



PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN  
IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 41,163  
MW<sub>P</sub> DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI VILLACIDRO (SU)  
CON LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ELETTRICHE  
DENOMINATO “FIGU NIEDDA”

## SINTESI NON TECNICA

Rev. 0.0

Data: 26 APRILE 2022

PV003-REL002

Committente:

**Ecosardinia 5 S.r.l.**

via Manzoni, 30

20121 MILANO (MI)

C. F. e P. IVA: 11117560968

PEC: ecosardinia5srl@legalmail.it

Incaricato:

**Queequeg Renewables, ltd**

Unit 3.21, 1110 Great West Road

TW80GP London (UK)

Company number: 111780524

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

Progettista:

ing. Alessandro Zanini





---

## Indice

Introduzione	3
1 Raggiungimento obiettivi PEAR	4
2 Localizzazione del progetto	8
3 Scheda di sintesi del progetto	14
4 Quadro programmatico: livelli di compatibilità programmatica del progetto in fase di autorizzazione	16
5 Quadro ambientale: stato della componente, analisi degli impatti ambientali e mitigazioni	17
5.1 Stato dell'ambiente senza intervento	17
5.2 Evoluzione prospettica dell'ambiente senza intervento	23
5.3 Qualità dell'aria nell'area di intervento e zone limitrofe	25
5.4 Acque superficiali e sotterranee	29
5.5 Biodiversità, flora, fauna ed ecosistemi	42
5.6 Suolo e sottosuolo	56
5.7 Elettromagnetismo e compatibilità	58
5.8 Acustica ed emissioni	60
5.9 Inquinamento luminoso	62
5.10 Impatti sulla salute umana	63
5.10.1 Rischio incidenti	63
5.10.2 Rischio elettrico/incendio	64
5.10.3 Rischio fulminazione	64
5.11 Impatto socio-economico	65
5.12 Rifiuti	67
5.13 Impatto sul paesaggio	70
5.13.1 Metodologia di analisi dell'impatto visivo	70



---

## Introduzione

Il presente Studio di Impatto Ambientale (SIA), collegato ed in riferimento a tutti gli elaborati del presente progetto oltre gli allegati SIA - riguarda il progetto di un impianto fotovoltaico utility-scale, collocato a terra, della potenza nominale pari a 41,163 MWp con il generatore fotovoltaico posizionato su inseguitori monoassiali con asse N-S in configurazione monofilare.

La realizzazione della centrale fotovoltaica, denominata Figu Niedda, e delle opere di connessione è prevista nel comune di Villacidro appartenente alla Provincia del Sud Sardegna. L'impianto fotovoltaico sarà realizzato su un terreno ricadente in parte in area agricola e in parte nell'area industriale appartenente al Consorzio Industriale Provinciale Medio Campidano Villacidro (C.I.V.), classificato dallo strumento urbanistico del comune di Villacidro come zona "D" per le attività produttive di interesse regionale. L'area dell'impianto dista dal centro del comune circa 5 chilometri in linea d'aria.

L'intervento costituisce un esempio di impianto di dimensione utility-scale da esercire commercialmente in regime "market-parity" sul mercato dell'energia elettrica GME, senza il contributo di tariffa incentivante. L'area nella disponibilità del proponente ammonta a circa 47ha.

I moduli fotovoltaici, pari a 81.510 moduli da 505 Wp, verranno opportunamente distribuiti in serie su stringhe in parallelo tra loro direttamente in ingresso a 192 sistemi di conversione, inverter, per la trasformazione della forma d'onda da continua ad alternata trifase, collegati tra di loro attraverso il parallelo delle cabine dotate anche di sistema di trasformazione per elevare il livello di tensione da bassa a media tensione.

L'impianto avrà una potenza di immissione AC nella Rete Elettrica Nazionale pari a 33.600 kW e sarà allacciato alla rete di e-Distribuzione tramite una connessione in antenna alla cabina primaria esistente "Villacidro", situata nella stessa area industriale, a breve distanza, e in gestione a e-distribuzione S.p.a., mediante uno stallo a 150 kW, previa realizzazione di una cabina d'innalzamento della tensione (Step Up).



---

## 1 Raggiungimento obiettivi PEARS

Secondo quanto affermato dalla Regione: "Il Piano Energetico Ambientale Regionale (PEARS) è lo strumento attraverso il quale l'Amministrazione Regionale persegue obiettivi di carattere energetico, socio-economico e ambientale al 2020 partendo dall'analisi del sistema energetico e la ricostruzione del Bilancio Energetico Regionale (BER)".

La Giunta regionale ha approvato in via definitiva Il Piano "Verso un'economia condivisa dell'Energia", 2015-2030, con la D.G.R. n. 45/40 del 2 agosto 2016, ai sensi del decreto legislativo n. 152/2006 e s.m.i., e il relativo Rapporto Ambientale, la sintesi non tecnica e, ai sensi del D.P.R. 357/97 e s.m.i. lo Studio di Valutazione di Incidenza Ambientale e tutti i documenti allegati.

Attraverso il PEARS vengono individuati gli indirizzi strategici, gli scenari e le scelte operative in materia di energia che l'Amministrazione regionale mira a realizzare in un arco temporale media-lunga durata.

Il Piano recepisce ed è coerente ai principali indirizzi di pianificazione energetica messi in atto a livello europeo e nazionale, con particolare attenzione agli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> quantificati pari a -40%, entro il 2030, rispetto ai valori del 1990.

In funzione di questo, "le linee di indirizzo del Piano Energetico ed Ambientale della Regione Sardegna, riportate nella Delibera della Giunta Regionale n. 48/13 del 2.10.2015, indicano come obiettivo strategico di sintesi per l'anno 2030 la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> associate ai consumi della Sardegna del 50% rispetto ai valori stimati nel 1990".

"Negli ultimi 10 anni la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, grazie alle forme di incentivazione della produzione e alle potenzialità naturali, ha registrato un notevole incremento nella Regione Sardegna, raggiungendo una quota di produzione significativa e pari nel 2014 a circa il 26,3% della produzione lorda".

Il fotovoltaico risulta essere la seconda fonte di produzione, dopo l'eolico, con un contributo pari al 6,8% sul totale prodotto, con un numero di impianti fotovoltaici in esercizio in Sardegna, al 2015, pari a ca. 26.708, corrispondenti ad una potenza installata di 680 MW.



---

L'utilizzo delle fonti rinnovabili, in relazione al raggiungimento degli obiettivi di Piano, assume grande importanza in merito ai seguenti punti:

- l'incremento della produzione di energia elettrica;
- il raggiungimento degli obiettivi di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>;
- l'aumento dell'autonomia e della flessibilità del sistema elettrico che collaborano al raggiungimento dell'OG2 sulla sicurezza del sistema energetico regionale.

E' possibile dunque affermare che, sulla base dell'analisi del Piano energetico, non emergono incongruenze tra la presente proposta progettuale e gli indirizzi di pianificazione regionali. Si ritiene, inoltre, che l'intervento progettuale non alteri le prospettive di sviluppo delle infrastrutture di distribuzione energetica e collabori, allo stesso tempo, sia allo sviluppo della tecnologia fotovoltaica sul territorio, sia al raggiungimento dell'obiettivo di riduzione di CO<sub>2</sub> della Sardegna per l'anno 2030.

In ottemperanza a quanto disposto dall'art. 18 della Parte II del D. Lgs. 152/2006 (e s.m.i.), l'Assessorato dell'Industria ha predisposto il primo e il secondo rapporto di monitoraggio ambientale del Piano Energetico Ambientale Regionale della Sardegna (PEARS), finalizzati a valutare lo stato di attuazione del Piano, nonché a tenere sotto controllo gli impatti sull'ambiente derivanti dalla sua attuazione. Il primo rapporto di monitoraggio è stato pubblicato dalla Regione nel Gennaio 2019, il secondo a Dicembre 2019.

Riguardo al raggiungimento degli obiettivi strategici prefissati dal Piano, il secondo rapporto di monitoraggio "sottolinea che il PEARS ha promosso numerose azioni, che però in tanti casi ancora non hanno determinato degli effetti misurabili, in quanto molte azioni sono ancora in fase di realizzazione". L'obiettivo dell'intervento è di realizzare un impianto di produzione di energia elettrica mediante fonte solare fotovoltaica.

Questa installazione dà un contributo alla strategia europea per la riduzione delle emissioni che causano l'effetto serra" poiché le fonti energetiche rinnovabili non generano emissioni inquinanti per l'ambiente. Per quantificare la dimensione dell'impatto positivo si è partiti dai dati di produzione dello stato di fatto che viene confrontato con lo stato variato che determina un aumento della producibilità a seguito dell'ammodernamento dell'impianto fotovoltaico.



La producibilità annua, per una potenza nominale di installazione di 41,163 MWp, è stimata in 71 MWh.

Considerando che, secondo le indagini dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA), la famiglia media italiana utilizza 2,7 MWh/anno di energia elettrica, l'impianto è in grado di coprire il fabbisogno di oltre 26283 famiglie.

Dal Rapporto dell'ISPRA del 12.03.2019 "Fattori di emissione atmosferica di gas ad effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei paesi dell'UE" vengono forniti nella Tabella 2.1.12 e Tabella 2.1.15 i seguenti fattori unitari di conversione:

<b>Gas serra</b>	<b>g/kWh</b>
CO <sub>2</sub>	298,9
CH <sub>4</sub>	0,6
NO <sub>x</sub>	227,4
Materiale particolato – PM <sub>10</sub>	5,4
SO <sub>x</sub>	63,6
NH <sub>3</sub>	0,5
Fattore di conversione dei kWh in tep	0,187x10 <sup>-3</sup> tep/kWh

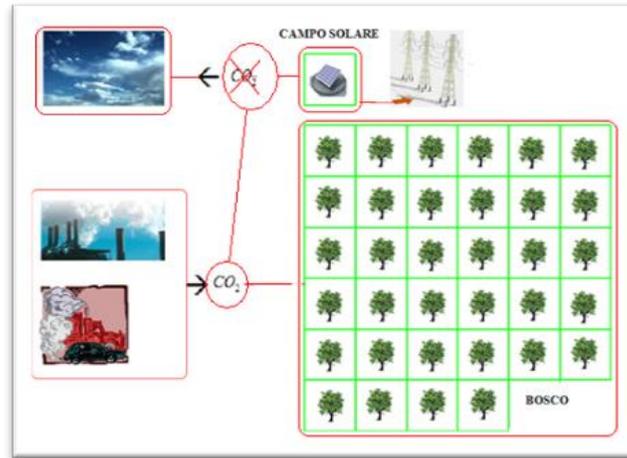
Sulla base dei suddetti fattori di conversione si hanno i quantitativi delle emissioni in atmosfera evitate.

<b>Gas climalteranti</b>	<b>Potenza impianto kWp</b>	<b>Producibilità kWh/anno</b>	<b>Emissioni evitate tonnellate/anno</b>	<b>Tempo di vita impianto anni</b>	<b>Emissioni evitate nel tempo di vita tonnellate</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	41163	70965012	21211,4	30	636343,3
<b>CH<sub>4</sub></b>			42,6		1277,4
<b>NO<sub>x</sub></b>			16137,4		484123,3
<b>Materiale particolato – PM<sub>10</sub></b>			383,2		11496,3
<b>SO<sub>x</sub></b>			4513,4		135401,2
<b>NH<sub>3</sub></b>			35,5		1064,5

TABELLA 1 – Emissioni in atmosfera evitate dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico



Si riporta la schematizzazione emissioni CO<sub>2</sub> evitate.



Considerando che un ettaro di bosco è in grado di assorbire circa 5.550 kg CO<sub>2</sub> all'anno (circa 300 alberi a medio fusto per ettaro), **la realizzazione dell'intervento equivale ad un rimboschimento di:  $21.211.000 / 5.550 = 3821$  ha circa di rimboschimento equivalente.**



---

## 2 Localizzazione del progetto

L'area oggetto dell'impianto fotovoltaico è localizzata nella parte sud-occidentale della regione Sardegna, su un terreno ricadente nel comune di Villacidro, nella provincia del Sud Sardegna (SU).

L'area d'intervento è individuata al Catasto Villacidro Fogli 104 e 110 particelle 2, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 77, 78, 109, 114, 169, 171, 220, 222, 223, 225, 228, 231, 232, 234, 235, 236, 237, 238, 240, 241, 243, 244, 246, 249, 251, 253, 254, 255, 256, 257, 749, e ha un'estensione totale di circa 47 ettari.

L'impianto avrà una potenza di immissione AC nella Rete Elettrica Nazionale pari a 33.600 kW e sarà allacciato alla rete di Distribuzione tramite una connessione in antenna alla cabina primaria esistente "Villacidro", situata nella stessa area industriale, a breve distanza, e in gestione a e-distribuzione S.p.A., mediante uno stallo a 150 kV, previa realizzazione di una cabina d'innalzamento della tensione (Step Up).

Parte dell'impianto e il cavidotto per la connessione alla rete elettrica nazionale ricadono all'interno del perimetro dell'area del CIV - Consorzio Industriale Provinciale Medio Campidano Villacidro, nato nel 1966 con lo scopo di "promuovere le condizioni necessarie per la creazione e lo sviluppo di attività produttive nei settori dell'industria e dei servizi" (CIV - Villacidro).

L'area del Consorzio ricade tra le aree industriali della Regione Sardegna, denominata come area "Villacidro", destinata agli insediamenti produttivi-industriali.

A livello nazionale, l'area del Consorzio ricade tra le aree SIN- Siti di Interesse Nazionale, individuate in funzione della quantità e pericolosità degli inquinanti presenti e del relativo impatto sull'ambiente circostante, recepite a livello regionale attraverso il Piano Regionale Bonifica delle Aree Inquinare (PRB), dove è denominata come "Area Industriale Villacidro".

*Tuttavia, l'area di progetto risulta esterna alla perimetrazione nazionale e regionale, poiché è situata oltre la linea ferroviaria entro cui è contenuto il perimetro SIN.*

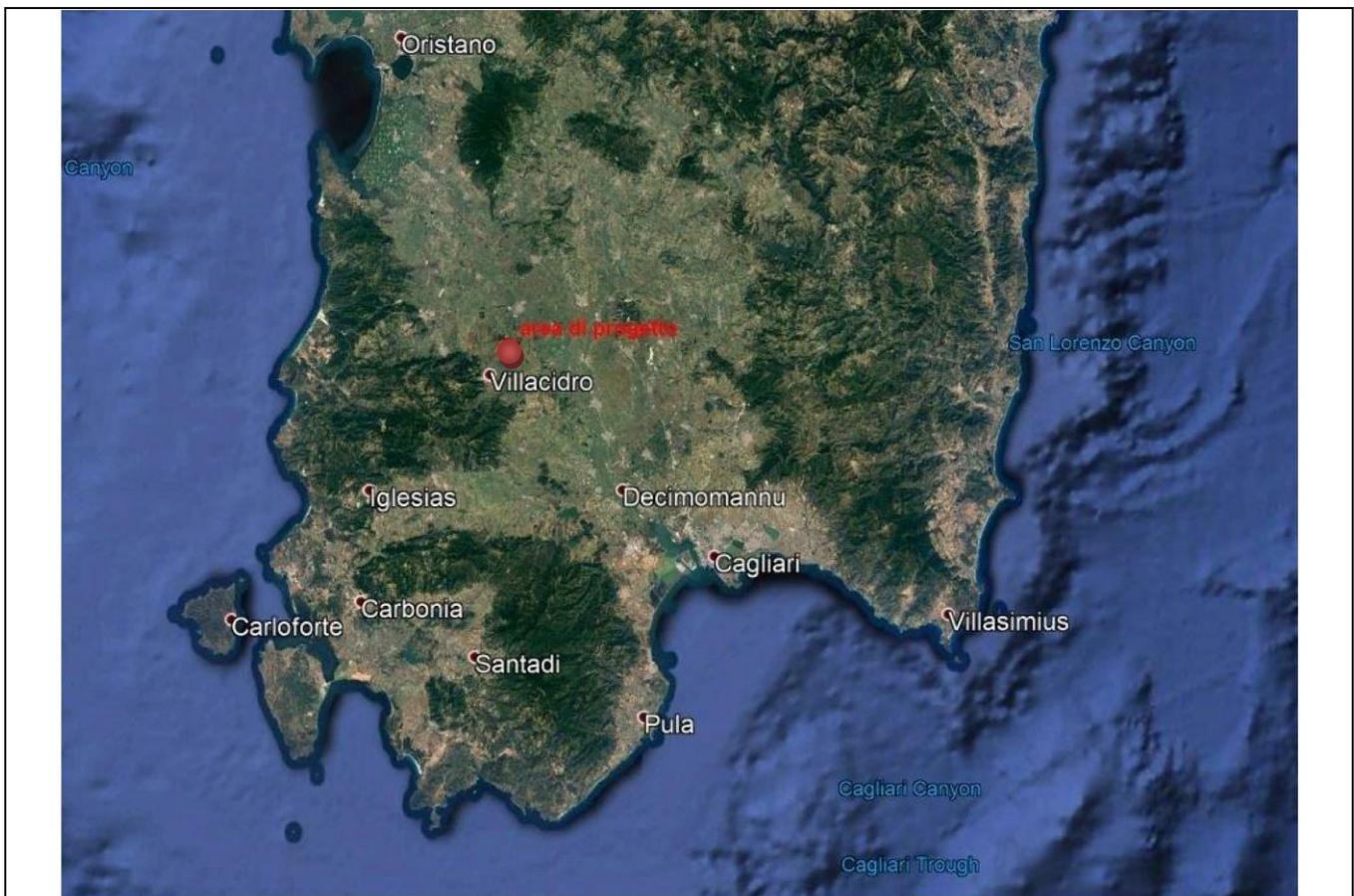
La restante parte del sito di progetto, non incluso nel perimetro CIV, ricade nelle campagne confinanti a nord-est dall'area industriale, in prossimità dell'impianto di depurazione e della discarica comunale.



Il Comune di Villacidro si trova nella regione storica del Campidano, in prossimità del parco regionale naturale del Monte Linas – Marganai-Oridda-Montimannu, coincidente con l'omonimo sito SIC, e della nota cascata "Sa Spendula", simbolo della cittadina a cui il poeta D'Annunzio dedicò un sonetto nel 1882(Sardegna Natura).

Il territorio, prevalentemente collinare, ha un'altitudine media pari a circa 267 m s.l.m. e si estende su una superficie complessiva di circa 183,5 kmq, sulla quale ricade il centro urbano.

La superficie dell'impianto ha una dimensione complessiva di circa 47 ha ed ha un andamento prevalentemente pianeggiante, con un dislivello complessivo di circa 12 m lungo la direzione nord-sud (quota minima: 72.5 m s.l.m. – confine nord; quota massima: 84.8 m s.l.m. – margine sud).



