonica distensiva connessa con la formazione del bacino marino Tirrenico, responsabile della formazione della *Fossa Campidanese* compresa tra il *Golfo di Cagliari* e quello di Oristano. È al termine di questo evento geodinamico, dopo un'intensa fase erosiva che ha smantellato o modellato i sedimenti marnoso-arenacei miocenici, che il paesaggio assume una conformazione molto simile all'attuale.

Ulteriori elementi che caratterizzano il paesaggio di area vasta, oltre al complesso montuoso del *Sulcis* – posto a sud/sud-ovest dell'area di impianto – sono: la *Piana del Cixerri* dove scorre il rio omonimo, sviluppata in direzione est-ovest a nord-ovest dell'area di impianto e racchiusa tra i rilievi del *Monte Linas* – a nord – e dei *Monti del Sulcis* a sud; il *Lago del Cixerri*, posto a nord-ovest dell'area di impianto tra i territori di Uta, Decimomannu e Villaspeciosa; il sistema costiero dello *Stagno di Cagliari* e *Laguna di Santa Gilla* e le saline, posti a sud-est dell'area di impianto.



**Figura 8.3 - Morfologia dell'area vasta**

Con riferimento ai caratteri idrografici, l’area è collocata nella porzione sud-orientale del bacino idrografico del *Cixerri*. Il Rio omonimo si snoda in direzione est-ovest a nord dell’area di impianto per poi virare verso sud-est al confine orientale del territorio comunale di Uta e sfocia, infine, nel *Golfo di Cagliari*. I suoi affluenti in riva destra incidono i versanti settentrionali del complesso dei *Monti del Sulcis* e attraversano la porzione della *Piana del Campidano di Cagliari* nei pressi dell’area di progetto.



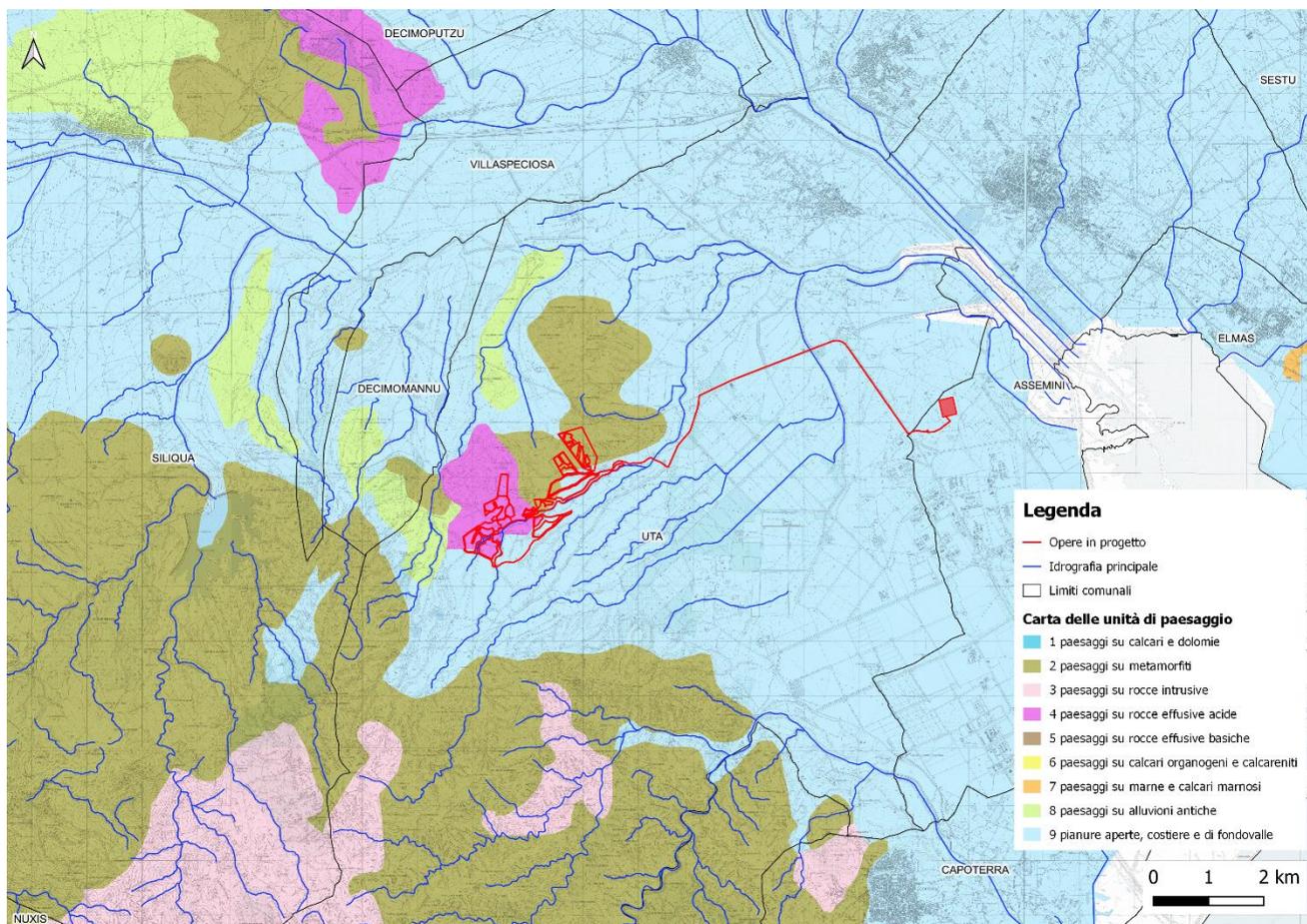
**Figura 8.4 - Morfologia del sito di progetto**

Le caratteristiche pedologiche sono strettamente legate alla natura della roccia madre, ai parametri climatici e alla vegetazione, sinergicamente interagenti. Mentre la natura geologica e i valori climatici rimangono relativamente invariabili, la vegetazione esistente ha di continuo subito l'azione antropica in relazione alle esigenze dell'attività economica.

Secondo il Piano Forestale Regionale del Distretto n. 25 “Monti del Sulcis” (BACCHETTA et al., 2007), il sito in esame risulta interessato dalla Serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio scabri-Quercetum suberis*). Lo stadio maturo è rappresentato da mesoboschi a *Quercus suber* con *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*. Lo strato erbaceo è caratterizzato da *Galium scabrum*, *Cyclamen repandum* e *Ruscus aculeatus*. Comprende la subass. tipica *quercetosum suberis* e la subass. *ramnetosum alaterni*. La vegetazione forestale è sostituita da formazioni arbustive riferibili all'associazione *Erica arborea-Arbutetum unedonis* e da garighe a *Cistus monspeliensis* e *C. salviifolius*; seguono prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e pratelli terofitici riferibili alla classe *Tuberarietea guttatae*.

L'area dove è prevista l'ubicazione del sistema agrivoltaico è definita da tre unità di paesaggio differenti: la porzione a nord-est si sviluppa in corrispondenza di paesaggi su metamorfite del Paleozoico e relativi depositi di versante; la porzione sud-occidentale in corrispondenza di paesaggi su rocce effusive acide e intermedie del

Cenozoico e, infine la porzione a sud-est in paesaggi su alluvioni e su arenarie eoliche cementate del Pleistocene.



**Figura 8.5 – Unità di paesaggio (Fonte PFAR, 2007)**

La forte tradizione agricola che contraddistingue il territorio risulta evidente dalla presenza di ampie aree prive di copertura arbustiva o arborea e dalla trama dei terreni che definiscono il paesaggio agrario ad est dell'area di impianto. Sono presenti, inoltre, lembi residuali di macchia alta e boscaglia termofila. Nella porzione a sud, in corrispondenza dei monti del Sulcis il paesaggio è caratterizzato da lecci e sughere.

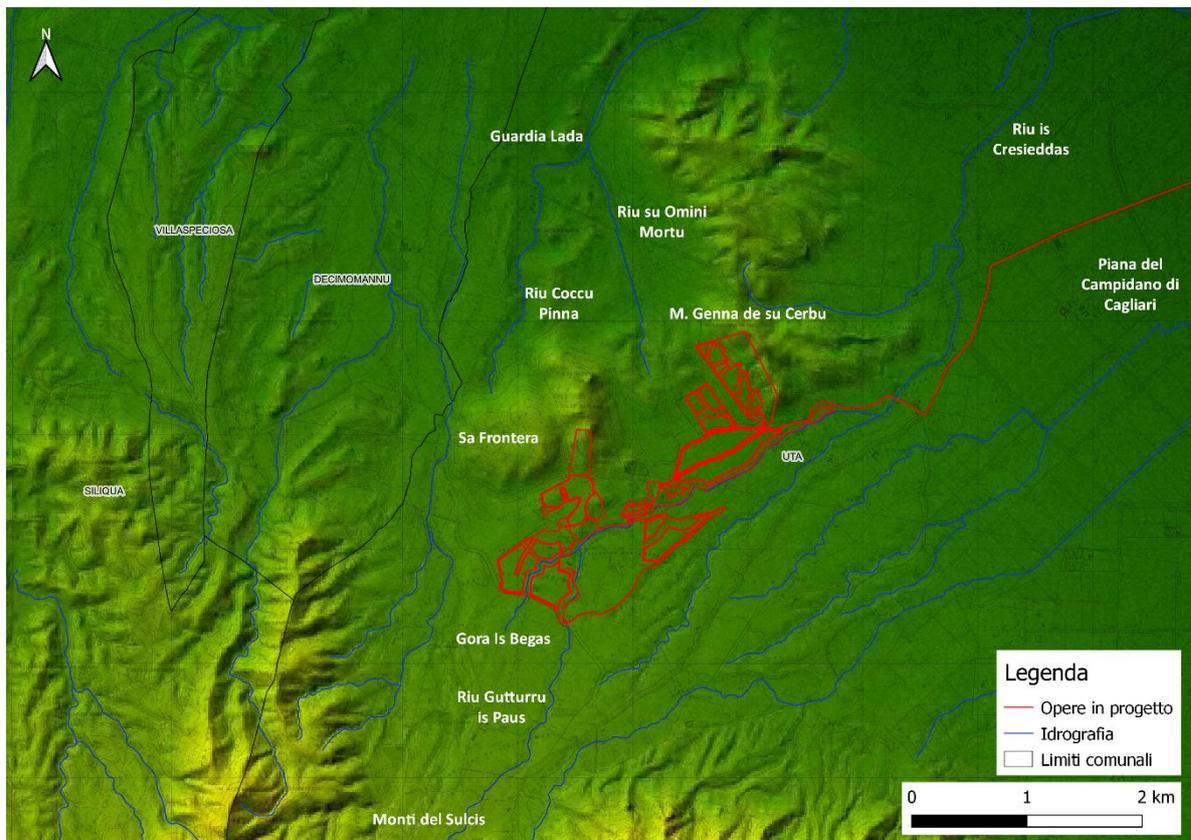
### 8.2.2 L'ambito ristretto di relazione del sito di progetto

Gli interventi in progetto sono situati tra la *Piana del Campidano di Cagliari*, a nord-est, e i rilievi del *Sulcis* a sud-ovest. L'area di impianto è collocata a sud-est di un complesso collinare caratterizzato da litologie metamorfiche e vulcaniche.

In particolare, l'area dell'impianto agrivoltaico è localizzata tra i rilievi collinari di *M. Sa Genna de su Cerbu* (192 m) a nord-est, *P.ta de Cristina* (148 m) e *P.ta de Parruccu* (140 m) a sud-est, e quelli di *P.ta de su Ferru* (222 m), *Brunco Perdosu* (122 m) e *Sa Frontera* (186 m) a nord-ovest.

Sotto il profilo idrografico, entro il contesto più direttamente interessato dagli interventi, si segnala la presenza di alcuni corsi d'acqua – affluenti in ripa destra del *Riu Cixerri*, principale fiume del territorio in esame

– quali: il *Rio Coccu Pinna*, il *Riu su Omini Mortu*, il *Riu is Cresiedas*, *Gora de sa Genna de su Cerbu*, *Gora is Begas*, *Riu Gutturru is Paus*.



**Figura 8.6 – Assetto morfologico del sito di progetto**

Sotto il profilo ecosistemico ai margini sud-occidentali dell’area del sistema agrivoltaico è presente l’area ZSC denominata “Foresta di Monte Arcosu”, e ad est/sud-est è presente, ad una distanza di 6,6 km, l’area ZSC denominata “Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla”. Per quanto riguarda le aree ZPS si segnalano a 3,7 km a sud-ovest l’area denominata “Foresta di Monte Arcosu” e 8 km a sud-est l’area “Stagno di Cagliari”.

Il sito di progetto è raggiungibile da nord-est attraverso la SP 2 “Pedomontana” e attraverso una rete di viabilità secondaria esistente che si innesta sull’asse sopra citato.



**Figura 8.7 – Vista sull’area dell’impianto agrivoltaico da sud-est verso nord-ovest, Sullo sfondo la Piana del Cixerri a destra e i monti del Sulcis a sinistra**



**Figura 8.8 – Vista sull’area dell’impianto agrivoltaico da ovest verso est. Sullo sfondo la Piana del Campidano di Cagliari e sulla destra i rilievi collinari di Sa Frontera**



**Figura 8.9 – Punto di innesto tra la SP 2 e la viabilità secondaria di accesso all’area di impianto (fonte: Google Earth)**

### 8.3 Caratteri geomorfologici e geologici generali dell’area di intervento

L’area in studio ricade nella Sardegna meridionale e precisamente nel settore occidentale del *Campidano di Cagliari*, tra la zona assiale del *Campidano* ad est, i rilievi montuosi paleozoici di *Gutturu Mannu/Monte Arcosu* a sud e le colline di *Sa Frontera/Monte sa Genna de su Cerbu* a nord. La piana del *Campidano* rappresenta un basso morfologico che si estende per circa 100 km con direzione NO-SE *dal Golfo di Oristano* al *Golfo di Cagliari*. Nella sua parte meridionale tale piana, di origine tettonica, si sovrappone alla più vasta fossa di età oligo-miocenica, il *Rift Sardo* (Cherchi & Montedart, 1982) che attraversa la Sardegna in senso meridiano unendo il Golfo dell’Asinara con quello di Cagliari. La formazione del suddetto “*rift*” si deve ad un’intensa tettonica transtensiva sviluppatasi durante il Terziario che ne ha provocato lo sprofondamento mediante un complesso sistema di faglie dirette e trascorrenti impostate probabilmente su linee di debolezza erciniche, che localmente ha dato origine a rigetti dell’ordine anche dei 2.000 m. Allo stato attuale delle conoscenze la strutturazione di questa fascia è in realtà il risultato di tre fasi deformative distinte che si esplicano in tre cicli sedimentari separati da discordanze stratigrafiche.

Le faglie più importanti, per continuità e per l’entità del movimento crostale verticale, sono quelle che delimitano ad est e ad ovest, i bordi dell’attuale piana campidanese, sono orientate prevalentemente in direzione N-S e NNO-SSE e talora sono dislocate da lineazioni NE-SO. A tale attività tettonica ha conseguito un intenso vulcanismo, sia effusivo che esplosivo, a prevalente affinità calcocalina (e localmente peralcalina nelle fasi finali) che ha interessato tutta la Sardegna centro-occidentale.

La colmata della depressione oligo-miocenica si esplica con la messa in posto di un insieme eterogeneo di rocce sedimentarie (continentali e marine) e vulcaniche di età miocenica e sedimentarie continentali di età plio-quadernaria che, in corrispondenza del *Campidano* (dove i movimenti tettonici sono proseguiti nel Plio Quaternario), raggiunge lo spessore di qualche migliaio di metri. A partire dal Pliocene (5,2÷1,8 m.a.), infatti, e sino al Quaternario antico (Pleistocene inferiore, 1,8÷0,7 milioni anni) alla struttura oligo-miocenica del Rift Sardo, si sovrappongono gli effetti di una tettonica distensiva connessa con la formazione del bacino marino Tirrenico, responsabile della formazione della Fossa Campidanese compresa tra il Golfo di Cagliari e quello di Oristano. È al termine di questo evento geodinamico, dopo un'intensa fase erosiva che ha smantellato o modellato i sedimenti marnoso-arenacei miocenici, che il paesaggio assume una conformazione molto simile all'attuale. In discordanza sui termini cenozoici poggiano le coltri detritico-alluvionali quaternarie costituite sia da alluvioni continentali antiche e recenti che da detriti di versante e colluvi, ascrivibili sostanzialmente ad un intervallo compreso tra il Pleistocene e l'Olocene.

Coerentemente con questo contesto tettonico-strutturale, l'areale designato per ospitare l'impianto agrivoltaico in parola, ubicato lungo il margine sud-occidentale della piana del *Campidano*, dove i movimenti crostali verticali legati alla formazione del *graben* risultano modesti rispetto alla zona assiale della piana, mostra l'affioramento di litologie sedimentarie di ambiente continentale di età eocenica-oligocenica riferibili alla Formazione del Cixerri [CIX] e di lave e corpi subvulcanici oligocenici a composizione andesitica-dacitica afferenti all'Unità di Monte sa Pibionada [PBN].

Il basamento paleozoico su cui poggiano le litologie terziarie, affiorante a sud e ad ovest e nel settore nord-orientale del parco agrivoltaico in parola, è costituito da metapeliti e metarenarie cambro-ordoviciane della Formazione delle Arenarie di San Vito [SVI] a loro volta intruse localmente nel Carbonifero-Permiano da corpi granitoidi afferenti all'Unità di Villacidro [VLC]. È probabile che in corrispondenza dell'area interessata dalle opere in progetto tale basamento, ove non affiori direttamente, soggiaccia in modo discontinuo a profondità decametriche-ettometriche al di sotto dei corpi sedimentari e vulcanici cenozoici.

Il settore meridionale dell'area di interesse è caratterizzato dall'esteso affioramento di depositi di conoide alluvionale di età tardo pleistocenica di spessore decametrico costituiti in prevalenza da ghiaie grossolane riconducibili al Subsistema di Portoscuso [PVM2a]. Lungo le fasce fluviali sono poi presenti depositi alluvionali olocenici sia attuali [b] che terrazzati [bn].

In corrispondenza delle valli e dei rilievi collinari, sebbene non presenti nella cartografia geologica regionale a causa degli esigui spessori, si rinvengono sovente le coltri colluviali [b2] riferibili perlopiù all'Olocene. In corrispondenza delle maggiori depressioni, al di fuori dell'area di studio, affiorano depositi palustri e lacustri olocenici limo-argillosi [e5].

Chiudono la successione stratigrafica i depositi antropici [h1], rappresentati dai rilevati stradali, argini fluviali e discariche per inerti.

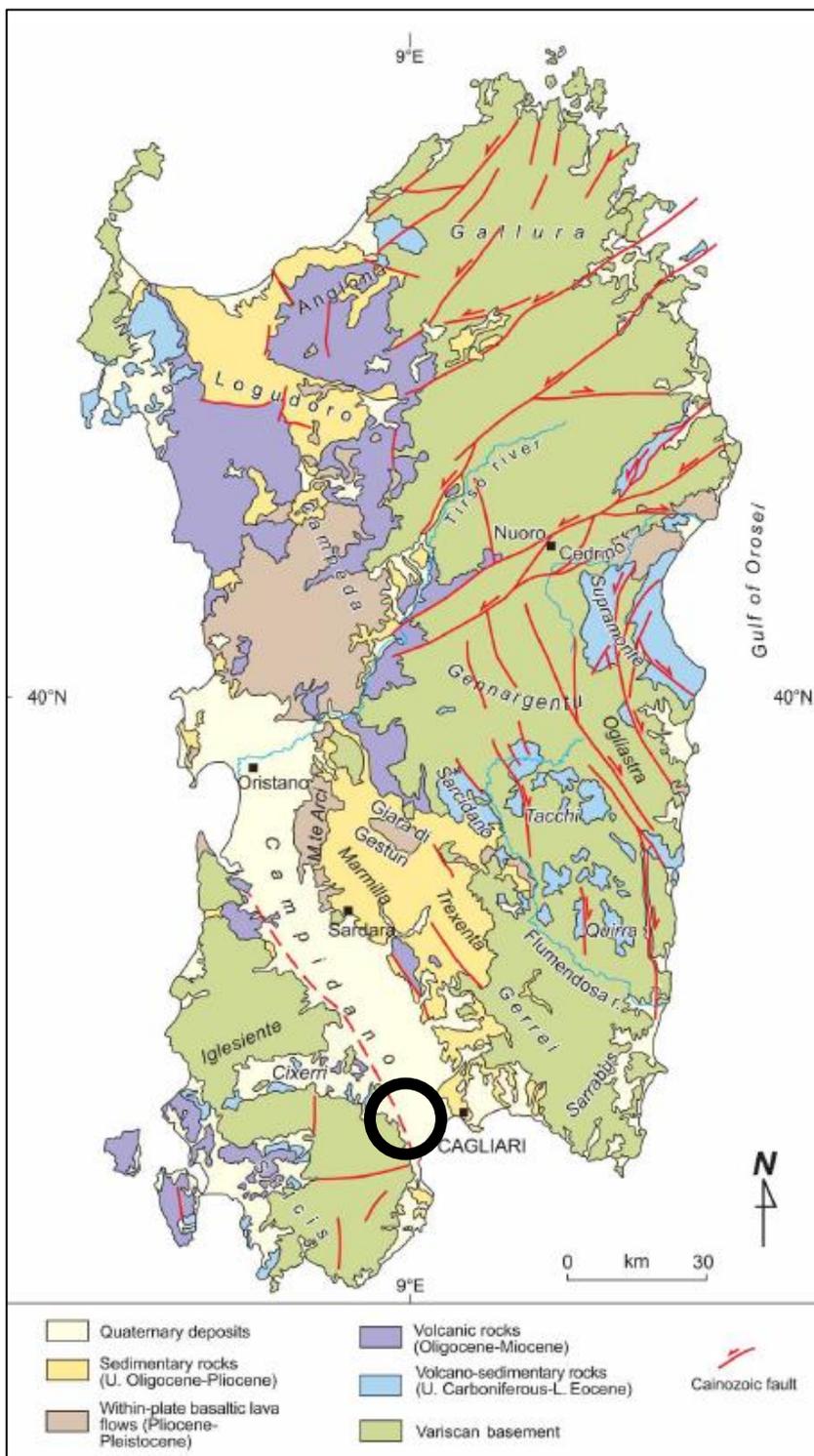
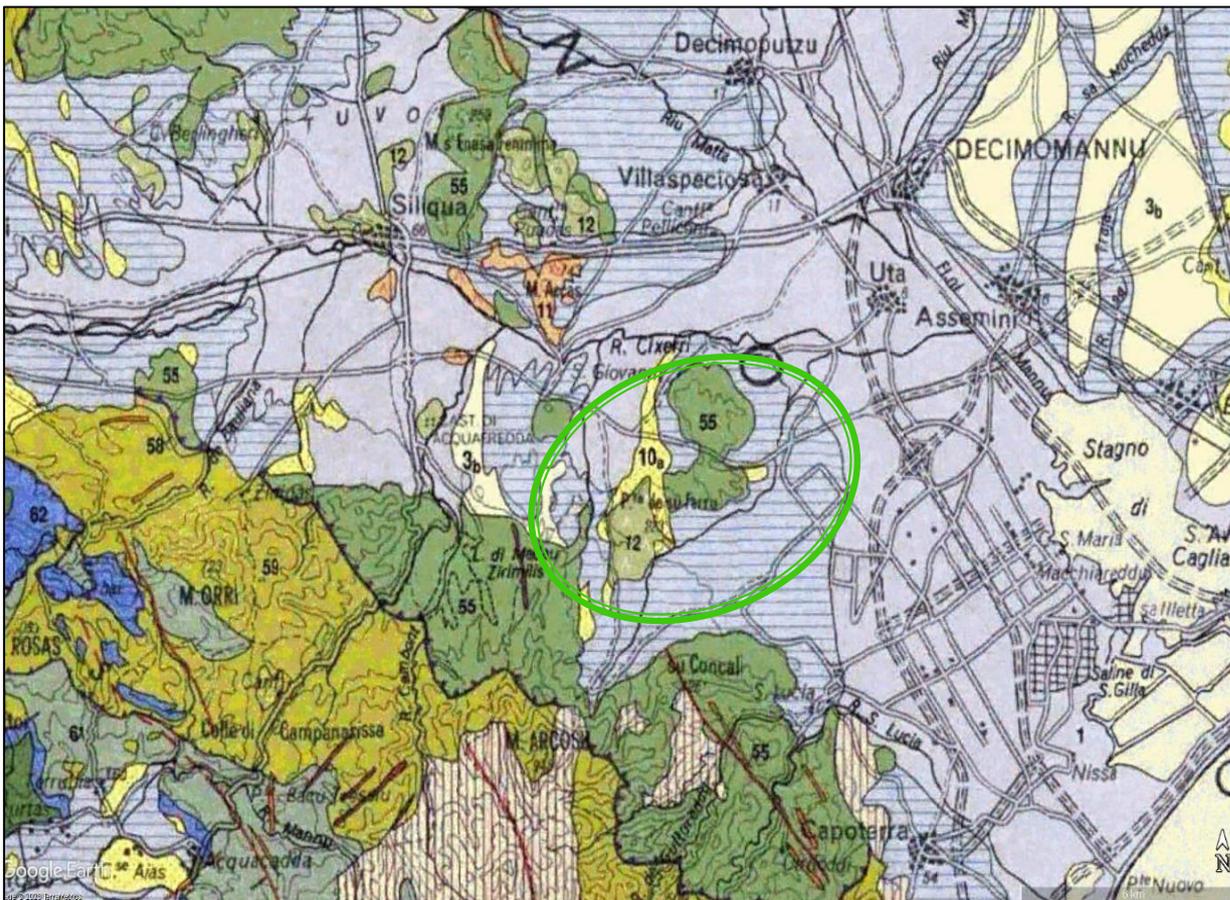
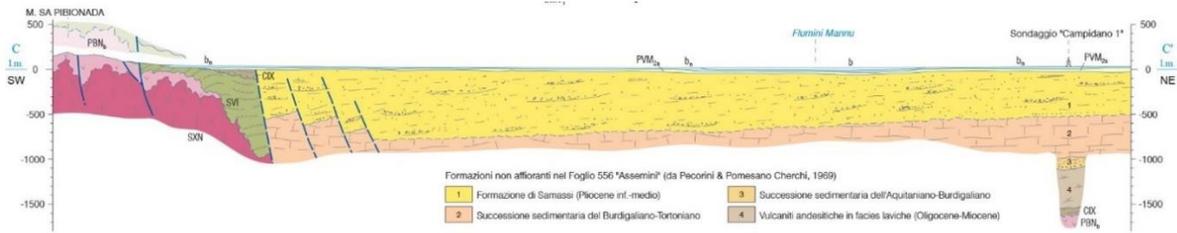


Figura 8.10 — Schema geologico con evidenza delle faglie di età cenozoica (Carmignani et al., 2016)



1	Ghiaie, sabbie, limi ed argille sabbiose dei depositi alluvionali, colluviali, eolici e litorali (Olocene).
2	Conglomerati, arenarie ed argille di sistema alluvionale e di spiaggia (Pleistocene).
3b	Conglomerati, arenarie ed argille di sistema alluvionale derivanti dal rimaneggiamento di litologie mioceniche (Pliocene).
10a	Formazione del Cixerri – Conglomeratipoligenici e arenarie continentali con matrice argillosa rossastra (Oligocene superiore - Aquitaniano).
11	Rioliti e daciti in espandimenti ignimbrici (Oligocene superiore – Miocene inferiore).
12	Andesiti basaltiche, andesiti e daciti in domi e colate laviche e corpi subvulcanici (Oligocene superiore – Miocene inferiore).
26	Leucograniti dell’Unità intrusiva di Villacidro (Carbonifero superiore-Permiano).
55, 58, 59, 61, 62	Basamento Paleozoico.

**Figura 8.11 – Ubicazione degli interventi rispetto alla geologia di contesto (stralcio della “Carta Geologica della Sardegna” in scala 1:200.000, curata da Coordinamento della Cartografia Geologica e Geotematica della Sardegna, modificata (fuori scala)**



**Figura 8.12 — Profilo geologico in direzione trasversale all’allungamento del Campidano, subito a nord di Decimoputzu (fonte: Carta Geologica D’Italia – Foglio 556 “Assemini”)**

La strutturazione dell’area è riconducibile alla tettonica cenozoica, sebbene parte delle strutture attive durante il Terziario rappresentino un’eredità della tettonica paleozoica, le cui litologie costituiscono il basamento su cui si impostano tutte le formazioni successive affioranti in Sardegna.

I lineamenti fisiografici dei rilievi paleozoici, facenti parte del sistema montuoso Monte Arcuentu-Gutturu Mannu sono il risultato degli eventi deformativi e magmatici legati all’Orogenesi ercinica. La complessa deformazione sia duttile che fragile subita dalla successione ordoviciano-devoniana durante la suddetta orogenesi, con formazione di strutture a piega prima con asse E-W ("Prima fase ercinica") poi N-S con una foliazione penetrativa di piano assiale molto inclinata ("Seconda fase ercinica") e successivamente con pieghe a direzioni variabili e deformazioni meno intense ("Terza fase ercinica"), hanno determinato, contestualmente, una complessa fratturazione capace di interessare tutto lo spessore del basamento.