● Area di progetto

Figura 1 – Inquadramento territoriale dell'area di progetto

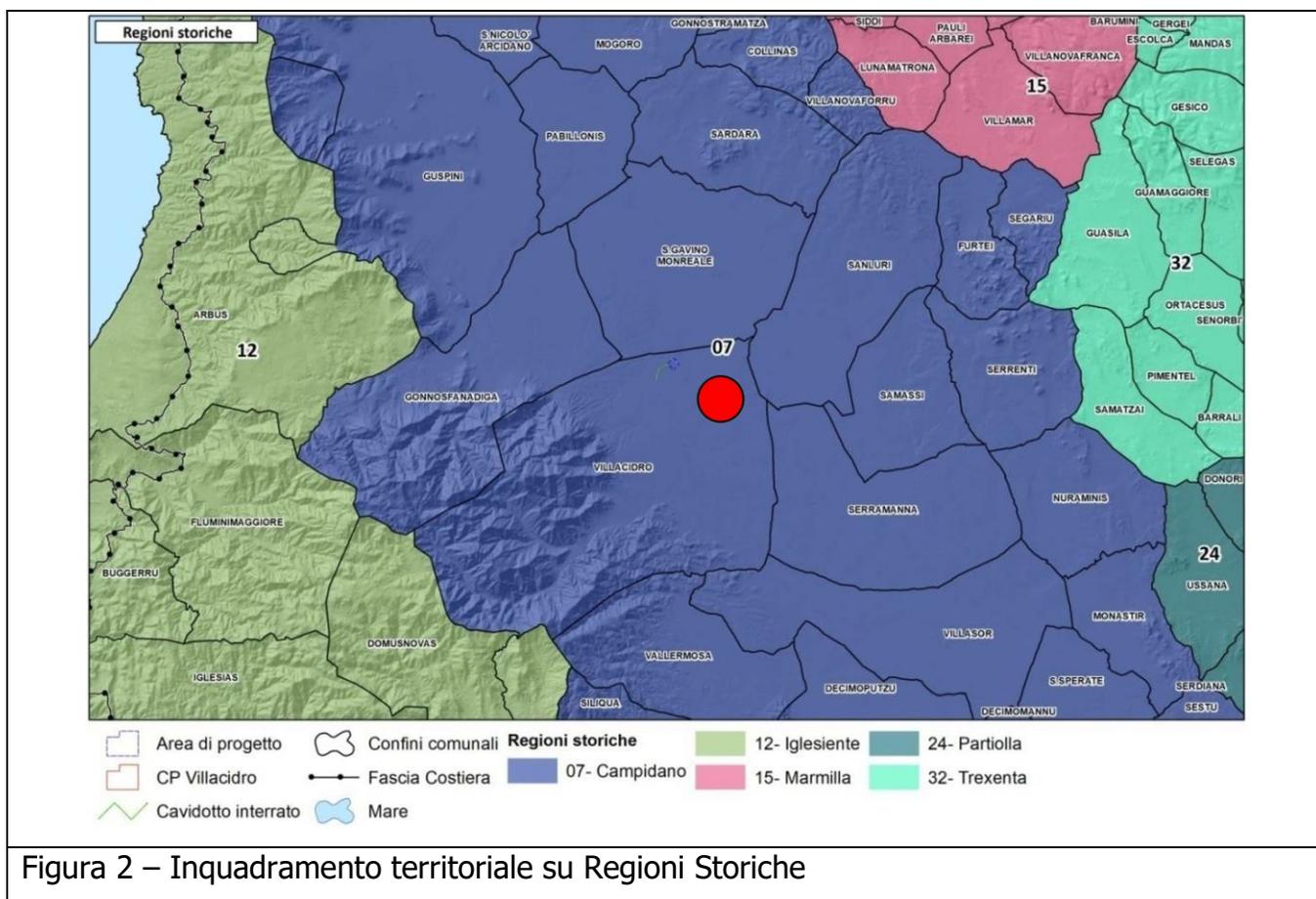


Figura 2 – Inquadramento territoriale su Regioni Storiche

L’impianto ricade, in un’area più ampia, già caratterizzata dalla presenza di ulteriori impianti di produzione di energia da FER già esistenti: lungo il perimetro sudil sito confina con 2 impianti FV a terra e al suo interno il sito ospita 2 turbine appartenenti al parco eolico ‘Villacidro’ della Friel Spa, di potenza pari a 30 MW, dislocato tra Villacidro e San Gavino, mentre una terza è situata a ridosso della recinzione nord-ovest dell’area in progetto.

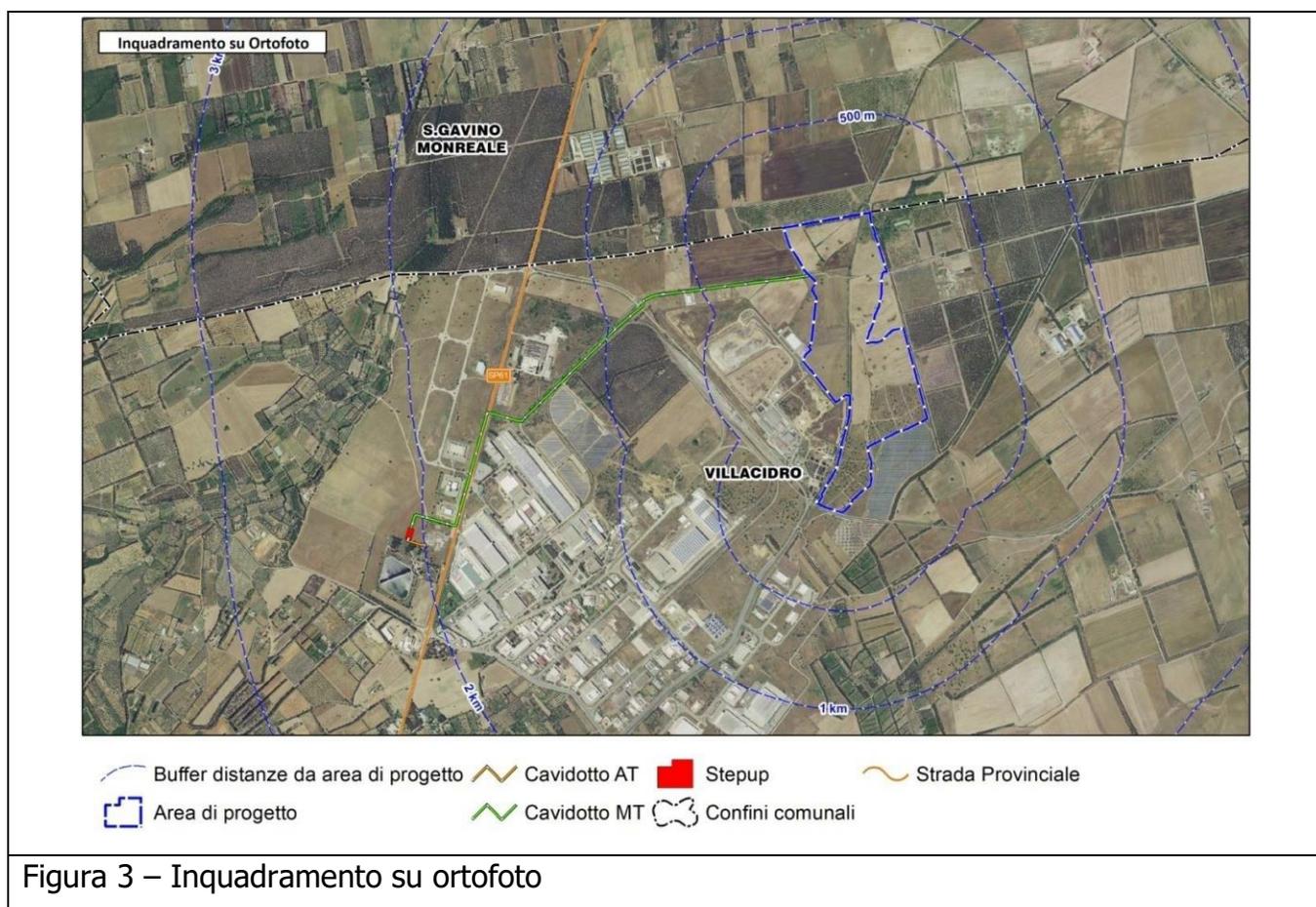
L’area ricade parzialmente all’interno del comparto ST del CIV, situato nella parte nord-est dell’area industriale, e fiancheggia per un piccolo tratto del bordo inferiore la linea ferroviaria di servizio alle aziende ricadenti nell’area industriale. La linea ferroviaria di servizio è lunga 13,25 km e si ricollega in prossimità di Sanluri alla linea ferroviaria regionale, lungo la tratta Cagliari-Sassari.

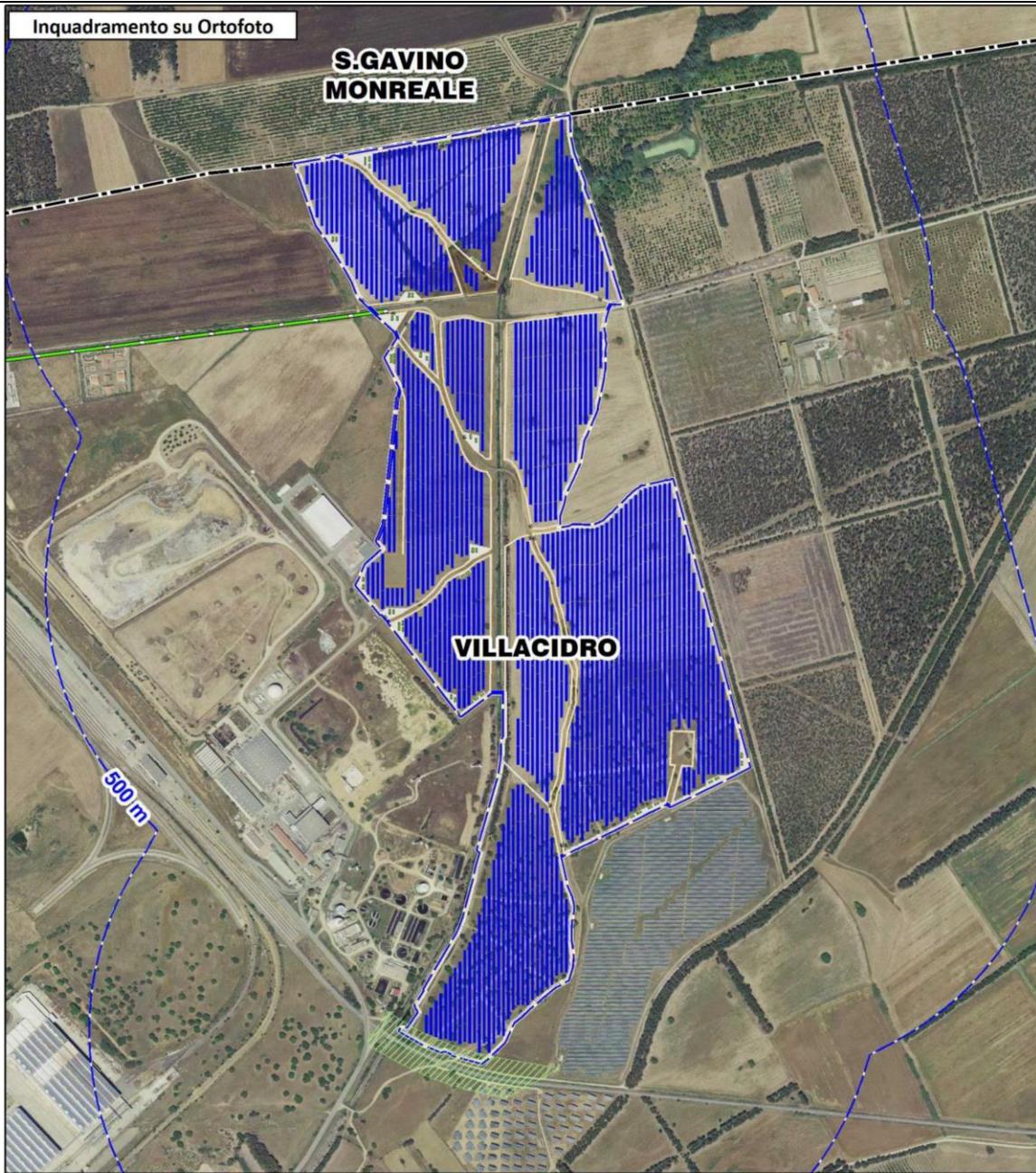
Il sito è interamente attraversato dal tratto iniziale ‘medio vallivo’ del Rio Mannu di Pabillonis, affluente secondario del sub-bacino idrografico regionale n.2 ‘Tirso’, che entra all’interno dell’area dal perimetro sud, in prossimità del depuratore, per uscire a nord-est.



L'area, inoltre, è raggiungibile attraverso la viabilità interna al Consorzio, collegata tramite la SP 61 ai centri urbani di Villacidro e di San Gavino Monreale ed a cui è possibile ricongiungersi sia alla SS 196 di Villacidro (di collegamento tra Guspini e Decimomannu), circa 3 km a sud, sia alla SS 197 di San Gavino e del Flumini, a circa 5 km a nord.

La connessione alla rete elettrica nazionale avviene tramite cavidotto interrato, dislocato lungo la viabilità esistente interna al CIV, attraverso cui giunge alla cabina primaria "CP Villacidro", situata anch'essa all'interno dell'area industriale, ad una distanza di circa 3 km a sud-ovest dell'area.





- Buffer distanze da area di progetto
- Area di progetto
- Recinzione
- Campo fotovoltaico
- Cabine
- Viabilità interna
- Buffer di rispetto 30 m da ferrovia
- Ingresso
- Cavidotto
- Confini comunali

Figura 4 – Inquadramento su ortofoto – vista di dettaglio

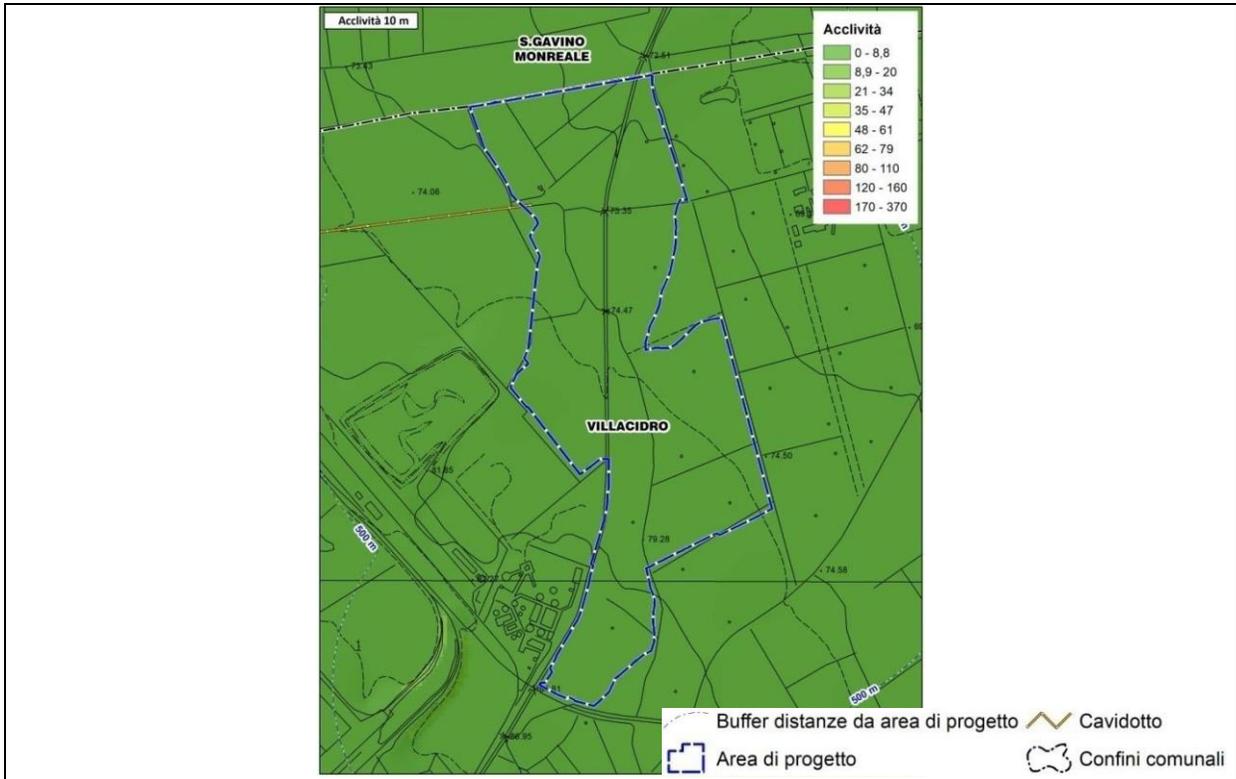


Figura 5 – Carta delle acclività

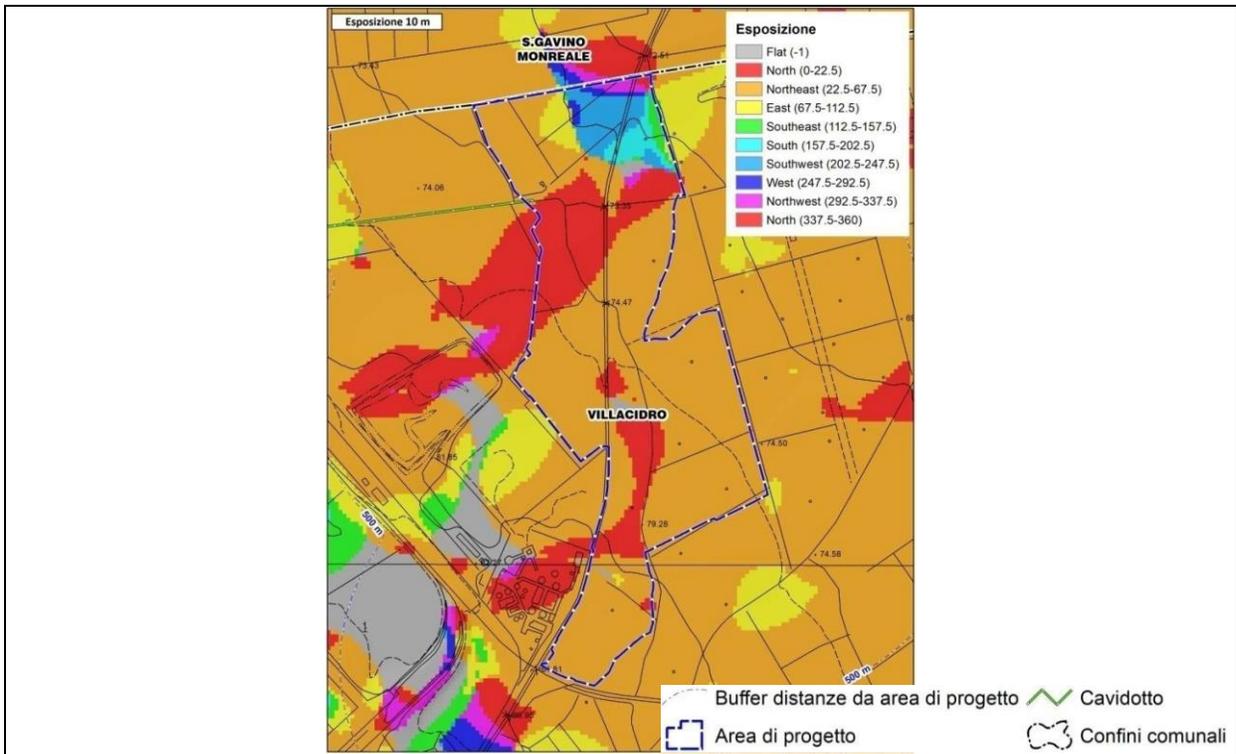


Figura 6 – Carta delle esposizioni dei versanti



### 3 Scheda di sintesi del progetto

<b>Dati amministrativi del progetto in autorizzazione</b>
Titolo del progetto: PROGETTO DI COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 41,163 MW <sub>P</sub> DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI VILLACIDRO (SU) CON LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ELETTRICHE, DENOMINATO "FIGU NIEDDA"
COSTO COMPLESSIVO DELL'OPERA, VALORE DA QUADRO ECONOMICO IN ALLEGATO 33.812.881,79 €
Provincia del Sud Sardegna (SU)
Comune di Villacidro
Destinazione di PRG: zona "E2" agricola e "D" industriale
Catasto terreni Comune di Villacidro fogli 104, 110 particelle 2, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 39, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 77, 78, 109, 114, 169, 171, 220, 222, 223, 225, 228, 231, 232, 234, 235, 236, 237, 238, 240, 241, 243, 244, 246, 249, 251, 253, 254, 255, 256, 257, 749
Coordinate dell'area dell'impianto: 39°50'35.45"N - 8°78'43.95"E
Altitudine media di circa 80m slm
Fogli CTR: Foglio 547 Sezione 060 e 100
<b>Soggetto proponente, soggetto responsabile cliente produttore</b>
<b>Ecosardinia 5 Srl</b> con sede legale in Via Manzoni n. 30 – 20121 Milano – partita IVA 11117560968 – PEC ecosardinia5srl@legalmail.it
<b>Sintesi descrittiva del progetto:</b>
<p>Il progetto prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare, di potenza di picco nominale pari a 41.163 kW<sub>p</sub> da localizzarsi su un terreno agricolo (E2), e un'area industriale (D) nel comune di Villacidro (SU). L'impianto sarà costituito da 81.510 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino da 505 Wp, 192 inverter di stringa costituenti il gruppo di conversione e suddiviso in 20 sottocampi.</p> <p>I moduli fotovoltaici saranno ancorati al terreno tramite una struttura di sostegno realizzata con pali infissi battuti in acciaio, per garantirne una robusta tenuta, con inseguimento mono-assiale disposti in file parallele opportunamente distanziate onde evitare fenomeni di ombreggiamento reciproco. L'impianto avrà una potenza di immissione AC nella Rete Elettrica Nazionale pari a 33.600 kW e sarà allacciato alla rete di Distribuzione tramite una connessione in antenna alla cabina primaria esistente "Villacidro", situata nella stessa area industriale, a breve distanza, e in gestione a e-distribuzione S.p.A., mediante uno stallo a 150 kV, previa realizzazione di una cabina d'innalzamento della tensione (Step Up).</p>



<b>Dati tecnici centrale fotovoltaica:</b>
Superficie recintata dall'impianto: 47 ha
Potenza complessiva: circa 41,163 MWp
Producibilità attesa al primo anno pari = <b>71 GWh/anno</b>
Producibilità attesa in 25 anni = <b>1775 GWh</b>
Modalità di connessione: in antenna da cabina primaria esistente "Villacidro"
Campi: generatore fotovoltaico costituito da 20 sottocampi fotovoltaici
Locali tecnici: 20 cabine inverter/trasformatore, 3 cabine di campo e una cabina di consegna
Inverter: 192 inverter di stringa distribuiti sul campo
Orientamento moduli: strutture ad inseguimento monoassiale con asse di rotazione N-S
Inclinazione moduli: variabile
Fattore riduzione ombre: <3% con backtracking
Monitoraggio: control room
Manutenzione: taglio erba, lavaggio pannelli, controllo periodico componenti elettrici ed elettronici, ecc.
Accessi: verrà utilizzata una esistente strada comunale
Tipologia celle: silicio cristallino
Potenza moduli: 505 Wp
Altezza minima da terra: 0,4m - Altezza massima da terra: 0,5 m
Ancoraggio a terra: pali infissi battuti in acciaio
Durata dell'impianto: 50 anni
Rendimento: PR (Performance Ratio) pari a circa il 83,25 %, PR totale comprendente tutte le perdite di sistema ai capi del gruppo di conversione
Dati tecnici recinzione: tipologia: la recinzione perimetrale sarà realizzata con rete metallica di tipo "Orsogrilo" alta 2,80 m, collegata a pali metallici infissi direttamente nel suolo.
Ponti ecologici: 20 x 100 cm, ogni 100 m o in alternativa fascia di circa 10 cm sotto la rete da terra
Illuminazione: proiettori da esterno che illuminano il sito
Allarme: rilevatori presenza collegati con le luci e videocamere sorveglianza



---

## **4 Quadro programmatico: livelli di compatibilità programmatica del progetto in fase di autorizzazione**

L'insieme dei piani sovraordinati sia provinciali che regionali, che vanno ad insistere sul contesto territoriale nel quale si va ad inserire il progetto, costituisce il quadro pianificatorio e programmatico della proposta d'intervento che si va ad analizzare.

Si è proceduto, pertanto ad analizzare i vari piani e programmi al fine di individuarne l'eventuale interazione con la presente proposta d'intervento, così da poter perseguire la sostenibilità ambientale a seguito della scelta della giusta proposta progettuale.

Nell'analisi del quadro di riferimento programmatico vengono illustrati il quadro normativo e gli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti e di riferimento, con i quali la proposta di intervento si confronta, così da poterne valutare la compatibilità.

*Non sono state infatti rilevate incompatibilità con gli strumenti della pianificazione regionale, provinciale e comunale.*

*Come verrà mostrato nei paragrafi successivi, l'impianto ricade in una zona vincolata dal punto di vista paesaggistico, per cui viene altresì fatta richiesta di autorizzazione paesaggistica.*

Particolare attenzione è stata rivolta, inoltre, agli atti pianificatori in materia di tutela ambientale, nonché all'individuazione di zone protette o di particolare valenza naturalistica eventualmente presenti nell'area di riferimento.

Di seguito si richiamano i principali strumenti di pianificazione per l'inquadramento programmatico dell'intervento.



---

## **5 Quadro ambientale: stato della componente, analisi degli impatti ambientali e mitigazioni**

Il quadro di riferimento ambientale definisce l'ambito territoriale ed i sistemi ambientali interessati dal progetto e individua e quantifica i potenziali impatti ambientali indotti dalla realizzazione dell'opera.

Il quadro di riferimento ambientale è stato strutturato sulla base di informazioni raccolte da diverse fonti: indagini analitiche e sopralluoghi effettuati nell'area di progetto e limitrofa, raccolta ed elaborazione di dati e informazioni reperiti su pubblicazioni scientifiche e studi relativi all'area di interesse prodotte da Enti ed organismi pubblici e privati.

Tramite l'analisi di tali dati si ricostruisce lo stato delle componenti ambientali nell'area di progetto allo stato attuale, che si definisce "momento zero", e si individuano gli aspetti ambientali significativi e, infine i potenziali impatti ambientali associati alla realizzazione del progetto.

Vengono presi in considerazione gli effetti positivi e negativi, diretti ed indiretti, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, che la realizzazione del progetto comporta sull'ambiente.

### ***5.1 Stato dell'ambiente senza intervento***

Come riportato nella Relazione di variante al piano particolareggiato del centro storico, in adeguamento al piano paesaggistico regionale (P.P.R.) all'interno del perimetro di antica e prima formazione, "il Comune di Villacidro, è posto a Sud-Ovest della Sardegna, nella parte più settentrionale dell'Iglesiente, quasi al limite con l'Arburese con il quale condivide numerosi aspetti orografici e geologici."

Il suo territorio ha un'estensione di circa 183 Km<sup>2</sup> ed è raggiungibile da Cagliari percorrendo la SS. 131 o la SS. 130 e successivamente la S.S. 196.

Il centro urbano dista da Cagliari, in linea d'aria, circa 42 km.





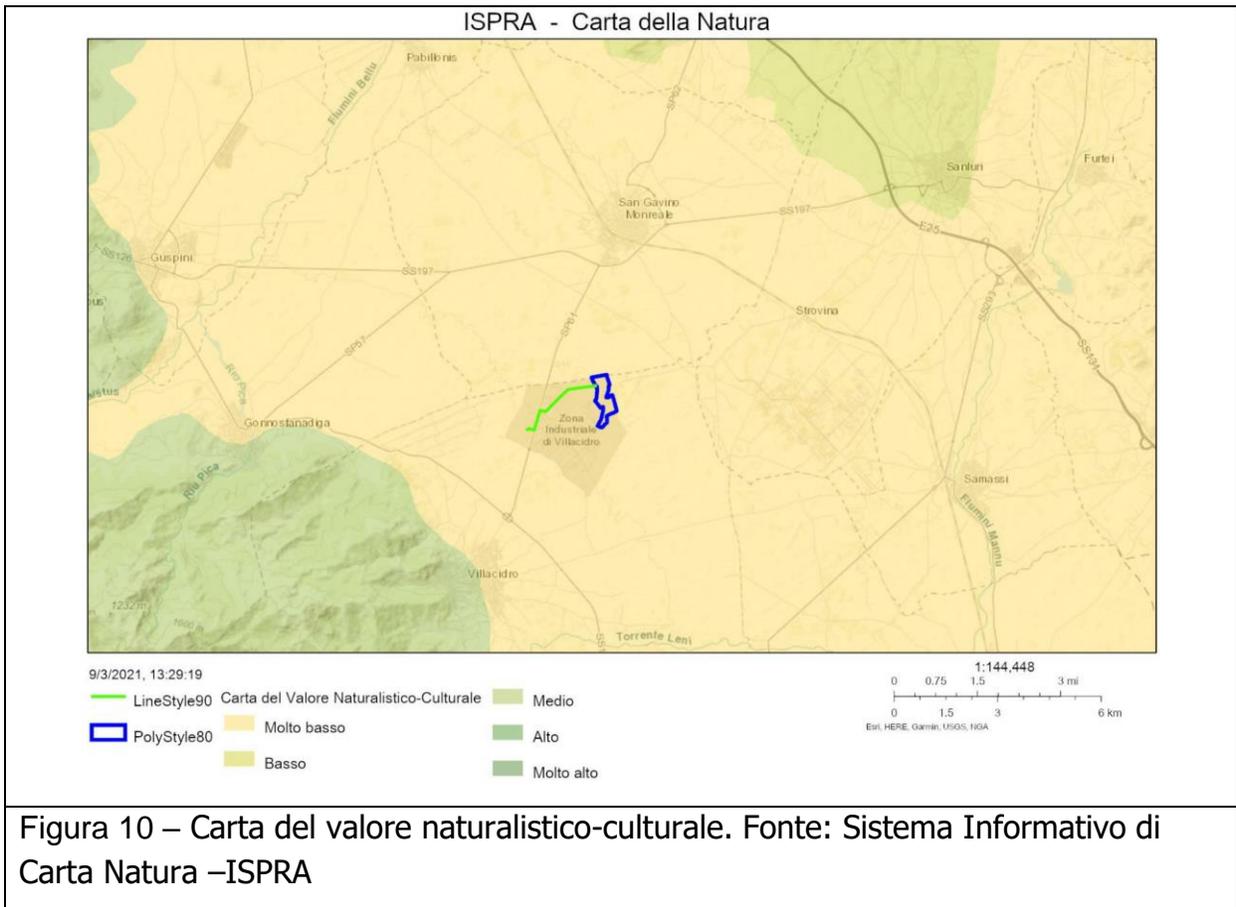
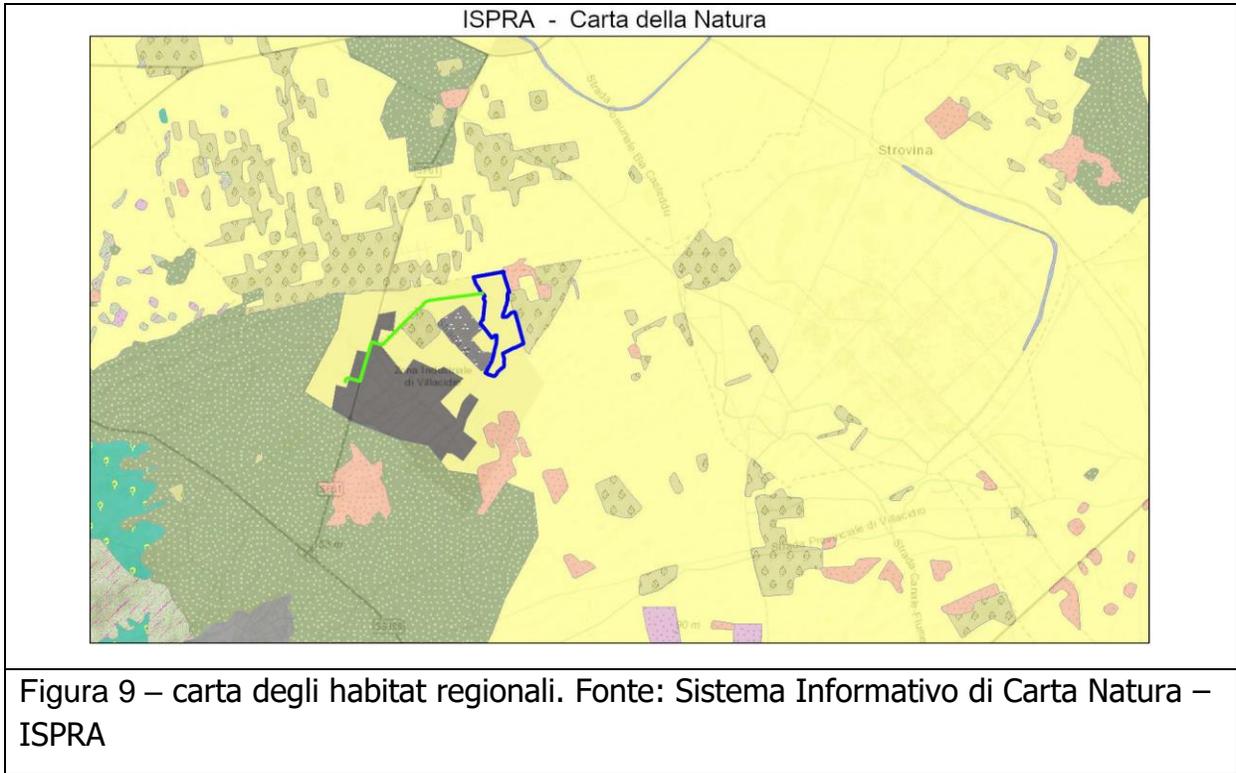


Figura 8 – carta dell'uso del suolo dell'area di progetto e del suo intorno

*Nel Portale dell'ISPRA – Sistema Informativo di Carta Natura, l'area di progetto ricade nell'habitat: 82.3 - Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi.*

*Nell'intorno dell'area di progetto troviamo i seguenti habitat: 83.322 – Piantagioni di eucalipti, piantagioni a Eucalyptus sp specie alloctona a rapido accrescimento mirate al recupero di aree degradate o alla produzione di materiale legnoso per l'industria cartaria. La specie si trova spesso ai margini stradali o in prossimità dei litorali a coste basse; 86.3 - Siti industriali attivi; 86.41 – Cave*

Nessuno dei suddetti habitat è tra quelli classificati come prioritari dalla direttiva CEE 92/43, nè tra quelli classificati come rari (ovvero occupante un'area inferiore al 5% dell'area della regione). Nell'area vasta entro la quale si colloca l'intervento, il valore naturalistico-culturale del paesaggio è definito molto basso (Figura 10).





---

Più nel dettaglio, l'area in esame risulta essere inserita in un contesto di zone industriali e agricole, caratterizzate da appezzamenti ampi ad ovest e più piccoli a nord e a sud (area periurbana). La densità di fabbricati dedicati alle attività industriali è alta, mentre è bassa quella relativa ai fabbricati a servizio delle attività agricole.

Nel contesto paesaggistico più ampio in cui si inserisce il progetto si riconoscono con chiarezza i sistemi insediativi prevalenti, quelli dei centri abitati (principalmente Villacidro e San Gavino Monreale) e quelli produttivi, quelli dell'organizzazione dei sistemi rurale e agricolo e quelli della rete delle connessioni infrastrutturali che li collegano o attraversano.

Il ritrovamento di diverse necropoli, di resti di ville rustiche e di terme fa presupporre una buona vitalità del territorio anche in età romana, a partire dal primo secolo dell'impero. Probabilmente il centro urbano di Villacidro (forse da villa citra, "villa di qua dal fiume") sorse, all'incirca nel II secolo d.C., proprio intorno a una villa, ed in seguito crebbe gradatamente e si contrappose a Leni, il centro abitato più antico, con il quale mantenne per un certo periodo un rapporto di dipendenza.

Probabilmente il centro urbano di Villacidro (forse da villa citra, "villa di qua dal fiume") sorse, all'incirca nel II secolo d.C., proprio intorno a una villa, ed in seguito crebbe gradatamente e si contrappose a Leni, il centro abitato più antico, con il quale mantenne per un certo periodo un rapporto di dipendenza.

Sono testimonianza della dominazione romana le tombe scoperte nella II metà dell'Ottocento a Seddanus, Ruinas, Is guardias, Villascema, S'aqua cotta, Sabodduse e la necropoli, mentre a Nuraxi e a Bangiu si possono ammirare i ruderi di due terme romane.



---

## ***5.2 Evoluzione prospettica dell'ambiente senza intervento***

Si può premettere che l'ipotesi di non realizzazione dell'impianto fotovoltaico, appare in contrasto con quanto già descritto, in particolare con i nuovi obiettivi stabiliti dal solare fotovoltaico ed in particolare, dal PNIEC.

Inoltre, l'evoluzione prospettica dell'ambiente contenente l'insieme dei terreni oggetto di potenziale installazione fotovoltaica, senza la realizzazione della centrale fotovoltaica - prendendo a riferimento un quadro temporale compatibile con il tempo di vita utile della centrale fotovoltaica stimabile oltre i 25 anni - è ipotizzabile che tenderebbe ad una sorta di stabilizzazione del quadro ambientale attuale, senza modificazioni ed evoluzioni sostanziali.

Dal punto di vista socio-economico, sempre in assenza di realizzazione impiantistica fotovoltaica, non si prevedono incrementi di attività residenziali, vista che l'attuale è scarsa o pressoché nulla e tenuto conto soprattutto del fatto che la disciplina urbanistica dell'area non lo permette.

L'intervento non va ad influenzare neppure i centri vicini, a causa della notevole distanza dagli stessi, salvo alcune abitazioni circostanti per le quali si prevedono alcune opere di mitigazione.

Si fa inoltre presente che il D.Lgs 387/03 garantisce la possibilità di realizzare impianti da fonti rinnovabili anche su siti classificati a destinazione agricola, purché lontani da siti vincolati o di pregio dal punto di vista storico culturale.

Come già precedentemente descritto, vincoli paesaggistico-ambientali non sono presenti se in un'area vasta circostante di diversi chilometri.

Si fa anche presente che viene sfruttata la tecnologia fotovoltaica in quanto le latitudini del centro-sud offrono buoni valori di irraggiamento, senza particolari limitazioni, come invece può accadere per la tecnologia eolica e geotermica, inoltre il territorio occupato da un impianto fotovoltaico rimane, nell'arco della sua vita, al suo stato naturale.

L'eventuale impatto paesaggistico, infine, essendo una tecnologia areale e non verticale, permette di essere mitigato con efficaci e naturali opere di schermatura con piantumazioni di tipo autoctono.



---

Come anche si vedrà successivamente, la tecnologia fotovoltaica non ha nessun tipo di emissioni in fase di esercizio.

Si conclude, ricordando, come la scelta dei materiali, tra cui i moduli, i sistemi di sostegno, la recinzione, le cabine ecc. siano stati scelti al fine di essere la migliore scelta sia per quanto riguarda il profilo ambientale che di performance di produzione e di rispetto dell'ambiente, si può pertanto ritenere siano le migliori per le quali non sussistono varianti migliorative che possono essere adottate.

*E' possibile concludere che sia poco prevedibile che nell'area di progetto, in stato di abbandono come anche per numerosi terreni circostanti, si possano instaurare nel tempo ecosistemi di pregio e quindi l'insediamento di nuove specie e l'arricchimento della composizione floristica e faunistica, se non la "fauna selvatica più comune".*

*La realizzazione del progetto in oggetto, non influirà in alcun modo su tale potenziale sviluppo.*

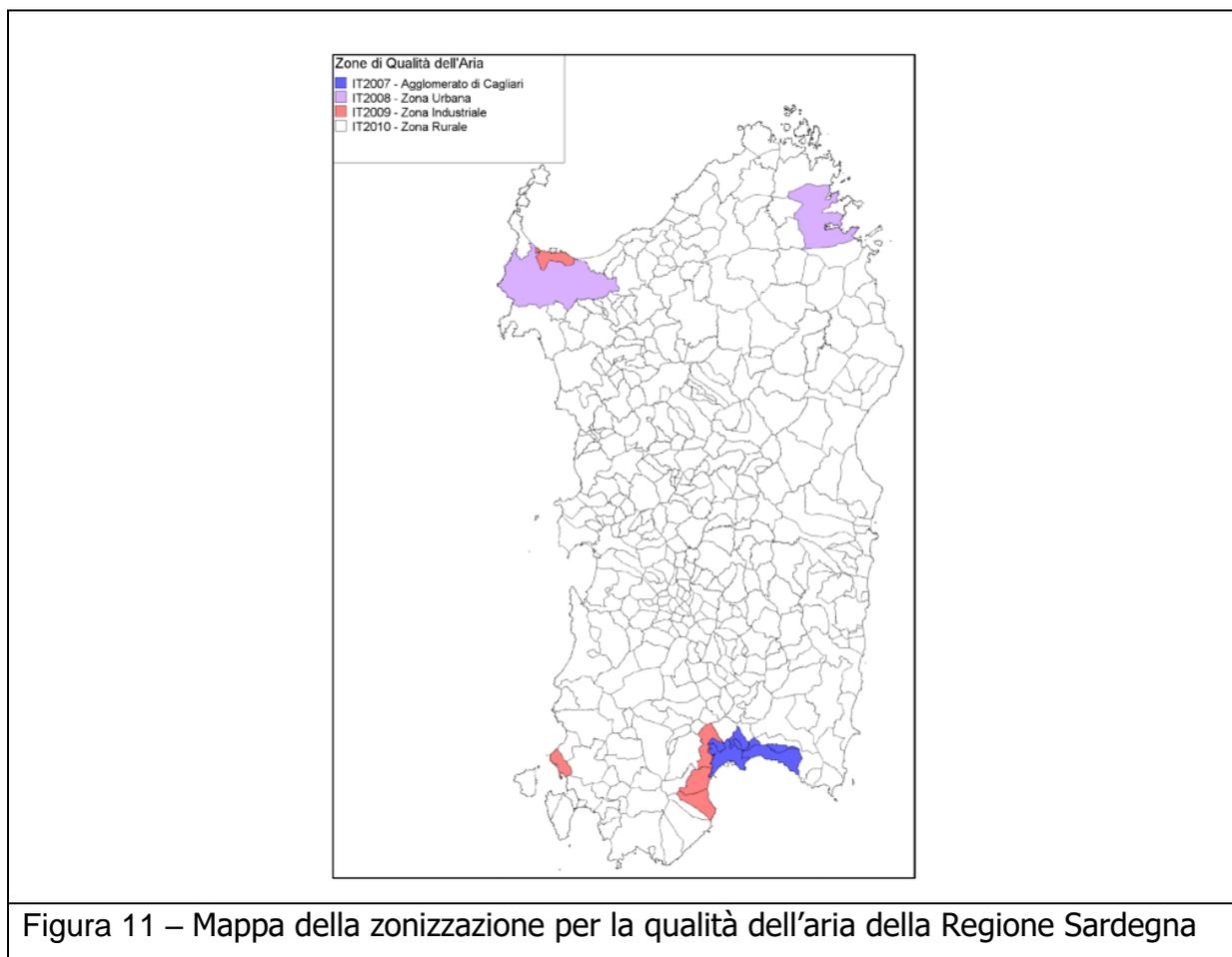


### **5.3 Qualità dell'aria nell'area di intervento e zone limitrofe**

Come riportato nella Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2018 dalla Regione Autonoma della Sardegna – Assessorato alla Difesa dell'Ambiente, la zonizzazione del territorio e la classificazione di zone e agglomerati, in materia di qualità dell'aria ambiente, è stata approvata dalla Regione Sardegna con Delibera di Giunta Regionale n.52/19 del 10/12/2013.