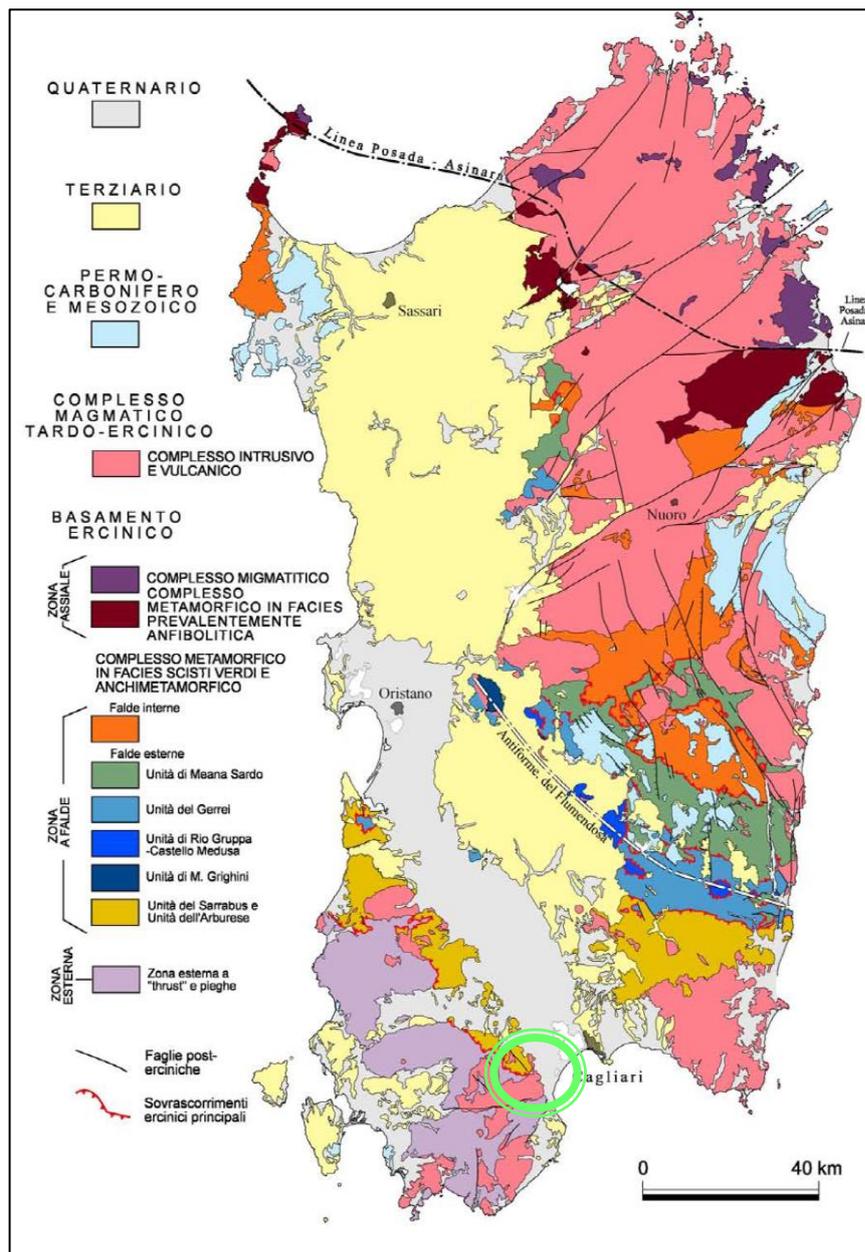
Con la successiva fase di tettonica distensiva post-collisionale del Carbonifero superiore-Permiano che interessa tutta la catena ercinica, insieme ad un imponente attività magmatica, rappresentata dalla messa in posto di plutoni granitici, anche nella cosiddetta “Zona esterna”, si sviluppano deformazioni duttili pervasive associate ad un metamorfismo di alta temperatura e bassa pressione, mentre nei livelli strutturali più superficiali sono frequenti zone di taglio e faglie dirette a basso e alto angolo (Carmignani *et alii*, 1992a).

Le lineazioni tettoniche impostate nel corso dell’orogenesi ercinica, di direzioni piuttosto dispersa ma sostanzialmente riconducibili ai trend N-S, NNW-SSE, NNE-SSW, NW-SE e NE-SW, sono state riattivate nel corso degli eventi geodinamici che hanno interessato la Sardegna durante le fasi orogenetiche pirenaica ed alpina, provocando la fratturazione ed il dislocamento del basamento paleozoico e delle successioni sedimentarie mesozoiche, la fuoriuscita di enormi quantità di magmi calcalcalini e lo sprofondamento di un’ampia fascia della Sardegna centro-occidentale orientata N-S. Tale depressione morfologico strutturale, denominata “Rift sardo” (Cherchi & Montadert, 1982), è il risultato di tre fasi deformative distinte cui corrispondono altrettanti cicli sedimentari separati da discordanze stratigrafiche.

In questo quadro generale, le faglie al contorno dell’area di previsto intervento, di impostazione oligo-miocenica e riattivate nel tardo Miocene e nel Plio-Quaternario, seppur non tutte osservabili direttamente, sono rappresentate perlopiù da discontinuità NNW-SSE ed hanno un carattere prevalentemente distensivo.

L'attività tettonica attuale nel settore considerato, come per tutta l'Isola, viene considerata molto bassa o quiescente e generalmente non si rilevano deformazioni significative nel corso del tardo Quaternario (Pleistocene superiore e Olocene). Non si esclude, stante la scarsa documentazione relativa a terremoti avvenuti in Sardegna in epoca storica e recente, che eventi sismici di eccezionale intensità localizzati in vari settori dell'area tirrenica, possano indurre in alcuni areali dell'Isola vibrazioni i cui effetti sulle strutture in progetto possono comunque considerarsi ininfluenti.

Anche la subsidenza, se si esclude un lentissimo abbassamento ancora in atto in tutta l'area costiera meridionale, è un fattore assolutamente irrilevante tra i processi morfodinamici dell'isola.



**Figura 8.13 – Principali elementi strutturali del basamento ercinico sardo (estratto da "Guida all'escursione nel Basamento ercinico della Sardegna centro meridionale", a cura di A. Funedda e P. Conti, 2011)**

In questo contesto tettonico-strutturale, l'areale interessato dalle opere in progetto vede l'affioramento di sedimenti di ambiente continentale di età prevalentemente oligocenica riferibili alla Formazione del Cixerri

[CIX] e di lave e corpi subvulcanici oligocenici a composizione andesitica-dacitica afferenti all’Unità di Monte sa Pibionada [PBN]. Il basamento paleozoico su cui poggiano le litologie terziarie, affiorante nel settore nord-orientale del parco agrivoltaico in progetto, è costituito da metapeliti e metarenarie cambro-ordoviciane della Formazione delle Arenarie di San Vito [SVI]. È ragionevole ipotizzare che nell’area interessata dalle opere previste, laddove non affiora direttamente, questo basamento metamorfico soggiaccia a profondità decametriche-ettometriche al di sotto dei corpi sedimentari e vulcanici cenozoici. Il settore meridionale dell’area di interesse si caratterizza per il diffuso affioramento di conoidi alluvionali di spessore decametrico del Pleistocene superiore, riconducibili al Subsistema di Portoscuso [PVM2a]. Lungo le fasce fluviali dominano i depositi alluvionali olocenici sia attuali [b] che terrazzati [bn].

Sebbene non presenti nella cartografia geologica in ragione degli esigui spessori, si rinvengono sovente le coltri colluviali [b2] riferibili perlopiù all’Olocene.

L’assetto idrogeologico è condizionato dalla presenza di depositi alluvionali da pleistocenici ad attuali, caratterizzati da permeabilità da medio-alta ad alta a grande scala a meno di particolari condizioni locali legate alla presenza di lenti di argille entro le quali la circolazione idrica potrebbe essere localmente inibita.

Le coperture superficiali, di natura colluviale-alluvionale, risultano contraddistinte da porosità e permeabilità medio-alta seppur i ridotti spessori siano poco favorevoli a consentire un’infiltrazione efficace degna di nota e, pertanto, la formazione di una falda freatica superficiale significativa. La circolazione delle acque di falda si concentra nei depositi conglomeratici pleistocenici e in particolare al contatto con il sottostante substrato vulcanico e metamorfico a profondità plurimetrica-decametrica.



**Figura 8.14 – Laghetto artificiale a uso irriguo accanto al Riu is Cresieddas a est del parco in progetto**

Nell’area non sono state riscontrate sorgenti, e l’unica indicata nella cartografia I.G.M.I., denominata Sa Mitza Padentina, posta in corrispondenza della sponda del Riu Gora is Begas a poche decine di metri dal perimetro del parco in oggetto, è risultata asciutta: si tratta probabilmente di una zona di intersezione della falda idrica subsuperficiale con la superficie topografica. In conseguenza delle oscillazioni stagionali della quota della superficie piezometrica, la sorgente risulta asciutta nella stagione secca e probabilmente attiva nei periodi di maggiore piovosità.

Sono presenti tuttavia dei laghetti artificiali, utilizzati probabilmente a scopo irriguo, scavati all'interno dei depositi alluvionali terrazzati [bna]. La superficie di tali specchi d'acqua è posta circa 2 m al di sotto del piano di campagna circostante testimoniando la probabile presenza di una falda idrica a tale profondità in corrispondenza delle valli alluvionali e durante la stagione asciutta.

Complessivamente la presenza di una sorgente a carattere stagionale e la quota della superficie dell'acqua nei laghetti artificiali suggerisce un'escursione piezometrica della falda compresa tra 1÷2 m e quindi tra -1 m e -3 m dal p.c.

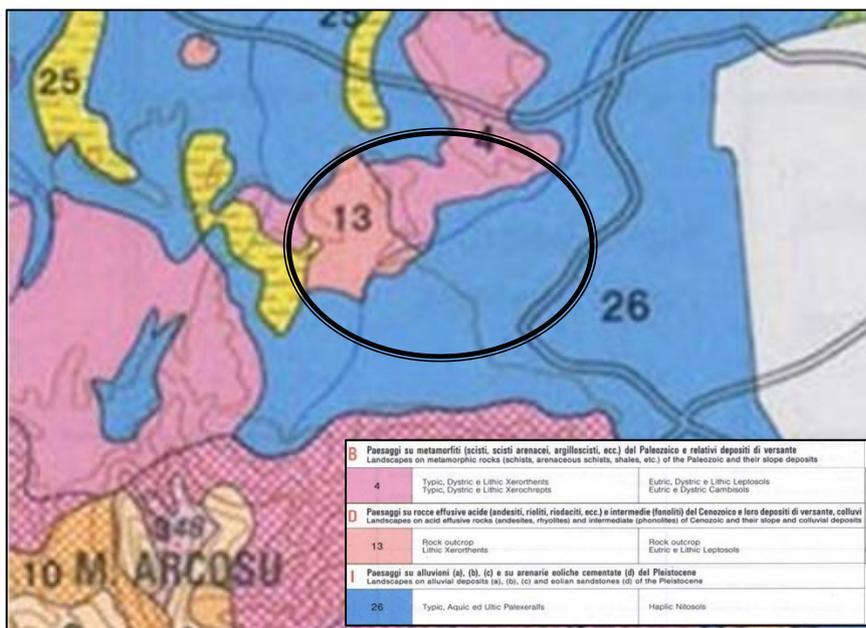
Nello specifico dei comparti che ospiteranno l'impianto agrivoltaico, il ridotto gradiente altimetrico favorisce l'abbattimento dell'energia di deflusso delle acque meteoriche, limitando gli effetti morfodinamici sulla topografia ad un debole ruscellamento areale e all'azione dei rii minori presenti.

I suoli che contraddistinguono le aree di intervento, sono quelli tipicamente impostati su substrati alluvionali conglomeratici, ovvero Typic Pelloxererts e Typic, Aquic ed Ultic Palexeralf. Il profilo tipico può essere: A-Bt-C, A-Btg-Cg ed A-C.

Si sviluppano in profondità, hanno tessitura da franco sabbiosa a franco-sabbioso-argillosa in superficie, franco-sabbioso-argillose, franco-argillose in profondità, da permeabili a poco permeabili, da saturi a desaturati. Hanno subito l'influenza di intensi processi pedogenetici e sono localizzati in aree a prevalente utilizzazione agricola.

La permeabilità è variabile da elevata a medio-bassa con frequenti difficoltà di drenaggio e conseguente formazione di aree di ristagno, particolarmente importanti nei settori ad abbondante componente argillosa.

In corrispondenza del substrato vulcanico il suolo è scarsamente sviluppato, mentre sul substrato metamorfico si può sviluppare un suolo classificato come Typica Dystric e lithic xerorthents, caratterizzato da spessore limitato a pochi decimetri e nelle fasi iniziali di sviluppo. Le aree di intervento si inseriscono in un contesto eterogeneo perlopiù adibito alla coltivazione di seminativi in aree non irrigue, uliveti e solo localmente, piccole aree sono adibite a pioppeti, saliceti e eucalitteti, mentre aree limitate sono caratterizzate dalla presenza di macchia mediterranea.



**Figura 8.15 — Stralcio della carta dei suoli della Sardegna, da Aru et al., 1990**

L'assetto idrogeologico dell'area è condizionato dalla presenza di depositi alluvionali da pleistocenici ad attuali, caratterizzati da permeabilità da medio-alta a meno di condizioni locali legate alla presenza di lenti di argille entro le quali la circolazione idrica potrebbe essere localmente inibita.

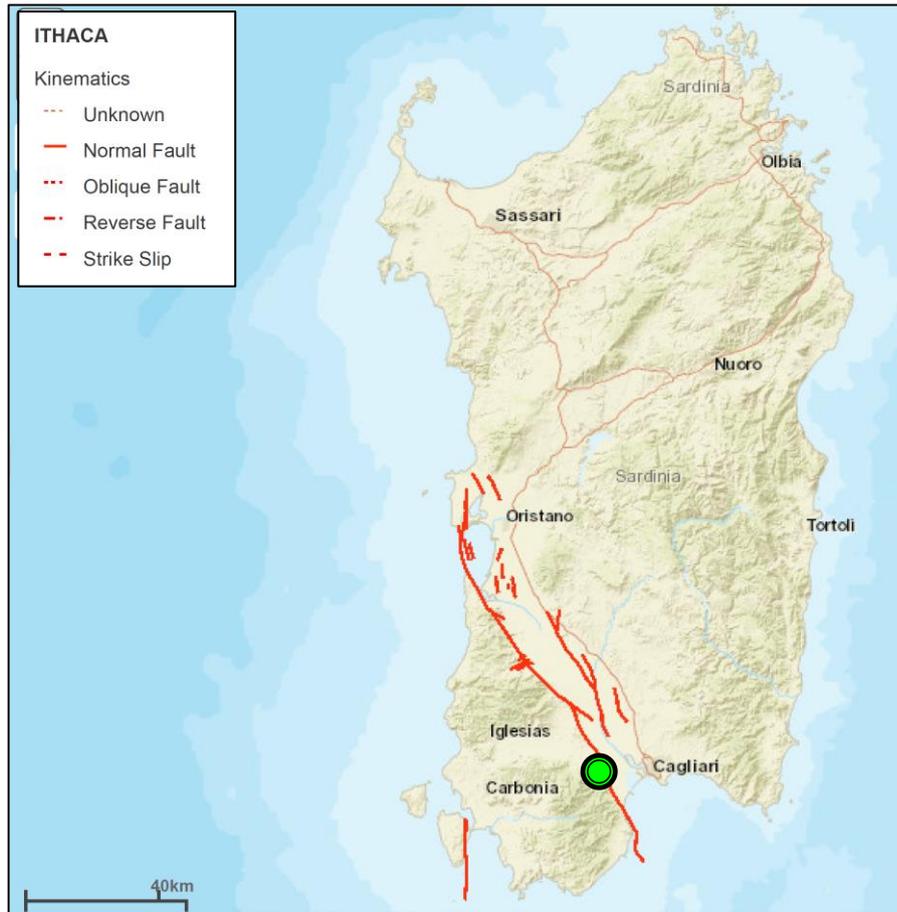
La circolazione delle acque di falda si concentra nei depositi conglomeratici pleistocenici e in particolare al contatto con il sottostante substrato vulcanico e metamorfico a profondità decametrica.

Nell'area vasta sono presenti dei laghetti artificiali, scavati all'interno dei depositi alluvionali terrazzati, la cui superficie è posta circa 2 m al di sotto del piano di campagna circostante testimoniando la probabile presenza di una falda idrica a tale profondità in corrispondenza delle valli alluvionali.

In ragione dell'estensione dell'acquifero rispetto alla dimensione delle opere di fondazione, non sussistono i presupposti che comportino una significativa influenza di tali opere sulla qualità e sulla dinamica delle acque sotterranee.

Dal *database* del progetto ITHACA (*ITaly HAZard from CAPable faults*) si riscontra che il sito di intervento ricade in prossimità di un allineamento tettonico attivo (“faglia capace”) che potenzialmente può creare deformazioni in superficie e produrre fenomeni dagli effetti distruttivi per le opere antropiche. Stante la scarsissima attività di tale faglia in tempi storici si può escludere un'eventuale interazione con le opere in progetto.

La bassa sismicità dell'Isola fa escludere condizioni di pericolosità che possano compromettere l'integrità e la fruibilità dell'opera in progetto.

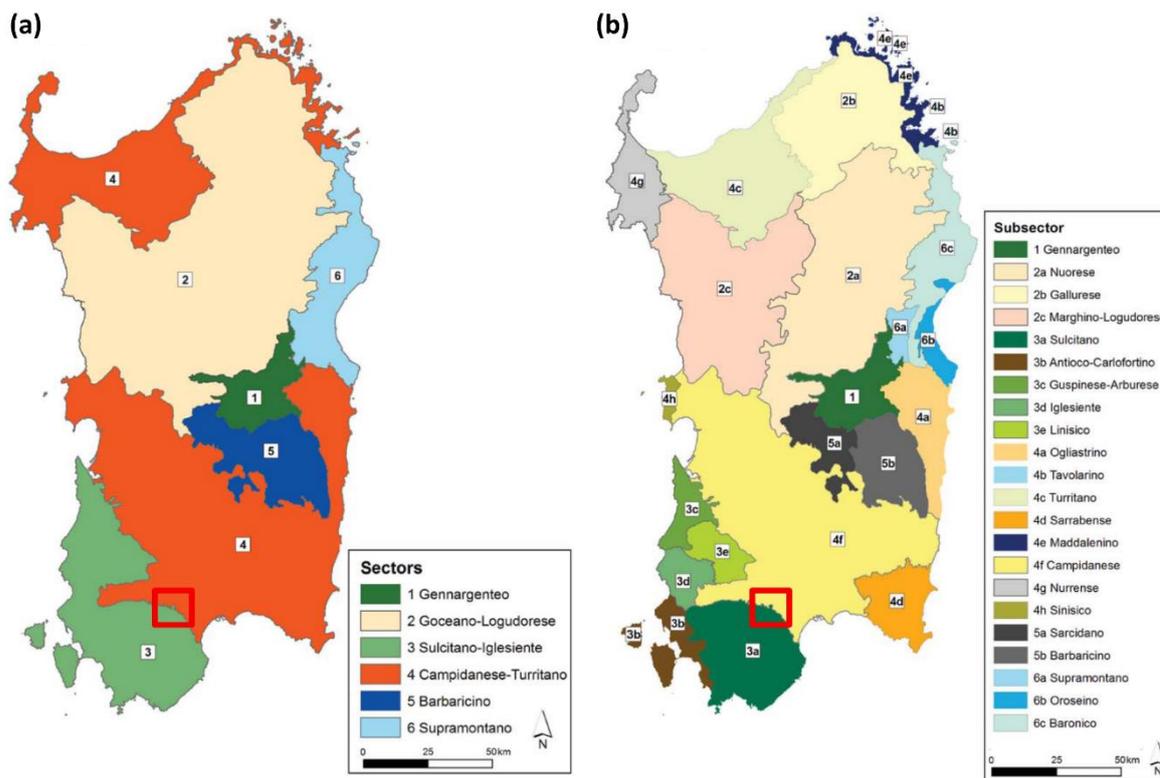


**Figura 8.16 – Mappa con l’ubicazione delle faglie capaci scaricato dal catalogo del progetto ITHACA**

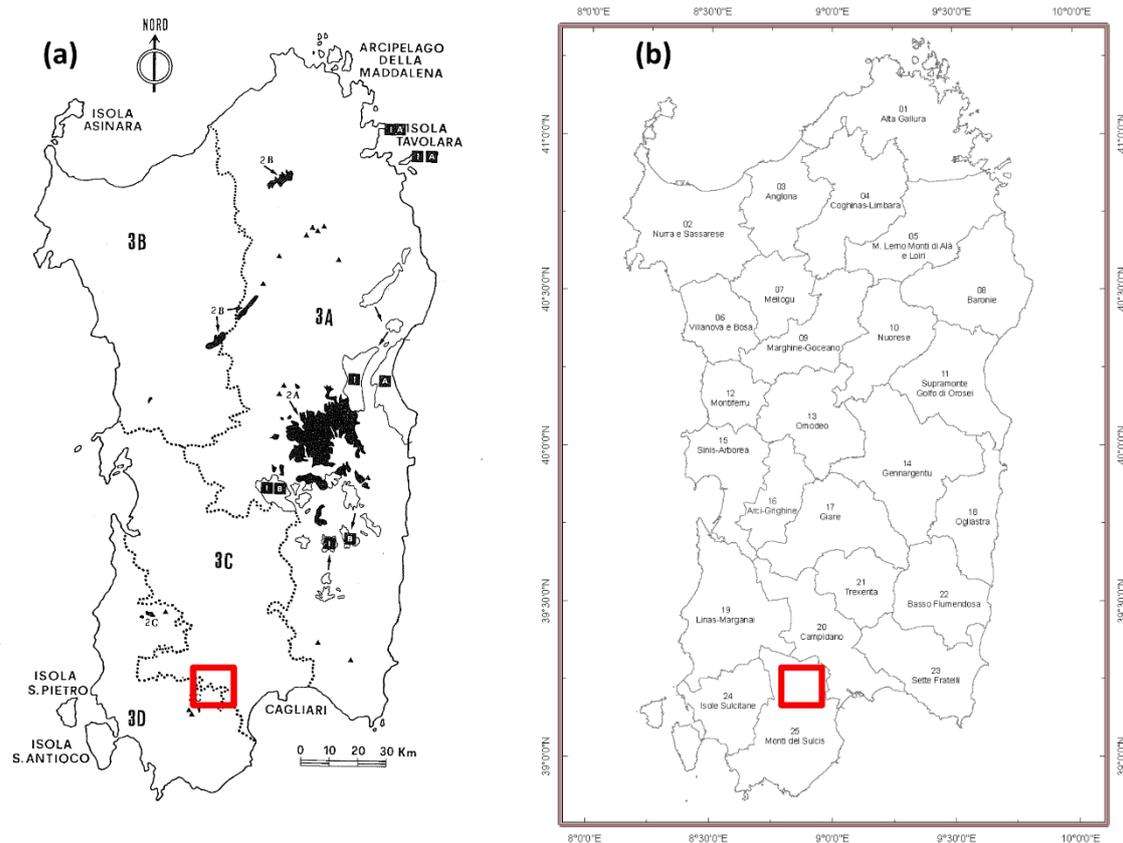
#### 8.4 Caratteristiche della copertura vegetale

Per quanto riguarda gli aspetti bioclimatici, secondo la Carta Bioclimatica della Sardegna (RAS, 2014) il sito è caratterizzato da un macrobioclima Mediterraneo, bioclima Mediterraneo Pluvistagionale-Oceanico, e ricade in piano bioclimatico Termomediterraneo superiore, euoceanico debole, con ombrotipo in netta prevalenza secco superiore e, limitatamente all’estremo orientale dell’area, di tipo secco inferiore.

Dal punto di vista biogeografico, secondo la classificazione proposta da ARRIGONI (1983a), l’area in esame ricade all’interno della Regione mediterranea, Sottoregione occidentale, Dominio sardo-corso (tirrenico), Settore sardo, Sottosettore costiero e collinare, Distretto campidanese (Figura 8.188-18). Secondo la classificazione biogeografica proposta da FENU et al. (2014), il sito in esame ricade a cavallo tra il settore Campidanese-Turritano, sottosettore campidanese, ed il settore Sulcitano-Iglesiente, sottosettore Sulcitano (Figura 8.178-17).



**Figura 8.17 – Inquadramento dell’area in esame (poligono rosso) su mappa dei Settori (a) e Sottosettori (b) biogeografici della Sardegna. Fonte: FENU et al. (2014)**



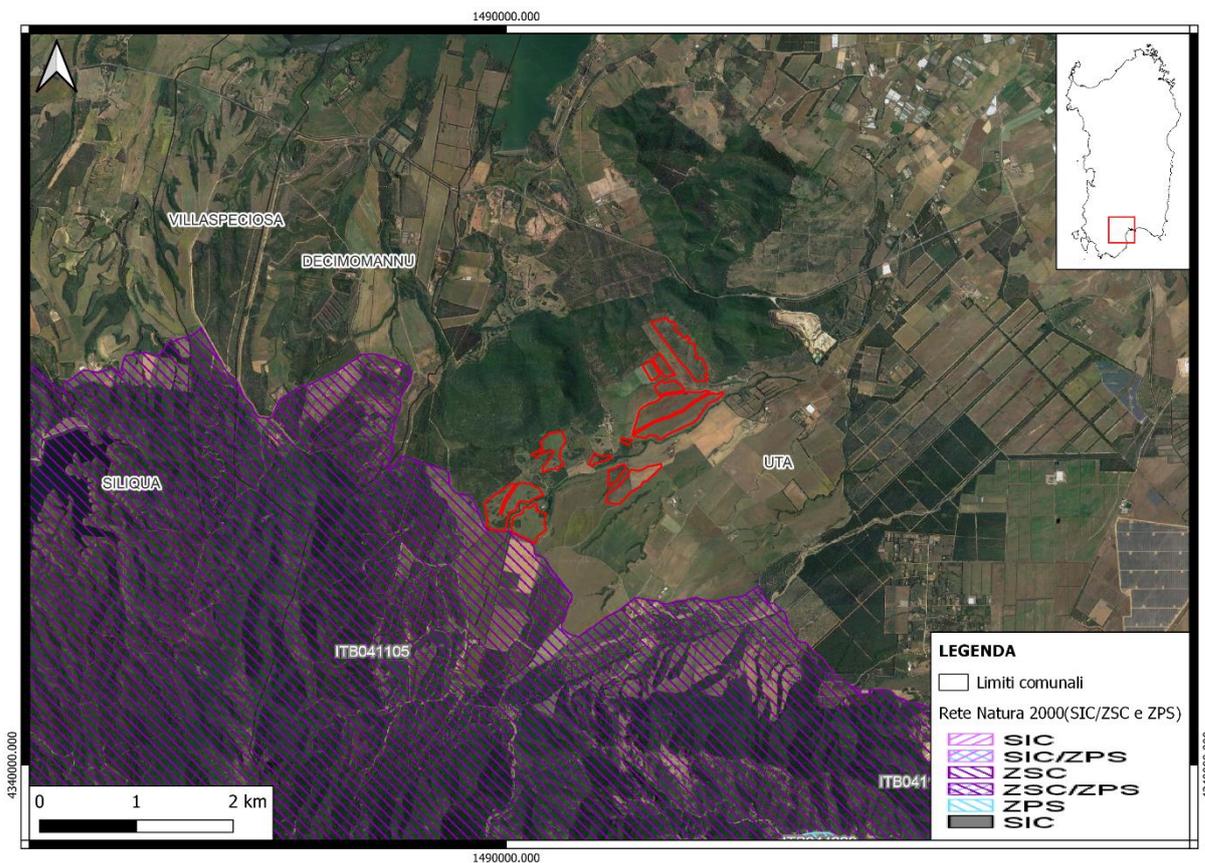
**Figura 8.18 – Inquadramento dell’area in esame (poligono rosso) su mappa dei Territori floristici della Sardegna (a) (ARRIGONI, 1983a) e dei Distretti Forestali secondo il PFR (b)**

Il sito interessato dalla realizzazione dell’opera non ricade all’interno di siti di interesse comunitario (pSIC, SIC, ZSC) ai sensi della Dir. 92/43/CEE “Habitat”, *Aree di interesse botanico e fitogeografico* ex art. 143 PPR<sup>3</sup>, *Aree Importanti per le Piante* (IPAs) (BLASI et al., 2010), *Biotopi di rilevante interesse vegetazionale meritevoli di conservazione in Italia* (SBI, 1971, 1979) o *Aree di interesse botanico per la salvaguardia della biodiversità floristica della Sardegna* (CAMARDA, 1995).

L’area di progetto si posiziona, tuttavia, ai confini della ZSC ITB041105 “Foresta di Monte Arcosu”, ai margini del perimetro del futuro impianto.

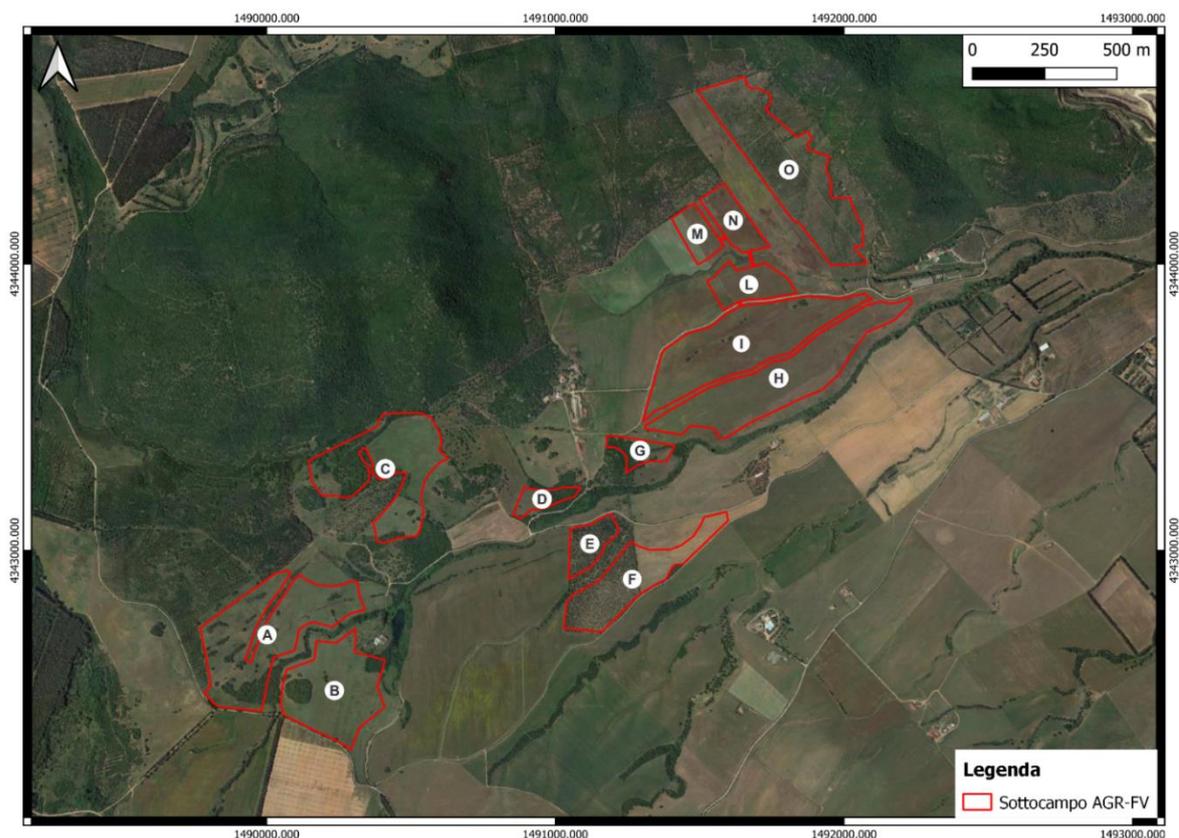
I siti di interesse botanico più vicini sono rappresentati dal “Castello di Acquafredda” (4,5 km di distanza) e dal “Complesso di Is Caravius-Gutturu Mannu-Pixinamanna” (CAMARDA, 1995) (2,6 km di distanza), quest’ultimo pressoché coincidente con l’Area Importante per le Piante (IPA) SAR\_5 “Punta Maxia e Monte Arcosu” (BLASI et al., 2010) e ricompreso all’interno della ZSC ITB041105 Foresta di Monte Arcosu”.