Sulla base della metodologia utilizzata, si è pervenuti ad una suddivisione del territorio regionale in zone di qualità dell'aria, atte alla gestione delle criticità ambientali grazie all'accorpamento di aree il più possibile omogenee in termini di tipologia di pressioni antropiche sull'aria ambiente (Figura 14).

La zonizzazione è stata realizzata per la protezione della salute umana per gli inquinanti: PM10, PM2,5, NO2, SO2, CO, Pb, Benzene, As, Cd, Ni, B(a)P, e O3.





---

La rete di monitoraggio della qualità dell'aria della Regione Sardegna è stata progettata e realizzata in un periodo di tempo relativamente lontano secondo logiche che la normativa ha successivamente modificato profondamente. Ad integrazione dei punti fissi di misura, sono state individuate le modalità di utilizzo delle tecniche di modellizzazione e simulazione e le esigenze per la realizzazione di campagne di misura con l'ausilio di mezzi mobili, qualora queste si rendessero necessarie.

Sulla base della metodologia utilizzata, nel rispetto dei criteri di economicità, efficienza ed efficacia, è stato individuato il set di stazioni rappresentative del territorio regionale, che costituisce la Rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria. L'area del Campidano Centrale mostra una qualità dell'aria critica per i PM10 nel centro urbano di S. Gavino Monreale, mentre è nella norma per tutti gli altri inquinanti monitorati.

I primi risultati indicano che gli impianti di riscaldamento costituiscono, nella zona di San Gavino, una sorgente emissiva particolarmente importante, in grado di deteriorare significativamente lo stato della qualità dell'aria. Conseguentemente l'Agenzia ha condotto, col proprio laboratorio mobile, una campagna di monitoraggio finalizzata a raccogliere ulteriori informazioni, approfondire gli studi e individuare le cause potenziali.

I dati di PM10, misurati dalla stazione fissa, sono correlati e mediamente paragonabili, anche come numero di superamenti, rispetto ai valori riscontrati nelle postazioni di misura misurati nel centro urbano col laboratorio mobile. Inoltre si può concludere che il posizionamento della stazione fissa è rappresentativo del fondo urbano comunale e non si tratta di un punto di inquinamento particolarmente elevato.

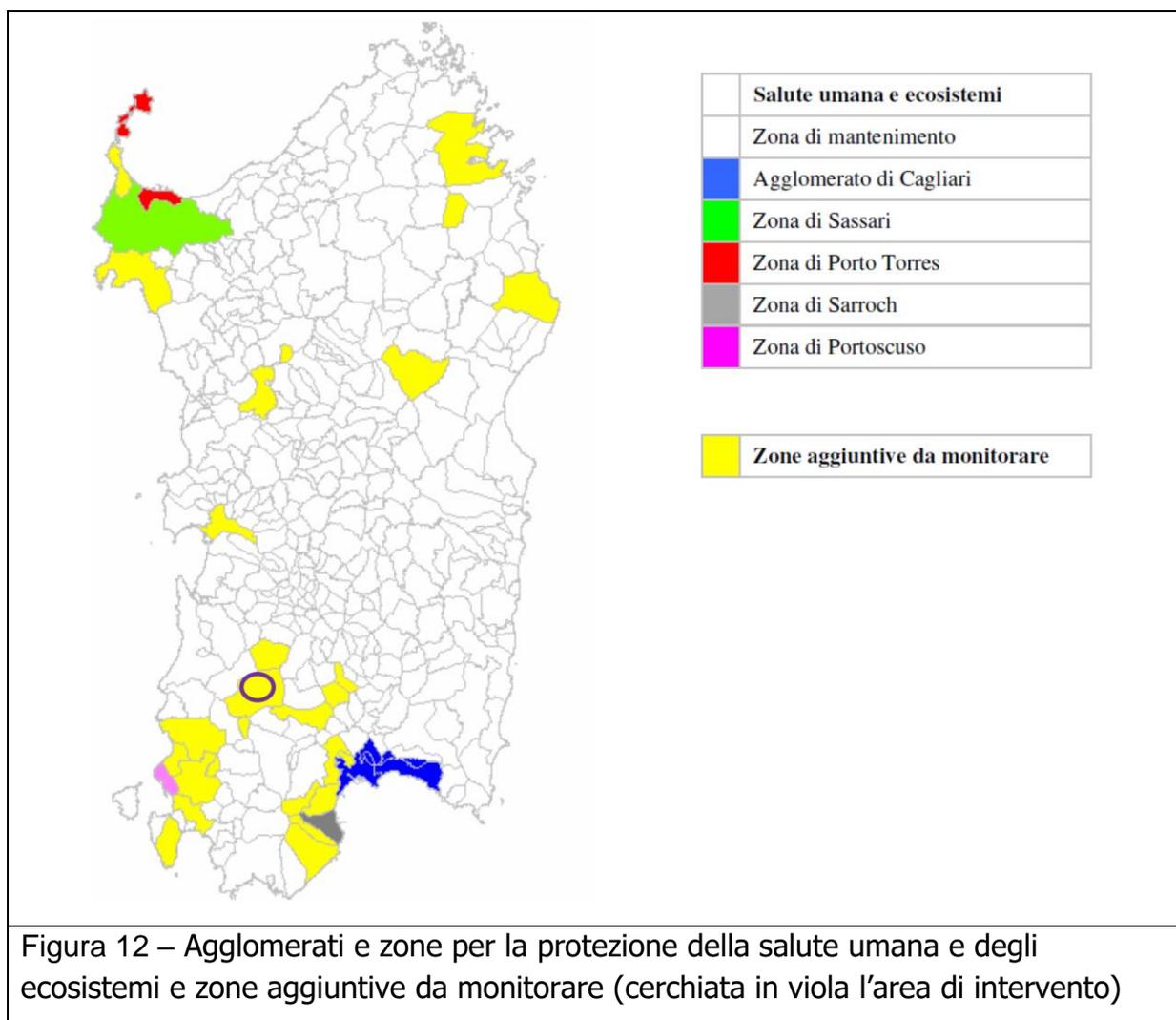
Dall'analisi effettuata dalla Regione Sardegna e pubblicata nel "Piano di prevenzione, conservazione e risanamento della qualità dell'aria ambiente", approvato con D.G.R. n. 55/6 del 29.11.2005, emerge come gli elementi di incertezza che derivano sia dalle stime modellistiche, sia dai risultati del monitoraggio, fanno ritenere prudente proporre un elenco di zone da tenere sotto controllo con un adeguato monitoraggio, oltre naturalmente quelle da risanare.



Queste zone comprendono i territori dei maggiori centri urbani e comuni nelle cui vicinanze siano presenti attività industriali o comunque pressioni ambientali di rilievo, come porti e aeroporti; si tratta, in sostanza, delle zone già individuate come potenzialmente critiche durante la seconda fase del progetto e alcune altre zone per le quali i livelli di polveri sottili, principalmente, meriterebbero un migliore controllo.

Queste zone non dovrebbero necessariamente essere monitorate con stazioni automatiche fisse, né in maniera continua. Le zone da sottoporre cautelativamente a controllo sono rappresentati in giallo nella seguente figura, che riporta anche le zone di risanamento.

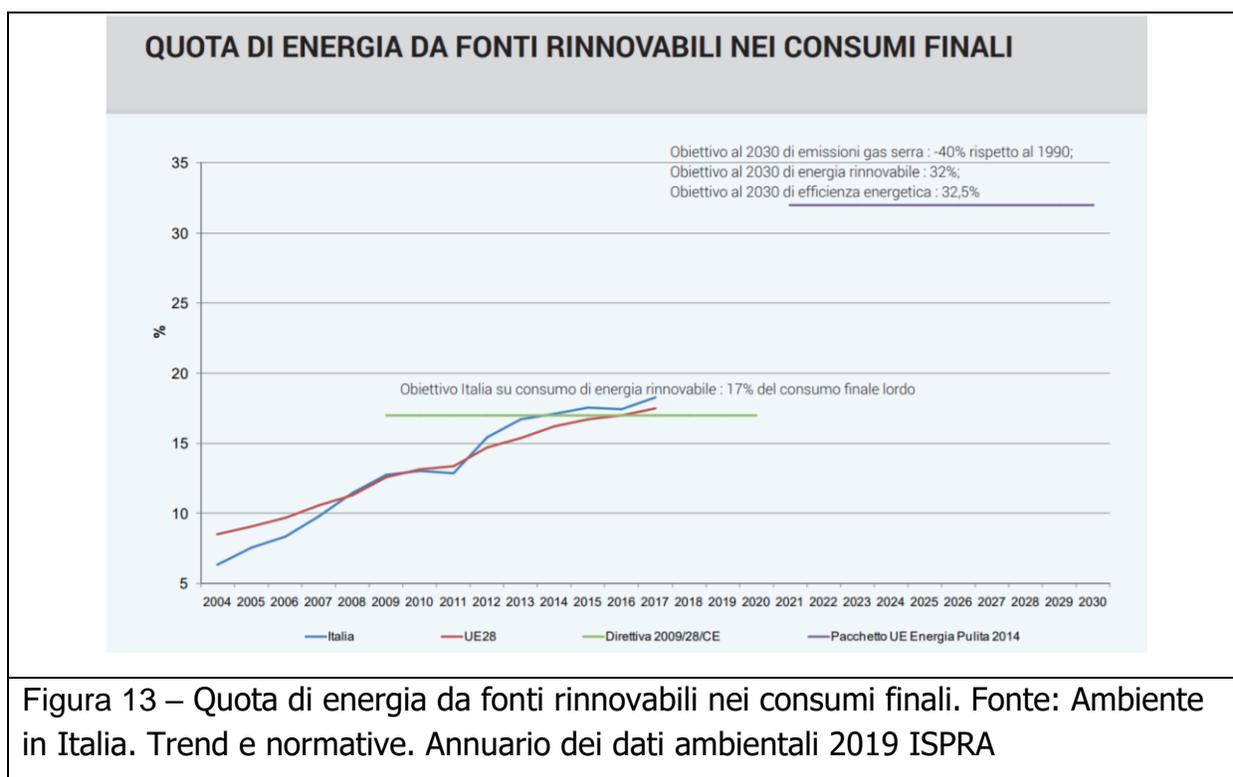
Per quanto riguarda il Comune di Villacidro, dall'analisi del "Piano di prevenzione, conservazione e risanamento della qualità dell'aria ambiente" della Regione Sardegna, emerge che il territorio comunale rientra nelle zone aggiuntive da monitorare.





In considerazione di quanto sopra riportato relativamente all'aumento della temperatura e le emissioni inquinanti nell'area in oggetto, si può affermare che, durante la fase di esercizio, l'impatto generato dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto sarà positivo, quindi dato dal contributo alla diminuzione delle emissioni di gas climalteranti, in particolare CO<sub>2</sub> e PM<sub>10</sub> in atmosfera e di macro inquinanti, rispetto alla produzione di energia mediante combustibili fossili tradizionali.

*L'impianto proposto, dunque, risulta coerente con quanto disposto dal Piano di prevenzione, conservazione e risanamento della qualità dell'aria e contribuisce al raggiungimento degli obiettivi al 2030 di efficienza energetica nazionali e internazionali (Figura 16).*





---

## ***5.4 Acque superficiali e sotterranee***

Secondo la classificazione dei bacini riportata nel Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Autonoma della Sardegna, l'area di progetto è inclusa nel sub-bacino idrografico n.2 "Tirso".

Come riportato nella Relazione generale del P.A.I., il sub bacino si estende per 5'327 Km<sup>2</sup> pari al 22% del territorio regionale; sono presenti tredici opere di regolazione in esercizio e numerose derivazioni" (Regione Sardegna, 2006).

Ospita uno dei pochi fiumi classificati come tale sul territorio regionale – il Tirso – mentre la "maggior parte dei corsi d'acqua [n.d.r. presenti sul territorio regionale], presenta caratteristiche torrentizie che, per la conformazione geomorfologica dei bacini imbriferi, presentano pendenze elevate per la maggior parte del loro percorso, con tratti vallivi, brevi che si sviluppano nei conoidi di deiezione o nelle piane alluvionali" (Regione Sardegna, 2006).

L'area vasta è caratterizzata da un'idrografia superficiale ben sviluppata e ramificata risultato dell'azione impermeabilizzante dell'argilla presente nel suolo e sottosuolo combinata alla morfologia prevalentemente pianeggiante che caratterizza il campidano e l'area in questione.

Il corso d'acqua che interessa in maggior modo l'area riguardante il progetto è il Rio Seddanus (tratto del Rio Mannu di Pabillonis), che lo attraversa da nord a sud e che ha origine dalla cascata di Sa Spendula e attraversa la zona industriale.

E' un breve corso d'acqua con portata media ma in caso di precipitazioni eccezionali il loro bacino è in grado di convogliare verso valle una massa d'acqua notevole.

Sia i fiumi principali che i secondari presentano una direzione di deflusso che va da SW-NE.

Il territorio di interesse risulta essere stato studiato e soggetto agli effetti degli studi relativi al Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) ed infatti, il sito oggetto di intervento risulta essere perimetrato in Fascia A50 (hi4), così come si evince dall'immagine che segue.

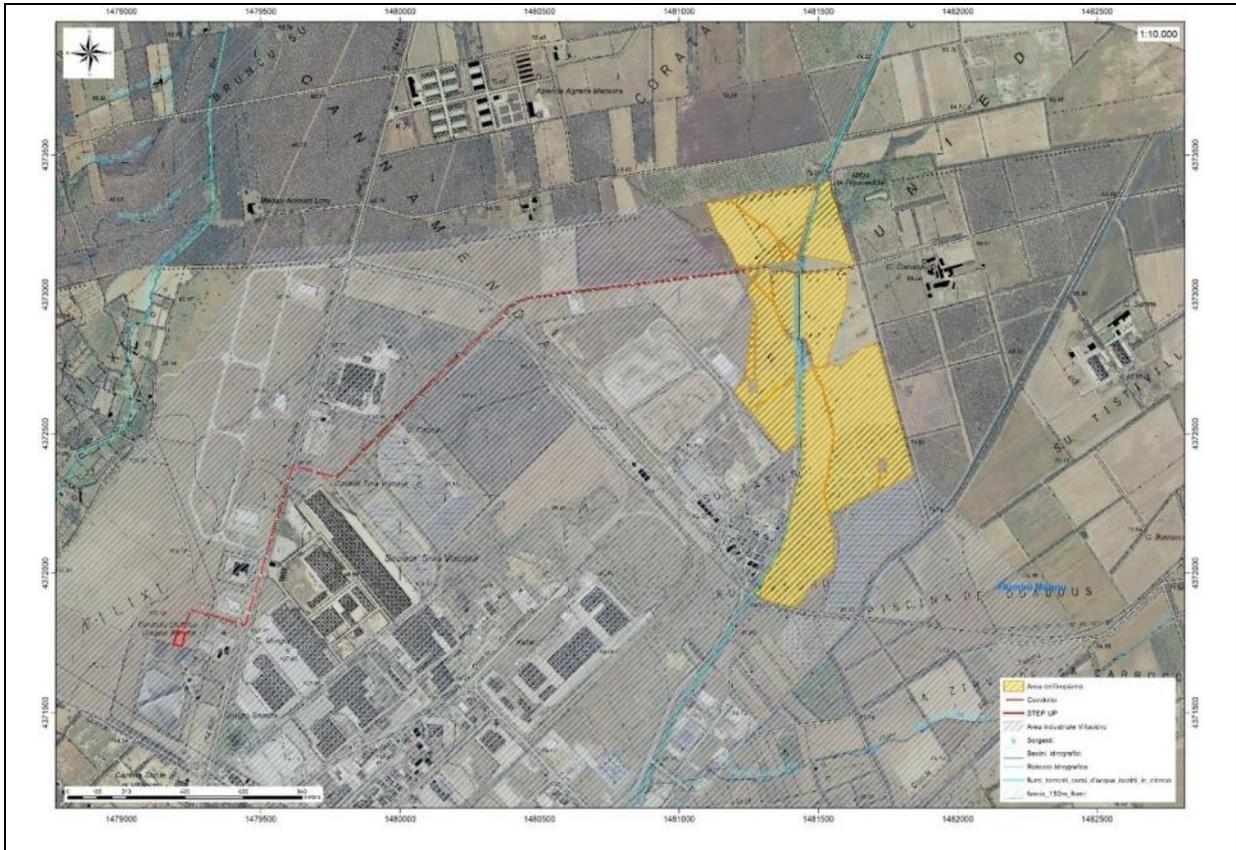


Figura 14 – reticolo idrografico principale

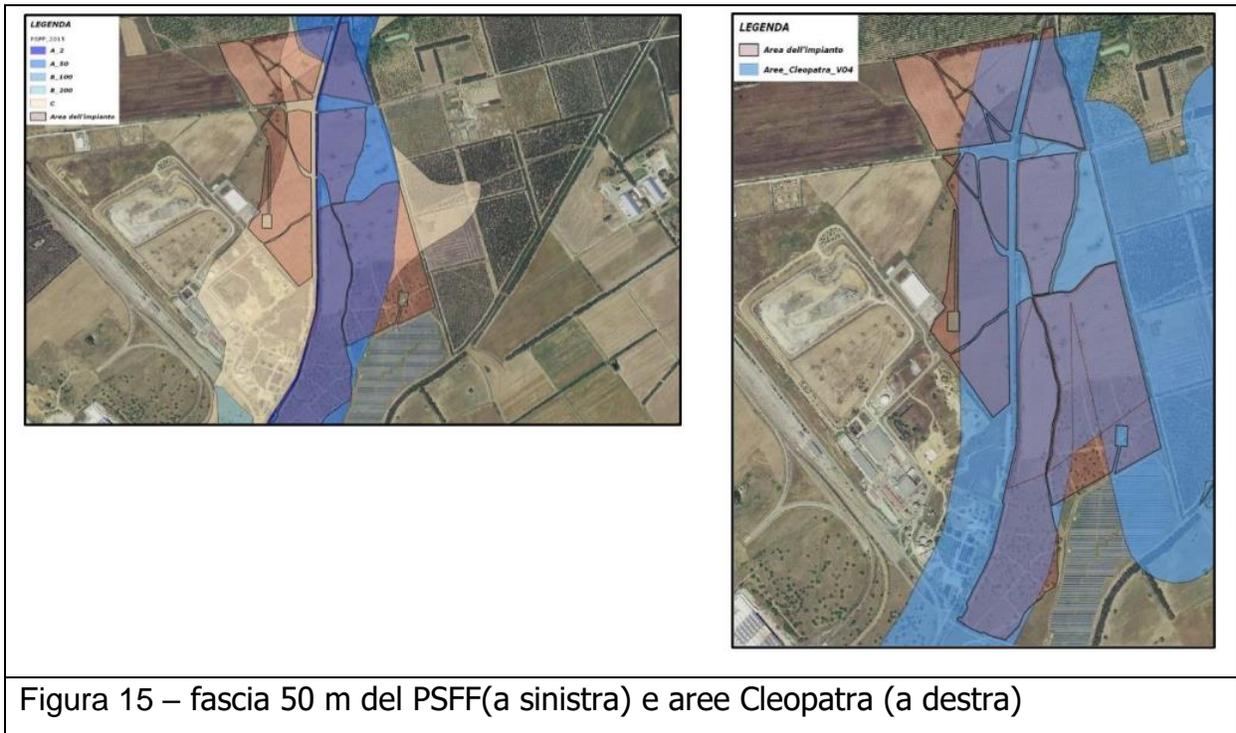


Figura 15 – fascia 50 m del PSFF(a sinistra) e aree Cleopatra (a destra)





Le acque meteoriche, nell'area oggetto di intervento, non necessitano ad oggi di regimazione di particolare importanza.

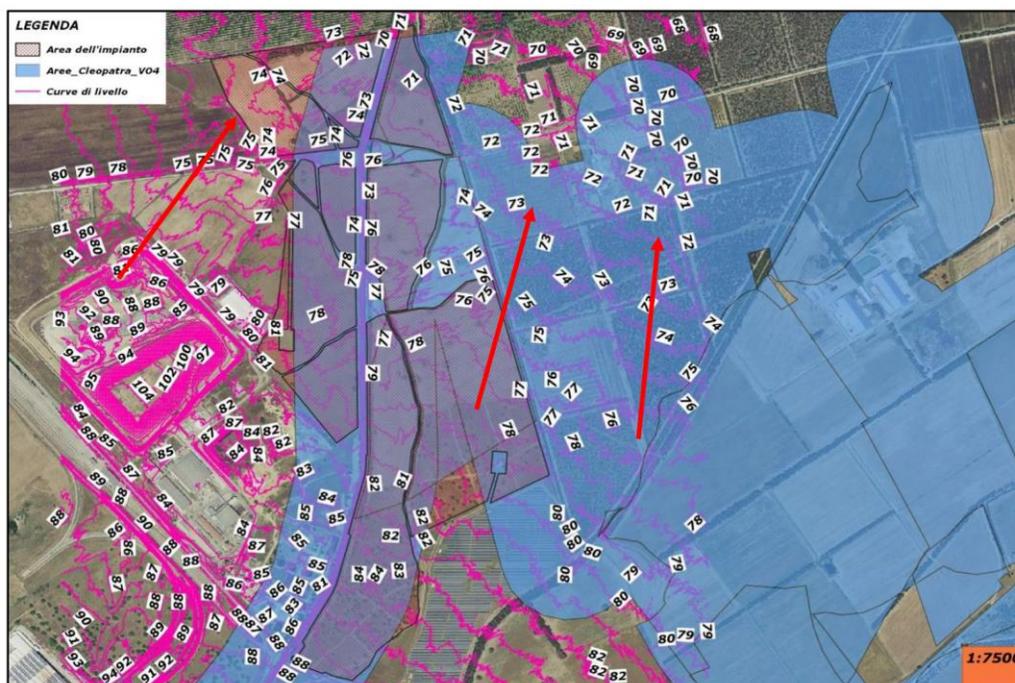
Tale situazione, è giustificata dal fatto che la naturale permeabilità dei terreni superficiali fa sì che l'acqua, nei primi spessori, venga assorbita da questi e naturalmente eliminata attraverso percolazione ed evapotraspirazione.

Il 100% dell'estensione del lotto ricade in aree con CN 60, dunque ad elevata permeabilità.

Questa condizione resterà sostanzialmente invariata durante la fase di realizzazione e funzionamento dell'impianto, in quanto l'acqua piovana scorrerà lungo i pannelli per poi ricadere sul terreno alla base di questi, ed il singolo palo di infissione dell'apparecchiatura è del tutto influente rispetto alla permeabilità dello stato di fatto del suolo.

*Quindi, risulterà del tutto trascurabile l'incremento di impermeabilizzazione del suolo dovuta alla presenza dei pannelli.*

Dall'analisi delle cartografie consultate, si riscontra che l'area dove sorgerà l'impianto risulta interessata da fenomeni di allagamento e ristagno, individuate a seguito dell'evento alluvionale denominato "Cleopatra" del 2008. A giudizio di chi scrive, tali perimetrazioni risultano eccessivamente cautelative nell'indicare zone allagabili in occasione di eventi assimilati a quelli caratterizzati da un TR 50 anni.





---

L'immagine sopra, evidenzia come le naturali linee di impluvio garantiscono il drenaggio naturale delle acque meteoriche verso Nord-Est.

Analizzando l'andamento del piano campagna, si deduce che l'area è caratterizzata da una discreta pendenza, infatti si notano escursioni di quota importanti (in questo caso di 1 m) mediamente ogni 60-80 m.

*In conclusione, si può assumere che, pur prendendo in esame le perimetrazioni di cui sopra, ci si aspetta che sull'area di intervento insista un battente molto limitato, destinato a defluire lungo la naturale conformazione territoriale. Inoltre, le velocità di deflusso non potranno essere tali da generare un'eventuale spinta idrodinamica sul palo di infissione del pannello.*

Inoltre i tiranti degli eventi di piena analizzati non sono mai tali da lambire il pannello in sé. Questo infatti, è posto ad una quota minima di 0.5 m da terra.

Per la valutazione dello stato qualitativo della componente acqua nell'area di intervento ci si avvale delle analisi elaborate dalla Regione Sardegna e riassunte nel documento "Riesame e aggiornamento del piano di gestione del distretto idrografico della Sardegna - 2° Ciclo di pianificazione - 2016-2021".

L'irrigazione collettiva in Sardegna è gestita da 9 Consorzi di Bonifica caratterizzati da una superficie irrigabile complessiva, riferita al 2013, pari a 152.666 ha e da una superficie irrigata, riferita allo stesso anno, di 55.715 ettari. L'area di progetto ricade nel Consorzio "Sardegna Meridionale".

Il territorio regionale è stato ripartito in sette zone idrografiche denominate "Sistemi"; quello in cui si inserisce la proposta progettuale è il Sistema II del Tirso.

All'interno di ogni sistema le infrastrutture idrauliche esistenti sono state accorpate in diversi "schemi idraulici" in relazione all'uso della risorsa.

Si è stabilito di attribuire al medesimo schema idrico tutte le opere idrauliche che, pur se non direttamente interconnesse tra loro, concorrono al soddisfacimento dei fabbisogni idrici del medesimo territorio.

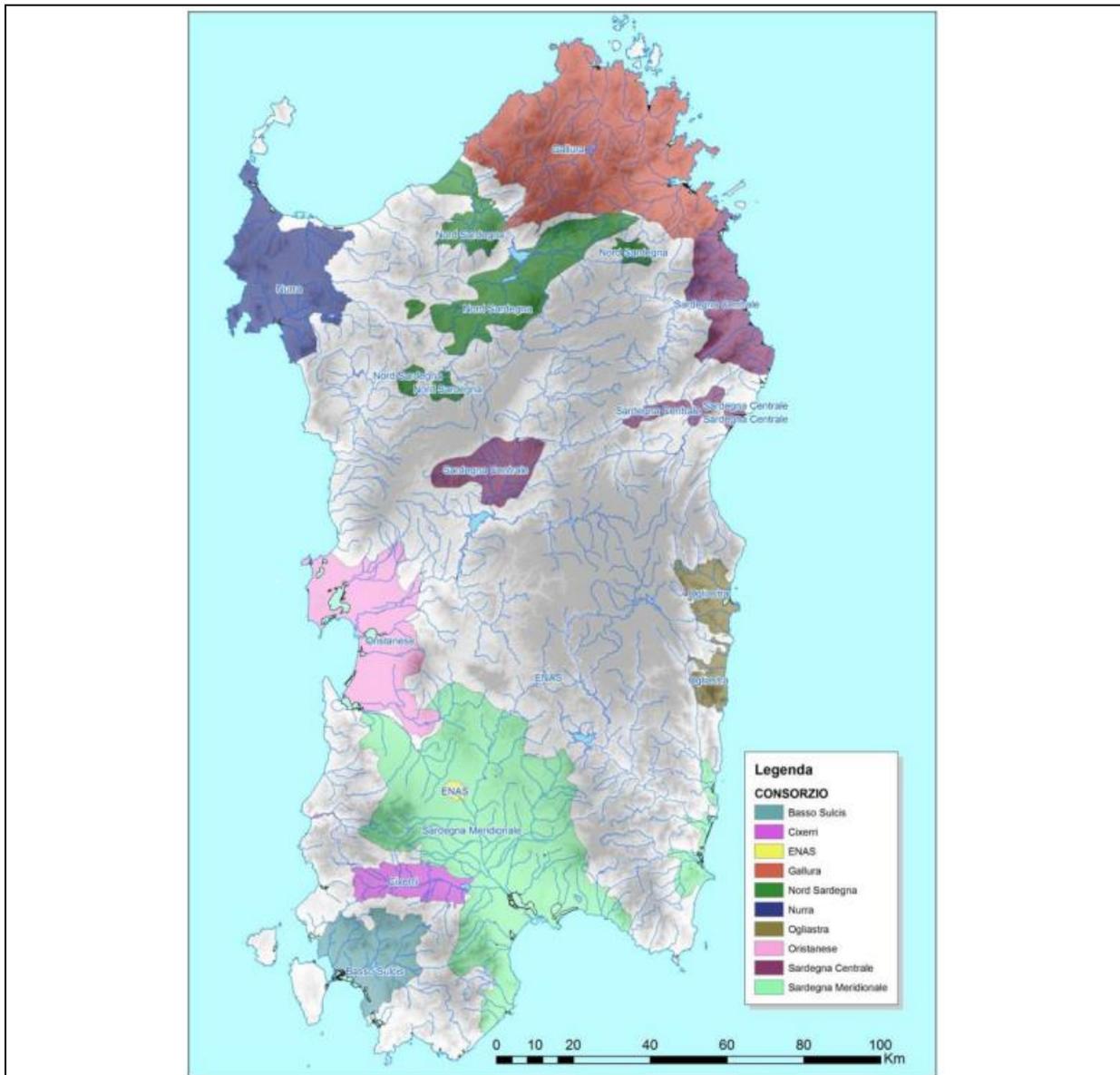


Figura 16 – Limiti territoriali dei Consorzi di Bonifica della Sardegna.

L'elenco degli invasi associati alla zona idrografica di intervento è quello riassunto nelle immagini successive, mentre nella Figura 20 sono rappresentati gli indicatori di stato per il monitoraggio e il preallarme della siccità dei serbatoi artificiali (RAS - Direzione Generale Agenzia Regionale del Distretto Idrografico della Sardegna, dicembre 2020).

All'interno dei corpi idrici superficiali, oltre agli invasi, prendiamo in considerazione i corpi idrici fluviali. Nell'ambito dell'attuale Piano di Gestione sono stati individuati 726 corpi idrici.

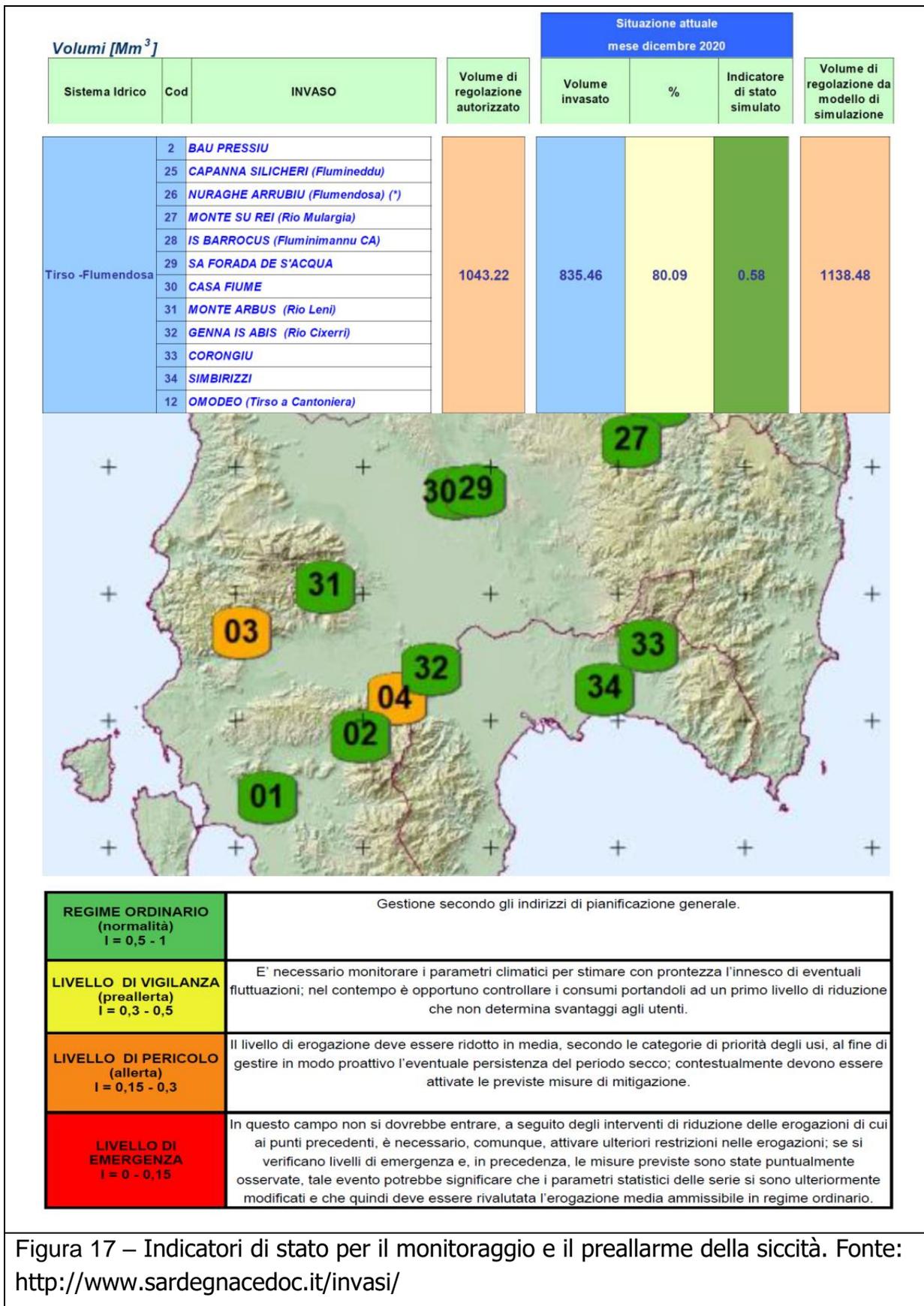
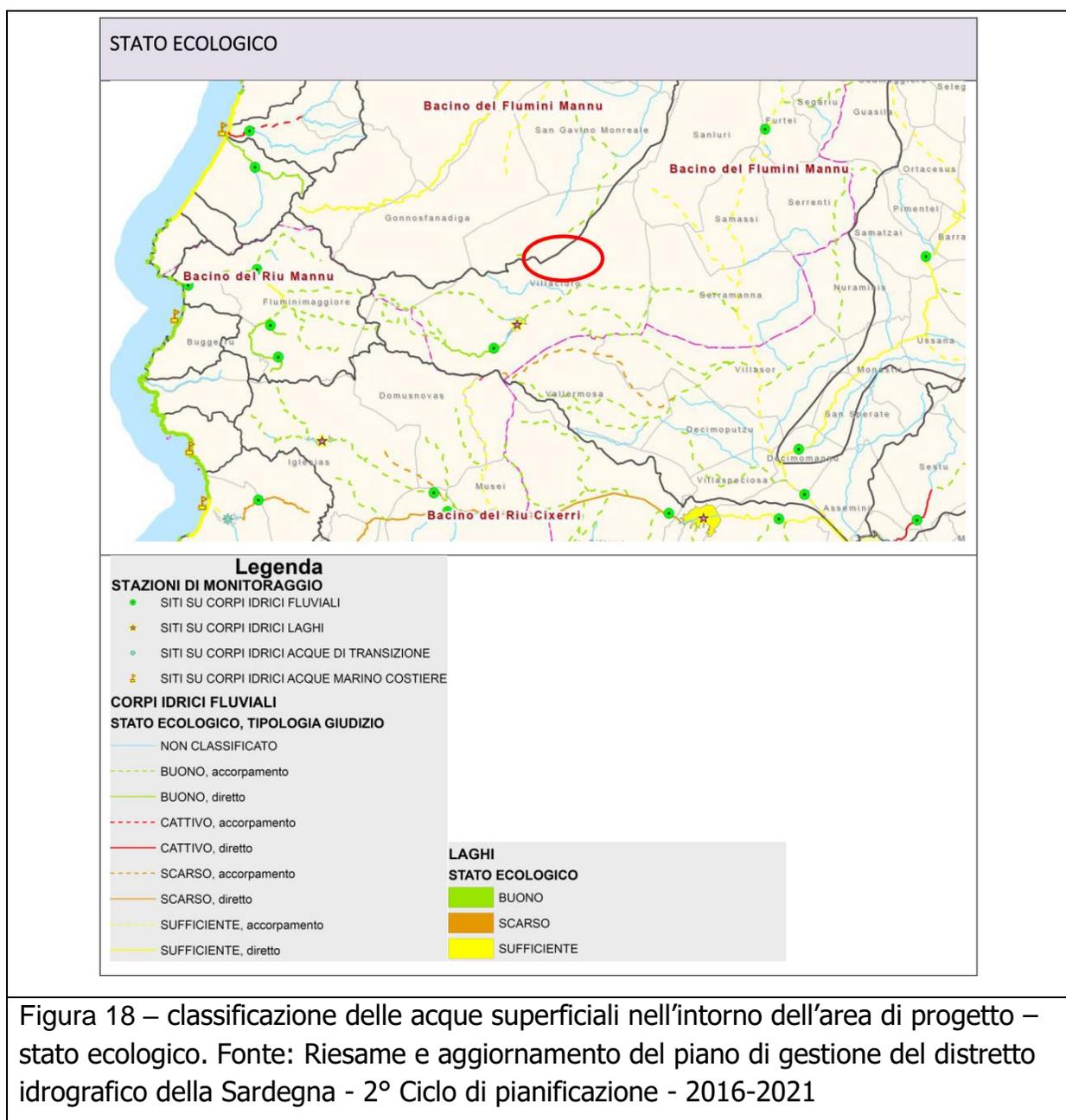


Figura 17 – Indicatori di stato per il monitoraggio e il preallarme della siccità. Fonte: <http://www.sardegnaedoc.it/invasi/>



La classificazione dello stato ecologico dei corpi idrici (CI) fluviali della Sardegna, è stata effettuata tenendo conto di quanto previsto dal DM 260/10 ed è riportata nella Figura 112 che riporta il giudizio relativo agli elementi di qualità dei corsi d'acqua rappresentato da un colore specifico per classe di qualità.

Lo stato ecologico delle acque superficiali nell'intorno dell'area di progetto è mostrato nella Figura 21 che evidenzia come i corpi idrici fluviali abbiano in generale uno stato ecologico buono.





Per quanto riguarda la Classificazione dello stato chimico, per ogni anno di monitoraggio del quadriennio 2011-2014, è stato considerato il giudizio derivante dalla valutazione del superamento della concentrazione media annuale (SQA-MA), per ogni parametro monitorato.

La situazione, anche in questo caso, è generalmente buona.



Figura 19 – classificazione delle acque superficiali nell'intorno dell'area di progetto – stato chimico. Fonte: riesame e aggiornamento del piano di gestione del distretto idrografico della Sardegna - 2° Ciclo di pianificazione - 2016-2021.



Il sottosuolo e i terreni dell'area industriale di Villacidro sono costituiti da materiali alluvionali eterogenei, costituenti un unico sistema acquifero caratterizzato da un'alternanza caotica di livelli di varia natura, da ghiaiosi ad argillosi, di età olocenica, più o meno costipati e cementati e aventi quindi permeabilità localmente variabile.

Nell'area di studio le formazioni alluvionali quaternarie rappresentano acquiferi di tipo multistrato, in cui gli strati ghiaioso-ciottoloso-sabbiosi molto permeabili sono sede di una circolazione idrica sotterranea e sono separati da lenti o strati più francamente limoso-argillosi impermeabili o semi-permeabili che confinano i primi e mettono le falde in pressione ivi circolanti.

In tale complesso alluvionale, le falde circolano negli strati sabbioso-ghiaiosi, con matrice sabbioso-limoso-argillosa, tenute in pressione dagli strati argilloso-limosi che li separano.

Il contesto idrogeologico risulta quindi condizionato dalle caratteristiche litologiche e morfologiche che costituiscono i depositi e la conoide alluvionale, conferendo alla circolazione delle acque sotterranee una direzione orientata prevalentemente verso NE.