<sup>3</sup> PPR Assetto Ambientale - Beni paesaggistici ex art. 143 D.Lgs 42/04 e succ. mod.



**Figura 8.19 – Inquadramento territoriale. In rosso: perimetro opere in progetto**

Al fine di agevolare la descrizione delle caratteristiche floristico-vegetazionali del sito di indagine, essendo esso piuttosto frammentato ed esteso, i differenti sottocampi che compongono l’impianto AGR-FV nel suo complesso sono stati univocamente individuati mediante l’assegnazione di una specifica lettera (A, B, C, etc.), come riportato in figura successiva. Si precisa che tale classificazione verrà utilizzata esclusivamente nelle seguenti descrizioni per mero scopo descrittivo, e non rappresenta una reale classificazione progettuale.



**Figura 8.20 – Classificazione dei differenti sottocampi che costituiscono l'impianto AGR-FV nel suo complesso**

Sulla base dei più recenti elenchi ministeriali<sup>4</sup>, il sito di realizzazione dell'opera non risulta interessato dalla presenza di Alberi Monumentali istituiti ai sensi della Legge n. 10/2013 e del Decreto 23 ottobre 2014. All'interno delle aree interessate dalla realizzazione delle opere non si riscontra, inoltre, la presenza di ulteriori esemplari arborei monumentali non istituiti (CAMARDA, 2020).

Nell'ambito del distretto “Monti del Sulcis”, i sistemi forestali interessano una superficie di 66'686 ha pari a circa il 52% della superficie totale del distretto e sono caratterizzati in prevalenza da formazioni afferenti alla macchia mediterranea (53%), ai boschi di latifolia (35%) ed ai boschi a prevalenza di conifere (11%).

I sistemi preforestali dei cespuglieti ed arbusteti sono diffusi su circa il 13% della superficie del distretto e, considerato il loro parziale utilizzo zootecnico estensivo, acquisiscono una struttura fortemente condizionata dalla pressione antropica e solo in parte, da condizioni stagionali sfavorevoli. L'utilizzazione agro-zootecnica del distretto interessa circa il 4% del territorio, mentre l'uso agricolo incide per il 25.6% ed è particolarmente indirizzato alle colture cerealicole e orticole a pieno campo.

L'analisi della sola componente arborea della categoria dei sistemi forestali evidenzia una scarsa presenza di sugherete, presenti su meno di 1'000 ettari di territorio e con una incidenza di appena 3.2%. A tale contesto si sommano altri 2'000 ettari circa di aree a forte vocazione sughericola, costituite in prevalenza da soprassuoli forestali a presenza più o meno sporadica della specie.

<sup>4</sup> Elenco degli alberi monumentali d'Italia aggiornato al 26/07/2022 (quinto aggiornamento. D.M. n. 330598 del 26/07/2022)

La componente floristica del territorio comunale di Uta risulta ampiamente nota grazie ai ricchi contributi scientifici forniti da BOCCHIERI et al. (1983), CAMARDA et al. (1993, 1995), MOSSA et al. (1996), MOSSA & BACCHETTA (1998), RIVAS-MARTINEZ et al. (2003), BACCHETTA et al. (2003, 2004), BACCHETTA (2006), ai quali si affiancano ulteriori segnalazioni floristiche pervenute da diversi altri autori nel corso degli ultimi tre secoli.

Il territorio in esame risulta tuttavia caratterizzato da una elevata eterogeneità morfologica, con presenza di ambienti costieri di transizione (*Stagno di Cagliari e laguna di Santa Gilla*) pianeggianti (piana del *Campidano*), collinari e montani (complesso del *Monte Arcosu*, Bacino del *Rio Santa Lucia*) e fluviali.

Ai fini del presente studio bibliografico, risulta pertanto indispensabile escludere le segnalazioni floristiche riguardanti contesti ambientali piuttosto differenti da quello in esame, classificabile come area pianeggiante subcostiera. Occorre, pertanto, escludere la potenziale presenza delle entità floristiche endemiche e di interesse conservazionistico segnalate per l'esteso complesso montuoso del Monte Arcosu, ecologicamente legate a questa specifica tipologia di ambiente, quali *Hypochaeris sardoa* Bacch., Brullo & Terrasi, *Galium corsicum* Spreng., *Linaria arcusangeli* Atzei & Camarda, *Anchusa formosa* Selvi, Bigazzi & Bacch., *Borago pygmaea* (DC.) Chater & Greuter, *Dianthus mossanus* Bacch. & Brullo, *Castroviejoa montelinasana* (Em.Schmid) Galbany, L.Sáez & Benedí, *Armeria sulcitana* Arrigoni, *Barbarea rupicola* Moris, *Viola limbarae* (Merxm. & W.Lippert) Arrigoni, *Saxifraga corsica* (Ser. ex Duby) Gren. & Godr. subsp. *corsica*, *Senecio squalidus* L. subsp. *sardous* Greuter., *Orobanche australis* Moris ex Bertol., *Delphinium longipes* Moris, *Aristolochia tyrrhena* E.Nardi & Arrigoni, *Euphorbia meuselii* Mazzola et Raimondo, *Isoetes velata* A.Braun s.l., *Ruscus aculeatus* L.

Ulteriori entità endemiche e di interesse fitogeografico segnalate per il territorio in esame risultano strettamente legate ad habitat umidi (in particolare al complesso lagunare dello Stagno di Capoterra) e fluviali. Tra queste si annoverano *Plagius flosculosus* (L.) Alavi & Heywood, *Mentha requienii* Benth. subsp. *requienii*, *Polygonum scoparium* Req. ex Loisel.. Entità floristiche di rilevante interesse conservazionistico, alcune delle quali esclusive del Settore Campidanese-Turritano e del Sottosettore Campidanese, sono rappresentate dai diversi *Limonium* endemici, strettamente legati agli habitat costieri alofitici ed alorupicoli.

Altre specie endemiche e di interesse, piuttosto comuni a livello regionale e non minacciate o vulnerabili, possono invece essere rinvenute, potenzialmente, in contesti anche differenti da quelli prettamente montani e lagunari, come ad esempio gli ambienti semi-naturali soggetti ad utilizzi agro-pastorali; tra queste si annoverano *Arum pictum* L.f. subsp. *pictum*, *Euphorbia pithyusa* L. subsp. *cupanii* A. R. Sm., *Dipsacus ferox* L., *Romulea requienii* Parl., *Stachys glutinosa*, *Urtica atrovirens*, *Quercus suber* L.

Il Piano Forestale Regionale (PFR) del Distretto n. 25 "Monti del Sulcis" (BACCHETTA et al., 2007) segnala, per il sub distretto 25a – "Sub-distretto orientale", la presenza delle seguenti "Specie inserite nell'All. II della Direttiva 43/92/CEE".

- *Brassica insularis* Moris → Specie rupicola, eliofila, xerofila e indifferente al substrato, che si rinviene in aree costiere e, meno frequentemente, in quelle interne, su pendii, falesie e pareti verticali, a quote comprese tra il livello del mare e 1200 m (BACCHETTA, 2001).

Per via dell'incompatibilità dell'habitat di crescita, può essere esclusa la presenza anche potenziale della sopraindicata specie nel sito di realizzazione delle opere.

Il PFR indica inoltre, per il sub distretto 25a, la presenza delle seguenti "Altre specie di importanza conservazionistica (endemiche e/o di interesse fitogeografico\*)":

*Anchusa formosa* Selvi, Bigazzi et Bacch.; *Aristolochia navicularis* Nardi; *Armeria sulcitana* Arrigoni; *Bellium crassifolium* Moris; *Borago pygmaea* (DC.) Chater et Greuter; \**Butomus umbellatus* L.; *Dianthus mossanus* Bacch. et Brullo; *Echium anchusoides* Bacch., Brullo et Selvi; \**Fumana juniperina* (Lag. ex Dunal) Pau; *Genista bocchierii* Bacch., Brullo et Feoli; *Genista ferox* Poir.; *Genista insularis* Bacch., Brullo et Feoli subsp. *insularis*; *Genista valsecchiae* Brullo et De Marco; *Helichrysum montelinasanum* Em. Schmid; *Hypochaeris sardoa* Bacch., Brullo et Terrasi; \**Ilex aquifolium* L.; \**Laurus nobilis* L.; *Lavatera triloba* L. subsp. *palescens* (Moris) Nyman var. *minoricensis* (Camb.) O. Bòlos et Vigo; *Limonium carisae* Erben; *Limonium malfatanicum* Erben; *Limonium tigulianum* Arrigoni et Diana; *Orchis x penzigiana* Camus subsp. *sardoa* Scrugli et Grasso; *Ophrys x domus-maria* Grasso; *Ophrys normanii* J.J. Wood; *Paeonia corsica* Sieber ex Tausch; *Salix arrigonii* Brullo; \**Simethis mattiazi* (Vandelli) Saccarolo; *Spiranthes aestivalis* (Poir.) Rich.; *Soleirolia soleirolii* (Req.) Dandy; \**Taxus baccata* L.; *Verbascum plantagineum* Moris; *Viola corsica* Nym. subsp. *limbarae* Merxm. et Lippert

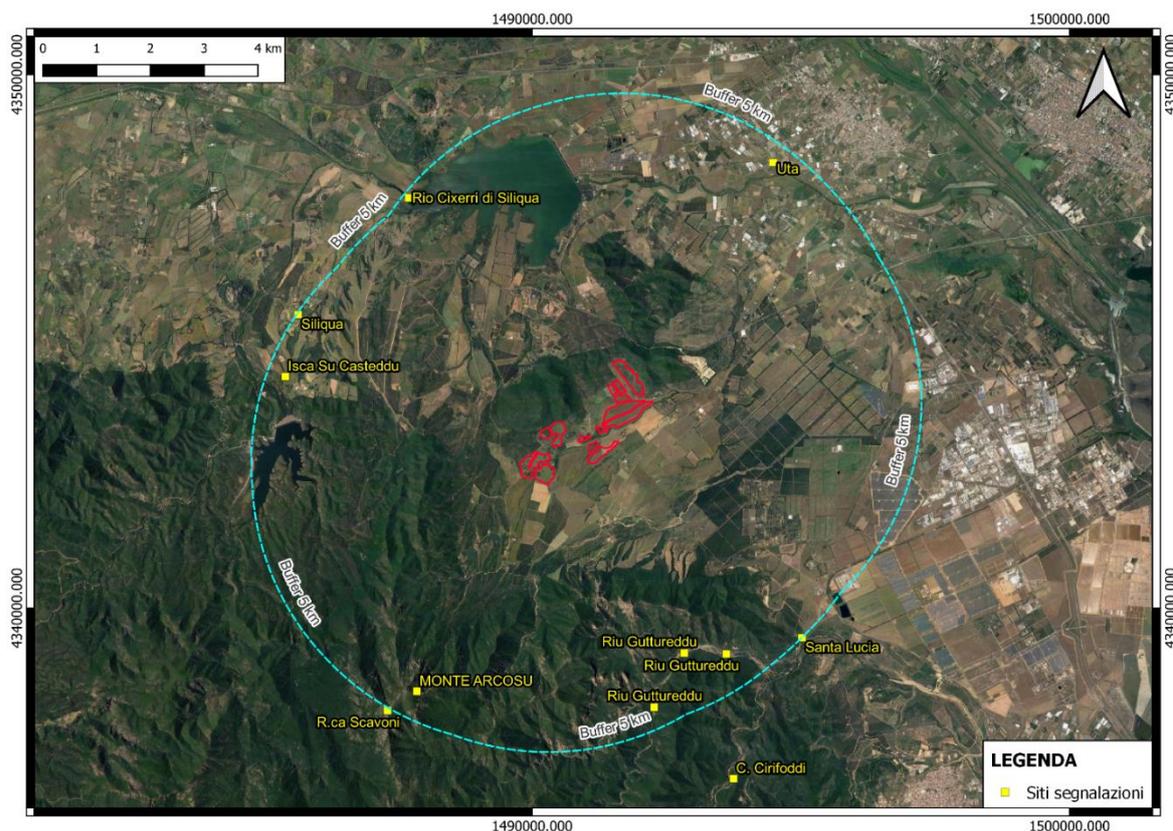
Per quanto riguarda la specifica area in esame (area buffer di 5 km dai siti di cantierizzazione), sono state reperite le segnalazioni riguardanti la presenza di *taxa* floristici di rilievo di seguito riportate. Si precisa che sono state escluse, per i motivi precedentemente indicati, le numerose segnalazioni riguardanti l'ampio complesso montano del Monte Arcosu (incusa la sublocalità R.Ca Scavoni), M.te Lattias e del bacino idrografico del Rio Santa Lucia, trattandosi di contesto profondamente differente dal punto di vista ecologico, vegetazionale, bioclimatico, geomorfologico ed altitudinale rispetto a quello interessato dalla realizzazione delle opere.

- *Bituminaria morisiana* (Pignatti & Metlesics) Greuter – Siliqua, Isca Su Casteddu, CAVARA, 1900 (FI) in CAMARDA I., 1981. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 20:269-274 Le piante endemiche della Sardegna:91.
- *Crocus minimus* DC. - Uta, MARTELLI, 1896 (FI).
- *Genista morisii* Colla – Siliqua, dintorni del castello, CASU, 1906 (FI, CAG); Siliqua, in pascuis et in margines agrorum, aprili, MORIS, sine data (TO); In pasquis aridis Siliqua, MORIS, sine data (TO); Nel Cixerri, ARRIGONI, 2010.
- *Plagiopus flosculosus* (L.) Alavi & Heywood – Siliqua, Riu Cixerri, ARRIGONI, 1970 (FI) in VALSECCHI F., 1978. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 17: 295-328 Le piante endemiche della Sardegna: 34-39.
- *Polygonum scoparium* Req. ex Loisel. – tra Uta e Siliqua, 0,5 Km dopo il bivio per Uta, PICCI e ATZEI, 1970 (SASSA) in RAFFAELLI M., 1978. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 17:289-294 Le piante endemiche della Sardegna: 33.; Zona deposizionale alveo Rio Gutturreddu, temporaneamente inondata, Uta, CA, 23.VI.1993, G. Bacchetta (CAG);
- *Romulea requienii* Parl. – Uta, Martelli, 1895 (FI); Assemini, Santa Lucia, MARTELLI, 1896 (FI).

- *Vinca difformis* Pourr. subsp. *sardoa* Stearn - Uta, MARTELLI, 25.III.1898 (FI) in CORRIAS B., 1981. Boll. Soc. Sarda Sci. Nat., 20:275-286 Le piante endemiche della Sardegna: 91-93.

Una trattazione a parte meritano, invece, le segnalazioni riguardanti il *Riu Gutturreddu*, trattandosi di un corso d'acqua in parte ricadente al limite dell'area buffer di 5 km considerata e che attraversa contesti altitudinali, bioclimatici e vegetazionali piuttosto differenti da quelli in esame, spingendosi sino alle pendici del *Monte Lattias*.

- *Salix arrigonii* Brullo – Uta, Riu Gutturreddu, BACCHETTA, 2006.
- *Helichrysum italicum* (Roth) G.Don subsp. *tyrrhenicum* (Bacch., Brullo & Giusso) Herrando, J.M.Blanco, L.Sáez & Galbany - Uta, Riu Gutturreddu, Bacchetta G., 16.IV.1999 (CAG).
- *Alnus glutinosa* (L.) Gaertner – Uta, Riu Gutturreddu, BACCHETTA, 2006.
- *Euphorbia meuselii* Geltman – Uta, Riu Gutturreddu, BACCHETTA, 2006.
- *Hypericum hircinum* L. subsp. *hircinum* - Uta, Riu Gutturreddu (BACCHETTA, 2006); Rio Gutturreddu, Uta, 13.VI.1994, FOGU M.C. (CAG).
- *Mentha insularis* Req. ex Gren. et Godr. subsp. *insularis* – Uta, Riu Gutturreddu, BACCHETTA, 2006.
- *Cyclamen repandum* Sm. – Uta, Riu Gutturreddu, BACCHETTA, 2006.
- *Carex microcarpa* Bertol. ex Moris - Uta, Riu Gutturreddu, BACCHETTA, 2006.
- *Arum pictum* L. f. subsp. *pictum* - Uta, Riu Gutturreddu, BACCHETTA, 2006.
- *Ambrosina bassii* L. - Gutturreddu, Figu Moriscas, Uta, 15.I.1994, BACCHETTA G. (CAG).
- *Cymbalaria aequitriloba* (Viv.) A. Chev. subsp. *aequitriloba* – Gutturreddu, Barracca Spina, Uta, CA, 14.V.1994, BACCHETTA G. (CAG).



**Figura 8.21 – Località delle segnalazioni floristiche analizzate**

L'indagine sul campo ha riguardato tutti i lotti interessati dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico. Le ricerche sono state eseguite dalla prima metà del mese di luglio alla prima metà del mese di settembre 2023. La determinazione degli esemplari raccolti sul campo è stata eseguita sulla base delle opere “Flora dell’Isola di Sardegna Vol. I-VI” (ARRIGONI, 2006-2015) e “Flora d’Italia Vol. IV” (PIGNATTI et al., 2019). Per gli aspetti tassonomici e nomenclaturali si è fatto riferimento a BARTOLUCCI et al. (2018). Le forme biologiche e corologiche indicate fanno riferimento a quanto riportato da PIGNATTI et al. (2017-2019) e PIGNATTI (1982). L’elenco floristico riportato nell’Elaborato REU-AVU-RA8 è da ritenersi solo parzialmente rappresentativo dell’effettiva composizione floristica del sito, data la limitata durata dei rilievi rispetto all’intero ciclo fenologico annuale.

La componente floristica riscontrata nel sito di realizzazione delle opere si compone di 143 unità tassonomiche. Lo spettro biologico mostra una dominanza di elementi erbacei sia annui (terofite) che emicriptofitici perenni/bienni; rilevante, tuttavia, è la consistenza della componente legnosa fanerofitica nanofanerofitica. Lo spettro corologico evidenzia una netta dominanza di elementi mediterranei, ma con una rilevante percentuale di entità ad ampia distribuzione, legate alla marcata utilizzazione antropica del territorio ed alla diffusa presenza di corsi d’acqua. La componente endemica, subendemica e di interesse fitogeografico riscontrata durante i rilievi in campo risulta costituita dai *taxa* elencati nell’Elaborato REU-AVU-RA8.

All'interno delle aree interessate dalla realizzazione dell'impianto è stata riscontrata la presenza di alcuni esemplari di *Quercus suber* L. (quercia da sughero), specie arborea tutelata dalla Legge Regionale. n. 4/1994.

In particolare, tale specie può essere osservata sottoforma di sporadici nuclei arborei (sottocampo B), mentre, nelle specifiche superfici interessate dalla realizzazione delle opere, la specie risulta presente sottoforma di un gruppo di n. 4 individui adulti isolati in campo aperto, di dimensioni ragguardevoli (altezza variabile dai 9,5 ai 10,5 m, diametro del fusto a petto d'uomo dai 40 ai 100 cm circa).

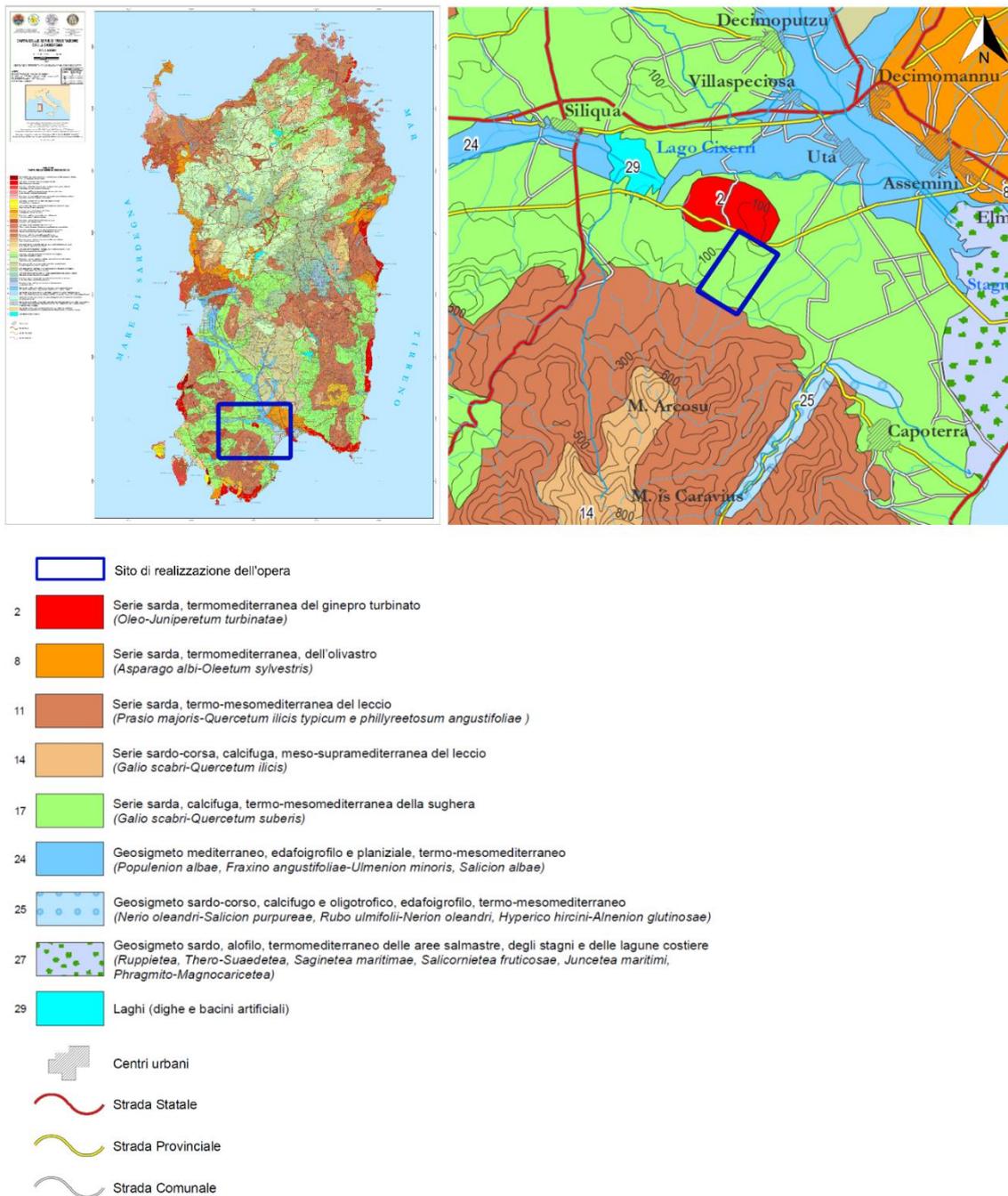
Per quanto riguarda la specie *Olea europaea* / *O. europaea* var. *sativa* (ulivo coltivato), tutelata dal Decreto Legislativo Luogotenenziale n. 475/1945, essa risulta presente esclusivamente all'interno del sottocampo più ad ovest, con numerosi esemplari facenti parte di un unico uliveto (sottocampo O).

Secondo il Piano Forestale Regionale del Distretto n. 25 "Monti del Sulcis" (BACCHETTA et al., 2007), il sito in esame risulta interessato dalla Serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (Galio scabri-Quercetum suberis). Lo stadio maturo è rappresentato da mesoboschi a *Quercus suber* con *Q. ilex*, *Viburnum tinus*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phillyrea latifolia*, *Myrtus communis* subsp. *communis*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*. Lo strato erbaceo è caratterizzato da *Galium scabrum*, *Cyclamen repandum* e *Ruscus aculeatus*. Comprende la subass. tipica quercetosum suberis e la subass. rhamnetosum alatarni. La vegetazione forestale è sostituita da formazioni arbustive riferibili all'associazione Erico arboreae-Arbutetum unedonis e da garighe a *Cistus monspeliensis* e *C. salviifolius*; seguono prati stabili emicriptofitici della classe Poetea bulbosae e pratelli terofitici riferibili alla classe Tuberarietea guttatae.

Il sito ricade a poca distanza dai rilievi collinari interessati dalla Serie sarda, termomediterranea del ginepro turbinato (Oleo-Juniperetum turbinatae) (a nord del sito) e dai rilievi montuosi del Monte Arcosu interessati dalla Serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (Prasio majoris-Quercetum ilicis typicum e phillyreetosum angustifoliae) a sud del sito (Figura 8.228-22).

La Serie sarda, termomediterranea del ginepro turbinato (Oleo-Juniperetum turbinatae) vede, come propria testa di serie, i microboschi o le formazioni di macchia costituite da arbusti prostrati e fortemente modellati dal vento a dominanza di *Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata* e *Olea europaea* var. *sylvestris*. Lo strato arbustivo è caratterizzato da specie spiccatamente termofile e/o xerofile, come *Asparagus albus*, *Euphorbia dendroides*, *Pistacia lentiscus* e *Phillyrea angustifolia*. La specie più frequente nello strato erbaceo appare *Brachypodium retusum*. Le formazioni di sostituzione sono rappresentate da arbusteti termofili dell'Asparago albi-Euphorbietum dendroidis le quali, localmente, possono costituire delle formazioni stabili (stadi durevoli o comunità permanenti), da garighe pioniere e poco esigenti dal punto di vista edafico (Stachydi glutinosae-Genistetum corsicae subass. teucrietosum mari, Thymelaeo hirsutae-Thymetum capitati), da praterie perenni discontinue (Asphodelo africani-Brachypodietum retusi, Melico ciliatae-Brachypodietum retusi) e da formazioni terofitiche.

La Serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio (*Prasio majoris-Quercetum ilicis typicum* e *phillyreetosum angustifoliae*) risulta invece caratterizzata, nello stadio maturo, da boschi climatofili a *Quercus ilex*, con *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *J. phoenicea* subsp. *turbinata* e *Olea europaea* var. *sylvestris* e può essere distinta in due differenti subassociazioni. La subassociazione *phillyreetosum angustifoliae*, silicicola e pertanto più comune a livello di distretto, si sviluppa soprattutto su graniti e metamorfiti, ma anche su altre litologie, ad altitudini tra 20 e 160 m s.l.m., in corrispondenza dei piani bioclimatici termomediterraneo superiore e mesomediterraneo inferiore, con ombrotipi variabili dal secco superiore al subumido inferiore. Nello strato arbustivo sono presenti *Pistacia lentiscus*, *Rhamnus alaternus*, *Phillyrea latifolia*, *Erica arborea* e *Arbutus unedo*. Sono abbondanti le lianose come *Clematis cirrhosa*, *Prasium majus*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa* e *Tamus communis*. La subassociazione tipica *quercetosum ilicis*, è ben rappresentata nel sub-distretto ad altitudini comprese tra 160 e 740 m s.l.m. Si sviluppa anch'essa in corrispondenza dei piani bioclimatici termomediterraneo superiore e mesomediterraneo inferiore con ombrotipi variabili dal secco superiore al subumido inferiore. Nel sub-distretto sono molto estese le cenosi di sostituzione, rappresentate dalla macchia alta dell'associazione *Erica arborea-Arbutetum unedonis*. Su substrati acidi le comunità arbustive sono riferibili all'associazione *Pistacio lentisci-Calicotometum villosae*, mentre su substrati più alcalini all'associazione *Clematido cirrhosae- Pistacietum lentisci*. Per ulteriore degradazione si hanno le garighe a *Cistus monspeliensis* (*Lavandulo stoechadis-Cistetum monspeliensis*), tipiche delle aree ripetutamente percorse da incendio, fino ai prati stabili emicriptofitici della classe *Poetea bulbosae* e le comunità terofitiche della classe *Tuberarietea guttatae*.



**Figura 8.22 – Vegetazione potenziale del sito. Fonte: Carta delle serie di vegetazione della Sardegna (scala 1:350.000) (BACCHETTA et al., 2009), modificato**

La vegetazione a maggior grado di evoluzione presente nei siti di realizzazione delle opere è certamente rappresentata da microboschi e boscaglie termofile di *Olea europaea* var. *sylvestris*, arricchite da altre sclerofille sempreverdi quali *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *Myrtus communis*, meno frequentemente con *Rhamnus alaternus*. Tali formazioni, riferibili all'associazione *Asparago albi-Oleetum sylvestris* (All. *Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae*), risultano ben rappresentate in tutto il rilievo collinare che sovrasta l'area, caratterizzato da estesi oleastreti ad elevato grado di naturalità ed in buono stato di conservazione.

A seguito delle profonde trasformazioni degli usi del suolo subite dal sito a partire dalla seconda metà del secolo scorso, ai piedi dei sopracitati rilievi collinari tali formazioni persistono in forma frammentata con patches di estensioni ampiamente variabili dalle poche decine di metri quadri ai pochi ettari, inserite all'interno delle più ampie aree attualmente adibite a prati-pascolo ed erbai per l'alimentazione del bestiame.

Lungo i versanti caratterizzati da maggiore acclività e rocciosità affiorante si osservano, inoltre, particolari aspetti della macchia alta termofila, caratterizzati dalla abbondante presenza di *Juniperus turbinata* ed *Euphorbia dendroides*, localmente dominanti a costituire fitocenosi inquadrabili rispettivamente nelle associazioni *Oleo-Juniperetum turbinatae* ed *Asparago albi-Euphorbietum dendroidis*, anch'esse afferenti all'alleanza *Oleo sylvestris-Ceratonion siliquae*. Nelle specifiche superfici interessate dalla realizzazione delle opere, le specie *Juniperus turbinata* ed *Euphorbia dendroides* si presentano con sporadici esemplari giovani esclusivamente nei settori settentrionali, ovvero quelli a ridosso dei rilievi collinari.

Limitatamente al settore sud-occidentale del sito, le formazioni ad olivastro e lentisco si arricchiscono localmente della specie arborea *Quercus suber*, legata alla stretta vicinanza con la fascia pedemontana del *Monte Arcosu*. Tale quercia sempreverde si osserva con pochi esemplari in forma isolata o a costituire nuclei di pochi individui di buone dimensioni. Nuclei di sughereta più estesi si riscontrano invece al di fuori delle aree di intervento, in località *Pianu de Monte Arrexi*, a formare pascoli arborati e fasce boscate parallele al *Riu Is Cresieddas*.

Gli stadi intermedi della serie di vegetazione potenziale del sito risultano rappresentati dai cisteti di *Cistus monspeliensis*, osservabili con modeste estensioni all'interno delle patch di macchia alta maggiormente diradate o al margine delle stesse, nonché nello strato inferiore di imboschimenti ed oliveti semi-abbandonati. Poco diffuse sono invece le formazioni di gariga camefitica ad *Helichrysum italicum* subsp. *tyrrhenicum* e *Phagnalon saxatile*, queste osservabili con sporadici esemplari, mentre più frequenti risultano le garighe camefitiche secondarie di *Euphorbia pithyusa* subsp. *cupanii*, fortemente favorite dal pascolo ovino. Esclusivamente nell'estremo settore sud-orientale, lungo margini di tratturo e di eucalipteto (fronte sottocampo F), è possibile riscontrare la presenza della nanofanerofita *Genista morisii*, associata alle formazioni di cisteto e macchia a lentisco.

La vegetazione di tipo erbaceo dominante nel sito in termini di estensione è certamente rappresentata dalle comunità sia annue che perenni/bienni antropozoogene, nitrofile e subnitrofile, dei terreni incolti, degli erbai e prati-pascolo a riposo e dei margini stradali, afferenti alle classi *Artemisietea vulgaris* e *Stellarietea mediae*. In particolare, nelle aree soggette a pascolo ovino e bovino dominano, nel periodo tardo-primaverile/estivo, le formazioni di asteracee spinose afferenti all'*Onopordion acanthii*, costituite da *Carlina corymbosa*, *Carlina lanata*, *Carthamus lanatus*, *Centaurea calcitrapa*, *Cynara cardunculus*, *Onopordum illyricum*, *Scolymus hispanicus*, *Xanthium spinosum*, *Silybum marianum*. In presenza di una minore frequentazione del pascolo, i terreni incolti si presentano con ulteriori essenze erbacee perenni/bienni non

spinose quali *Dittrichia viscosa*, *Asphodelus ramosus*, *Chondrilla juncea*, *Cichorium intybus*, *Hirschfeldia incana*, sempre a costituite fitocenosi incluse nella classe Artemisietea vulgaris.

Le superfici incolte da diversi anni risultano localmente (località *Bega S'Isca de Pingiada*) interessate da ricolonizzazioni in atto da parte di *Cistus monspeliensis*, *Pistacia lentiscus* e *Olea europaea* var. *sylvestris*, quest'ultima con altezze ampiamente variabili dalle poche decine di centimetri ai due metri.

Lungo i margini di strade e coltivi prevalgono invece le comunità perenni/bienni di erbe alte nitrofile e subnitrofile, in primis *Daucus carota*, *Malva olbia*, *Foeniculum vulgare*, *Rumex crispus*, *Rumex obtusifolius*, *Rumex pulcher*, *Dittrichia viscosa*, *Galactites tomentosus*, *Beta vulgaris*, *Oloptum miliaceum*, *Thapsia garganica*, *Verbascum sinuatum*.

Nel sito possono essere inoltre osservati diversi aspetti igrofilo e subigrofilo delle fitocenosi erbacee perenni. In particolare, nel settore sud-occidentale del sito possono essere osservate formazioni subigrofile di graminacee cespitose alte del genere *Phalaris* (in prevalenza *P. coerulescens*, con subordinate *P. minor* e *P. paradoxa*), con strato erbaceo inferiore a *Cynodon dactylon* e, sporadicamente, *Agrostis pourretii*, impostate in depressioni sub-umide e al margine delle aree di compluvio in località *Bega S'Isca de Pingiada*, sempre interessate da attività pascolativa. Tali formazioni risultano spesso associate a comunità igrofile di giunchi di grossa taglia, quali *Juncus subulatus* e *Juncus acutus*, ben rappresentate lungo fossi e canali, meno frequentemente in depressioni umide.

Le fitocenosi erbacee annue risultano rappresentate in massima parte da comunità nitrofile e subnitrofile antropozoogene osservabili lungo i margini di strade e coltivi (in particolare, su quelli soggetti a sfalci frequenti) ed all'interno dei coltivi a riposo. Tali comunità risultano costituite da diverse terofite di taglia da ridotta a media, quali *Amaranthus blitoides*, *Amaranthus retroflexus*, *Anisantha sterilis*, *Centaurea napifolia*, *Chrozophora tinctoria*, *Dittrichia graveolens*, *Sonchus oleraceus*, *Echium plantagineum*, *Heliotropium europaeum*, *Helminthotheca echioides*, *Hordeum murinum* subsp. *leporinum*, *Hypericum perforatum*, *Plantago coronopus*, *Polycarpon tetraphyllum* subsp. *diphyllum*, *Polygonum aviculare*, *Tribulus terrestris*. Fitocenosi erbacee annue piuttosto localizzate sono rappresentate dai pratelli terofitici a dominanza di *Taeniatherum caput-medusae*, inseriti all'interno delle più ampie formazioni nitrofile di asteracee spinose dei pascoli ovin.

Nei contesti meno disturbati dalle attività antropiche e dal pascolo, su suoli meno ricchi di sostanza organica, possono essere osservate comunità erbacee maggiormente coerenti con la serie di vegetazione potenziale del sito, rappresentate dai pratelli terofitici di graminacee scapose annue quali *Avena barbata*, *Briza maxima*, *Bromus hordeaceus*, *Cynosurus echinatus*, *Lagurus ovatus*, *Stipellula capensis*, *Trifolium angustifolium*. Tali formazioni si presentano tuttavia con modestissime estensioni a mosaico con le formazioni di cisteto e macchia, queste ultime caratterizzate in massima parte da una copertura arbustiva pressoché totale che lascia poco spazio a comunità erbacee aperte.

La diffusa presenza di corsi d'acqua minori favorisce la presenza di differenti tipologie di vegetazione elofitica e ripariale tipiche del geosigmeto calcifugo edafoigrofilo termo-mediterraneo sardo-corso. Piuttosto

diffusi sono, infatti, i cespuglieti densi di *Rubus ulmifolius* ed i canneti di *Phragmites australis*, mentre meno frequenti e maggiormente frammentate sono le formazioni alto-arbustive di *Nerium oleander*, raramente con presenza di *Salix atrocinerea*. Ulteriori elementi vegetazionali afferenti al geosigmeto edafoigrofilo sono rappresentati dalle già citate comunità erbacee igrofile di alti giunchi a *Juncus acutus* e *J. subulatus*, dalle comunità erbacee perenni bienni a *Dittrichia viscosa* e dalle formazioni erbacee subigrofile precedentemente descritte a *Phalaris coelurescens* ed altre graminacee cespitose, spesso arricchite da altri elementi tipici di ambiente umido quali *Mentha pulegium* e *Polygonum scoparium*.

Lungo i greti fluviali completamente in secca durante il periodo estivo, prevalgono le comunità erbacee annue a *Heliotropium europaeum*, a testimonianza della forte pressione pascolativa e delle modificazioni antropiche alle quali tali contesti risultano soggette.

Completano il paesaggio vegetale del sito gli ampi uliveti ubicati ai piedi *P.ta de Parruccu*, gli estesi eucalipteti ad *Eucalyptus camaldulensis* della parte centrale del sito e gli imboschimenti misti di querce sempreverdi (*Quercus ilex* e, meno frequentemente *Q. suber*) del settore sud-occidentale del sito.

Nell'Elaborato REU-AVU-RA8 si riporta la caratterizzazione di dettaglio delle formazioni vegetazionali spontanee rilevate.

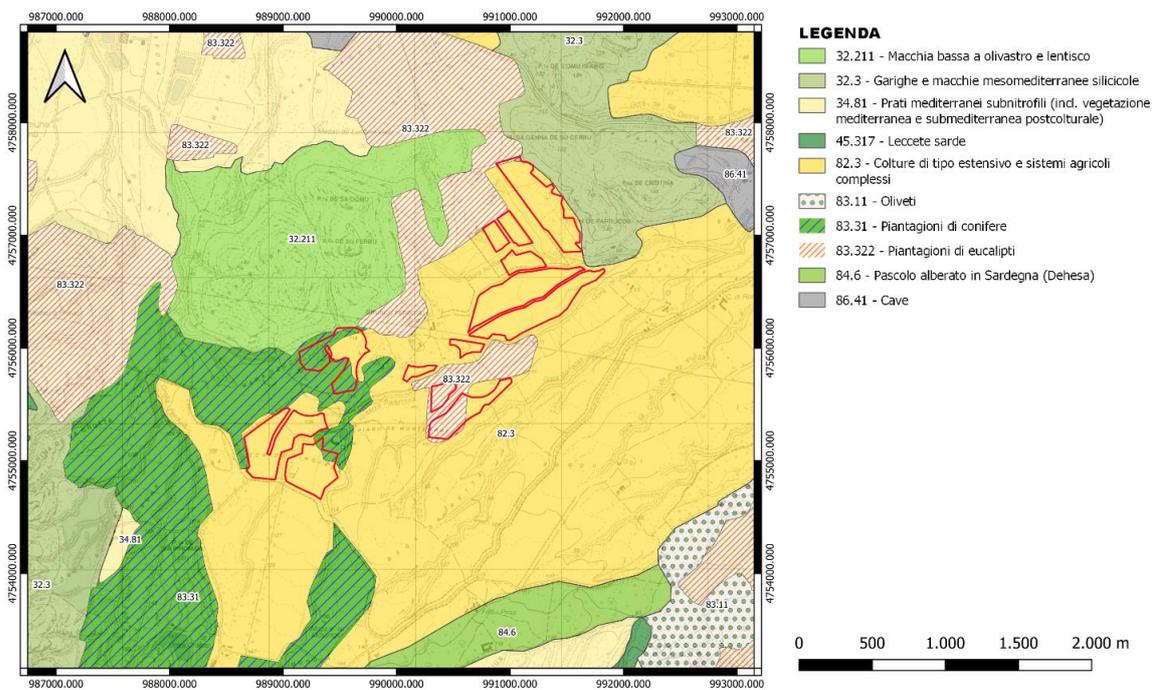
Per gli aspetti conservazionistici si è fatto riferimento alle seguenti opere: *Interpretation Manual of European Union Habitats, version EUR 28 (European Commission, DG-ENV, 2013)*; *Manuale italiano di interpretazione degli habitat (Direttiva 92/43/CEE) (BIONDI et al. 2010)*; *Il Sistema Carta della Natura della Sardegna (CAMARDA et al., 2015)*.

Sulla base delle indicazioni fornite dalle opere sopra citate, è possibile individuare, per l'area in esame, le seguenti formazioni vegetazionali di rilievo e di interesse conservazionistico:

- Oleastreti: rientrano in questa categoria le formazioni da arboree ad arborescenti a netta dominanza di *Olea europaea* var. *sylvestris*. Tale tipologia di vegetazione risulta ben rappresentata nel sito, osservabile sia con estensioni ampie e continue ad elevato grado di naturalità (nei rilievi collinari limitrofi), sia in forma di patches frammentate di dimensioni ampiamente variabili. In quest'ultimo caso, le patches maggiormente frammentate si presentano spesso a contatto con formazioni di sclerofille di taglia leggermente inferiore (macchie alte di *Pistacia lentiscus*), con fisionomie intermedie che ne rendono poco agevole l'identificazione.
- Macchie alte con presenza di ginepro fenicio. Rientrano in questa categoria le formazioni di macchia alta e matorral arborescente di olivastro e lentisco con diffusa presenza di *Juniperus turbinata*, localmente dominante, osservabili lungo i versanti in esposizione sud-occidentale ed occidentale del complesso collinare di *M. Sa Genna de su Cerbu – P.ta de Parruccu*, nel settore orientale del sito.
- Arbusteti a dominanza di *euforbia arborea*. Rientrano in questa categoria le formazioni arbustive dominate da *Euphorbia dendroides* osservabili su buona parte dei versanti ad esposizione meridionale del complesso collinare di *Sa Frontera – P.ta de Sa Ferru – M. Sa Genna de su Cerbu – P.ta de Parruccu*,

ricadente a nord rispetto ai siti di realizzazione delle opere. Tale specie tende a partecipare diffusamente alle formazioni di macchia alta termofila ad olivastro e lentisco dei versanti collinari sopra citati, mentre diviene dominante in presenza di marcata acclività e rocciosità affiorante.

- Sugherete e pascoli arborati di querce da sughero. In merito alla specie *Quercus suber*, essa può essere osservata esclusivamente in località *Bega S'Isca de Pingiada* con pochi esemplari adulti inseriti al margine delle formazioni di macchia, a formare modesti nuclei arborei, senza tuttavia costituire vere e proprie formazioni boschive di rilevante estensione. Per poter osservare coperture rappresentative di sughereta, è necessario spostarsi poco al di fuori delle aree di intervento, ovvero in località *Pianu de Monte Arrexi* e *Bega sa Retta*, dove tale specie arborea tende a formare coperture con fisionomia e struttura tipica del bosco e del pascolo arborato. In particolare, le formazioni boschive di sughereta del sito tendono ad organizzarsi in patches di forma lineare lungo le linee di compluvio ed al margine dei corsi d'acqua minori.
- Formazioni ripariali afferenti alla *Nerio-Tamaricetea*: rientrano in questa categoria le formazioni alto-arbustive ed arborescenti a *Nerium oleander*, raramente con *Salix atrocinerea*, osservabili in forma piuttosto frammentata e discontinua lungo il corso d'acqua *Gora is Begas*, *Riu Gutturu is Paus* e *Riu is Cresieddas*, inserite all'interno delle più ampie formazioni arbustive igrofile a *Rubus ulmifolius*.
- Prati umidi e subumidi. Limitatamente alla località *Bega S'Isca de Pingiada*, si riscontra la presenza di superfici caratterizzate da una evidente ritenzione idrica, con conseguente presenza di modeste comunità erbacee igrofile di alti giunchi e, in presenza di una minore disponibilità idrica, di formazioni erbacee subigrofile a *Phalaris coelurescens* ed altre graminacee cespitose e scapose annue, spesso arricchite da altri elementi tipici di ambiente umido quali *Polygonum scoparium*, *Mentha pulegium* e, raramente, *Mentha suaveolens* subsp. *insularis*. Le formazioni di giuncheto a *Juncus subulatus* e *J. acutus* si osservano sia in campo aperto (depressioni in area di pascolo) sia lungo i canali e le deboli linee di compluvio, in particolare su quelle connesse al vicino fiume *Gora Is Begas*.



**Figura 8.23 – Inquadramento dell’area secondo la Carta della Natura della Regione Sardegna: Carta degli habitat alla scala 1:50.000 (CAMARDA et al., 2011). In rosso: opere in progetto**

### 8.5 Sistema delle relazioni di area vasta

Il territorio in esame è posto in un settore di connessione e di incontro tra la *Piana del Campidano di Cagliari* e i *Monti del Sulcis*.

Il sistema delle relazioni che definiscono l’assetto dei luoghi e imprimono una specifica impronta paesaggistica all’area può riferirsi:

- al sistema della *Piana del Campidano*, a est dell’area di impianto, che attraversa la porzione occidentale della Sardegna centro-meridionale, dal *Campidano di Cagliari* si estende sino al *Campidano di Oristano*, considerata un punto di riferimento per la produzione di beni alimentari (vino, olio, cereali, altri prodotti agricoli, etc.);
- alla particolare collocazione della piana alluvionale del *Cixerri*, immediatamente ad ovest dell’area di impianto, la quale prende il nome dal rio omonimo che la attraversa e instaura relazioni visive dirette con i rilievi dell’*Iglesiente* a nord e i *Monti del Sulcis* a sud;
- al complesso montuoso del *Sulcis*, situato a sud/sud-ovest dell’area di impianto, una delle più antiche formazioni geologiche dell’Isola con cime principali *Punta Is Caravassius* (1116 m) e *Monte Arcosu* (948 m);
- al valore ambientale ed ecologico dello *Stagno di Santa Gilla* e delle *Saline*, dello *Stagno di Cagliari*, dello *Stagno di Molentargius* e dello *Stagno Simbirizzi* all’interno del territorio della Città Metropolitana di Cagliari e a sud-est dell’area di impianto;

- alle dinamiche di sviluppo della Città metropolitana di Cagliari, alla gestione di grandi centri urbani attrattori e di aree dedicate alle attività agricole e pastorali;
- all'attrazione turistica della Città di Cagliari, della costa con le spiagge, degli stagni e delle lagune;
- all'importanza strategica delle direttrici infrastrutturali della SS 131 Carlo Felice, ad est dell'area di impianto, che collega il nord e il sud dell'Isola, e della SS 293 di Giba, ad ovest dell'area di impianto, che collega la *Marmilla* con il *Sulcis-Iglesiente* passando per il *Campidano* e il *Monreale*;
- alla presenza dell'area industriale di Macchiareddu, localizzata circa 4 km a sud-est dell'area di impianto, uno dei più importanti agglomerati industriali della Sardegna meridionale, nella piana alluvionale compresa fra lo *Stagno di Cagliari* e il *Rio Santa Lucia* in agro di Capoterra e ricadente nei territori comunali di Assemini, Capoterra ed Uta.

Su scala ristretta dell'ambito di intervento:

- al sistema collinare di origine vulcanica e metamorfica, ai piedi del quale è localizzato l'impianto in progetto, tra *P. Genna de is Abis* a nord-est sino a *Sa Frontera* a sud-ovest;
- all'importanza strategica della direttrice infrastrutturale della SP 2, che corre immediatamente a nord dell'area di impianto, attraversa la *Piana del Cixerri* e proseguendo verso sud-ovest raggiunge Portoscuso;
- al rapporto simbiotico delle popolazioni dell'interno con la terra, testimoniato dalla prosecuzione delle tradizionali pratiche agro-zootecniche.

Alle presenti considerazioni che consentono di inquadrare in termini generali i connotati paesaggistici segue una parte di relazione strutturata in termini analitici, in funzione delle indicazioni suggerite dal D.P.C.M. 12/12/2005.

## 8.6 Assetto insediativo e sintesi delle principali vicende storiche

### 8.6.1 Il territorio del Campidano di Cagliari

Parte delle seguenti informazioni sono state tratte dal volume "*I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, volume I. Architettura in terra cruda dei Campidani, del Cixerri e del Sarrabus*" - Regione Autonoma della Sardegna, Università degli Studi di Cagliari - Dip. Architettura, Università degli Studi di Sassari - Dip. Architettura e Pianificazione, DEI Tipografia del Genio Civile (2009).

In Sardegna la regione delle argille per eccellenza è costituita dalla grande fossa del Campidano, sulla quale convergono da ovest la vallata del *Cixerri* e a nord il basso corso del *Tirso*. L'importante ruolo di "corridoio di connessione" della *Piana del Cixerri* ha influenzato la diffusione del sistema insediativo che si concentra su una prima sezione a valle di Iglesias, presidiata dai tre centri di Domusnovas, Musei e Villamassargia, cui segue Siliqua, su un meandro del fiume stesso, e poi allo snodo con il *Campidano* ancora una polarità di tre elementi

con Uta, Villaspeciosa e Decimoputzu. Tutti questi centri utilizzano via via i terrazzi affacciati sul fiume piuttosto che il fondovalle e si sviluppano secondo modalità insediative che variano man mano che da Iglesias ci si spinge verso il *Campidano*.

Ciascuna di queste aree è presidiata da una delle città regie della Sardegna centro-meridionale. Il *Campidano di Cagliari*, in particolare, ha come città di riferimento Cagliari che presidia lo sbocco a mare del *Campidano* stesso.

Il territorio della Regione storica del *Campidano di Cagliari* comprende attualmente, oltre Uta, i seguenti centri urbani: Samatzai, Nuraminis, Vallermosa, Villasor, Monastir, Decimoputzu, San Sperate, Siliqua, Villaspeciosa, Decimomannu, Assemini, Sestu, Elmas, Selargius, Monserrato, Cagliari, Quartucciu, Quartu S. Elena, Sinnai, Burcei, Maracalagonis, Sinnai e Villasimius.

L'area del cagliaritano occupa i territori pre-paludosi attorno alle saline e agli stagni. Questo ha avuto grande rilevanza nello sviluppo della struttura insediativa del *Campidano di Cagliari*.

Come si legge nella Scheda d'Ambito n. 1 - Golfo di Cagliari del P.P.R. "[...] il sistema insediativo dell'ambito si struttura in relazione alle dominanti ambientali della dorsale dei colli di Cagliari e delle zone umide costiere. L'insediamento è caratterizzato dall'alta densità del tessuto edificato e dall'elevata complessità funzionale e relazionale del campo urbano, dalla presenza di infrastrutture portuali, commerciali e industriali e di servizi rari e superiori di rango regionale.

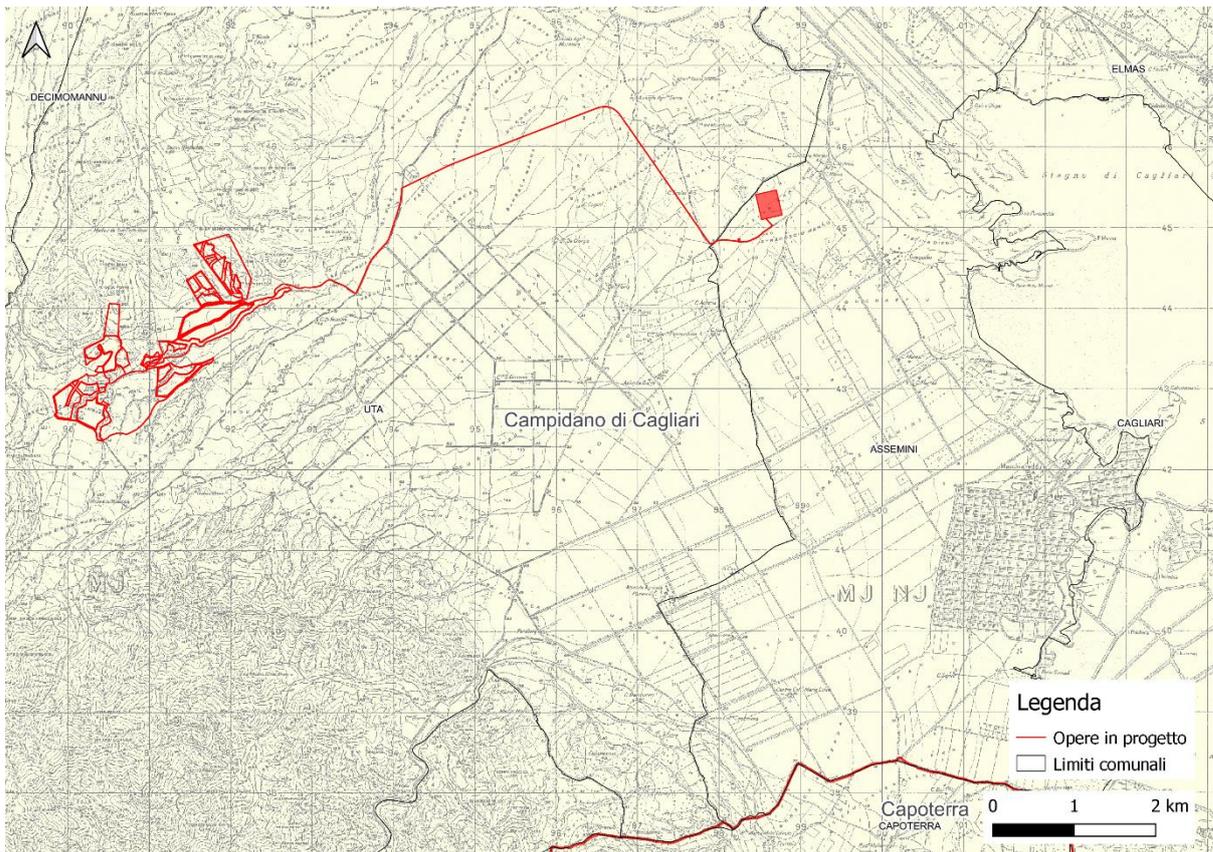
All'interno di questo territorio è presente una stratificazione storica degli insediamenti sviluppati nel tempo: i sistemi insediativi antichi come *Karales* dell'epoca punica sulla sponda orientale di *Santa Gilla*, la città romana nell'area retrostante l'odierna darsena e la città dell'alto medioevo distribuita in diversi poli facenti capo a *Santa Gilla* sul luogo della città punica; l'area del colle di *Tuvixeddu-Tuvumannu* con la necropoli fenicia; il sistema urbanistico medievale del centro di Cagliari e dei borghi extra moenia; il sistema portuale storico, commerciale, militare di Cagliari; i sistemi insediativi medievali di Quartu Sant'Elena, Quartucciu, Selargius, Monserrato, Pirri intorno ai compendi umidi del *Molentargius*; il sistema insediativo storico dei centri medievali di Sinnai, Settimo San Pietro e Maracalagonis; l'insediamento urbano e rurale di Sestu, San Gemiliano; l'insieme dei presidi religiosi e civili (chiese campestri e ville) del paesaggio agrario del *Campidano di Cagliari*, comprendente la trama fondiaria e la viabilità territoriale e prediale sia quella ascrivibile alla centuriazione romana che la sua reinterpretazione medievale; il sistema delle archeologie industriali (sistemi del sale e del vino, con le *Saline Molentargius* e *Contivecchi* e con i molteplici episodi di grandi cantine sorte tra '800 e '900 nella cintura dei borghi agricoli cagliaritani); l'insieme delle tradizioni della cultura materiale legata alla pesca nella laguna di Santa Gilla e all'antico borgo di pescatori di Giorgino [...]."

Tra gli sviluppi degli insediamenti produttivi che interessano da vicino il territorio di Uta va certamente segnalato quello dell'Agglomerato industriale di Macchiareddu-Grogastu, il cui perimetro è localizzato a circa 4 km ad est dell'area di impianto.

Il percorso di costruzione dell'identità produttiva per il contesto geografico in esame può farsi cominciare con la bonifica della laguna di *Santa Gilla* proposta dall'Ing. Conti Vecchi nel 1919 contestualmente all'apertura dell'attività saliniera. Pochi anni dopo il Ministro dei lavori pubblici, il Ministro del tesoro, il Ministro delle finanze, il Ministro dell'industria e del commercio firmavano il documento di *"Approvazione di una convenzione con la ditta Ing. Conti Vecchi riguardante l'esercizio delle opere di bonifica e l'utilizzazione industriale dello stagno di S. Gilla presso Cagliari"*. Il contenuto del documento si articola su una relazione tecnica e sul testo presentato dai proponenti con allegato testo della Convenzione fra il Ministero dei lavori pubblici e l'ingegner Luigi Conti Vecchi. Il documento acquisì l'approvazione parlamentare nella seduta del 6 agosto 1921 innescando un processo di ampie e radicali trasformazioni dell'area.

Per effetto di tale provvedimento, si assistette ad una razionalizzazione dello sfruttamento agricolo nell'area con la realizzazione delle canalizzazioni di bonifica e la contestuale apertura di una rete di piste organizzate in una maglia regolare di penetrazione agraria e di collegamento tra i numerosi insediamenti colonici sorti.

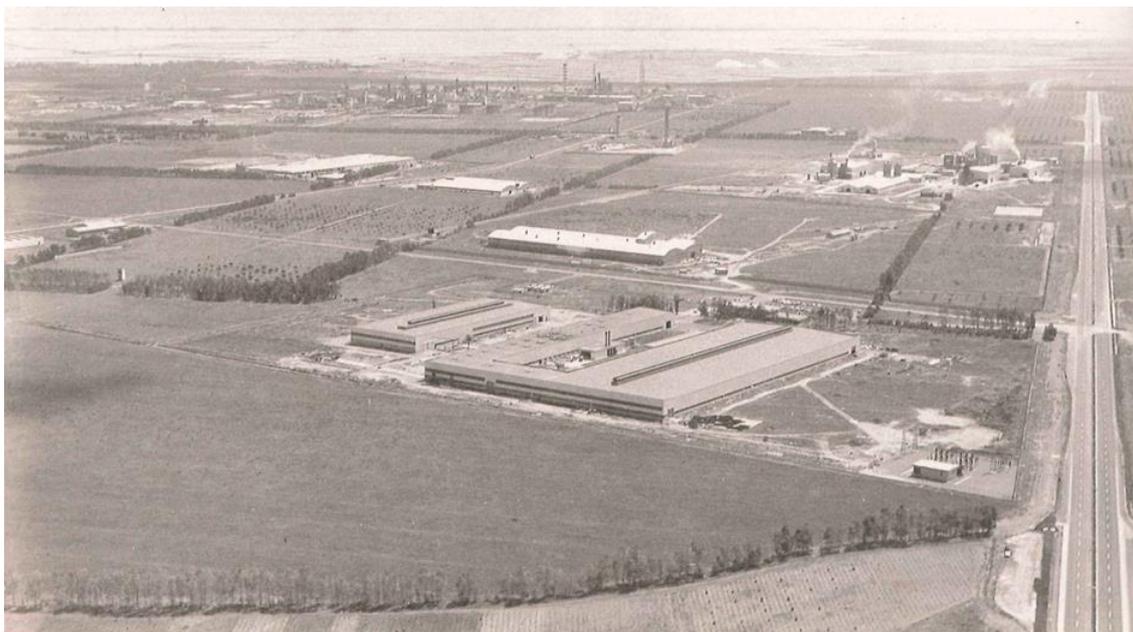
La cartografia storica mostra in modo evidente come le operazioni di bonifica concomitanti alla realizzazione delle saline abbiano disegnato la morfologia del sedime sul quale si è impostato il successivo assetto produttivo industriale. In tal senso, la trasformazione più evidente, conservata a tutt'oggi, è la razionalizzazione e geometrizzazione della rete delle infrastrutture viarie: se in data antecedente alle opere di bonifica l'impianto era plasmato sulla morfologia del territorio, successivamente si riscontra chiaramente come le strade assumano quella caratteristica di regolarità geometrica e ortogonalità che caratterizza tipicamente l'impianto viario dei territori bonificati.



**Figura 8.24 – Inquadramento dell’area di impianto su IMG del 1960 dove sono visibili gli effetti sulle infrastrutture e sulla morfologia delle operazioni di bonifica**

Concentrando le considerazioni e le analisi al periodo del secondo dopoguerra, si può fissare nel 28 novembre 1953 il punto di partenza del percorso di genesi dell’area di sviluppo industriale di Cagliari. In tale data si costituì il Comitato Promotore per la Zona Industriale che sfruttò le possibilità e le nuove figure territoriali introdotte dalla citata L.R. 22/1953 sotto forma di Zone Industriali di Interesse Regionale. Il Consorzio per l’Area di Sviluppo Industriale di Cagliari fu istituito pochi anni dopo con Decreto del Presidente della Repubblica n. 1410/1961.

Il *boom* della petrolchimica e delle infrastrutture caratterizzò lo sviluppo industriale cagliaritano tra la fine degli anni ’60 e l’inizio degli anni ’70 del secolo scorso. Le capacità imprenditoriali locali furono stimolate e si riversarono nel campo delle lavorazioni metalmeccaniche e di assistenza alla grande industria.



**Figura 8.25 – L’area di Macchiareddu nel 1971 (Fonte CACIP)**

Nella seconda metà degli anni '70 l'area industriale di Cagliari avvertì il crollo della petrolchimica, ed attorno al 1977 iniziarono a fermarsi i cantieri delle imprese addette alla costruzione dei nuovi stabilimenti. La zona di Macchiareddu passò rapidamente dall'essere considerata un'area di immensa attrattiva per l'industria, ad un luogo contrassegnato dall'abbandono, nonostante solo pochi anni prima (nel 1969) fosse iniziata la costruzione a *Macchiareddu* dell'impianto di potabilizzazione dell'acqua e fossero razionalizzati i collegamenti con i centri urbani limitrofi. Verso la fine degli anni '70 all'antica strada di bonifica della salina, l'unica a collegare Macchiareddu con Cagliari, si aggiunsero la strada "dorsale" che assicurò l'innesto della viabilità dell'area industriale sulla litoranea SS 195 e la strada "arginale", che sostituì gran parte del tracciato della strada della salina, fagocitata dai lavori del porto canale.