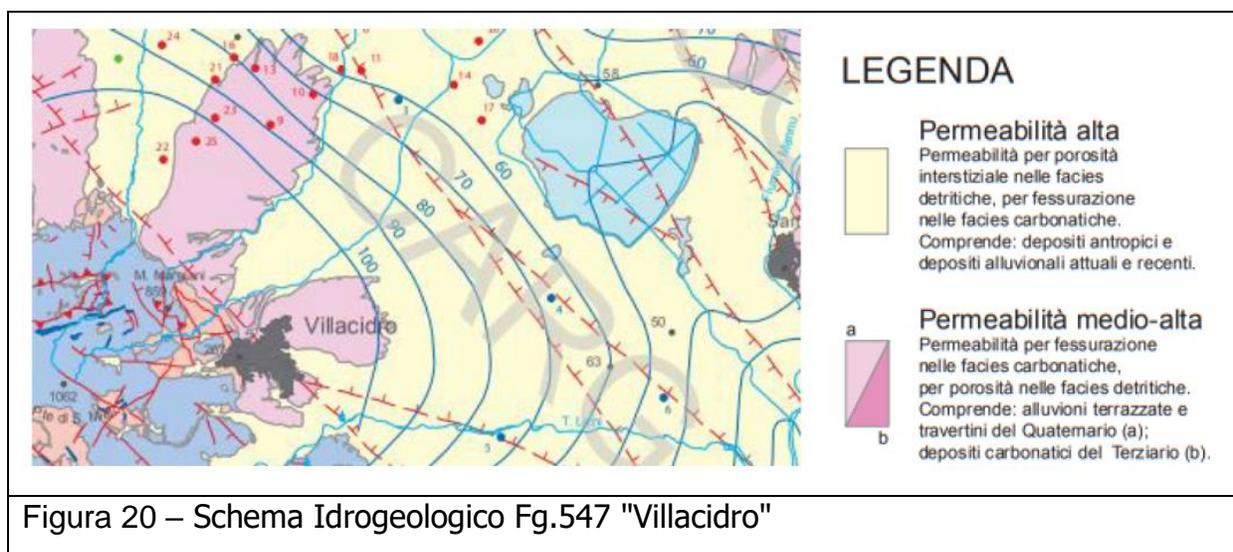


Figura 20 – Schema Idrogeologico Fg.547 "Villacidro"

Le isopieze riportate nello stralcio dello schema idrogeologico del foglio 547 "Villacidro", mostrano il deflusso delle acque sotterranee delle falde profonde verso il centro del campidano.



Si deduce che nell'area vasta e nell'area industriale di Villacidro esiste un sistema acquifero multifalda caratterizzato da falde semiconfinate e da falde freatiche collocate nella parte d'acquifero più superficiale.

Nel settore sono presenti due formazioni alluvionali distinguibili tra loro per la notevole differenza di permeabilità. La falda superficiale è di tipo freatico, benché l'anisotropia litologica del corpo sedimentario non permette di poter prevedere una continuità molto elevata dell'acquifero sia arealmente che verticalmente.

Dalla Figura 23, che illustra lo schema idrogeologico dell'area di Villacidro è possibile osservare che nell'area industriale, la falda superficiale presenta direzione di deflusso da ovest verso est, con recapito dai rilievi paleozoici verso l'asse centrale del Campidano.

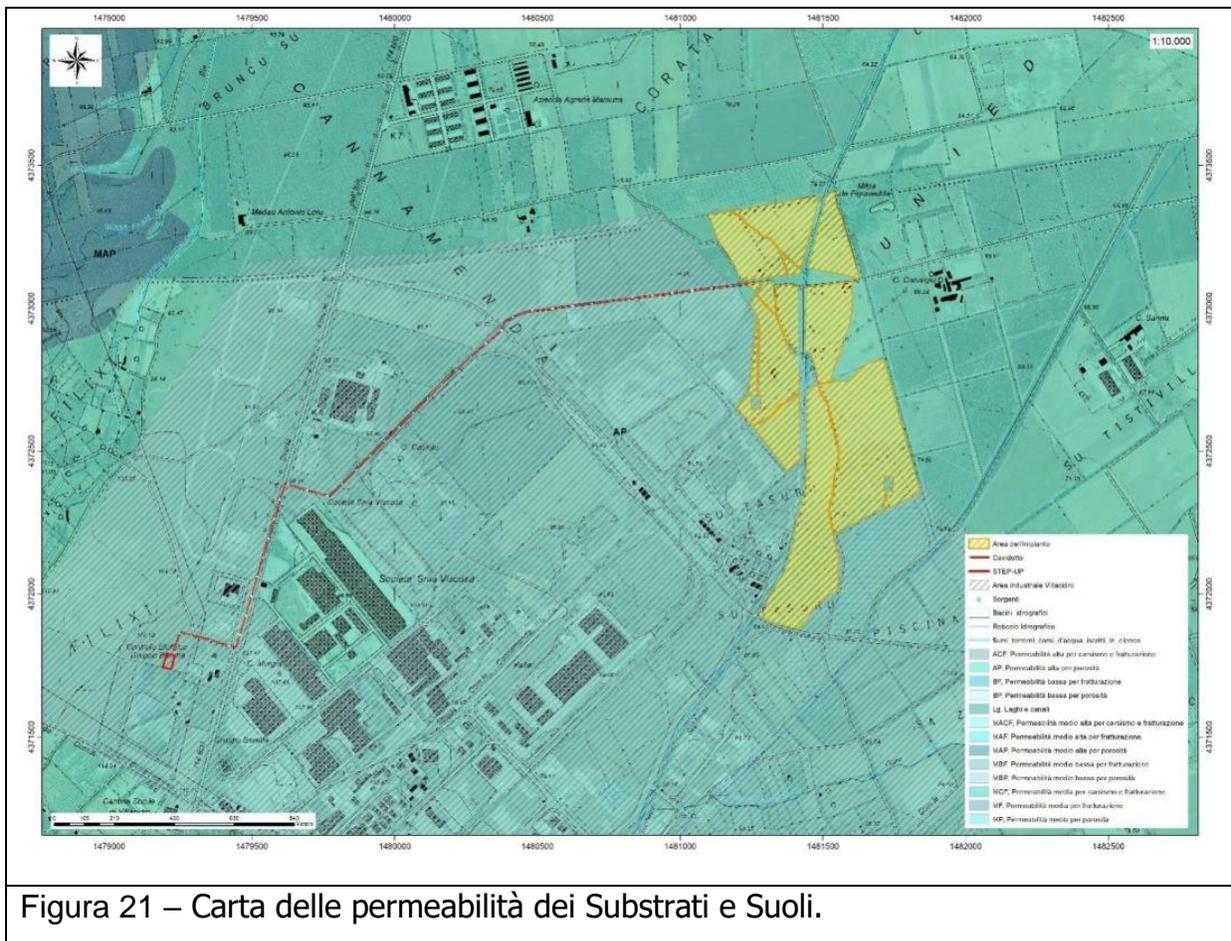


Figura 21 – Carta delle permeabilità dei Substrati e Suoli.



---

La permeabilità delle varie litologie permette di distinguere:

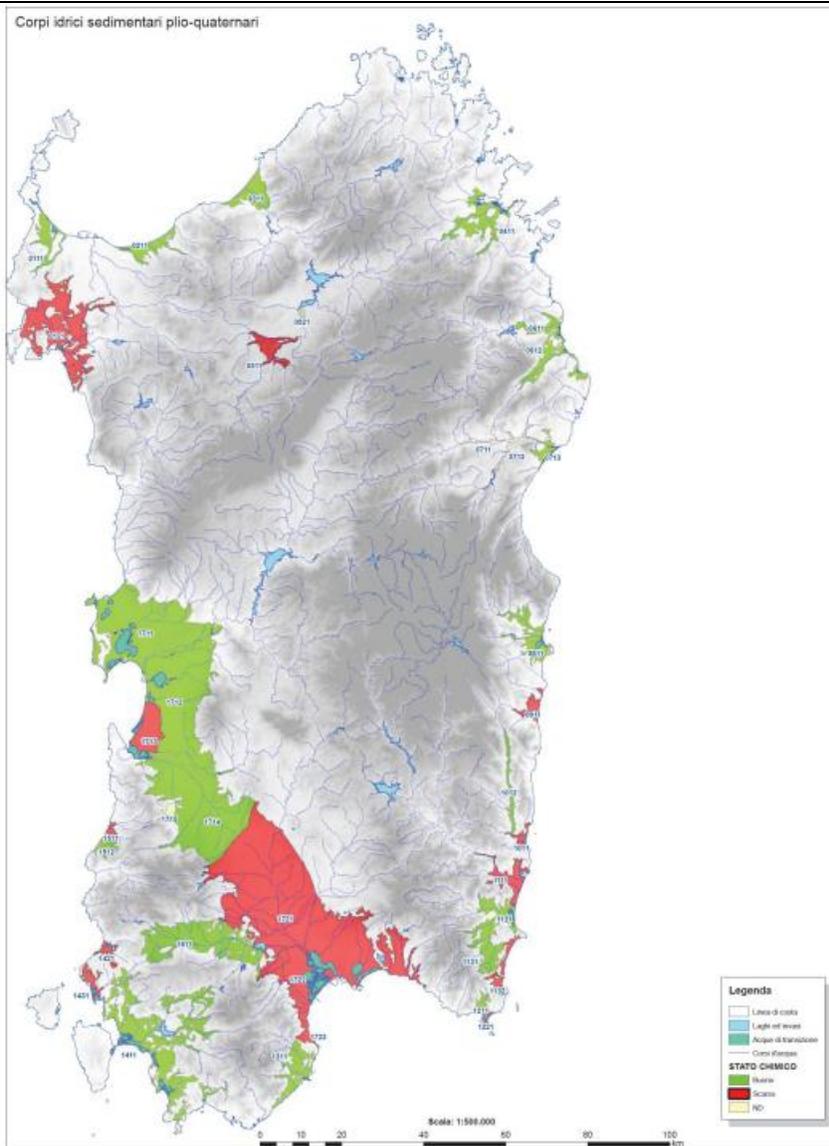
- Depositi ad alta permeabilità: depositi alluvionali terrazzati (bn),
- Depositi a medio alta permeabilità: sistema di Portovesme (PVM);

Secondo la carta della permeabilità del 2019 reperibile sul Geoportale della RAS, l'area di interesse ha una permeabilità alta per porosità. La falda è in pressione, la trasmissività è di  $1,5 \times 10^{-3}$  mq/sec, la permeabilità  $2,7 \times 10^{-5}$  m/sec.a 5 l/s.

Ciascun corpo idrico sotterraneo deve essere individuato come quella massa di acqua caratterizzata da omogeneità nello stato ambientale (qualitativo e/o quantitativo) tale da permettere, attraverso l'interpretazione delle misure effettuate in un numero significativo di stazioni di campionamento, di valutarne lo stato, di individuare eventuali trend e gestire adeguatamente i rischi del non raggiungimento degli obiettivi ambientali.

Come mostrato in Figura 25, l'area di progetto è classificata all'interno dei corpi idrici sedimentari plio-quadernari - codice 1714 (Detritico Alluvionale Plio-Quadernario del F. Mannu di Pabillonis).

Nelle tabelle sottostanti sono riportati i risultati della valutazione 2015 dello stato chimico e quantitativo del corpo idrico ed il confronto fra l'attuale classificazione e quella effettuata nel 2011.



cod cis		stato CHIMICO			stato QUANTITATIVO			stato COMPLESSIVO		
		stato CHIMICO 2015	livello di confidenza	confronto con lo stato CHIMICO definito nel 2011	stato QUANTITATIVO	livello di confidenza	confronto con lo stato QUANTITATIVO definito nel 2011	stato COMPLESSIVO 2015	livello di confidenza	confronto con lo stato COMPLESSIVO definito nel 2011
1713	Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario di Arborea	scarso	alta	↔	scarso	media	↔	scarso	alta	↔
1714	Detritico-Alluvionale Plio-Quaternario del Fiumini Mannu di Pabillonis	buono	alta	↔	buono	media	↔	buono	media	↔

**Legenda**

↔ = nessuna variazione rispetto al precedenti ciclo di pianificazione.

▲ = il corpo idrico è passato dallo STATO SCARSO allo STATO BUONO rispetto al precedenti ciclo di pianificazione

▼ il corpo idrico è passato dallo STATO BUONO allo STATO SCARSO rispetto al precedenti ciclo di pianificazione

X = il confronto non è possibile perché in uno dei due cicli di pianificazione lo stato del corpo idrico risultava non definito.

Figura 22 – corpi idrici sedimentari plio-quadernari.



---

## **5.5 Biodiversità, flora, fauna ed ecosistemi**

Come esposto nella sezione “Quadro programmatico”, sulla base dell’attuale assetto pianificatorio regionale e del valore istitutivo, si evidenzia che *l’area in cui è proposta l’installazione di un impianto per la produzione energetica da fonte rinnovabile solare, non ricade all’interno di nessuna area formalmente istituita o proposta come zona di rilevante interesse conservazionistico per la tutela di specie floristiche ed habitat prioritari per le stesse.*

Sotto il profilo faunistico si segnala la presenza di un’area IBA denominata “Campidano centrale” che è stata l’ambito di riferimento durante la proposta di perimetrazione dell’area ZPS denominata anch’essa “Campidano centrale” ed avente un’estensione significativamente più ridotta.

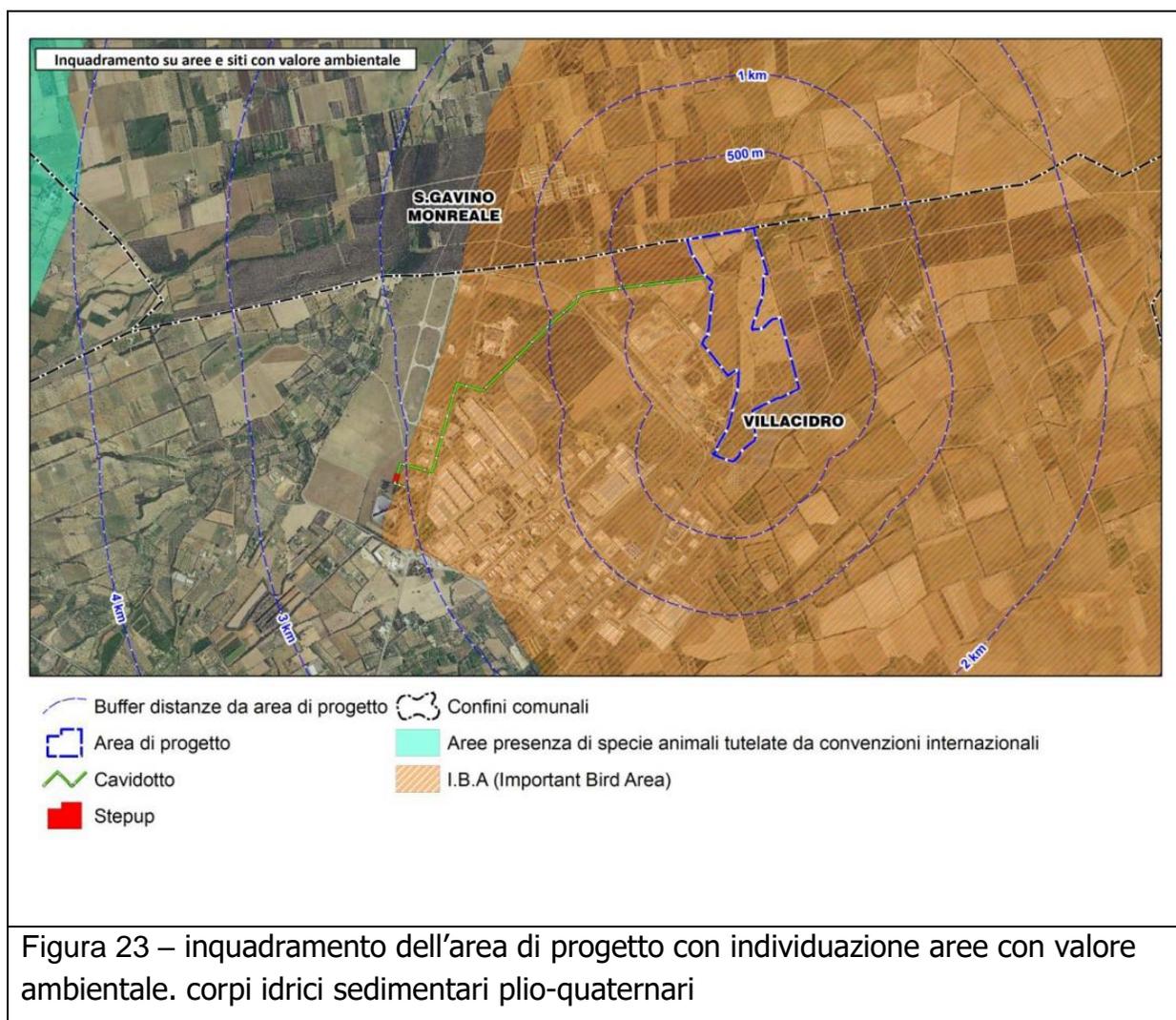
L’area IBA in questione è stata individuata al fine di attivare una serie di misure a tutela delle seguenti specie: pernice sarda, gallina prataiola, occhione e calandrella.

Nell’ambito dell’area vasta circostante, sono state individuate aree protette di diverse tipologie secondo quanto stabilito dalle specifiche normative di riferimento, la maggior parte delle quali coincidenti con i comprensori montani circostanti.

Tuttavia si ritiene che le modalità operative dell’impianto proposto in progetto non possano determinare effetti di potenziale impatto negativo significativi sulla componente faunistica.

Si evidenzia, inoltre, che l’opera proposta, oltre a prevedere l’utilizzo di un’area per l’installazione dell’impianto fotovoltaico, comporta anche la realizzazione di un cavidotto interrato che consentirà la connessione alla limitrofa stazione di consegna. Il tracciato sarà previsto nell’ambito di pertinenze della rete viaria già esistente a servizio della zona industriale.

Per ciò che concerne l’inclusione dell’area d’intervento progettuale all’interno dell’IBA, si evidenzia che riguardo alla presenza delle specie oggetto di tutela sopra indicate, a seguito di monitoraggi preliminarmente condotti prima della realizzazione dell’attuale impianto fotovoltaico in esercizio, e dal proseguo delle attività di monitoraggio ad oggi in corso, è stato possibile accertare l’assenza della gallina prataiola, della pernice sarda e della calandrella, mentre è stata constatata la presenza dell’occhione.



I tematismi estrapolati dalla Carta della Natura dell'ISPRA evidenziano che l'area dell'impianto fotovoltaico e le strutture di connessione, ricadono in un ambito sotto il profilo ambientale in cui è ritenuto basso il valore ecologico (VE) (Figura 27); il VE è risultato dell'impiego di un set d'indicatori quali aree e habitat segnalati in direttive comunitarie, componenti di biodiversità degli habitat (n. specie flora e fauna) ed infine gli aspetti dell'ecologia del paesaggio come la superficie, la rarità e la forma dei biotopi, indicativi dello stato di conservazione degli stessi.