Negli anni '80, accanto agli stabilimenti petrolchimici si insediò nell'area industriale una varietà di aziende in comparti quali l'alimentare e l'elettronica, spesso rilevando stabilimenti chiusi. Emerse dunque il terziario, ed il CACIP, nel prendere atto di queste trasformazioni, incentrò i propri interventi nella revisione della ricettività degli agglomerati esistenti e nella messa a punto di strumenti capaci di agevolare l'insediamento delle attività artigianali nelle apposite zone comunali. Nacquero in questa fase le grandi infrastrutture consortili: è del 1983 l'inaugurazione dell'impianto di depurazione delle acque reflue industriali, mentre nel 1985 vennero avviati i lavori per la costruzione del Centro Servizi di Macchiareddu, sede operativa e funzionale del Consorzio.

Le attuali tendenze di sviluppo in atto nell'area di *Macchiareddu* sono marcatamente correlabili al mercato delle energie rinnovabili, fortemente sostenuto dalla programmazione di settore, internazionale e nazionale.

L'area dell'impianto agrivoltaico in progetto appare defilata rispetto alla realtà industriale descritta, ma gli effetti delle vicende storiche descritte influiscono e hanno influito profondamente sullo sviluppo del limitrofo sistema insediativo, dell'economia, degli assetti sociali e delle dinamiche infrastrutturali.

#### **8.6.4 Rapporti tra il patrimonio archeologico censito e gli interventi in progetto**

I dati raccolti nell'ambito dell'attività di valutazione archeologica condotta nell'ambito della fase progettuale indicano per l'area di impianto un grado di rischio archeologico da basso a medio per 14 delle 15 unità di ricognizione archeologica (UR). In un'unica UR (la n. 2) si prospetta un grado di rischio alto. Qui, infatti, in corrispondenza di un piccolo rialzo del terreno, in località *Bega S'Isca de Pingiada*, le prospezioni di superficie hanno identificato una concentrazione ricca, entro un'area ben delimitata, di materiale ceramico di età romana, tra il quale si individuano anche frammenti di tegole piane, embrici, ceramica comune, ceramica a pareti sottili, sigillata, depurata chiara, anforacei, un frammento di vaso a versatoio, due frammenti di vetro (uno è costituito da un attacco d'ansa), ecc.

L'analisi del contesto (spoglio bibliografico) e le prospezioni di superficie hanno indicato la presenza di alcune evidenze archeologiche nell'area di indagine: all'interno dell'area dell'impianto è stato censito il Bene denominato "Insediamento romano Bega S'Isca de Pingiada".

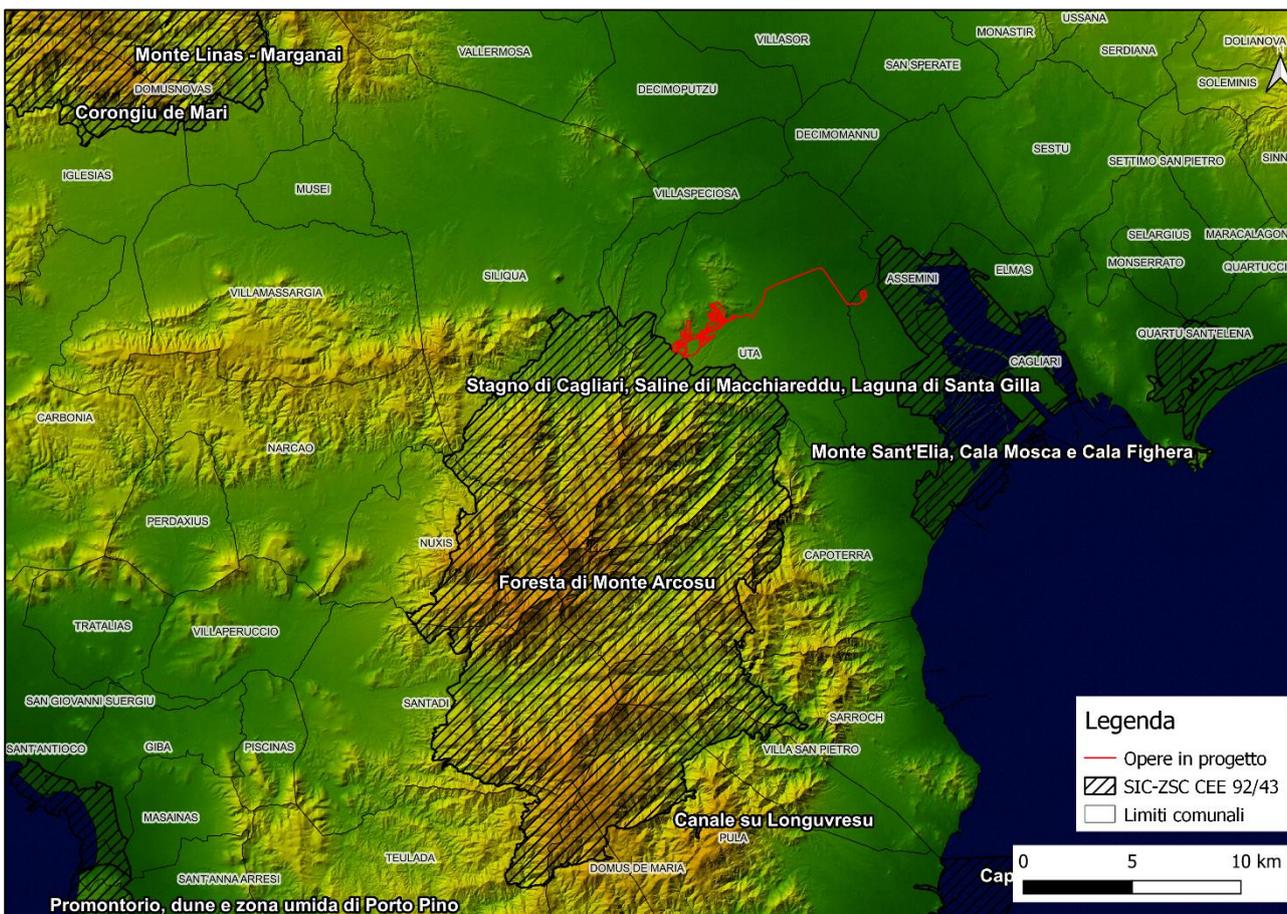
Per le aree destinate alla realizzazione della Cabina elettrica Utente e della SE RTN, entrambe site nel territorio comunale di Assemini, il grado di rischio si definisce basso, anche se in presenza di visibilità al suolo, rispettivamente, media e bassa: I terreni sono stati intensamente sfruttati per fini agricoli e l'analisi del contesto non offre alcuna indicazione circa la presenza di Beni censiti nelle vicinanze.

Per quanto riguarda lo sviluppo del cavidotto di collegamento tra l'area dell'impianto (territorio comunale di Uta) e quelle della Cabina elettrica Utente e della Stazione Elettrica RTN (in quello di Assemini), il grado di rischio si definisce basso per I tratti I e III che corrono lungo strada sterrata in presenza di visibilità buona e non valutabile per il Tratto II, correndo questo lungo strada asfaltata con visibilità nulla.

Per ogni informazione di maggiore dettaglio circa la componente archeologica nell'area del sito in progetto si rimanda alla documentazione di valutazione archeologica (Elaborati REU-AVU-RP13 ÷ REU-AVU-RP13-4).

#### **8.7 Appartenenza a sistemi naturalistici (biotopi, riserve, parchi naturali, boschi)**

L'area di intervento è esterna rispetto ai siti maggiormente sensibili sotto il profilo ecosistemico, riferibili ai più prossimi SIC/ZSC e/o ZPS.

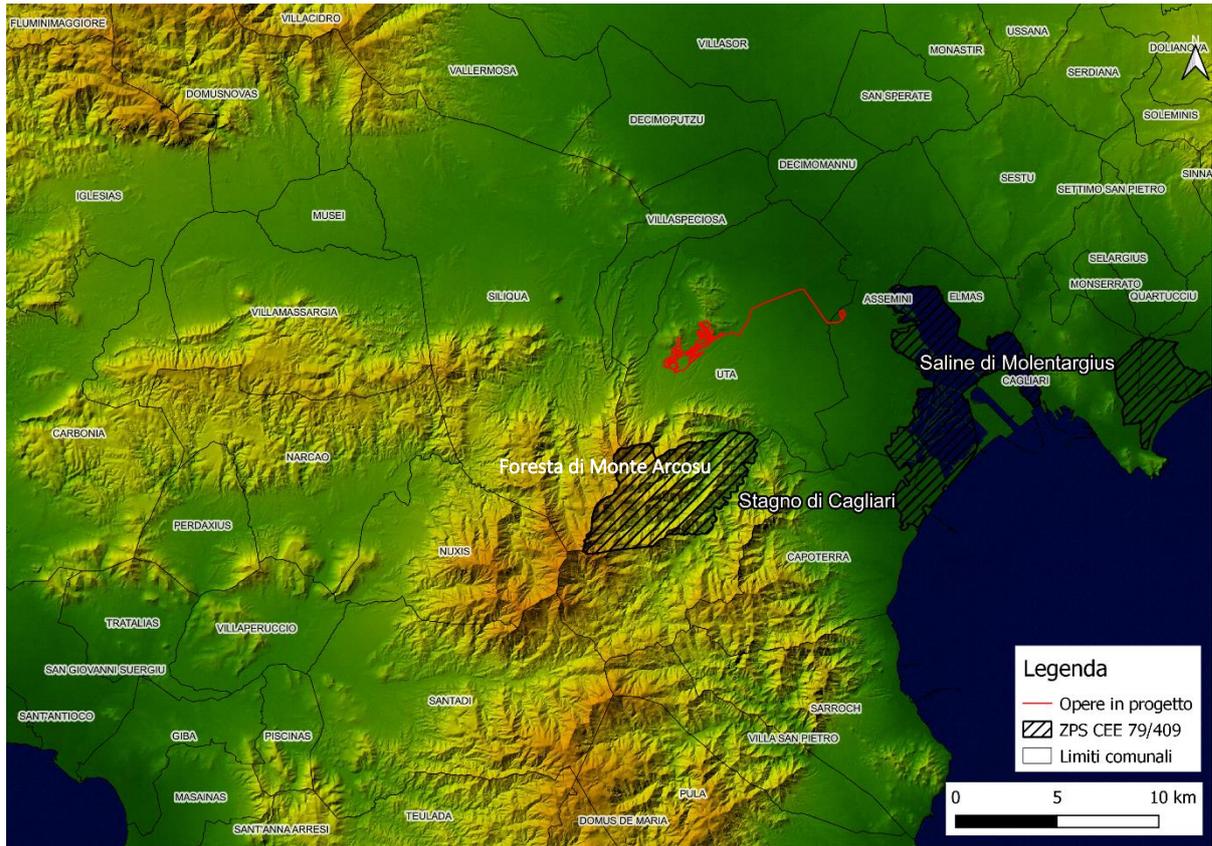


**Figura 8.26 — Aree SIC-ZSC nel contesto di area vasta**

L’area SIC più prossima all’impianto è adiacente a sud-ovest all’area di impianto ed è denominata “Foresta di Monte Arcosu”, caratterizzata da vallate ampie e pianeggianti e da vallate profonde e strette poggianti su graniti. Le formazioni forestali sono il risultato di pregresse azioni non regolamentate, come tagli per il legnatico, pascolo e incendi e soltanto in poche aree si trovano stadi maturi. Come meglio specificato nella Relazione Faunistica (Elaborato REU-AVU-RA7) gli interventi previsti non lasciano presagire effetti diretti o indiretti sulle aree oggetto di tutela.

Circa 6,5 km a sud-est dell’area di impianto è presente l’area ZSC denominata “Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla”. Lo *Stagno di Cagliari* è localizzato in un antico fondovalle, scavato dal *Rio Mannu* e dal *Cixerri*, colmato con depositi fluviali, palustri e marini.

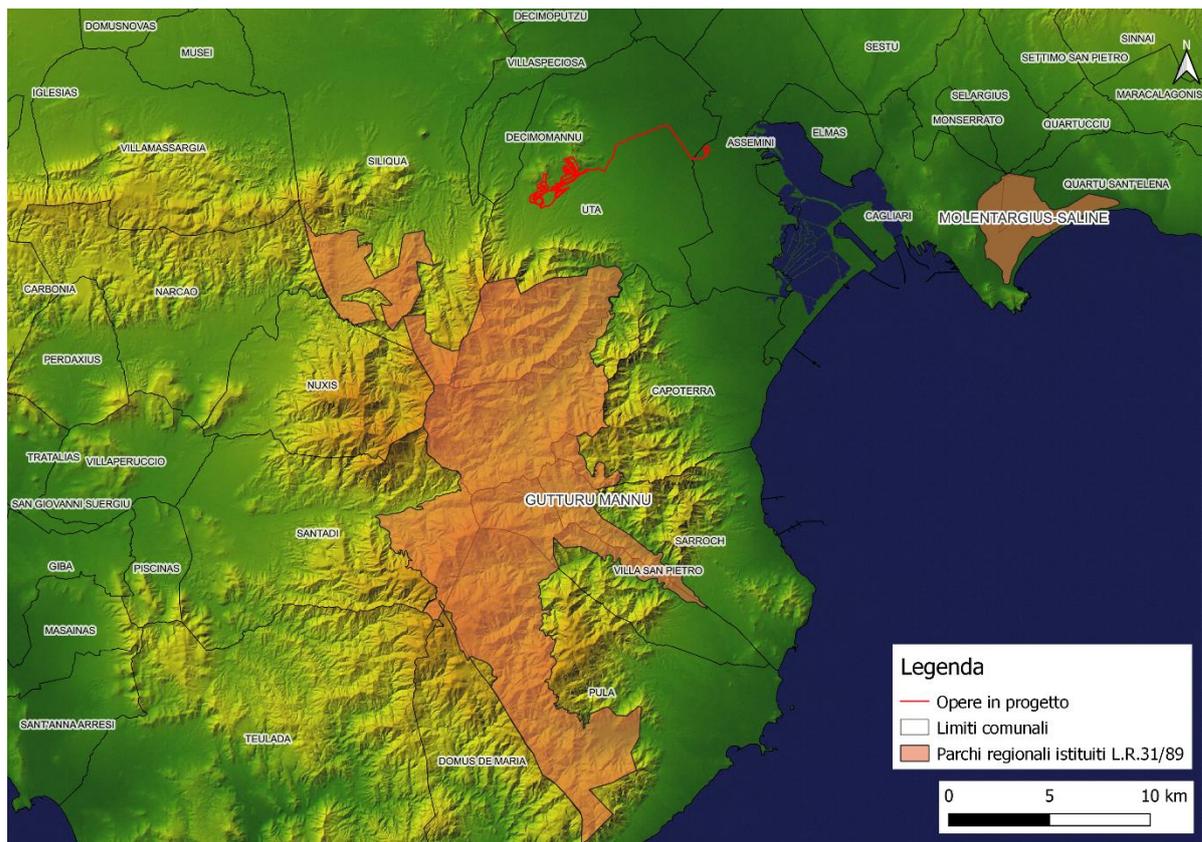
Le altre aree SIC-ZSC presenti nell’area vasta sono localizzate ad una distanza superiore ai 20 km rispetto all’area di impianto.



**Figura 8.27 — Aree ZPS nel contesto di area vasta**

Per quanto riguarda le aree ZPS, all'interno dell'area vasta se ne segnalano due: la prima, posta a sud-ovest dell'area di impianto, ad una distanza di quasi 4 km, denominata “Foresta di Monte Arcosu”, la cui importanza è legata alla presenza di numerose specie di interesse comunitario, tra cui spiccano il cervo sardo, l'aquila reale, l'astore di Sardegna e diverse specie di Chirotteri; la seconda, posta a sud-est – ad una distanza di circa 8 km – è denominata “Stagno di Cagliari”.

Il sito d'intervento non ricade all'interno di zone protette secondo le tipologie richiamate dalla L.R. 31/89, la più vicina delle quali è il Parco Naturale Regionale denominato “*Gutturu Mannu*” che dista circa 3,6 km dell'area dell'impianto agrivoltaico proposto.



**Figura 8.28 – Carta dei Parchi Regionali istituiti L.R. 31/89 rispetto all’ambito d’intervento progettuale**

## 8.8 Sistemi insediativi storici (centri storici, edifici storici diffusi)

### 8.8.1 Il centro urbano di Uta

L’abitato di Uta, distante circa 5 km in direzione nord-est rispetto all’impianto, situato tra il *Flumini Mannu* a nord-est e il *Riu Cixerri* a sud/sud-ovest all’interno della *Piana del Campidano di Uta*.

L’origine del toponimo pare sia legata al termine latino *udus* che significa umido, paludoso e fa riferimento all’area nella quale sorge il centro urbano di Uta. Si tratta di un importante centro agricolo di epoca medioevale.

Il territorio in esame è abitato sin da tempi antichi, come dimostrano i resti degli insediamenti presenti fin dal Neolitico, numerosi ritrovamenti archeologici tra i quali, nella falda di *Monte Arcosu*, il sito prenuragico di *Su Niu de su Pilloni*, con resti di un villaggio nuragico, di capanne e di una fornace, una cinta muraria e menhir, ed inoltre le strutture di epoca nuragica disseminate nelle campagne. Tutti risultano poco visibili, a causa del degrado, dell’usura del tempo, e altri perché non sono stati scavati. L’Età del Bronzo è un periodo assai florido, come dimostrano i bronzetti ritrovati nel territorio. La presenza dei Romani ha lasciato il suo segno, poiché l’antica strada romana che portava da *Kàralis* a *Nora* attraversava tutto il suo territorio, ed è attestata dal rinvenimento di frammenti di ceramica e materiali da costruzione e resti di terme.

Nel medioevale fa parte del *Giudicato di Càralis*, periodo nel quale i giudici concedevano ai monaci le terre e gli donavano le chiese, in modo che gli abitanti beneficiassero della loro presenza. Vengono edificate le chiese dedicate a San Tommaso, Santa Maria Magramixi, Sant'Ambrogio, San Leone. Si pensa che la costruzione della chiesa campestre di Santa Maria risalga agli anni intorno al 1140.

Originariamente il centro urbano di Uta appariva suddiviso in due aree distinte: *Uta Susu*, alla quale apparteneva il Santuario di Santa Maria e poche abitazioni situate nella zona circostante e, a circa 1 km di distanza, *Uta Jossu*, dove era ubicata la chiesa di San Cromazio. Questa seconda area coincide con il centro urbano attuale si pensa per uno spostamento della popolazione verso una posizione più sana e sicura in quanto meno battuta dalle inondazioni dei rii *Mannu* e *Cixerri*.

Nel tempo Uta vide il dominio dei pisani, degli aragonesi, del Giudicato di Arborea e del Regno di Sardegna e nuovamente degli Aragonesi che la dominano sino al Cinquecento.

Come si legge nel Piano Particolareggiato del Centro Storico (PPCS), Uta è senz'altro uno dei rari centri situati a occidente del *Flumini Mannu* che ha sempre condizionato la vita e l'assetto urbanistico del nucleo originario. Questo era incardinato su tre direttrici ben distinte: la via per Assemini, la via per Decimomannu e la via per Villaspeciosa che ha costituito la vera e propria direttrice di sviluppo urbano del centro.

L'agglomerato urbano che definisce il vecchio centro di Uta risulta già consolidato nelle carte del De Candia risalente al 1844, nonché nelle mappe del vecchio catasto dei primi del 1900. L'insediamento originario aveva una struttura fusiforme retta dalle direttrici costituite dalle vie per Assemini, Decimomannu e Villaspeciosa; quest'ultima strada ha assunto nelle crescite recenti il ruolo di asse principale di sviluppo.



**Figura 8.29 – Centro urbano di Uta in ortofoto del 1954-1955 (fonte: Sardegna Foto Aree)**

La morfologia urbana è costituita da un tessuto edilizio non omogeneo anche se due sono le tipologie prevalenti e caratteristiche delle zone di pianura ad economia agricola: la casa a corte cinta da alti muri e la casa che si affaccia su strada. Inoltre, gli edifici venivano realizzati con murature in mattoni di fango (*ladiri*) intonacati, e zoccolature di base in pietrame misto proveniente dal greto dei fiumi più prossimi.

Il tessuto urbano odierno ha subito numerose modificazioni e risulta essere ad oggi molto degradato e molto distante dalle tipologie edilizie originarie.

Tra gli edifici di particolare valore presenti all'interno del centro storico di Uta si segnala la Cattedrale di Santa Giusta Vergine e Martire, localizzata nella Piazza di Santa Giusta e chiesa parrocchiale del centro urbano.



**Figura 8.30 – Cattedrale di Santa Giusta Vergine e Martire (fonte: Google Maps)**

La sua costruzione ebbe inizio nel 1400 circa in stile gotico-catalano, nel periodo in cui quando l'agglomerato urbano ritorna a far parte del Regno di Sardegna sotto il dominio dei Carroz, e venne conclusa nel 1582. Che la costruzione sia iniziata dai Carroz è dimostrato dallo stemma di questo casato spagnolo, scolpito nell'arco del presbiterio, e da una data, scolpita nella cappella sinistra, di fronte all'altare maggiore. La chiesa ha una pianta a croce latina, e l'interno si articola in tre navate. È dotata di un campanile a vela collocato sopra il timpano, al centro della facciata, e ne è stato aggiunto un altro, nel 1954, sul lato destro della chiesa.

Ad Uta la Festa di Santa Giusta, patrona protettrice del paese, viene celebrata il 14 maggio, quando la Santa è stata invocata per salvare il paese dalla terribile alluvione che, nel 1898, aveva devastato il centro abitato.

Un secondo edificio di grande valore storico e architettonico è il *Santuario di Santa Maria di Monserrat*, noto anche come *Santuario di Santa Maria di Uta*, situata all'interno del parco omonimo immediatamente ad est del centro urbano al termine della Via Santa Maria.



**Figura 8.31 – Santuario di Santa Maria di Uta (fonte: Sardegna Turismo)**

La chiesa è dedicata alla Santissima Vergine del titolo di Monserrato, conosciuta semplicemente come Santuario di Santa Maria di Uta, e costituisce una delle più importanti architetture romaniche della Sardegna. Si trova ancora oggi al di fuori del centro abitato essendo stata edificata, tra il 1135 e il 1145, come monastero dai monaci Benedettini di San Vittore di Marsiglia, detti anche Vittorini, fatti arrivare dal giudice Torchitorio I di Cagliari per riavvicinare la chiesa sarda a quella romana. Uno degli eventi più importanti di quel periodo è stata la concessione nel 1089 ai monaci da parte del giudice di due chiese. Fu importantissima l'opera dei monaci in questo territorio dando un importante contributo alle operazioni di bonifica delle aree palustri del paese. Hanno deciso di edificare tale Santuario proprio su un'area da loro bonificata che, in seguito, sarebbe diventata la parrocchiale di *Uta Susu*.

È realizzata in pietra calcarea su un precedente impianto bizantino a due navate. La posizione nella quale è stata edificata appare come strategica, a controllo dell'unico ponte sul *Rio Cixerri*, che serviva da comunicazione con le montagne del *Sulcis*. Dalle diverse croci greche con i bracci terminanti a triangolo, si vede come essa appartenga ad ordini militari, nel 1363 Pietro IV d'Aragona ne specifica l'appartenenza agli Ospedalieri Gerosolimitani e lo concede ai Cavalieri di San Giorgio de Alfama, ma questi non occupano la chiesa, che passa ai Francescani, i quali, alla fine del Cinquecento, la cedono alla Mensa arcivescovile di Cagliari in permuta con la chiesa di Santa Barbara di Capoterra.

Fino al 1601, gli edifici che si trovano intorno alla chiesa, chiamati *cungiau de corti* furono operativi e, dal 1607, l'area occupata dal chiostro viene utilizzata come cimitero. A pochi metri dall'abside si trova il pozzo lavorato internamente con pietre squadrate, che un tempo probabilmente si trovava al centro del chiostro, e

la tradizione popolare attribuisce all’acqua di questo pozzo virtù miracolose. Riabbandonata nella seconda metà dello stesso secolo, nel ventesimo secolo la chiesa viene adibita a cappella cimiteriale.

L’8 settembre è il giorno dei festeggiamenti in onore di Santa Maria e coinvolge tutta la comunità e il centro urbano con celebrazioni religiose e civili.

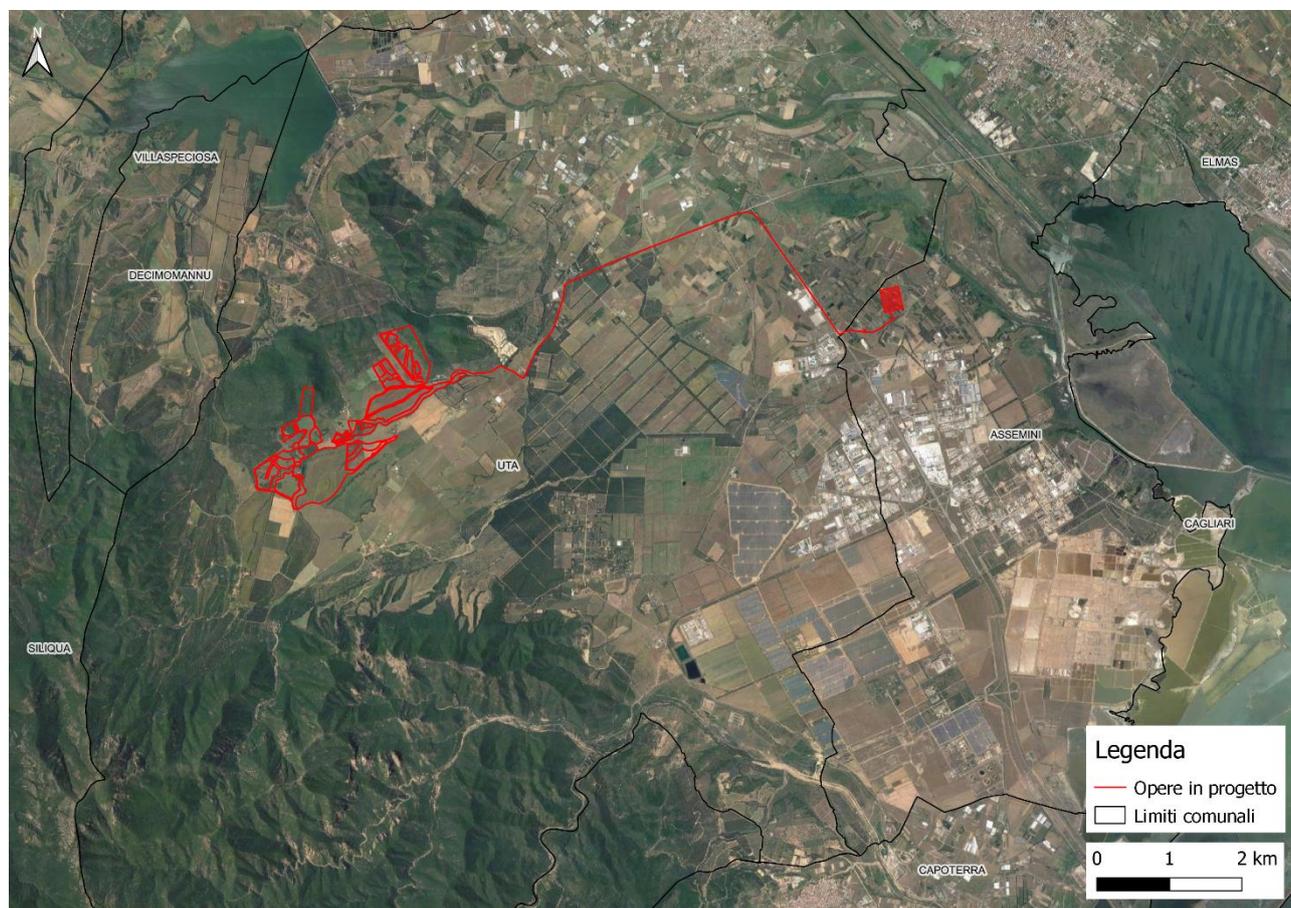
## 8.9 Paesaggi agrari

Il territorio in esame è posto in una fascia di raccordo tra i rilievi dei *Monti del Sulcis*, che occupano la porzione sud-occidentale del territorio comunale di Uta, e la *Piana del Campidano* ad est.

La conformazione pianeggiante e la presenza di due importanti sistemi fluviali come il *Flumini Mannu* e il *Cixerri* e delle aree umide e paludose, ha determinato lo sviluppo di un’economia bastata tradizionalmente sull’agricoltura. È presente anche l’allevamento nelle aree collinari e in prossimità dei monti del *Sulcis*.

Un altro elemento che caratterizza la forma del paesaggio agrario è legato alle operazioni di bonifica che hanno definito sul territorio, in particolare nella porzione a sud del centro urbano di Uta, un reticolo ortogonale di canali utili per l’irrigazione dei campi e le infrastrutture viarie che man mano sono state implementate con lo sviluppo dell’area industriale di *Macchiareddu*, che ricade tra i territori comunali di Uta e Assemini e Capoterra.

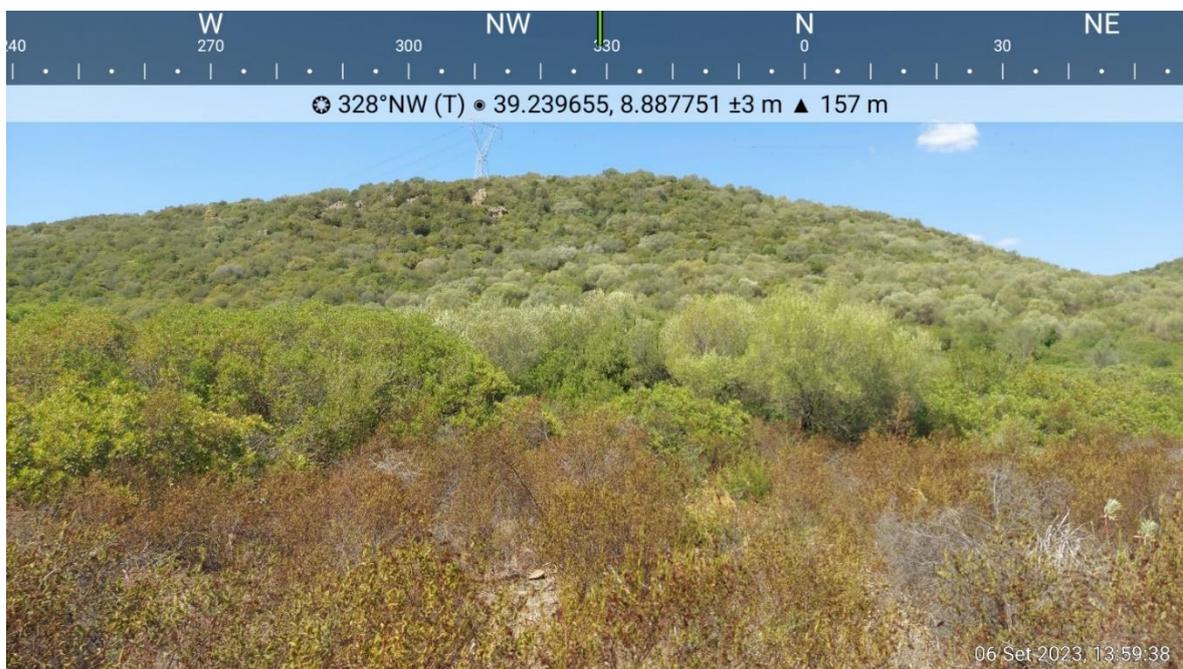
Tutti questi elementi hanno contribuito a caratterizzare e organizzare lo spazio rurale.



**Figura 8.32 – Paesaggio agrario nell’area dell’impianto agrivoltaico e nel suo intorno**

In particolare, l’area dell’impianto agrivoltaico è localizzata all’interno del contesto agricolo sub-pianeggiante della Piana del Campidano di Cagliari. Qui il paesaggio agrario ha forma più sinuose, rispetto al territorio a sud e sud-est, ed è dominato da seminativi (prati-pascolo ed erbai), oliveti ed imboscamenti di latifoglie, con presenza di apprezzabili lembi residuali di macchia alta, boscaglia termofila e, in misura minore, nuclei boschivi di quercia da sughero. L’opera in progetto si inserisce ai piedi dell’ampio complesso collinare di *P.ta de Cristina-P.ta de Padduccu-P.ta de sa Domu-Sa Frontera*, mentre nella sua porzione orientale risulta delimitato dai corsi d’acqua *Gora is Begas* e *Riu is Credieddas*, entrambi affluenti del *Riu Cixerri*. La stretta vicinanza di questi due distinti contesti geomorfologici determina la presenza di tipologie di vegetazione e paesaggi agrari tra loro piuttosto differenti.

La vegetazione a maggior grado di evoluzione presente nei siti di realizzazione delle opere è certamente rappresentata da microboschi e boscaglie termofile di *Olea europaea* e in tutto il rilievo collinare che sovrasta l’area, caratterizzato da estesi oleastreti ad elevato grado di naturalità ed in buono stato di conservazione.



**Figura 8.33 – Oleastreti lungo il versante in esposizione meridionale del rilievo collinare di Sa Frontera. In primo piano: cisteto di *Cistus monspeliensis***

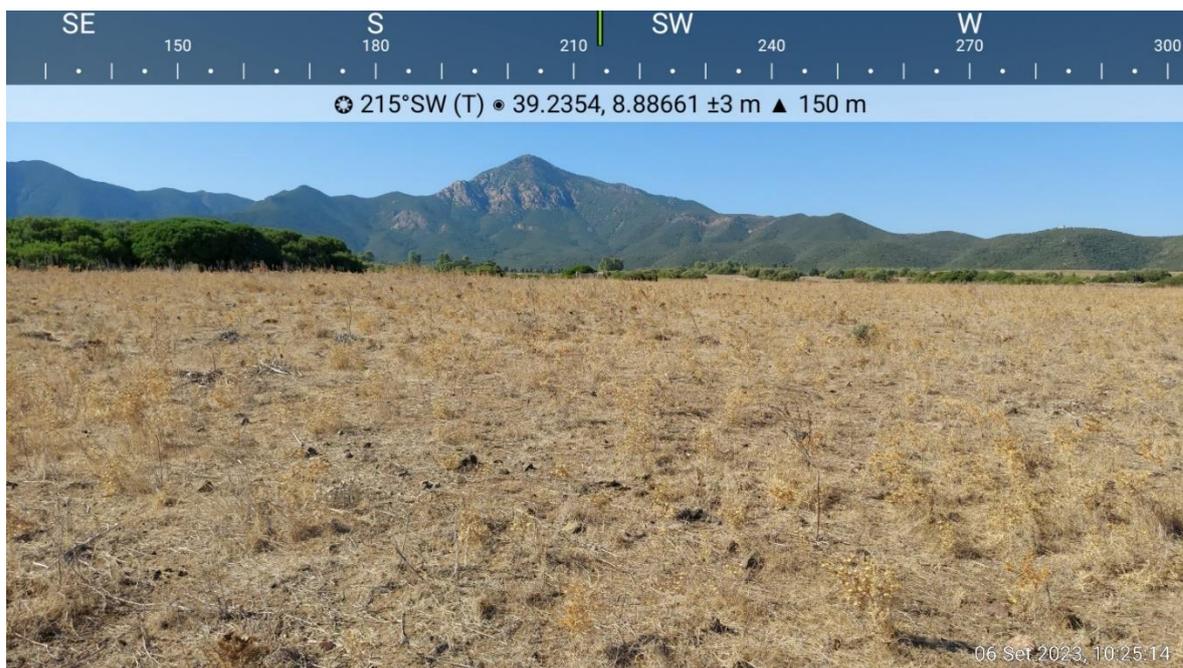
A seguito delle profonde trasformazioni degli usi del suolo subite dal sito a partire dalla seconda metà del secolo scorso, ai piedi dei sopracitati rilievi collinari tali formazioni persistono in forma frammentata con patches di estensioni ampiamente variabili dalle poche decine di metri quadri ai pochi ettari, inserite all’interno delle più ampie aree attualmente adibite a prati-pascolo ed erbai per l’alimentazione del bestiame.



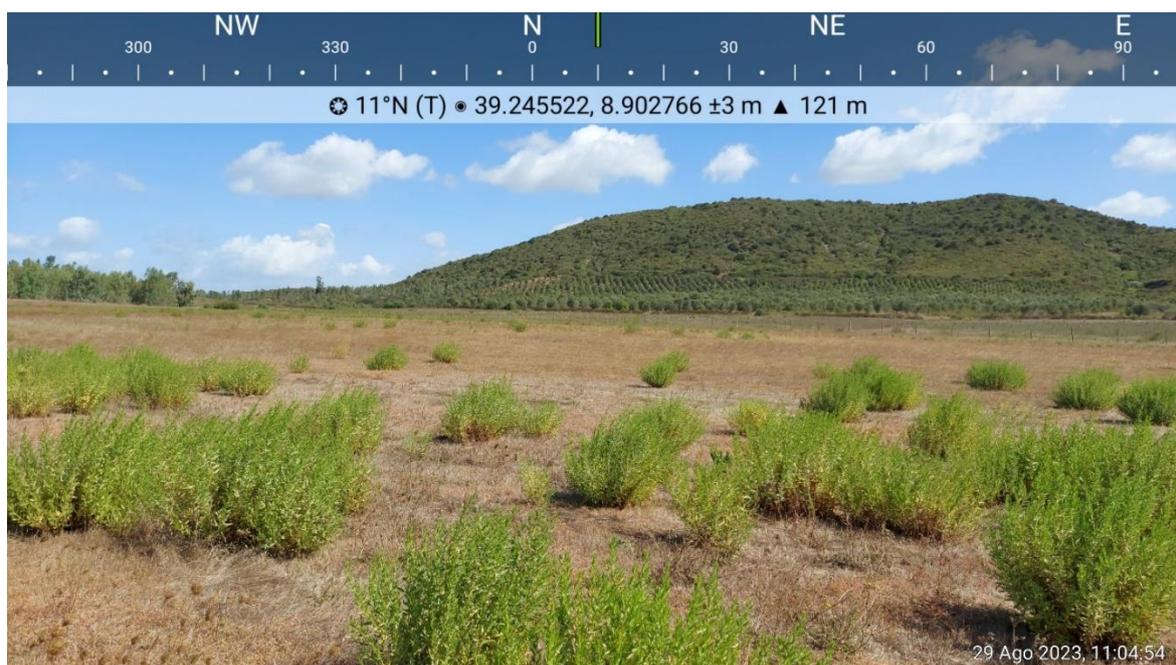
**Figura 8.34 – Disposizione spaziale tipo delle principali tipologie di fitocenosi legnose del sito. Da sinistra a destra: pascoli ad *Asphodelus ramosus* e *Carlina corymbosa*, cisteto di *Cistus monspeliensis*, macchia alta a *Pistacia lentiscus*, formazioni arboreescenti di *Olea europaea* var. *sylvestris*.**

Limitatamente al settore sud-occidentale del sito, le formazioni ad olivastro e lentisco si arricchiscono localmente della specie arborea della quercia da sughero, legata alla stretta vicinanza con la fascia pedemontana del *Monte Arcosu*.

La vegetazione di tipo erbaceo dominante nel sito in termini di estensione è certamente rappresentata dalle comunità sia annue che perenni/bienni antropozoogene, nitrofile e subnitrofile, dei terreni incolti, degli erbai e prati-pascolo a riposo e dei margini stradali.



**Figura 8.35 – Comunità erbacee nitrofile a dominanza di asteracee spinose (*Carlina corymbosa*, *Scolymus hispanicus*) dei prati-pascolo in periodo estivo**



**Figura 8.36 – Popolamenti di *Dittrichia viscosa* su seminativo in post-sfalcio. In secondo piano: uliveti e formazioni di macchia alta e matorral arboreescente con *Juniperus turbinata* di M. Sa Genna de su Cerbu**

## 8.10 Tessiture territoriali storiche

La viabilità nella Sardegna romana fu il frutto di una lenta evoluzione, che deve essersi originata in età preistorica e protostorica, sviluppandosi poi in età fenicio-punica, soprattutto con lo scopo di collegare le principali colonie della costa occidentale e meridionale dell'isola. Le numerose arterie della Sardegna romana

sono documentate solo in età imperiale e segnano ancora oggi il paesaggio isolano: da esse si dipartivano naturalmente dei rami secondari, denominati *diverticula*, vere e proprie varianti orientate a raggiungere città e villaggi in un territorio che appare nel complesso scarsamente urbanizzato.

Le denominazioni delle strade romane cambiano in modo rilevante a seconda delle fonti che vengono utilizzate: i geografi e le fonti letterarie mettono l'accento sulle principali stazioni di sosta di ambito rurale (*mansiones*), ma anche sulle città, con attenzione specifica al fenomeno urbano, ai porti ed alle principali direttrici utilizzate per il transito delle merci e dei rifornimenti.

La fase romana, pur sviluppando la rete stradale più antica, segnò comunque un momento di razionalizzazione rispetto ai precedenti percorsi nuragici, al servizio soprattutto dell'attività pastorale e della transumanza, ed agli stessi percorsi punici.

L'*Itinerarium Antonini*, un'opera che contiene la descrizione delle principali vie che attraversavano le province dell'Impero Romano, distingue all'interno di un unico *iter Sardiniae* (complessivamente lungo quasi mille miglia) ben sette percorsi, che in realtà sono solo una selezione di carattere annuario rispetto ad una più ampia serie di itinerari di maggiore o di minore importanza documentati anche archeologicamente.

I sette percorsi dell'Itinerario Antoniniano in realtà possono essere schematicamente ridotti a quattro, ordinati da est a ovest, con le stazioni citate sempre da nord a sud, particolarmente diradate e distanti tra loro nelle regioni interne della Barbaria, con percorsi più brevi nell'area occidentale dell'isola, a testimonianza forse di maggiori ricchezza e disponibilità di risorse che potevano essere destinate all'ammasso nelle singole *mansiones*.

È possibile allora distinguere:

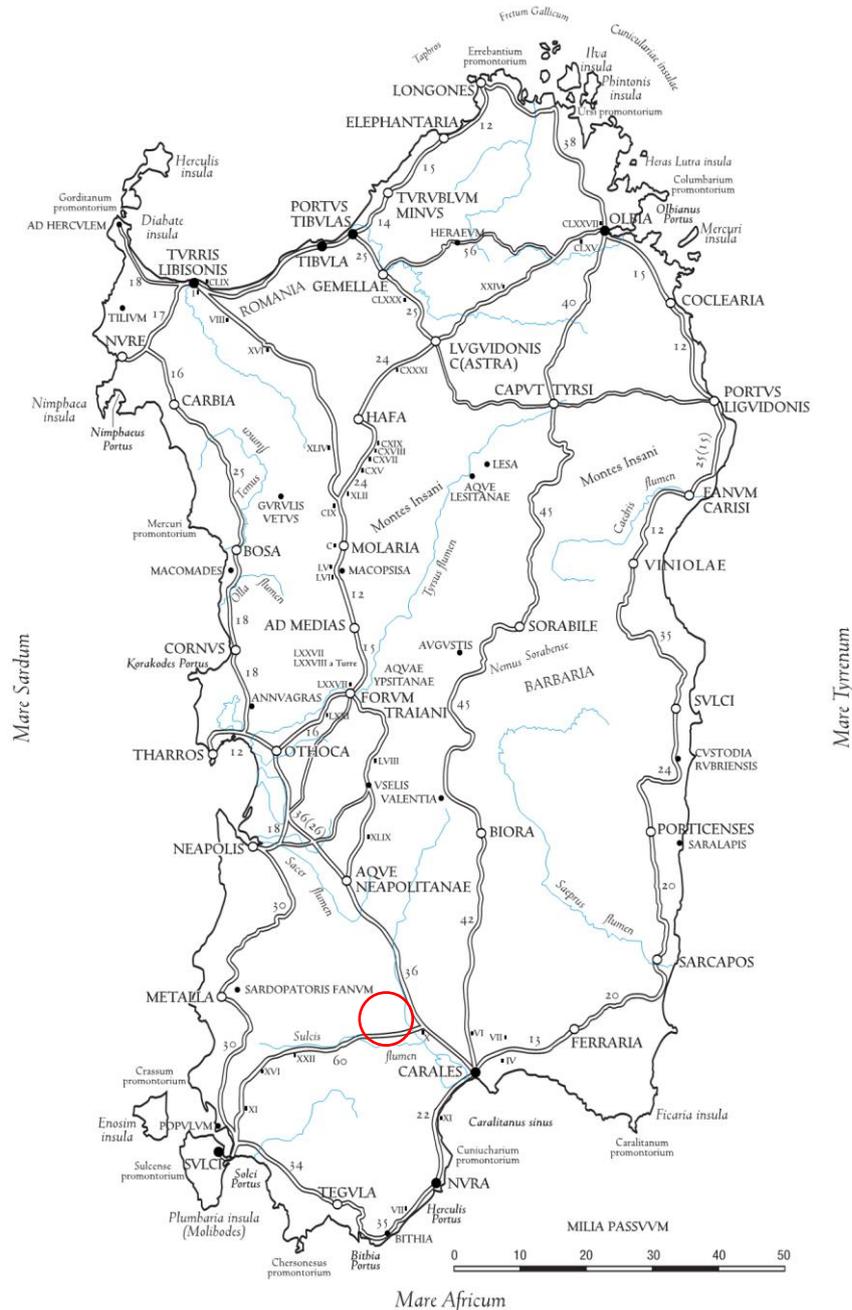
- 1) la litoranea orientale chiamata *a portu Tibulas Caralis*, lunga 246 miglia, cioè 364 km, di cui si conoscono 14 stazioni che toccavano la Gallura, la Baronia, l'Ogliastra;
- 2) la strada interna della Barbagia, chiamata *aliud iter ab Ulbia Caralis*, una variante lunga 172 miglia cioè 254 km, che con le sue 5 stazioni collegava il porto di Olbia con *Carales*, passando lungo le falde occidentali del Gennargentu e toccando il suo punto più alto (oltre 900 metri) a *Sorabile*, oggi presso Fonni;
- 3) la strada centrale sarda, chiamata *a Tibulas Caralis*, lunga 213 miglia cioè 315 km, che collegava la Gallura col Campidano toccando 10 stazioni ed attraversando le regioni centrali dell'Isola;
- 4) la litoranea occidentale, chiamata *a Tibulas Sulcis*, che toccava 14 stazioni, quasi tutte le antiche colonie fenicie e puniche della Sardegna lungo la costa occidentale.

I miliari stradali ci fanno conoscere le stesse strade con differenti denominazioni, in genere con partenza da *Karales*, da Olbia o da *Turris Libisonis*; ma anche altre strade, tronchi parziali delle litoranee oppure vere e proprie varianti.

Gli elementi più significativi sono due:

1) la biforcazione per Olbia della strada Centrale Sarda chiamata sui miliari a *Karalibus Olbiam*, con origine sulla Campeda: si staccava a nord della Campeda dal tronco principale, chiamato sui miliari a *Karalibus Turrem* oppure a *Turre*;

2) la variante tra *Sulci e Carales*, lungo la vallata del *Sulcis flumen*, il Cixerri: un percorso diretto che toccava Decimo e dimezzava quello costiero che da *Sulci* (oggi Sant’Antioco), raggiungeva *Tegula, Nora, Caralis*.



**Figura 8.37 – Carta della viabilità romana in Sardegna. I numeri indicano la numerazione sui miliari stradali. I numeri arabi indicano le distanze tra le due stazioni contigue secondo l’Itinerario Antoniniano (Fonte: Storia della Sardegna Antica -2005). In rosso l’area di progetto**

La strada più importante per il Campidano è stata proprio l’arteria che congiungeva *Carales* con *Turrus Libisonis*, ovvero l’attuale SS 131 Carlo Felice, che corre ad est dell’area di impianto. Questa parte da *Carales*,

arriva sino alla stazione *Aque Napolitanae* dove si biforca per poi ricongiungersi poco più a nord all'altezza della stazione *Forum Traiani*, da qui prosegue verso nord sino alla separazione in due assi stradali, uno diretto a *Turris Libisonis* e l'altro a *Olbia*.

Dall'asse viario principale, la SS 131 Carlo Felice, partono numerose diramazioni a formare una rete infrastrutturale che permette di muoversi in maniera agevole all'interno di tutto il *Campidano*, da Cagliari sino ad Oristano.

L'itinerario dei tracciati storici summenzionati non si sovrappone, in ogni caso, con le aree interessate dalla realizzazione delle opere in progetto.

### 8.11 Appartenenza a sistemi tipologici di forte caratterizzazione locale e sovralocale

Le seguenti informazioni sono in parte tratte dal volume "*I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, volume I. Architettura in terra cruda dei Campidani, del Cixerri e del Sarrabus*" - Regione Autonoma della Sardegna, Università degli Studi di Cagliari - Dip. Architettura, Università degli Studi di Sassari - Dip. Architettura e Pianificazione, DEI Tipografia del Genio Civile (2009).

Nel caso degli insediamenti che si affacciano lungo la valle del *Cixerri* e nel *Campidano* la tipologia edilizia prevalente è quella del villaggio in terra cruda. In Sardegna la regione delle argille per eccellenza è costituita dalla grande fossa del *Campidano*, sulla quale convergono da ovest la vallata del *Cixerri* e a nord il basso corso del *Tirso*.

Questa grande area "contiene" il territorio delle argille, anche se un'ulteriore area geografica legata alla cultura della terra cruda è certamente il *Sarrabus* con la pianura che costituisce lo sbocco a mare della grande valle sud-orientale del *Flumendosa*.



**Figura 8.38 – Ambiti territoriali della terra cruda nel quadro d'unione dell'Atlante dell'Isola di Sardegna redatto da A. de La Marmora e C. De Candia nel 1839. Nell'immagine 1 corrisponde al Campidano di Oristano, 2al Campidano Centrale, 3 al Cixerri, 4 al Campidano di Cagliari e 5 al Sarrabus. (Fonte: “I manuali del recupero dei centri storici della Sardegna, volume III. Il Sulcis e l'Iglesiente, l'edilizia diffusa e i paesi” - Regione Autonoma della Sardegna, Università degli Studi di Cagliari - Dip. Architettura, Università degli Studi di Sassari - Dip. Architettura e Pianificazione, DEI Tipografia del Genio Civile (2009))**

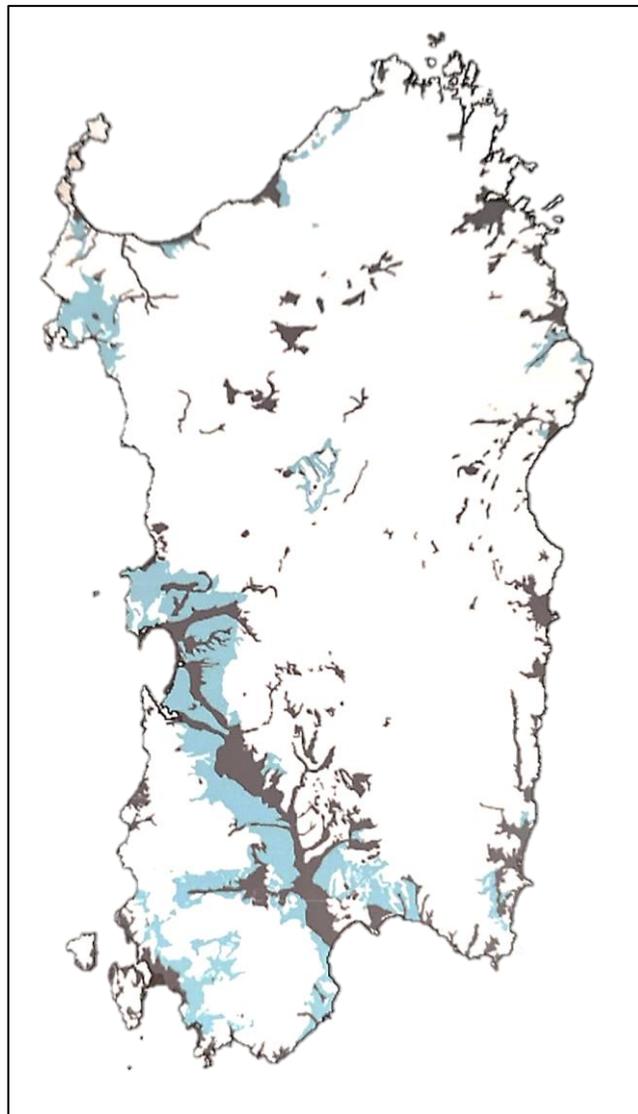
La valle del *Cixerri* è strutturata come “corridoio” di connessione tra l'area mineraria e il polo cagliaritano, tanto che “fonderie” nuragiche sono state rintracciate nei rilievi che dominano l'innesto con la *Piana del Campidano*. Questo ruolo fondamentale ha finito per prevaricare la diffusione del sistema insediativo che, infatti, si concentra su una prima sezione a valle di Iglesias, presidiata dai 3 centri di Domusnovas, Musei e Villamassargia, cui segue Siliqua e poi allo snodo con il *Campidano* una seconda polarità di 3 elementi con Uta, Villaspeciosa e Decimoputzu.

La vocazione agricola e la localizzazione di questi centri ha definito quella che è una delle principali tipologie edilizie che si trovano in questo territorio, ovvero la casa a corte.

Tale struttura edilizia è caratteristica ricorrente in molti centri del *Campidano* ed è inscindibilmente legata al territorio in cui si trova: nelle case a corte era, infatti, possibile avere gli spazi necessari per lo stoccaggio e la trasformazione, in particolare, dei cereali prodotti, ma anche per gli animali domestici e da lavoro.

Un altro elemento che caratterizza le tipologie costruttive presenti è il materiale principale con il quale sono state realizzate: la terra cruda. L’uso del “mattone di fango” nell’area del *Campidano* e nelle valli contigue è attestato archeologicamente fin dalla Prima Età del Ferro (IX – VIII secolo a.C.), ma probabilmente è anche più antico. Bisogna sottolineare che la relazione tra l’impiego della terra in edificazione e la geologia delle aree è molto stretta. Il mattone crudo è l’elemento predominante, mentre la pietra assolve compiti specifici come ad esempio il basamento.

Nell’immagine che segue si può notare la distribuzione nel territorio sardo dei sedimenti quaternari. Questi sono in larga parte di facies continentale (non-marina) e si dividono in due tipologie principali in base all’epoca: in nero sono indicate le più recenti (epoca olocenica) e in celeste le più antiche (epoca policenica – pleistocenica).



**Figura 8.39 – Localizzazione dei sedimenti del Quaternario: in nero ghiaie, sabbie e argille Oloceniche; in celeste alluvioni antiche, panchina tirreniana e arenarie eoliche wurmiane (Fonte: Carmignani 2001)**

I suddetti sistemi tipologici risultano ubicati su settori ampiamente esterni rispetto alle aree di intervento.

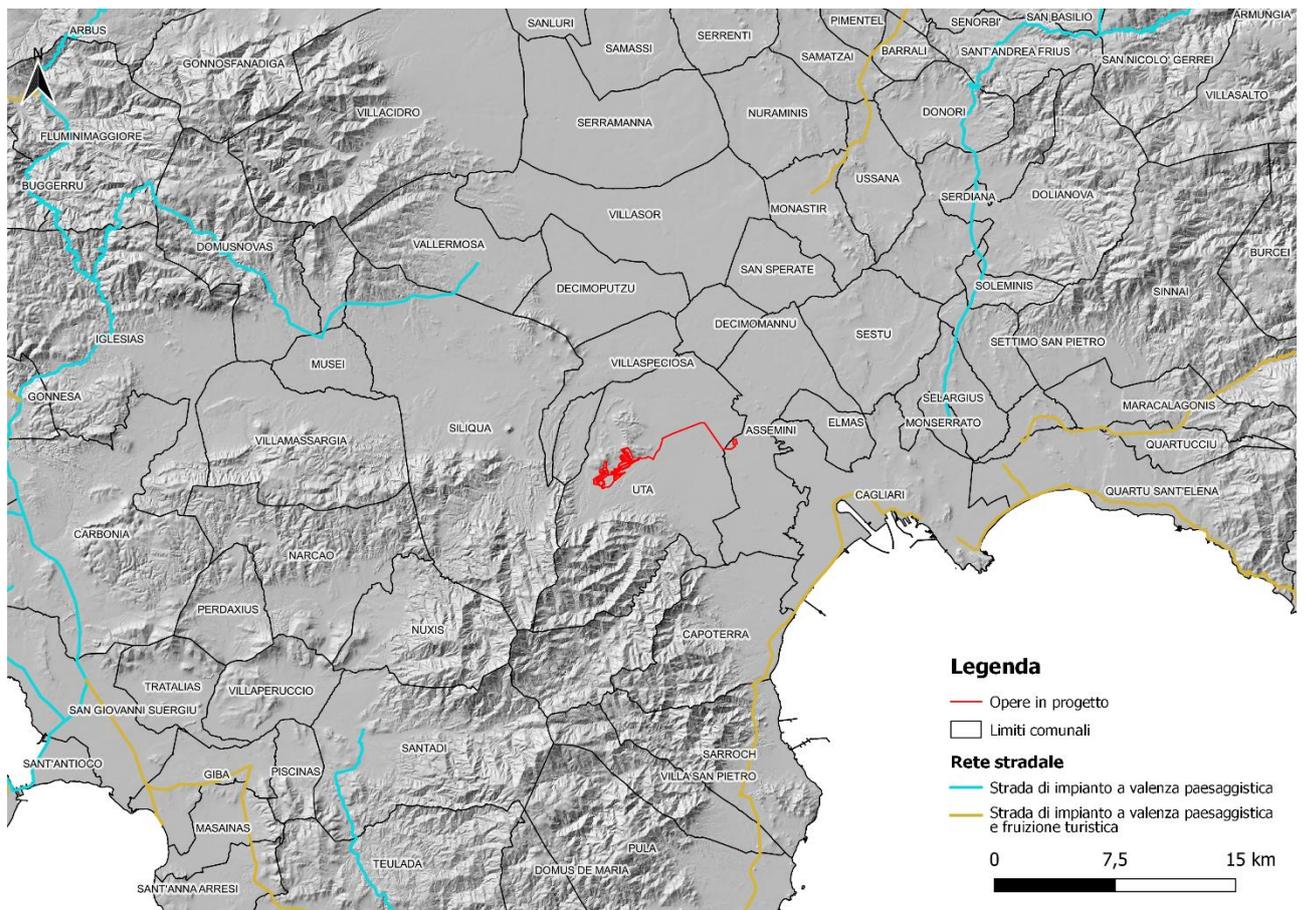
## 8.12 Appartenenza a percorsi panoramici o ad ambiti di percezione da punti o percorsi panoramici

In generale le strade panoramiche che vengono individuate per le finalità degli studi di paesaggio sono ascrivibili a quei percorsi che consentono di usufruire di vedute a grande distanza o con ampio campo visivo o, ancora, che colgono caratteri distintivi dei luoghi e del paesaggio che attraversano. Sono, sostanzialmente, strade che assecondano la morfologia dei luoghi, attraversano i centri abitati, si distribuiscono minuziosamente sul territorio, inserendosi così in modo armonioso nel paesaggio.

Lo strumento conoscitivo di riferimento utilizzato per l'analisi e la classificazione paesaggistica della rete viaria è stato il Piano Paesaggistico Regionale; data la scala di dettaglio del PPR (le elaborazioni sono riferite all'intera rete stradale regionale) si è parallelamente proceduto a valutazioni specifiche, peraltro sempre sul solco delle categorie interpretative fornite dal piano.

Questo, infatti, nel demandare alla pianificazione urbanistica e di settore, individua come categorie di interesse soprattutto le strade di fruizione turistica, di appoderamento, rurali, di penetrazione agraria o forestale e le strade e ferrovie a specifica valenza paesaggistica e panoramica, in quanto capaci di strutturare una parte rilevante del paesaggio regionale.

Operativamente, dalla cartografia del PPR sono state ritenute di interesse, per i fini del presente studio, le categorie indicate dalle Linee Guida RAS per i paesaggi industriali che consigliano esplicitamente come da considerarsi percorsi sensibili quelli "definiti a partire dall'artt. 103 e 104 delle NTA del PPR e relativa cartografia (strade di impianto a valenza paesaggistica e strade di impianto a valenza paesaggistica e di fruizione turistica)".