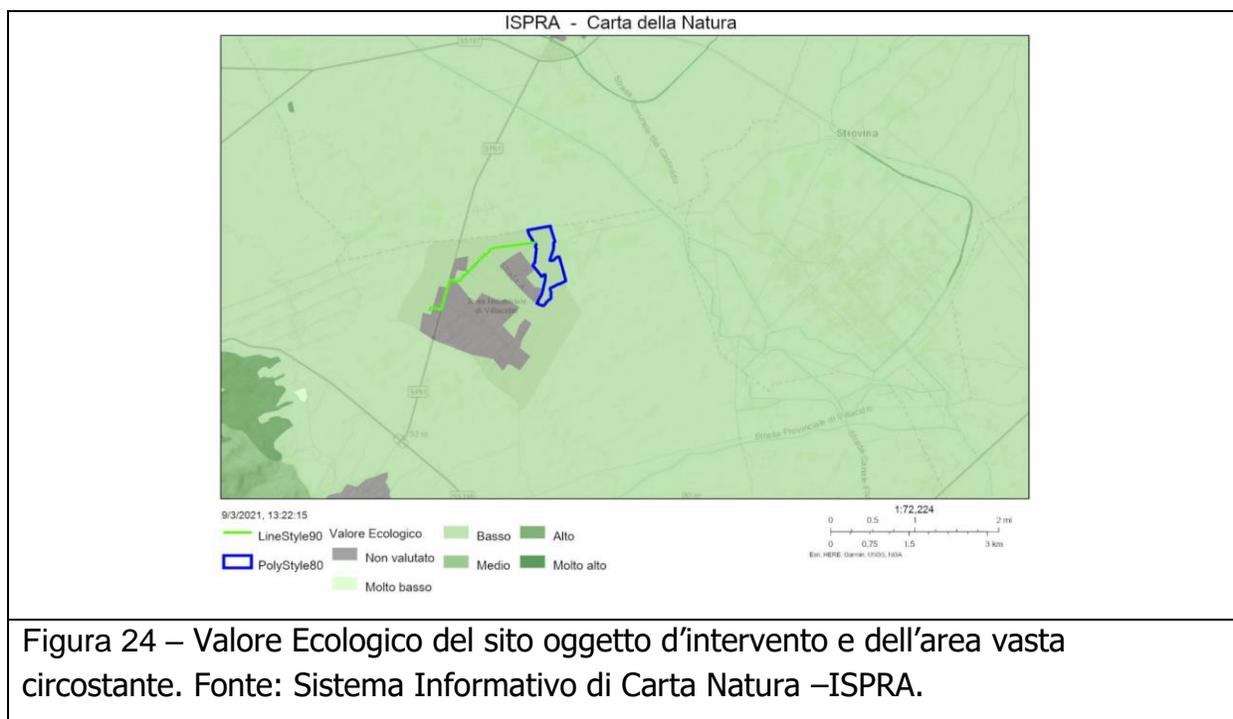
Il Valore Ecologico, dunque, viene inteso come pregio naturale e rappresenta una stima del livello di qualità di un biotopo. Per il calcolo del Valore Ecologico si considerano i seguenti Indicatori:



INDICI PER LA VALUTAZIONE DEL VALORE ECOLOGICO	
Indicatori che recepiscono le Direttive Comunitarie	Inclusione del biotopo in un SIC, ZPS, area RAMSAR Inclusione nell'elenco degli habitat di interesse comunitario (All.1 Dir. 92/ 43CEE)
Indicatori che si riferiscono alla presenza potenziale di specie faunistiche e floristiche in base a criteri di idoneità ecologica specie – habitat ed in base ai rispettivi areali di distribuzione	Presenza potenziale di Fauna Presenza potenziale di Flora
Indicatori informativi sullo stato di conservazione dei biotopi, direttamente ricavati dalla Carta degli Habitat	Presenza potenziale di Fauna Presenza potenziale di Flora Ampiezza Rarità Forma (perimetro/area)

L'Indice complessivo del Valore Ecologico calcolato per ogni biotopo della Carta degli habitat e derivato dai singoli indicatori, è rappresentato tramite una suddivisione dei valori numerici in cinque classi (ISPRA 2009): "Molto bassa", "Bassa", "Media", "Alta", "Molto alta".

La voce di Legenda "Non valutato" fa riferimento a tutti gli habitat completamente artificiali (gruppi 86 e 89 del Corine Biotopes) per i quali non si applica il sistema di valutazione.





La sensibilità ecologica (Figura 28), invece, rappresenta quanto un biotopo è soggetto al rischio di degrado poiché popolato da specie animali o vegetali incluse negli elenchi delle specie a rischio di estinzione. La Sensibilità Ecologica, dunque, esprime la predisposizione intrinseca di un biotopo al rischio di perdita di biodiversità o di integrità ecologica indipendentemente dalle minacce di natura antropica. Per il calcolo della Sensibilità Ecologica si considerano i seguenti Indicatori:

INDICI PER LA VALUTAZIONE DELLA SENSIBILITA' ECOLOGICA	
Indicatori che recepiscono le Direttive Comunitarie	Inclusione nell'elenco degli habitat prioritari ai sensi dell' All.1 Dir. 92/43CEE
Indicatori di Biodiversità che si riferiscono alla presenza potenziale di specie a rischio faunistiche e floristiche in base a criteri di idoneità ecologica	Presenza potenziale di Fauna Presenza potenziale di Flora

specie – habitat ed in base ai rispettivi areali di distribuzione	
Indicatori informativi sullo stato di conservazione dei biotopi, direttamente ricavati dalla Carta degli Habitat	Presenza potenziale di Fauna Presenza potenziale di Flora Ampiezza Rarità Forma (perimetro/area)

Si deduce che un biotopo con elevato Valore Ecologico non necessariamente risulta ad elevata Sensibilità Ecologica; i due Indici esprimono concetti differenti: biotopi in buono stato di conservazione e di elevato Valore Ecologico possono risultare a bassa Sensibilità. Nel caso in esame la Sensibilità ecologica è bassa.

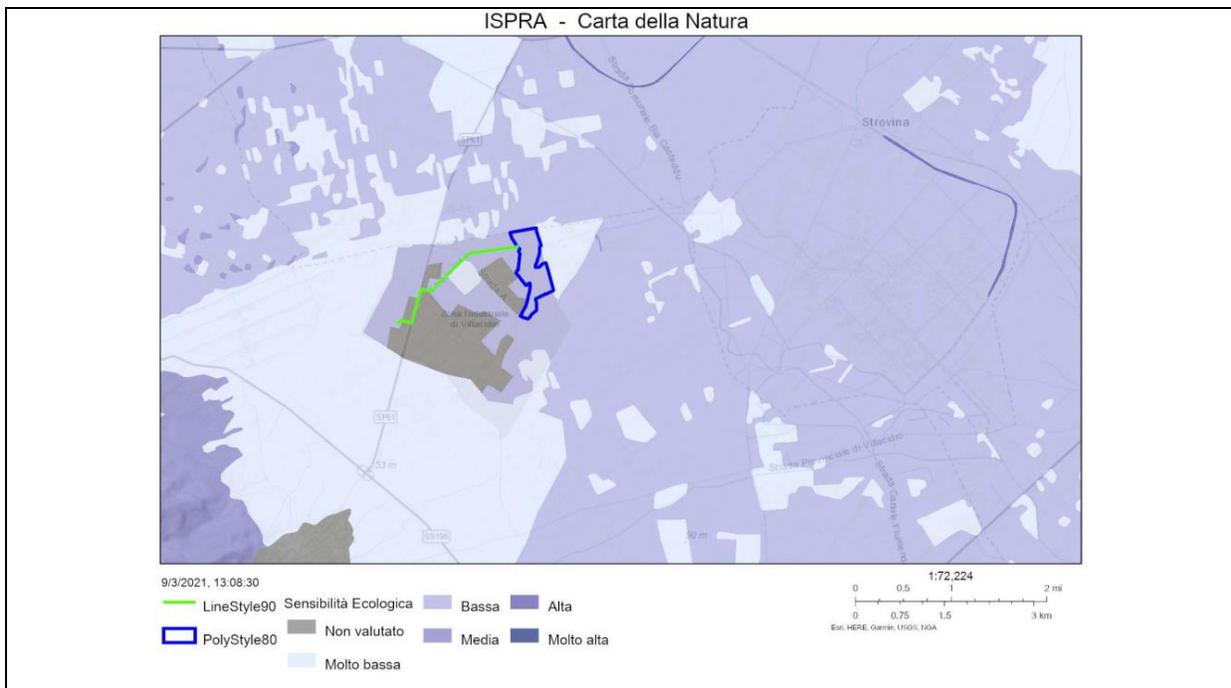


Figura 25 – Sensibilità Ecologica del sito oggetto d'intervento e dell'area vasta circostante. Fonte: Sistema Informativo di Carta Natura –ISPRA  
alre Ecologico del sito oggetto d'intervento e dell'area vasta circostante. Fonte: Sistema Informativo di Carta Natura –ISPRA

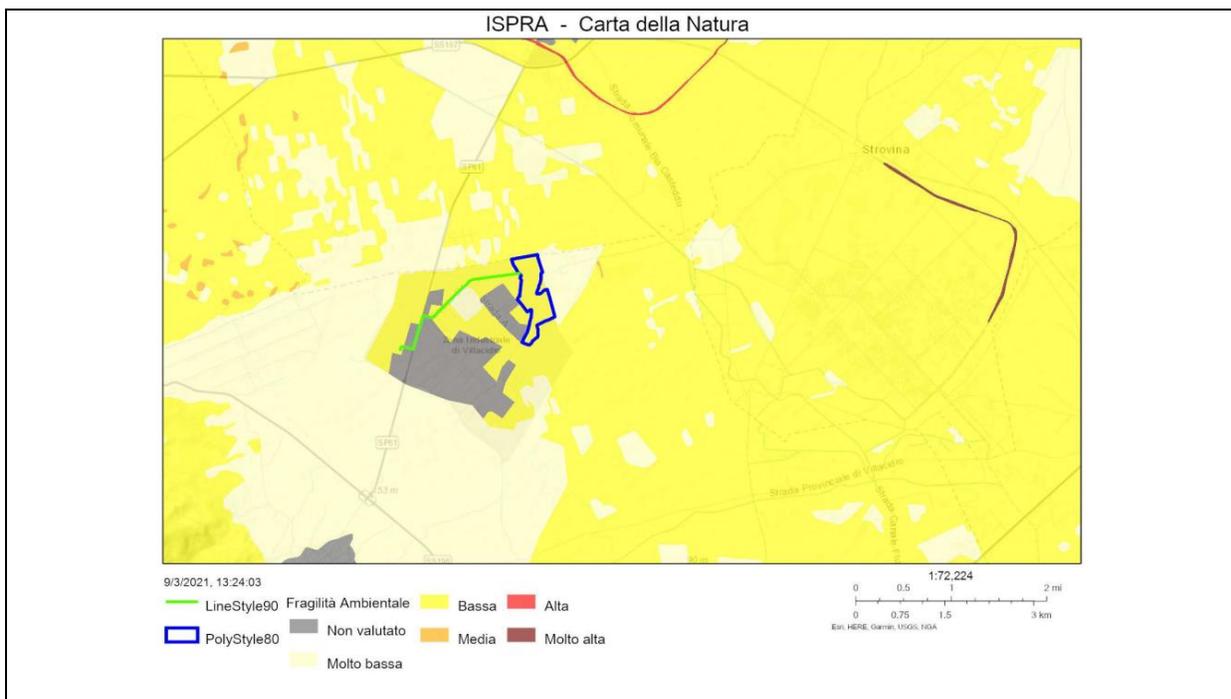


Figura 26 – Fragilità ambientale del sito oggetto d'intervento e dell'area vasta circostante. Fonte: Sistema Informativo di Carta Natura – ISPRA



La Fragilità Ambientale non deriva dal calcolo di Indicatori, ma dalla combinazione delle classi di Sensibilità Ecologica e Pressione Antropica.

Indica la vulnerabilità di un biotopo ed, in particolare, evidenzia i biotopi e quindi le aree più sensibili, con maggiore predisposizione intrinseca a subire un danno, e contemporaneamente, più “pressate” dal disturbo antropico. Anche in questo caso l’area di progetto si inserisce in un contesto con fragilità ambientale bassa.

La Pressione Antropica fornisce una stima sintetica del grado di disturbo prodotto dall’uomo. Per il calcolo della Pressione Antropica si considerano i seguenti Indicatori:

- frammentazione prodotta dalla rete viaria;
- adiacenza con aree industriali, cave, centri urbani, aree agricole;
- diffusione del disturbo antropico.

Va precisato che il calcolo è stato ricavato utilizzando il dato della sola popolazione residente (censimento ISTAT 2001) e non tiene conto, dunque, dell’incremento di disturbo indotto dalle presenze turistiche nel periodo estivo. La pressione antropica nell’area di progetto è media.

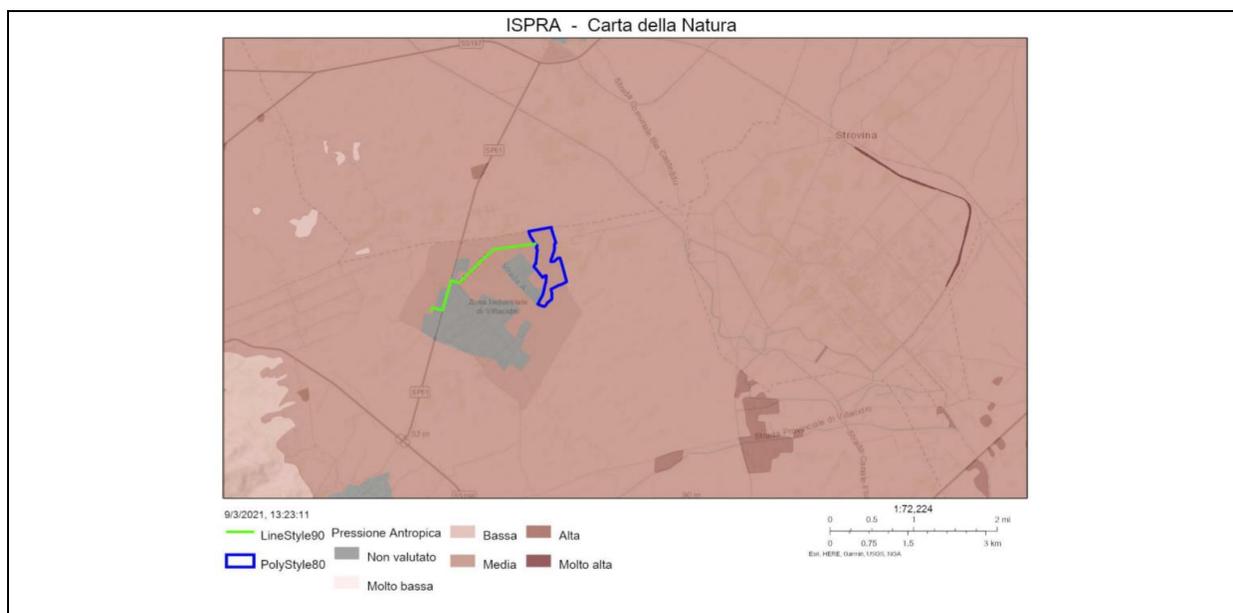


Figura 27 – Pressione antropica del sito oggetto d’intervento e dell’area circostante.  
Fonte: Sistema Informativo di Carta Natura –ISPRA



Dai rilievi sul campo è stato constatato che le superfici interessate a rotazione sono utilizzate non solo per il pascolo del bestiame ovino ma anche per la produzione di foraggere da destinare sempre al comparto zootecnico; in particolare il sito d'intervento è caratterizzato da due ambiti distinti in quanto separati dal corso d'acqua Flumini Mannu. Ad est del suddetto corso d'acqua le superfici a nord ed al centro sono prevalentemente utilizzate per il pascolo e produzione di foraggere, mentre nel settore più a sud, quello confinante con l'attuale impianto fotovoltaico in esercizio, le superfici sono caratterizzate da un pascolo arborato a sughere (*Quercus suber*) queste ultime sfruttate anche per l'estrazione del sughero. Ad ovest del corso d'acqua le superfici sono prevalentemente impiegate per la produzione di foraggere; nel settore più a nord si riscontra anche una ridotta presenza di siepi benché queste ultime siano completamente assenti nel resto delle aree d'intervento. Le aree circostanti gli ambiti d'intervento progettuale sono anch'esse caratterizzate da ambienti aperti destinati al pascolo, principalmente ovino, caratterizzati da vegetazione erbacea e nuclei isolati di sughere, sporadica presenza di siepi a macchia mediterranea, mentre sono comuni filari arborei a eucalipto, rimboschimenti monospecifici sempre ad eucalipto e coltivazioni a oliveti. Dalle Carte Natura dell'ISPRA emerge come la presenza e la presenza potenziale di flora a rischio di estinzione nell'area di intervento sia molto bassa.

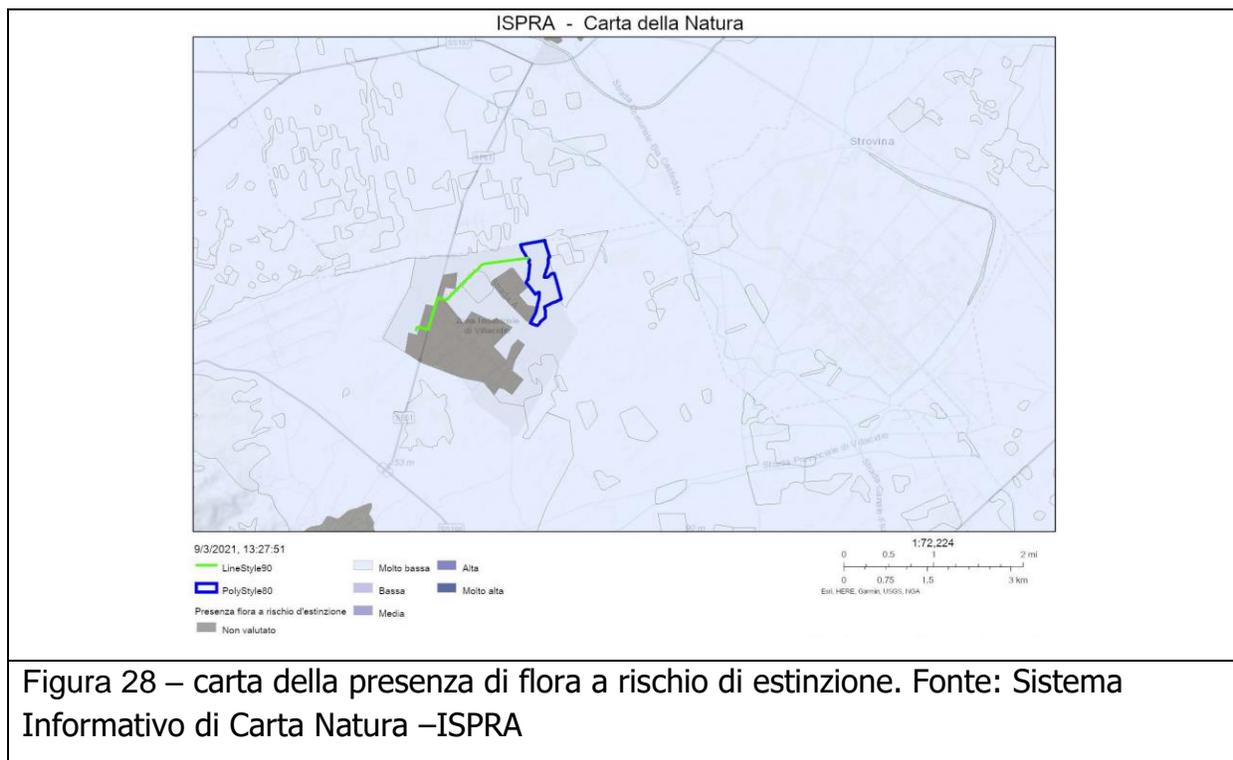
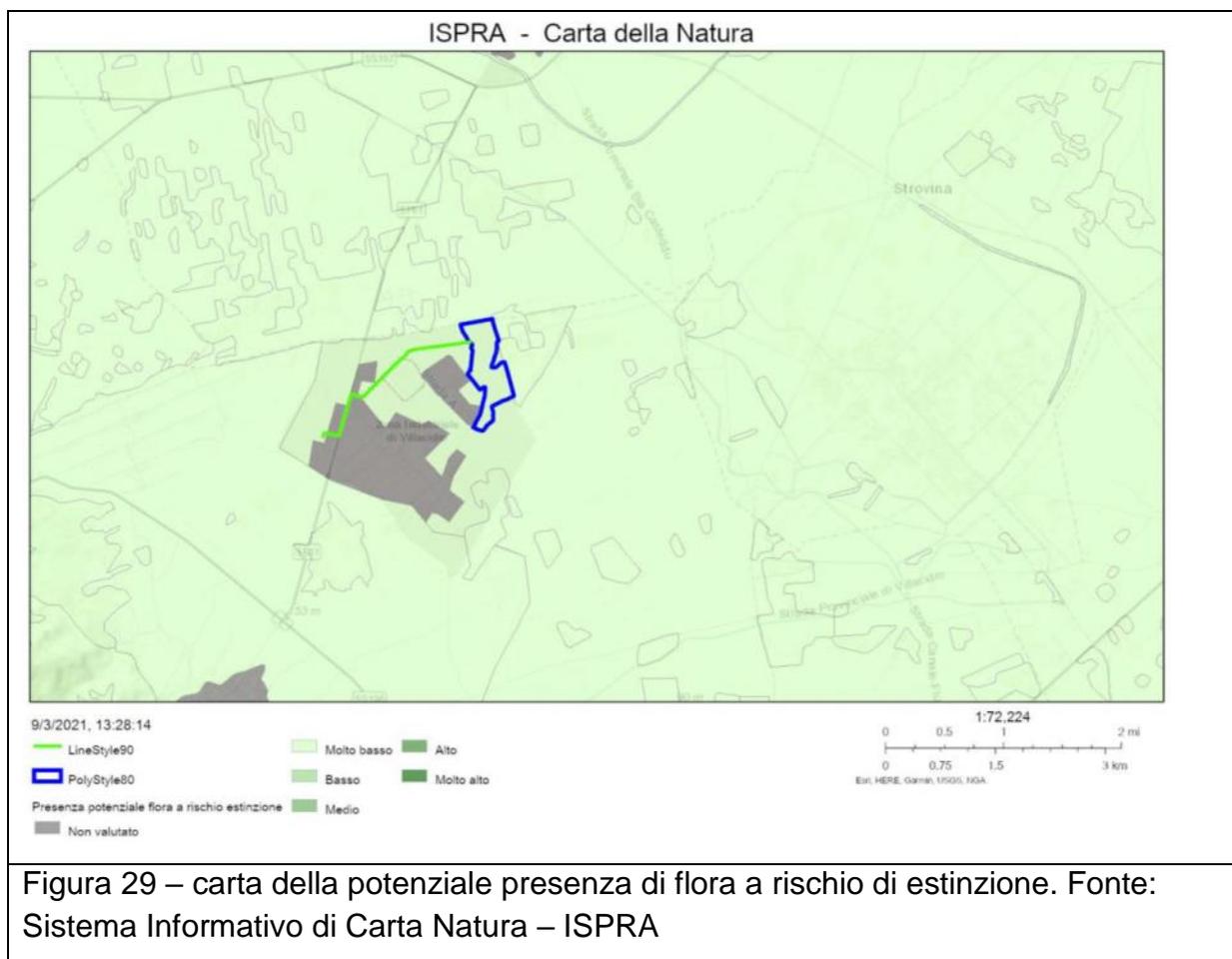


Figura 28 – carta della presenza di flora a rischio di estinzione. Fonte: Sistema Informativo di Carta Natura –ISPRA



Come illustrato, l'area proposta per l'installazione dell'impianto non ricade all'interno di nessuna superficie formalmente istituita o proposta come zona di rilevante interesse conservazionistico per la tutela di specie vegetali; le aree protette risultano essere ubicate a distanze tali non compromettere la salvaguardia delle componenti naturalistiche che ne hanno determinato l'istituzione.