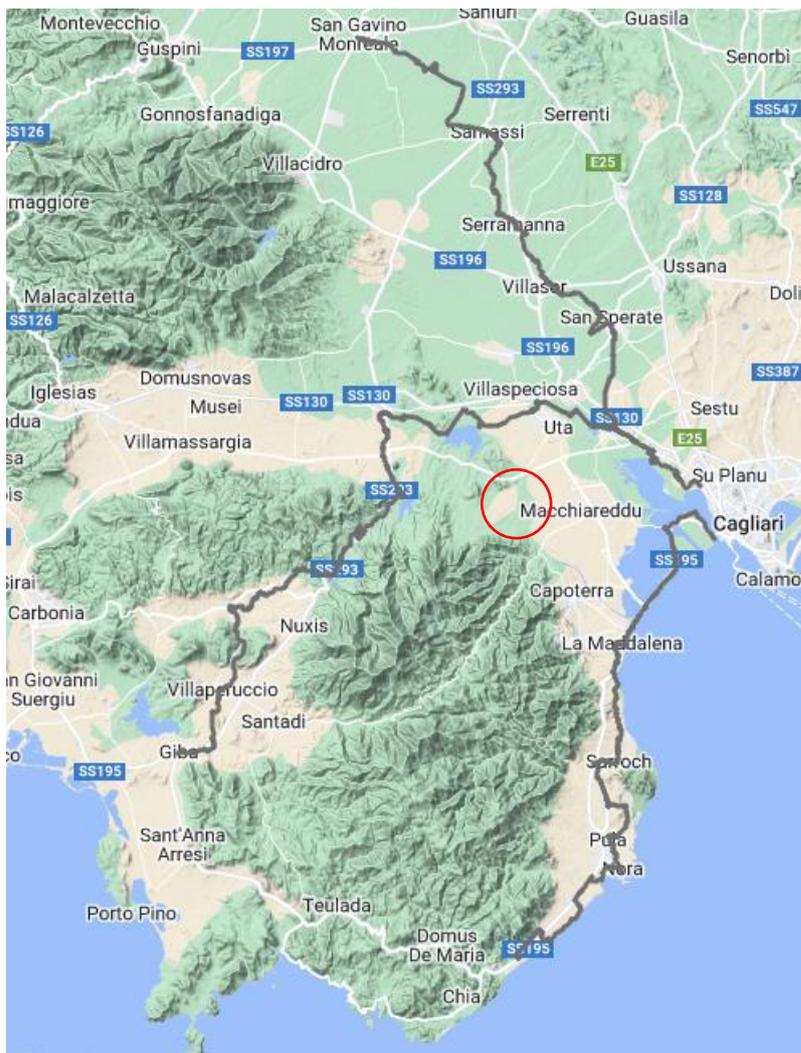
**Figura 8.40 – Rete stradale a valenza paesaggistica e fruizione turistica (Fonte: PPR)**

La strada appartenente alla categoria “Strade di impianto a valenza paesaggistica e fruizione turistica” più prossima all’impianto è la SS 195 Sulcitana che corre a sud/sud-est dell’area di impianto. Acquisisce tale valenza dal centro urbano di Cagliari per poi proseguire verso sud-ovest lungo la costa, costeggiare il complesso dei Monti del Sulcis tra i territori di Capoterra, Sarroch, Villa San Pietro e Pula. Attraversa poi i rilievi tra Domus de Maria e Teulada per proseguire verso nord-ovest sino a raggiungere la SS 126 nel territorio comunale di San Giovanni Suergiu.

In linea con la filosofia d’azione della Convenzione Europea del paesaggio, che considera il paesaggio quale ambiente di vita delle popolazioni, si ritiene indispensabile controllare il paesaggio così com’è visto sia dai percorsi normalmente frequentati nella vita quotidiana, sia da quelli che risultano meta del tempo libero anche se per una ristretta fetta di popolazione.

Perciò si è scelto di porre attenzione anche ai percorsi che, seppur di secondo piano rispetto ai criteri quantitativi, cioè dal punto di vista della classificazione infrastrutturale e della frequentazione, sono quelli prescelti dal fruitore che desidera fare esperienza del paesaggio, e sono i sentieri escursionistici, cicloturistici e di mobilità lenta.

Sono presenti diversi percorsi ciclabili che attraversano il *Campidano di Cagliari*, ma il più prossimo all’area di impianto è quello che da Cagliari si sviluppa verso ovest/sud-ovest.



**Figura 8.41 – Percorsi ciclabili nel Campidano di Cagliari (fonte: Sardegna Ciclabile). In rosso l’area di impianto**

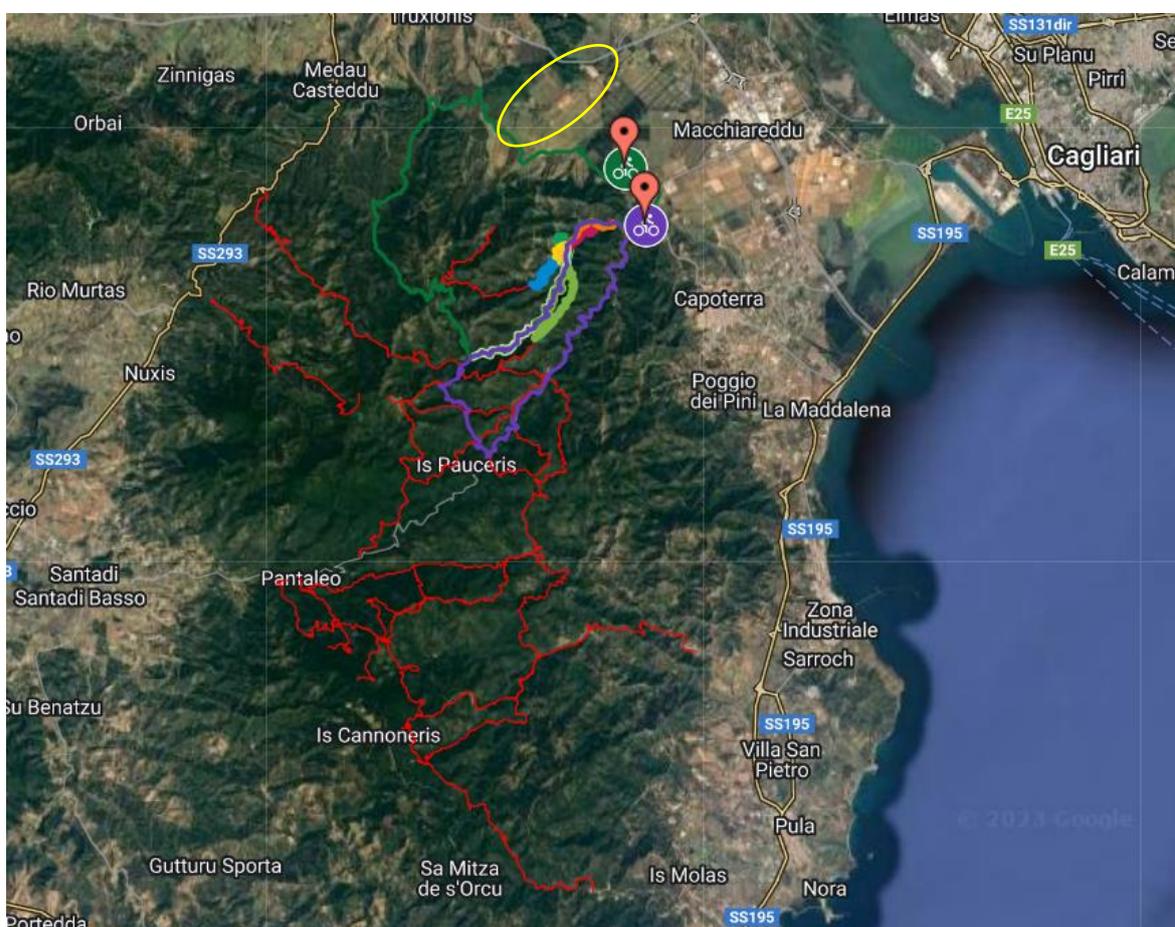
L’itinerario è diviso in due parti. Il percorso denominato “Itinerario S4 Giba-Siliqua”, lungo circa 44 km, che corre ad ovest dell’area di impianto, collega i due centri urbani seguendo il tracciato della vecchia ferrovia Siliqua - S. Giovanni Suergiu - Calasetta, un suggestivo percorso dismesso dalla metà degli anni ’70 ma ancora caratterizzato da numerose opere di infrastruttura ferroviaria come gallerie e viadotti, che dal primo Novecento consentiva la connessione tra il basso *Sulcis* e il capoluogo sardo attraverso lo snodo della stazione ferroviaria di Siliqua, situata sulla linea Decimomannu-Iglesias. Seguendo il tracciato ferroviario l’itinerario lambisce alcuni importanti luoghi di valenza naturalistica, tra cui l’area SIC della Foresta di *Monte Arcosu* e il Parco Naturale Regionale di *Gutturu Mannu*, e attraversa i cantieri forestali di *Campanassisa*, *Monte Orri* e *Bau-Pressiu* gestiti da Fo.Re.S.T.A.S..

La seconda parte del percorso, denominata “Itinerario 28 Assemini – Siliqua”, lungo circa 23 km, corre a nord dell’area di impianto e collega i due centri urbani realizzando un tirante ciclabile tra le regioni storiche del *Campidano di Cagliari* e del *Sulcis*. Dal centro urbano di Assemini, dove la rete ciclabile si integra al sistema di mobilità ciclistica comunale, questo breve itinerario corre parallelo alla linea ferroviaria Decimomannu-

Iglesias gestita da Trenitalia per raggiungere Siliqua, attraverso un percorso di facile percorribilità in quanto non presenta mai pendenze eccessive. Raggiunto il territorio di Siliqua, l’itinerario trova connessione con il percorso ciclabile per Giba, che percorre la ferrovia dismessa verso il cuore del *Sulcis*.

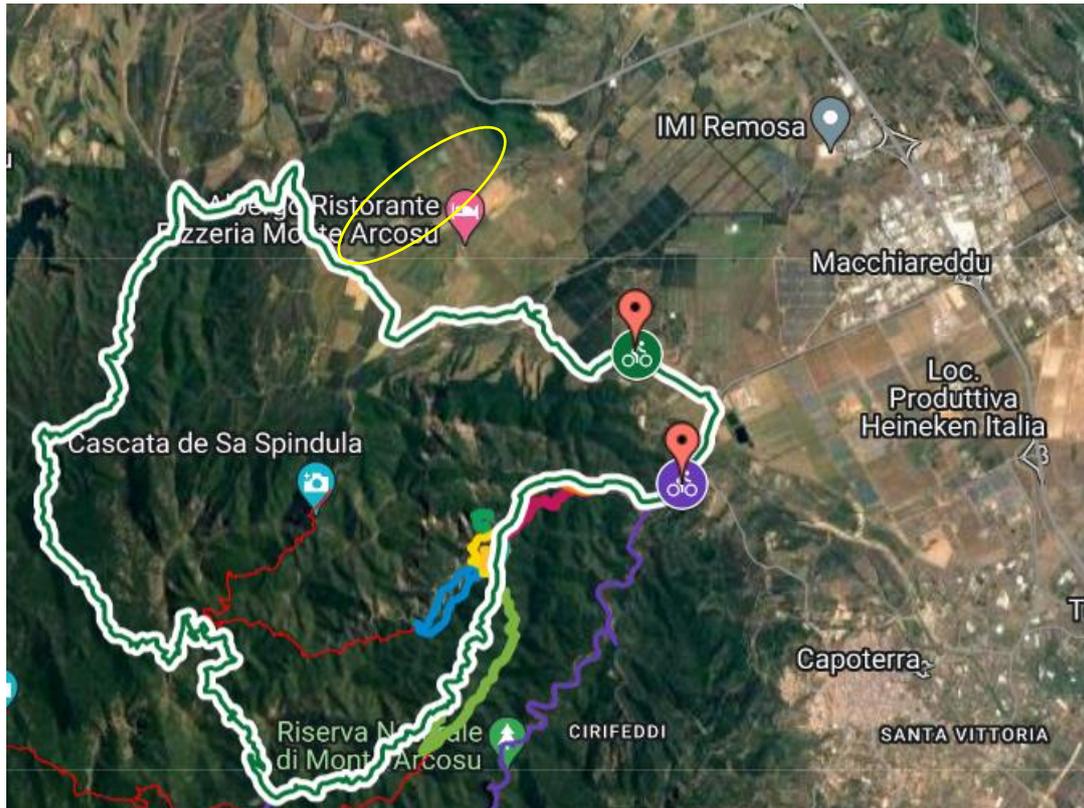
Si sottolinea che la percezione dell’impianto dai due itinerari sopra descritti risulta nulla o quasi nulla per la morfologia del territorio. L’impianto risulta infatti localizzato in un’area pianeggiante ai piedi di un sistema collinare interposto tra gli itinerari e l’impianto stesso.

Si segnala, infine, la presenza di una rete di percorsi pedonali e ciclabili all’interno dell’Oasi del WWF denominata “Oasi del Cervo e della Luna” in corrispondenza del sistema montuoso del *Monte Arcosu*, a sud-ovest dell’area di impianto.



**Figura 8.42 – Rete percorsi ciclabili e pedonali all’interno dell’Oasi del WWF del cervo e della Luna nel complesso del Monte Arcosu (fonte: <https://www.oasidelcervoe dellaluna.it/sentieri/>). In giallo l’area di progetto**

Tra questi, il percorso ciclabile denominato “MTB 1” risulta il più prossimo all’area di impianto in quanto coincidente con l’asse di viabilità di penetrazione agraria adiacente alla porzione occidentale dell’impianto.



**Figura 8.43 – Dettaglio del percorso MTB 1 e in giallo l’area dell’impianto agrivoltaico (fonte: <https://www.oasidelcervodellaluna.it/sentieri/>)**

## 8.13 Appartenenza ad ambiti a forte valenza simbolica

### 8.13.1 Area archeologica Su Niu de Su Pilloni

L’area archeologica *Su Niu de Su Pilloni*, situata circa 900 m in linea d’aria a nord-est dell’area di impianto – nei pressi dei rilievi collinari di *Su Concali de Santa Maria* (156 m) a nord e *P.ta de S’Omu Is Abis* (154 m) a sud – si estende sulla sommità del promontorio per circa 4 ettari.

Si tratta di una imponente area fortificata costituita da poderose strutture megalitiche caratterizzate dal loro addossarsi alla roccia naturale con la quale vanno a formare un articolato sistema difensivo. Posizionate strategicamente nei punti più alti si trovano numerose murature pertinenti probabilmente ad antiche torri-capanna. Annoverabile tra le cosiddette “muraglie”, l’area rappresenta un *unicum* nel suo genere anche perché la maggior parte dei complessi afferenti a questa tipologia sono documentati esclusivamente nella Sardegna centrale e settentrionale.

Tale sito si ritiene abbia una forte valenza simbolica in quanto testimonianza del primo villaggio/insediamento presente nel territorio in esame risalente al periodo Neolitico.

Attualmente sono presenti solo alcune rovine delle strutture descritte.



**Figura 8.44 – Sito archeologico Su Niu de Su Pilloni (fonte: nurnet.net)**

## 9 Elementi per la valutazione di compatibilità paesaggistica

### 9.1 Premessa

In coerenza con le indicazioni del D.P.C.M. 12/12/2005, sono analizzati, nel prosieguo, i principali aspetti del progetto suscettibili di incidere sulla modifica dei preesistenti caratteri paesaggistici.

Considerata la particolare tipologia di intervento, la problematica legata agli aspetti percettivi è stata ritenuta prevalente in quanto capace di rappresentare una visione sintetica degli effetti paesistico-ambientali.

Sotto questo profilo, peraltro, la prevista integrazione del proposto impianto fotovoltaico con il sistema agricolo interessato dal progetto, secondo la logica, riconosciuta dal Legislatore, del cosiddetto “agrivoltaico”, delinea concreti presupposti di coerenza dell’intervento con il contesto paesaggistico-ambientale ed insediativo.

I criteri progettuali seguiti nella definizione del layout del campo solare - orientati a preservare dall’installazione dei tracker le aree a maggiore pendenza e contenere al minimo gli interventi di regolarizzazione morfologica - assicurano la possibilità di garantire un ottimale recupero del sito sotto il profilo estetico-percettivo e funzionale una volta che si procederà alla dismissione degli impianti.

Le caratteristiche morfologiche dell’area di intervento, posizionata nella *Piana del Campidano*, e la presenza nelle aree contermini di rilievi collinari che limitano fortemente il fenomeno visivo, rendono gli interventi potenzialmente percepibili solo dalle zone altimetricamente più elevate con minime interferenze sotto il profilo estetico-percettivo.

### 9.1.1 Interferenza sotto il profilo

#### 9.1.1.1 Premessa

La valutazione degli effetti visivi degli impianti fotovoltaici, soprattutto di quelli di taglia industriale, rappresenta certamente un aspetto di estrema rilevanza nell'ambito dell'analisi degli effetti sul paesaggio associati a tale categoria di opere. Ciò in relazione, in particolare, alla necessità di prevedere l'occupazione di estese superfici al fine di assicurare significative produzioni energetiche. L'alterazione del campo visivo, infatti, con le sue conseguenze sulla percezione sociale, culturale e storica del paesaggio nonché sulla fruibilità dei luoghi, può ritenersi certamente il problema più avvertito dalle comunità locali. Sotto questo profilo, peraltro, l'inserimento del progetto all'interno di un'area agricola periferica e defilata rispetto ai principali centri abitati contribuisce certamente ad affievolire i potenziali elementi di conflitto.

#### 9.1.1.2 Mappa di intervisibilità

Analizzando il complesso fenomeno della percezione visiva, questo può essere articolato ragionando sui rapporti reciproci tra l'osservatore, l'oggetto osservato ed il contesto ambientale che li ospita (Bishop and Karadaglis, 1996).

Evitando gli aspetti psicologici riguardanti la semantica della visione, ci si concentra qui sui rapporti tra osservatore e oggetto così come sono definiti dal contesto geografico. Tale visione "attiva" del territorio nel partecipare alla definizione di bacino visivo, richiede, come primo passo per l'analisi degli effetti percettivi, l'individuazione di una soglia spaziale entro la quale condurre le indagini. È richiesta, in tal senso, l'individuazione del sottoinsieme in cui il progetto può definirsi teoricamente visibile, assumendo la "visibilità" come condizione essenziale per il verificarsi di potenziali effetti percettivi.

Per le presenti finalità di analisi si è ritenuto esaustivo incentrare l'attenzione su un bacino di visibilità potenziale spingendo le analisi sino a 5 km di distanza. Ciò si traduce operativamente in un territorio racchiuso entro un *buffer* di 5 km dai confini delle aree recintate che contengono il campo solare in progetto.

Ai fini delle analisi di visibilità su scala territoriale, il supporto più comunemente utilizzato è generalmente un *raster* (DTM, *digital terrain model*) che riproduce l'andamento dell'orografia.

Nella modellizzazione del contesto geografico dell'area di progetto, ai fini delle analisi di visibilità su scala territoriale, va notato come il modello orografico per essere rappresentativo debba comprendere anche i volumi e la fitta rete di infrastrutture (stradali, elettriche e di trasporto prodotti liquidi), ma soprattutto la diffusa presenza di filari frangivento e impianti arborei nell'intorno dell'area di progetto.

Si parla in questo caso di un modello delle superfici (DSM), messo a disposizione negli *open data* pubblicati dalla RAS e derivato da rilevamenti laser con il metodo LIDAR, con passo della maglia di 1m, e descrive altimetricamente sia il terreno che la vegetazione ed i manufatti presenti.

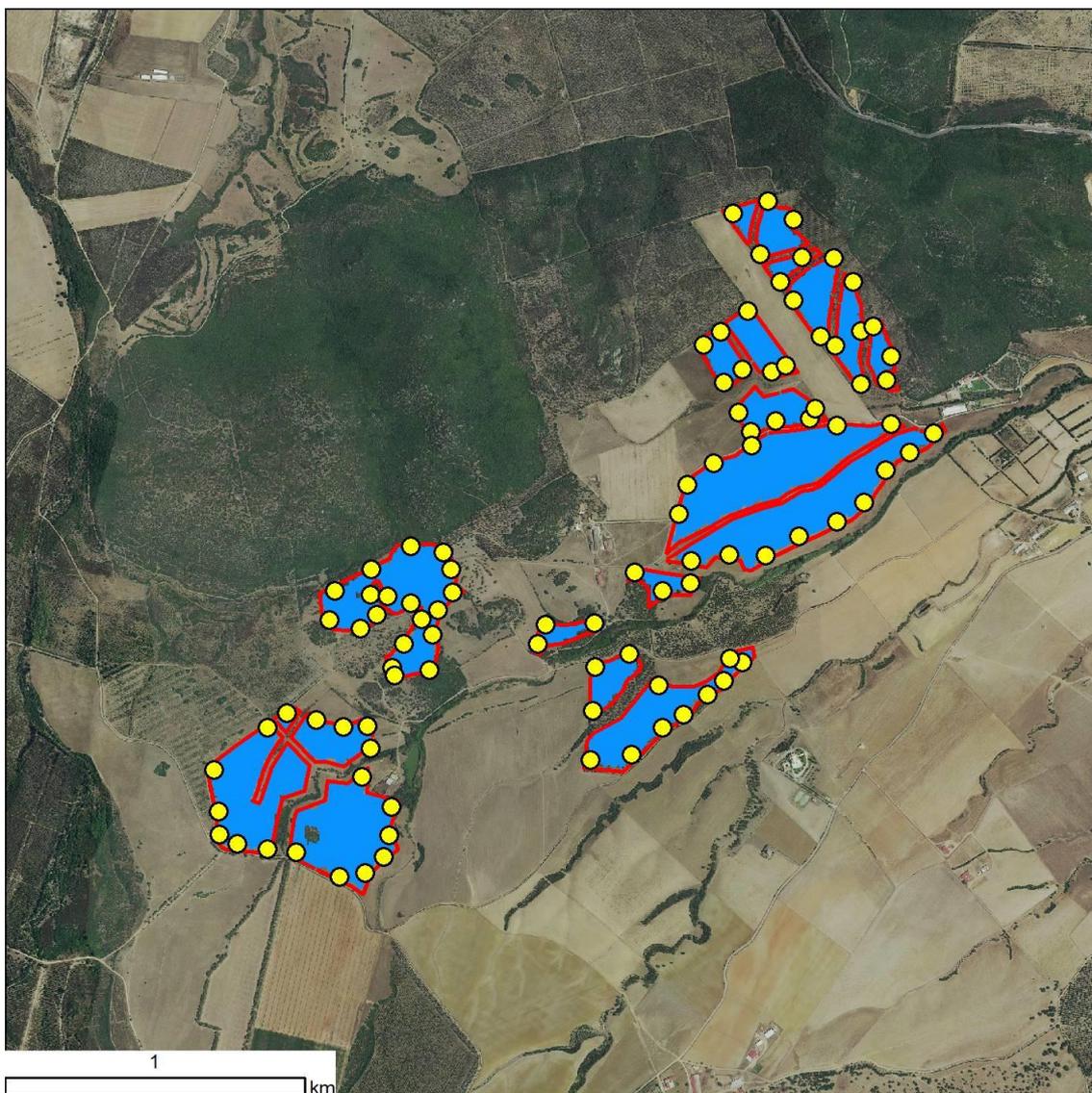
L'area di interesse non risulta completamente coperta dal DSM quindi per completezza e uniformità di trattazione sarà utilizzato il modello digitale del terreno (DTM), che per il fatto di non considerare gli ostacoli verticali diversi dalla morfologia, porge risultati fortemente cautelativi.

Ai fini della rappresentazione cartografica delle condizioni di visibilità potenziale sono stati appositamente elaborati due modelli tridimensionali del terreno, corrispondenti allo stato *ex post* "con" e "senza" le misure di mitigazione previste in progetto, costituite da barriere vegetali.

Una volta stabilita l'ampiezza dell'area di studio e scelta la base che modella il contesto geografico, la successiva fase di analisi consiste nella valutazione dell'intervisibilità teorica attraverso opportuni algoritmi di *viewshed analysis*, implementati dai sistemi GIS ed in grado di analizzare i rapporti di intervisibilità. Questi sono modellizzati con la continuità del raggio visivo che congiunge la generica posizione dell'osservatore (la cella del *raster* che riproduce l'altimetria dell'area) con quella dell'oggetto osservato in funzione della morfologia del territorio di interesse e della dimensione e posizione geografica del progetto.

Definito il modello del contesto geografico in cui si inseriscono gli interventi, ai fini dell'analisi di visibilità, è necessario modellizzare l'ingombro del progetto. La dimensione prevalente degli impianti fotovoltaici a terra è quella planimetrica, dato che la loro elevazione rimane infatti molto contenuta, al punto di poter considerare i campi fotovoltaici dei manufatti bidimensionali, perciò il loro effetto visivo-percettivo si definisce soprattutto in corrispondenza dei bordi del campo solare.

I punti di controllo sono stati posizionati ai vertici dei lotti del campo solare per un totale di 98 punti di controllo (Figura 9.19-1).



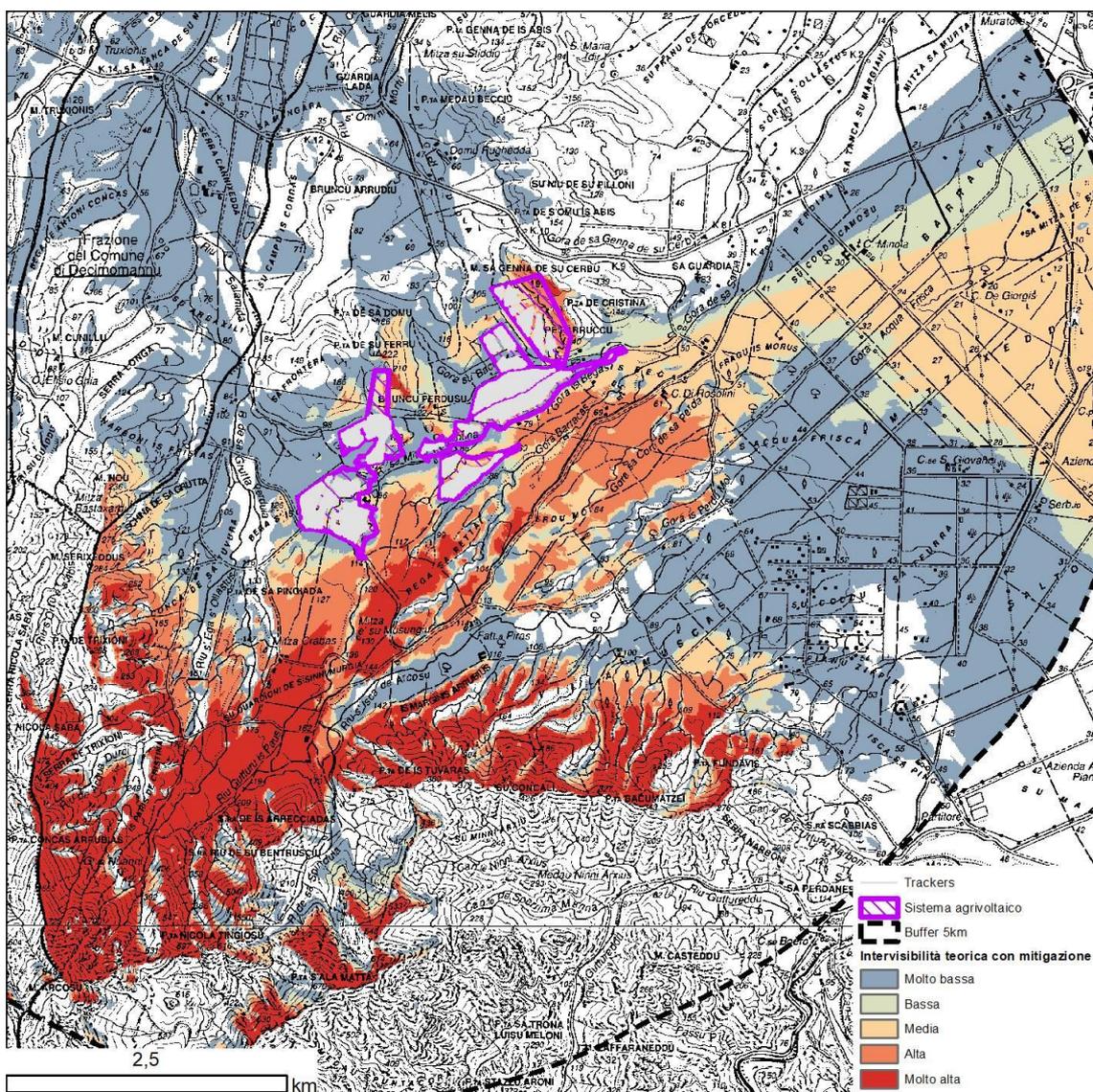
**Figura 9.1 – Punti di controllo ai fini delle analisi di visibilità (in giallo) in rapporto al campo solare (in blu)**

Al fine di consentire una lettura immediata delle informazioni, il *raster* rappresentante l'intervisibilità (escludendo il valore zero) è stato riclassificato in cinque classi: molto alta, alta, media, bassa, molto bassa. Le soglie di separazione tra le classi sono state ricavate con il metodo del raggruppamento naturale (proposto per la prima volta nel 1971 dal cartografo americano George Frederick Jenks) che consente di isolare “gruppi” di valori (celle del *raster*) che risultano coerenti tra loro nei valori dell'idoneità e che presentano gli scostamenti massimi in prossimità dei valori di “separazione” dagli altri “gruppi”. In pratica questo metodo di ottimizzazione iterativo utilizza discontinuità, o salti della distribuzione, ed è basato sulla GVF (*Goodness of Fit*, bontà di adattamento della varianza), una procedura algoritmica di ricerca dei punti di “rottura” (*breaks* per l'appunto) della distribuzione fondata su indicatori statistici che minimizzano la somma della varianza di ogni classe. Dato che ogni cella rappresenta una porzione di territorio, questa operazione consente di determinare aree (insiemi di celle) che presentano valori omogenei, secondo le cinque classi di intervisibilità individuate.

I risultati dell'analisi condotta sono illustrati in Figura 9-2.

Dall’analisi dell’intervisibilità teorica si nota come il contesto sia interessato solo marginalmente dall’effetto visivo modellizzato, data la presenza di fasce arboree ed arbustive spontanee piuttosto sviluppate. Tuttavia, al fine di minimizzare ulteriormente gli impatti visivi, si è scelto di intervenire con il potenziamento delle fasce esistenti mediante il loro infittimento, ove necessario, tramite l’inserimento di ulteriori esemplari di specie autoctone, e procedendo alla loro concimazione e manutenzione durante la vita utile dell’impianto, al fine di massimizzarne lo sviluppo in termini di biomassa e ampiezza delle parti aeree.

Tali azioni di mitigazione degli effetti visivi produrranno un effetto di mascheramento capace di mitigare il fenomeno percettivo soprattutto nell’intorno del sito di progetto ove gli effetti sono maggiormente percepibili.



**Figura 9.2 – Intervisibilità teorica dell’impianto con inserimento di barriere vegetali di mitigazione degli effetti visivi**

La Tabella 9.19.1 propone i risultati quantitativi dell'analisi di intervisibilità allo stato attuale dei luoghi e con inserimento della barriera vegetale di mitigazione.

**Tabella 9.1 – Valutazione in classi dell'intervisibilità teorica riferita all'area di studio entro i 3km dal sito di progetto in assenza e in presenza di barriera vegetale di mitigazione**

	Superficie (assenza di mitigazione) [km <sup>2</sup> ]	Superficie (con mitigazione) [km <sup>2</sup> ]	Δ	Superficie (assenza di mitigazione) [%]	Superficie (con mitigazione) [%]	Δ
Aree di invisibilità	62,69	62,79	0,10	53,84	53,93	0,09
Intervisib. molto bassa	22,66	29,66	7,00	19,46	25,47	6,01
Intervisib. bassa	7,37	4,19	-3,18	6,33	3,60	-2,73
Intervisib. media	10,41	9,37	-1,04	8,94	8,05	-0,89
Intervisib. alta	5,40	4,12	-1,28	4,64	3,53	-1,10
Intervisib. molto alta	7,92	6,32	-1,60	6,80	5,43	-1,37
	116,44	116,44	0,00	100,00	100,00	0,00

L'inserimento della barriera vegetale produce apprezzabili effetti soprattutto riguardo alla classe di intervisibilità "molto bassa" che cresce di circa 7 km<sup>2</sup> corrispondenti al 6% dell'areale interessato; di contro, l'estensione delle aree ad intervisibilità alta e molto alta si riduce complessivamente di circa 3 km<sup>2</sup> corrispondenti circa al 2,5% dell'areale interessato.

### 9.1.1.3 Fotosimulazioni

Nel caso in esame, date le ridotte condizioni di visibilità degli interventi dovute alla modesta quota fuori terra e alla frammentazione del bacino visivo, nonché l'assenza di punti di vista privilegiati di osservazione nell'immediato intorno, si è optato per privilegiare prospettive che consentissero di apprezzare efficacemente le caratteristiche delle nuove strutture in rapporto al contesto di prossimità e alla presenza di quinte vegetali (Elaborato REU-AVU-TA18).

Si è pertanto proceduto alla costruzione di una fotosimulazione con ripresa aerea da drone, capace di rendere conto dei rapporti tra gli interventi e il contesto.

La realizzazione dei *rendering* ha comportato l'esigenza di procedere ad una preliminare costruzione di un accurato modello tridimensionale del progetto con l'ausilio di idoneo software di progettazione 3D. Ai fini del fotoinserimento, il *rendering* del progetto ha riprodotto le stesse condizioni di illuminazione presenti al momento delle riprese dello stato di fatto.

Una volta realizzato un corretto allineamento della "vista virtuale" con l'immagine fotografica, costruito con appositi strumenti collimazione propri del software di modellazione 3D, si è proceduto, infine, a realizzare una riproduzione fotorealistica dell'impianto con l'ausilio di un software di fotoritocco.

Nell'Elaborato REU-AVU-TA18si illustra, con riferimento ad un punto di vista prospettico in quota, il confronto tra le immagini rappresentative dello stato attuale e quelle previsionali ricavate tramite fotoinserimento del modello 3D virtuale.



**Figura 9.3 – Fotoinserimento complessivo dell’impianto con visuale aerea prospettica (vista da nord-est verso sud-ovest)**

### 9.1.2 Previsione degli effetti delle trasformazioni da un punto di vista paesaggistico

Seguendo il percorso teorico e metodologico indicato dal D.P.C.M. 12/12/2005, la seguente tabella riporta, in sintesi, le modificazioni che possono incidere stato sulla qualità del contesto paesaggistico entro cui si inserisce l'area di progetto. La tabella è strutturata su quattro colonne: oltre alla prima, che riporta la lista delle principali modificazioni potenziali suggerite dal suddetto D.P.C.M., sono aggiunte altre tre colonne di commento che riportano la sussistenza o meno di ogni singola categoria di modificazioni proposta, una valutazione qualitativa dell'entità in una scala organizzata in cinque livelli (nulla, molto bassa, media, alta, molto alta) ed il relativo commento descrittivo.

PRINCIPALI MODIFICAZIONI	PRESENTE	ENTITÀ	DESCRIZIONE
<i>Modificazioni della morfologia, quali sbancamenti e movimenti di terra significativi, eliminazione di tracciati caratterizzanti riconoscibili sul terreno (rete di canalizzazioni, struttura parcellare, viabilità secondaria, ...) o utilizzati per allineamenti di edifici, per margini costruiti, ecc.;</i>	sì	molto bassa	La morfologia dei terreni interessati dall'installazione dell'impianto è sub-pianeggiante e di per sé idonea ad accogliere impianti dalle caratteristiche previste in progetto. Inoltre gli inseguitori saranno posizionati su pali infissi con macchina battipalo che, essendo privi di fondazioni, non comportano la realizzazione di scavi o movimenti terra.
<i>Modificazioni della compagine vegetale (abbattimento di alberi, eliminazione di formazioni ripariali, ...);</i>	sì	molto bassa	Rispetto alle interazioni con i sistemi vegetali naturaliformi riconosciuti nell'area di progetto, gli effetti maggiormente significativi sono da ricercare nella perdita delle formazioni arboreescenti e di boscaglia a dominanza di <i>Olea europaea var. sylvestris</i> , alla luce del loro grado di maturità, naturalità, copertura e ricchezza in biomassa. Seguono, in ordine di significatività dell'impatto, le formazioni di macchia alta a <i>Pistacia lentiscus</i> , <i>Olea europaea var. sylvestris</i> ed altre sclerofille sempreverdi, e le formazioni basso-arbustive di <i>Cistus monspeliensis</i> . Il livello di significatività dell'impatto può essere considerato direttamente proporzionale all'estensione ed all'omogeneità delle coperture

PRINCIPALI MODIFICAZIONI	PRESENTE	ENTITÀ	DESCRIZIONE
			<p>coinvolte.</p> <p>D'altro canto, il previsto riassetto territoriale perseguito attraverso la realizzazione delle opere a verde, di rinaturalizzazione e ricostruzione di habitat e ambienti umidi eliminati nel tempo dall'azione antropica, nonché del previsto piano agronomico, determinerà effetti positivi alla scala di paesaggio sulle relazioni tra gli elementi dell'ecosistema. Il fine di ogni intervento previsto è quello dichiarato di un incremento della complessità, della connettività nonché della biodiversità e dei servizi ecosistemici.</p>
<p><i>Modificazioni dello skyline naturale o antropico (profilo dei crinali, profilo dell'insediamento);</i></p>	sì	molto bassa	<p>Le opere in progetto si elevano dal piano di campagna per circa 5 metri.</p> <p>Dall'analisi dell'intervisibilità teorica si nota come il contesto sia interessato solo marginalmente dall'effetto visivo modellizzato, data la limitrofa presenza di fasce arboree ed arbustive spontanee piuttosto sviluppate.</p> <p>Tuttavia, al fine di minimizzare ulteriormente gli impatti visivi, si è scelto di intervenire con il potenziamento delle fasce verdi esistenti mediante il loro infittimento, ove necessario, tramite l'inserimento di ulteriori esemplari di specie autoctone, e procedendo alla loro concimazione e manutenzione durante la vita utile dell'impianto, al fine di massimizzarne lo sviluppo in termini di biomassa e ampiezza delle parti aeree.</p> <p>I potenziali effetti di alterazione dello <i>skyline</i>, anche in ragione della conformazione territoriale e della</p>

PRINCIPALI MODIFICAZIONI	PRESENTE	ENTITÀ	DESCRIZIONE
			sostanziale assenza di punti privilegiati di osservazione, saranno, pertanto, scarsamente apprezzabili.
<i>Modificazioni della funzionalità ecologica, idraulica e dell'equilibrio idrogeologico, evidenziando l'incidenza di tali modificazioni sull'assetto paesistico;</i>	no	nulla	<p>Le opere non sono suscettibili di arrecare alcuna apprezzabile alterazione sul sistema idrografico ed idrogeologico.</p> <p>Non essendo previsti significativi movimenti di terra né interazioni, dirette o indirette, con i sistemi idrici superficiali e sotterranei, non si ravvisano significative modificazioni della funzionalità idraulica.</p> <p>Inoltre, si sottolinea che l'installazione degli elementi verticali dell'impianto agrivoltaico non interesserà in alcun modo le aste di deflusso né le opere in progetto determineranno perturbazioni sul ruscellamento diffuso delle acque né sulle esistenti formazioni ripariali.</p>
<i>Modificazioni dell'assetto percettivo, scenico o panoramico;</i>	si	molto bassa	<p>In virtù dell'orografia del sito, l'effetto della prevista barriera vegetale perimetrale esplicherà i suoi effetti di mitigazione visiva soprattutto nell'ambito di stretta prossimità, e sulle aree collinari limitrofe.</p> <p>A tale scopo si procederà con il potenziamento delle fasce esistenti mediante il loro infittimento, ove necessario, tramite l'inserimento di ulteriori esemplari di specie autoctone, e procedendo alla loro concimazione e manutenzione durante la vita utile dell'impianto, al fine di massimizzarne lo sviluppo in termini di biomassa e ampiezza delle parti aeree.</p>

PRINCIPALI MODIFICAZIONI	PRESENTE	ENTITÀ	DESCRIZIONE
			All'integrazione visiva dell'impianto concorrerà, inoltre, l'alternanza tra i tracker e i previsti filari di oliveto super intensivo.  Ogni potenziale modifica del quadro percettivo può ritenersi, pertanto, di modesta entità nonché reversibile nel lungo termine, essendo legata alla vita utile dell'impianto.
<i>Modificazioni dell'assetto insediativo-storico;</i>	no	nulla	Il progetto del campo solare si inserisce in un ambito a destinazione agricola storicamente consolidata, ma non caratterizzata da particolari elementi dell'assetto insediativo storico.  Non sono pertanto presenti interferenze con il sistema insediativo storico.
<i>Modificazioni dei caratteri tipologici, materici, coloristici, costruttivi, dell'insediamento storico (urbano, diffuso, agricolo);</i>	no	nulla	Per le ragioni anzidette non si riscontrano modificazioni dei caratteri tipologici, materici, coloristici, costruttivi, dell'insediamento storico.
<i>Modificazioni dell'assetto fondiario, agricolo e colturale;</i>	no	nulla	I lotti di progetto rispettano l'andamento delle proprietà inserendosi in modo sincrono alla tessitura dell'assetto fondiario e colturale.
<i>Modificazioni dei caratteri strutturanti del territorio agricolo (elementi caratterizzanti, modalità distributive degli insediamenti, reti funzionali, arredo vegetale minuto, trama parcellare, ecc.);</i>	no	nulla	Sono valide, al riguardo, le considerazioni espresse in precedenza.

Il D.P.C.M. di riferimento indica, a titolo esemplificativo, alcuni dei più importanti tipi di alterazione dei sistemi paesaggistici che possono avere effetti totalmente o parzialmente distruttivi, reversibili o non reversibili, sulla qualità del paesaggio. La seguente tabella riepilogativa, strutturata con criteri analoghi alla precedente, analizza sinteticamente tali fenomeni di alterazione in relazione all'intervento di progetto.

PRINCIPALI ALTERAZIONI	PRESENTE	ENTITÀ	DESCRIZIONE
<p><i>Intrusione (inserimento in un sistema paesaggistico di elementi estranei ed incongrui ai sui caratteri peculiari compositivi, percettivi o simbolici per es. capannone industriale, in un'area agricola o in un insediamento storico).</i></p>	no	nulla	<p>Lo spazio agricolo ha in sé i connotati di un contesto dalle caratteristiche di un' "area produttiva" ove erano, e sono, ubicate le funzioni legate alle attività di sostentamento.</p> <p>La realizzazione dell'intervento proposto, sebbene si configuri come elemento innovativo rispetto ai caratteri paesaggistici tipici di un territorio storicamente vocato allo sfruttamento agricolo e pastorale, delinea comunque alcune prospettive di integrazione ed opportunità socio-economiche per il territorio che, a fronte, di una modifica del paesaggio visuale, peraltro reversibile, guadagna l'opportunità di integrazioni semantiche nel significato dei luoghi storicamente vocati all'agricoltura.</p> <p>In tal senso, proprio in una fase di crisi dei tradizionali modelli economici e di forte sofferenza del settore agricolo, il progetto è fortemente sinergico (se non trainante) con la prosecuzione delle attività agro-zootecniche.</p> <p>Altro tema di grande importanza nella discussione sull'effetto di intrusione nel sistema paesaggistico di un impianto agrivoltaico è legato alla transitorietà dell'impianto che, progettato per una vita utile di circa 30 anni, al momento della sua dismissione non lascerà tracce apprezzabili nelle componenti materiali del paesaggio.</p>
<p><i>Suddivisione (per esempio, nuova viabilità che attraversa un sistema agricolo, o un insediamento urbano o sparso, separandone le parti);</i></p>	no	nulla	<p>Le infrastrutture in progetto si inseriscono in modo coerente rispetto all'assetto fondiario e colturale. In virtù delle caratteristiche delle opere, che garantiscono la salvaguardia del suolo agrario e delle comunità vegetali erbacee spontanee, sono da escludersi marcati effetti di suddivisione a carico dei</p>

PRINCIPALI ALTERAZIONI	PRESENTE	ENTITÀ	DESCRIZIONE
			<p>sistemi ambientali potenzialmente interessati.</p> <p>Tali requisiti assicurano, in particolare, la piena reversibilità degli effetti di occupazione di suolo al termine della vita utile della centrale fotovoltaica ed al completamento degli interventi previsti dal Piano di dismissione dell'impianto.</p>
<i>Frammentazione (per esempio, progressivo inserimento di elementi estranei in un'area agricola, dividendola in parti non più comunicanti);</i>	no	nulla	Valgono, al riguardo, le considerazioni più sopra espresse.
<i>Riduzione (progressiva diminuzione, eliminazione, alterazione, sostituzione di parti o elementi strutturanti di un sistema, per esempio di una rete di canalizzazioni agricole, di edifici storici in un nucleo di edilizia rurale, ecc.);</i>	si	molto bassa	Rispetto al sistema paesaggistico agricolo gli effetti di riduzione possono dirsi limitati alla vita utile dell'impianto e quindi reversibili; inoltre, le caratteristiche degli impianti agrivoltaici che consentono di conciliare le attività agricole con la produzione energetica, configurano, piuttosto che una "riduzione", una "evoluzione temporanea", funzionalmente connessa agli obiettivi strategici per la transizione energetica, degli elementi strutturanti il paesaggio rurale.
<i>Eliminazione progressiva delle relazioni visive, storico-culturali, simboliche di elementi con il contesto paesaggistico e con l'area e altri elementi del sistema;</i>	si	molto bassa	Nella prospettiva di un utilizzo agro-energetico dei terreni, il progetto non altera apprezzabilmente il sistema delle relazioni intrattenute dal sito di intervento con il limitrofo contesto paesaggistico.
<i>Concentrazione (eccessiva densità di interventi a particolare incidenza paesaggistica in un ambito territoriale ristretto);</i>	si	bassa	<p>Entro il contesto di stretta prossimità del progetto non si segnala la presenza di altri impianti fotovoltaici: si trovano altri quattro impianti simili in prossimità dell'area di progetto entro il buffer dei 5 km scelto per l'analisi degli impatti visivi.</p> <p>Se si considera la significativa distanza planimetrica, unitamente alle condizioni</p>

PRINCIPALI ALTERAZIONI	PRESENTE	ENTITÀ	DESCRIZIONE
			<p>pianeggianti delle aree e alla diffusa presenza di quinte arboree, tutte condizioni che rendono difficilmente visibili simultaneamente gli impianti esistenti e autorizzati all'impianto in progetto, nonché rimarcando l'assenza di punti significativi di fruizione si può verosimilmente affermare che non sussistano le condizioni per il verificarsi di effetti percettivi cumulativi significativi.</p> <p>Da punto di vista invece dell'occupazione di suolo gli impianti considerati entro i 5 km occupano circa l'1,19% dell'areale entro i 5 km, mentre con l'inserimento dell'impianto in progetto tale percentuale salirebbe all'1,81% con un delta percentuale dello 0,62%.</p>
<i>Interruzione di processi ecologici e ambientali di scala vasta o di scala locale;</i>	no	nulla	<p>Valgono, a questo proposito, le considerazioni più volte espresse ai punti precedenti, circa la sostanziale assenza di interferenze degli interventi con i processi ecologici e ambientali.</p> <p>A tale riguardo, si evidenzia in particolare, la piena compatibilità delle condizioni di funzionamento di un impianto fotovoltaico, privo di emissioni significative ed installato su supporti metallici scarsamente invasivi, rispetto alle esigenze di salvaguardia della salute pubblica e dei sistemi naturali.</p>
<i>Destrutturazione (quando si interviene sulla struttura di un sistema paesaggistico alterandola per frammentazione, riduzione degli elementi costitutivi, eliminazione di relazioni strutturali, percettive o simboliche, ...)</i>	no	nulla	<p>Valgono, al riguardo, le considerazioni più sopra espresse.</p>
<i>Deconnotazione (quando si interviene su un sistema paesaggistico)</i>	no	nulla	<p>Per tutto quanto espresso in precedenza sono da escludersi effetti di alterazione degli</p>

PRINCIPALI ALTERAZIONI	PRESENTE	ENTITÀ	DESCRIZIONE
<i>alterando i caratteri degli elementi costitutivi).</i>			elementi costitutivi il sistema paesaggistico.

### 9.1.3 Cumulo con altri progetti

La ricognizione territoriale del contesto di intervento, in rapporto alla presenza di impianti simili autorizzati e/o realizzati ha restituito i seguenti risultati (Tabella 9.2 Tabella 9.):

- entro il contesto di stretta prossimità del progetto non si segnala la presenza di altri impianti fotovoltaici.
- all'interno del buffer dei 5km scelto per l'analisi degli impatti visivi si trovano altri quattro impianti simili;
- oltre i 5 km si segnala la presenza di vari altri impianti nel contesto dell'Area Industriale di Macchiareddu.

**Tabella 9.2 – Impianti fotovoltaici esistenti entro un areale ricompreso nei 5 km dal perimetro dell'impianto agrivoltaico in progetto**

Località	Comune	Imp. in area Industriale CACIP	Distanza dall'impianto in progetto [km]	Area dell'impianto [ha]
Matta de sa carruba	Uta	no	3,5	16
Sa Mitza de s'Acqua bella (autorizzato)	Uta	sì	3,8	32
Mitzixeddas	Uta	sì	3,8	20
Salto di Uta	Uta	sì	3,9	108

Se si considera la significativa distanza planimetrica, unitamente alle condizioni pianeggianti delle aree e alla diffusa presenza di querce arboree, tutte condizioni che rendono difficilmente visibili simultaneamente gli impianti esistenti e autorizzati all'impianto in progetto, nonché rimarcando l'assenza di punti significativi di osservazione in prossimità dell'area di progetto, si può verosimilmente affermare che non sussistono le condizioni per il verificarsi di effetti percettivi cumulativi significativi.

Da punto di vista invece dell'occupazione di suolo gli impianti considerati occupano circa l'1,19% dell'areale ricompreso entro i 5 km; a seguito della prospettata costruzione dell'impianto in progetto tale percentuale salirebbe all'1,81% con un incremento di occupazione di suolo pari a +0,62%.

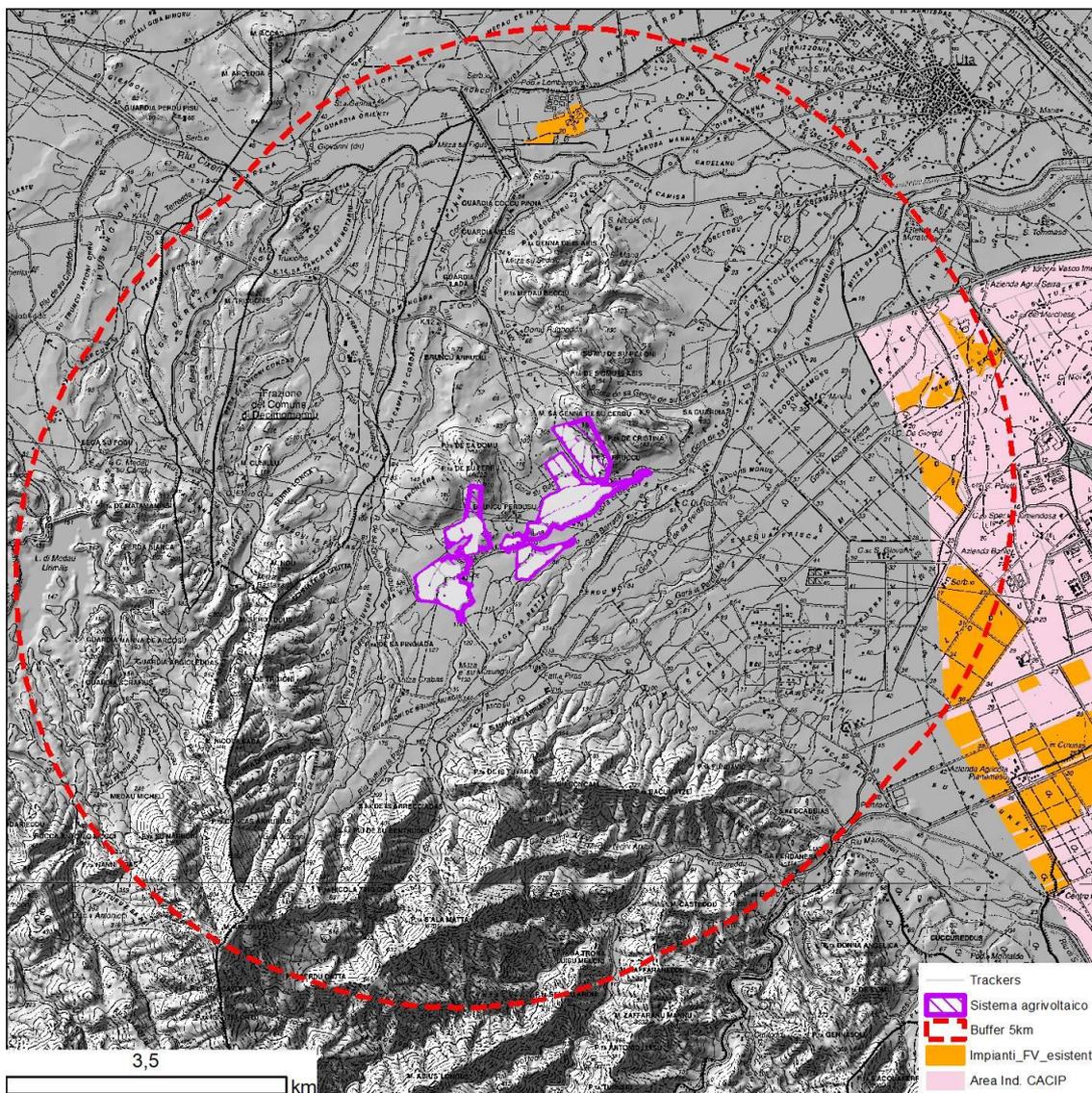
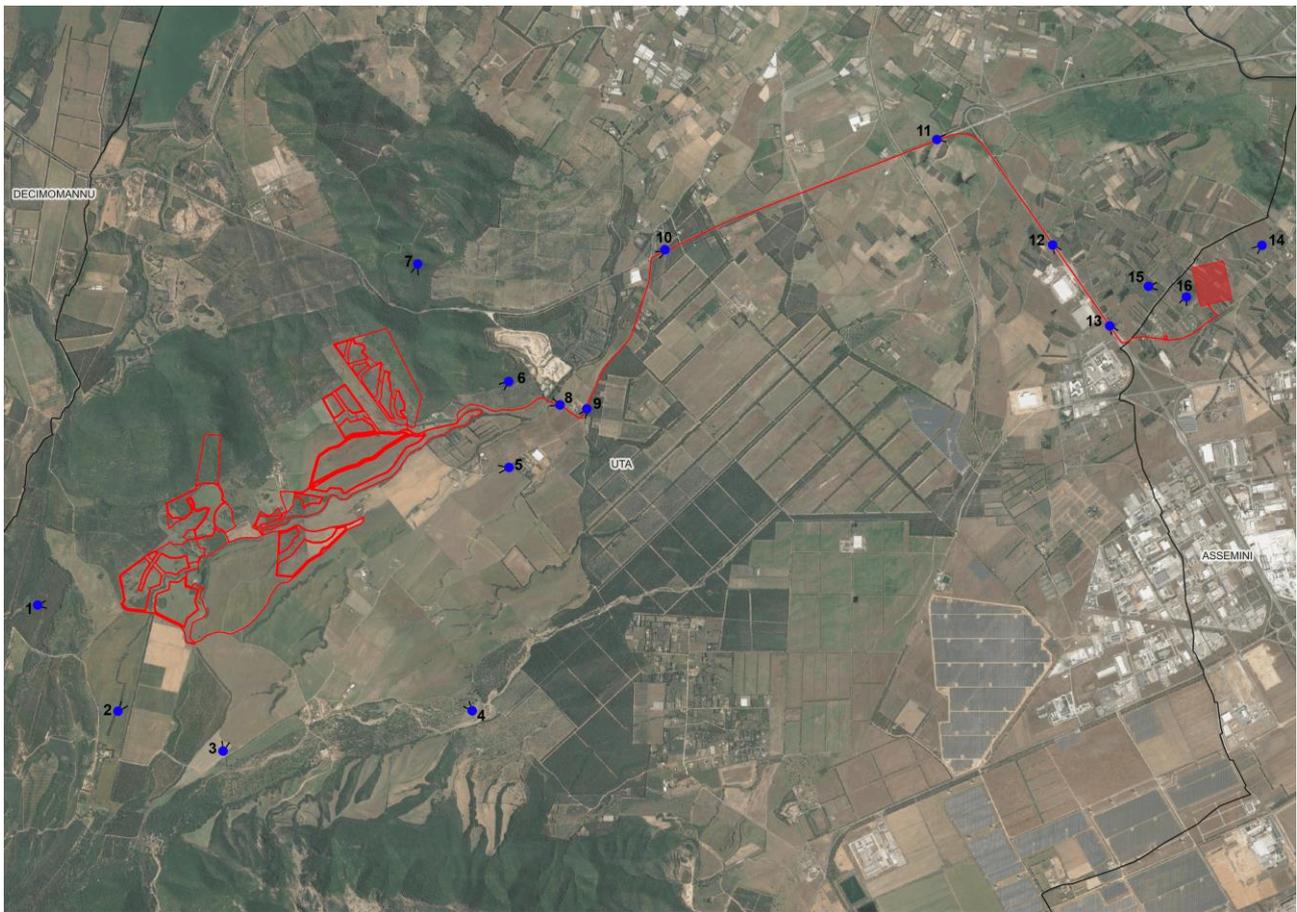


Figura 9.4: Impianti fotovoltaici esistenti entro un areale ricompreso nei 5 km dal perimetro dell’impianto agrivoltaico in progetto

## 10 Appendice fotografica



**Figura 10.1 – Punti di ripresa fotografica /inquadramento generale)**



**Figura 10.2 – Vista sull'area di installazione dell'impianto agrivoltaico. A sinistra i rilievi collinari e a destra la Piana del Campidano di Uta. Ripresa aerea da sud-ovest verso nord-est (P.to 1)**



**Figura 10.3 - Vista sull'area di installazione dell'impianto agrivoltaico. Sono visibili i rilievi collinari ai piedi dei quali sorge l'impianto e sullo sfondo a sinistra il Lago del Cixerri. Ripresa aerea da sud-ovest verso nord-est (P.to 2)**



**Figura 10.4 - Vista sull'area di installazione dell'impianto agrivoltaico. Sono visibili i rilievi collinari ai piedi dei quali sorge l'impianto e sullo sfondo il Lago del Cixerri e i rilievi collinari presenti a nord-est del centro urbano di Siliqua. Ripresa aerea da sud-ovest verso nord (P.to 3)**



**Figura 10.5 - Vista sull'area di installazione dell'impianto agrivoltaico. Sono visibili i rilievi collinari ai piedi dei quali sorge l'impianto e sullo sfondo a destra il Lago del Cixerri e i rilievi collinari presenti a nord-est del centro urbano di Siliqua; a sinistra il rilievo del Castello di Acquafredda. Ripresa aerea da sud-est verso nord-ovest (P.to 4)**



**Figura 10.6 – Vista sull'area di installazione dell'impianto agrivoltaico. Sono visibili i rilievi collinari ai piedi dei quali sorge l'impianto e sullo sfondo il rilievo del Castello di Acquafredda e, a sinistra, i rilievi dei Monti del Sulcis. Ripresa aerea da est verso ovest (P.to 5)**



**Figura 10.7 – Vista sull’area di installazione dell’impianto agrivoltaico. Sono visibili i rilievi collinari ai piedi dei quali sorge l’impianto e sullo sfondo il rilievo del Castello di Acquafredda e, a sinistra, i rilievi dei Monti del Sulcis. Ripresa aerea da est verso ovest (P.to 5)**



**Figura 10.8 – Vista sull’area di installazione dell’impianto agrivoltaico. Sono visibili a destra i rilievi collinari ai piedi dei quali sorge l’impianto, a sinistra l’area della Piana di Uta e sullo sfondo i rilievi dei Monti del Sulcis. Ripresa aerea da est verso ovest (P.to 7)**



**Figura 10.9 – Viabilità secondaria di accesso all’impianto lungo la quale corre il cavidotto interrato. Foto estrapolata da Google Earth con vista da est verso ovest (P. to 8)**



**Figura 10.10 - Viabilità secondaria di accesso all’impianto lungo la quale corre il cavidotto interrato nei pressi della cava La Guardia. Foto estrapolata da Google Earth con vista da nord-est verso sud-ovest (P. to 9)**



**Figura 10.11 – Punto di innesto tra la SP 2 e la viabilità secondaria di accesso all’area di impianto. Foto estrapolata da Google Earth con vista da est verso sud-ovest (P.to 10)**



**Figura 10.12 – Punto di innesto tra la SP 2 e la Strada Consortile di Macchiareddu. Foto estrapolata da Google Earth con vista da ovest verso sud-est (P.to 11)**



**Figura 10.13 – Strada Consortile di Macchiareddu lungo la quale corre il cavidotto interrato. Foto estrapolata da Google Earth con vista da nord verso sud (P.to 12)**



**Figura 10.14 – Punto di innesto tra la Strada Consortile di Macchiareddu e la rete di viabilità secondaria di accesso alla futura SE RTN e alla Cabina Elettrica Utente. Foto estrapolata da Google Earth con vista da nord verso sud-est (P.to 13)**



**Figura 10.15 – Area di realizzazione della futura SE RTN 380/150/36 kV. Sullo sfondo parte dell’area industriale di Macchiareddu e i Monti del Sulcis. Ripresa aerea da nord-est verso sud-ovest (P.to 14)**



**Figura 10.16 – Area di realizzazione della futura SE RTN 380/150/36 kV. Sullo sfondo l’area umida dello Stagno di Cagliari. Ripresa aerea da ovest verso est (P.to 15)**



**Figura 10.17 – Area di realizzazione della Cabina Elettrica Utente. Sullo sfondo parte dell’area industriale di Macchiareddu e i Monti del Sulcis. Ripresa aerea da nord verso sud (P.to 15)**