Nella fase di esercizio i potenziali impatti sulla vegetazione presente, non tutelata, sono dati dalla sottrazione di habitat naturale e dalla variazione del microclima locale sotto la superficie dei pannelli; infatti ogni pannello fotovoltaico genera nel suo intorno un campo termico che può arrivare a temperature dell'ordine di 50 °C.

Questo comporta la variazione del microclima sottostante i pannelli ed il riscaldamento dell'aria durante le ore di massima insolazione dei periodi più caldi dell'anno, avendo come



---

diretta conseguenza una influenza sulle specie vegetali poste immediatamente al di sotto dei pannelli con la probabilità che queste si avvizziscano e si secchino. Per motivi di sicurezza, le aree sottostanti i pannelli saranno tenute costantemente in condizioni di pulizia, eliminando le piante di altezza eccessiva; inoltre si prevederà una distanza sufficiente tra i trackers e tra i pannelli e il terreno, al fine di garantire una sufficiente circolazione d'aria al di sotto dei pannelli per semplice moto convettivo o per aerazione naturale.

In tal modo si ritiene che il surriscaldamento non possa causare situazioni di pericolo e rischio di incendio per innesco termico, in quanto il calore verrà rapidamente disperso nell'ambiente circostante.

In fase di realizzazione e dismissione, inciderà negativamente sulla componente vegetazione la presenza dei mezzi meccanici che saranno impiegati per l'approntamento delle aree di progetto, per il trasporto in sito dei moduli fotovoltaici e per l'installazione e la successiva dismissione degli stessi.

Considerando la durata di queste fasi, l'area interessata e la tipologia delle attività previste, si ritiene che questo tipo di impatto sia di breve termine e di estensione locale.

Gli impatti sulla componente vegetale erbacea possono considerarsi trascurabili in quanto nell'area di progetto è presente una copertura degradata di specie erbacee spontanee.

La disposizione delle stringhe di pannelli fotovoltaici, durante la fase di esercizio, non impedirà lo sviluppo delle specie erbacee della flora spontanea tipica dell'area, che andranno a ricolonizzare il suolo libero.

Inoltre, la superficie non occupata dalle apparecchiature dell'impianto e dalla viabilità potrà essere mantenuta ad uso pascolo, sfruttandola per attività di allevamento in accordo con gli allevatori locali.

Per quanto riguarda gli impatti sulla vegetazione arborea, sul 30% dell'area di intervento è presente un soprassuolo forestale a sughera che dovrà essere espiantato. Al fine di



---

compensare gli impatti sulla vegetazione arborea sarà garantito il reimpianto secondo le modalità precisate nel paragrafo sulle opere di mitigazione e compensazione.

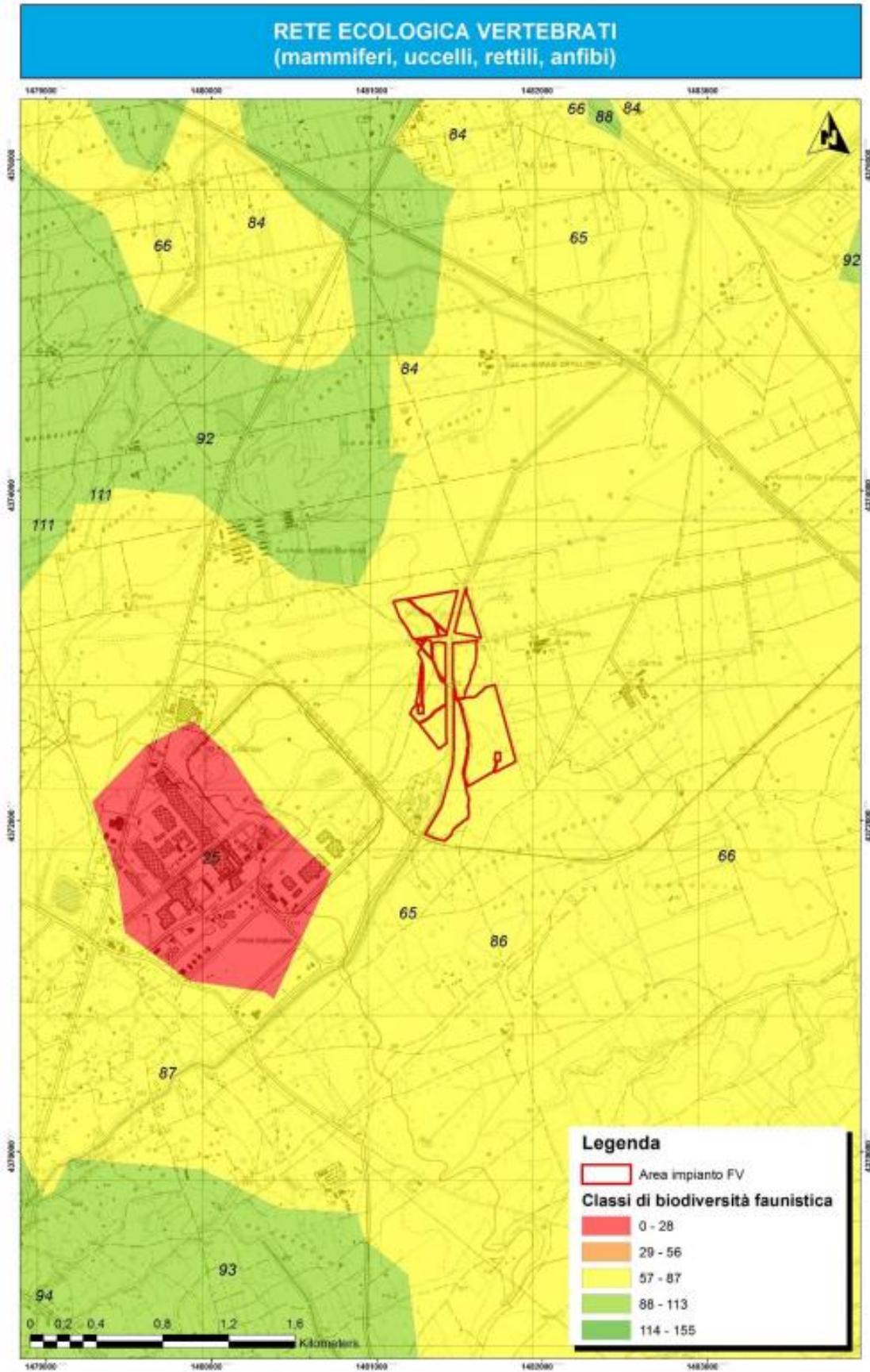
Sulla base dell'attuale assetto pianificatorio regionale e del valore istitutivo riguardante nello specifico la tutela e conservazione della fauna, si evidenzia che le aree in cui è proposta l'installazione dell'impianto per la produzione energetica da fonte rinnovabile solare, non ricade all'interno di nessuna tipologia di area protetta individuata da specifiche normative europee, nazionali e regionali; in particolare, secondo quanto esposto nelle precedenti cartografie, non sono presenti nell'area vasta, zone protette di valenza nazionale quali Parchi Nazionali e/o Aree Marine Protette secondo la L.N. Quadro 394/91.

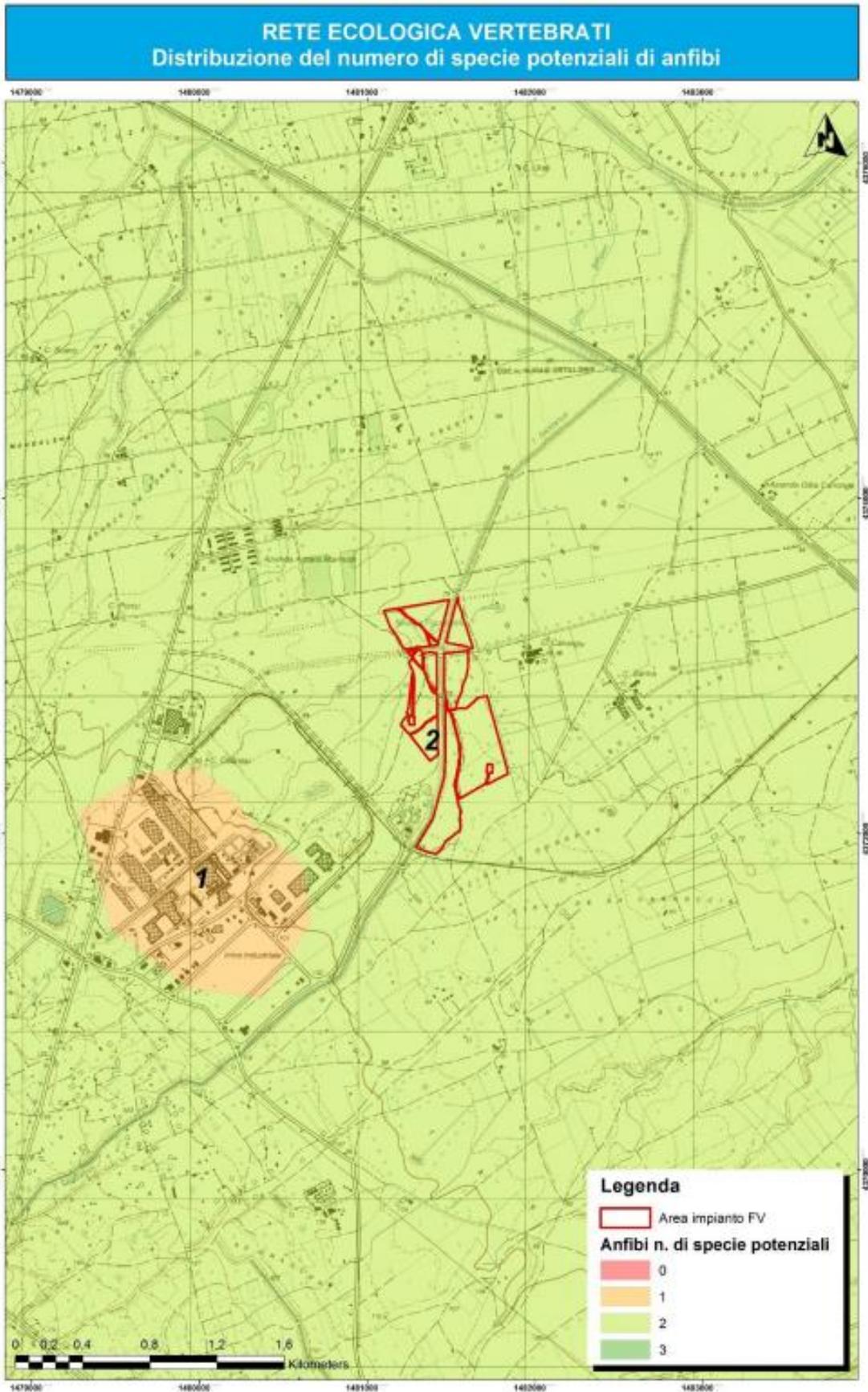
Tuttavia ricade all'interno della perimetrazione di un'area IBA denominata "Campidano centrale" che è stata l'ambito di riferimento durante la proposta di perimetrazione dell'area ZPS denominata anch'essa "Campidano centrale" ed avente un'estensione significativamente più ridotta.

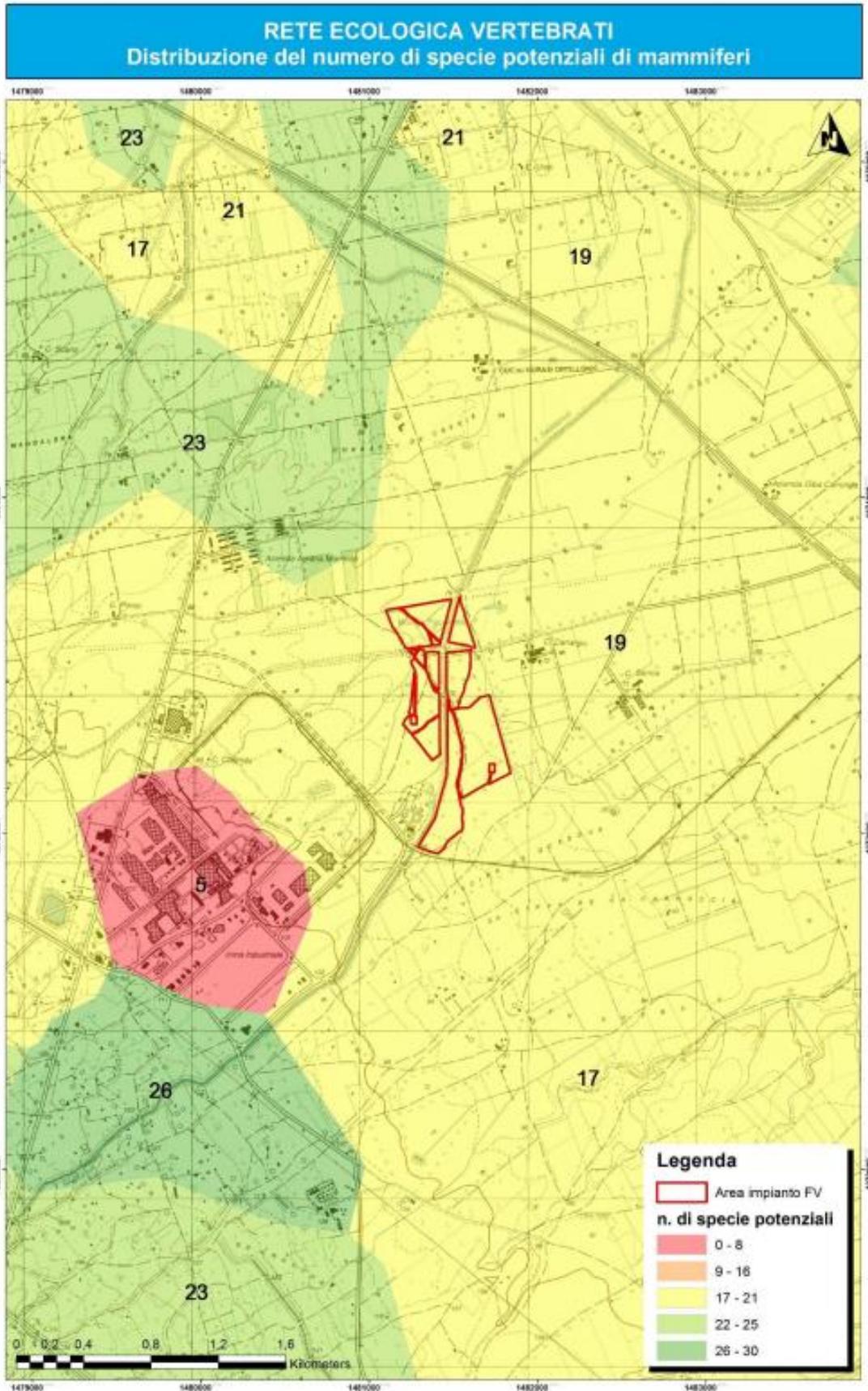
L'area IBA in questione è stata individuata al fine di attivare una serie di misure a tutela delle seguenti specie: pernice sarda, gallina prataiola, occhione e calandrella.

In base ai modelli d'idoneità ambientale della REN secondo il modello che riassume tutte e quattro le classi di Vertebrati, il sito oggetto d'intervento ricade in un ambito più vasto che comprende la terza categoria (intermedia) in termini di numero di specie complessive potenziali; tale tendenza è rispettata anche specificatamente nell'ambito dell'idoneità potenziale per la classe degli anfibi, degli uccelli e dei mammiferi mentre nella restante classe dei rettili il numero di specie potenziali rientra nelle categorie con valori alti così come riportato nelle carte tematiche.

A seguito dei sopralluoghi condotti nell'area di studio si è rilevata la presenza all'interno dell'area d'indagine delle seguenti specie: airone guardabuoi, gabbiano reale, occhione, poiana, gheppio, cornacchia grigia, cinciallegra, cardellino, strillozzo, che utilizzano le superfici a pascolo essenzialmente per ragioni trofiche. Sono probabilmente nidificanti l'occhione, la cinciallegra e il picchio rosso maggiore.









---

Nonostante le carte tematiche dei modelli di idoneità ambientale, circa il numero potenziale di specie presenti, indichino per tutte e 4 le classi che l'area in esame potrebbe essere interessata da un elevato numero di specie, si precisa che tali modelli risultano essere realistici su piccola scala e pertanto su aree vaste; al contrario il sito d'intervento progettuale proposto interessa una superficie ridotta pari a 44,0 Ha che, in relazione all'attuale destinazione d'uso della superficie, si esclude possa essere caratterizzata da un'elevata o significativa biodiversità.

In relazione all'attuale destinazione d'uso del territorio oggetto di proposta progettuale e delle aree limitrofe ad oggi caratterizzate non solo da estese aree a pascolo ma anche dalla presenza di una zona industriale, nell'ambito della quale ricadono diverse attività produttive e di servizi come impianti fotovoltaici, impianti eolico, una discarica di rifiuti solidi urbani, attualmente in ampliamento, si ritiene che le modalità di realizzazione dell'opera proposta nella fase di cantiere e di quella di esercizio nella fase operativa, non possano determinare l'insorgenza di impatti negativi di tipo critico a danno della componente faunistica che caratterizza l'area in esame; ciò in ragione dei livelli acustici non eccessivi previsti durante la fase di cantiere ed ancora più bassi durante l'operatività dell'impianto fotovoltaico.

Anche per quanto riguarda gli stimoli ottici determinati dalla presenza del personale addetto e dai mezzi meccanici durante la fase di cantiere non si ravvisano criticità significativa oltre la norma che caratterizza l'area d'intervento; si consideri infatti che l'attuale destinazione d'uso dei territori comporta l'abituale presenza di allevatori con i cani da pastore a seguito delle greggi, oltre all'impiego di macchinari agricoli per la coltivazione delle foraggere.

Nella fase di esercizio la presenza del personale sarà ridotta è limitata alla manutenzione ordinaria delle superfici e delle apparecchiature.



---

## **5.6 Suolo e sottosuolo**

Il sistema suolo e sottosuolo svolge una serie di funzioni fondamentali a livello ambientale, come la salvaguardia della qualità delle acque sotterranee, oppure quale habitat naturale per diversi organismi ed altro.

L'analisi della componente sistemica suolo e sottosuolo rappresenta quindi un requisito necessario e fondamentale per lo stato di qualità complessiva dell'ambiente.

Si pensi al fatto che le industrie, l'agricoltura ed altre nostre attività alterano le condizioni del suolo provocando inquinamento diretto (abbandono di rifiuti, utilizzo sostanze chimiche) o indiretto (piogge acide).

Nella fase di cantiere gli impatti riguardano:

- livellamento e compattazione del sito;
- scavi a sezione obbligata per alloggiamento cavidotti;
- scavi per il posizionamento delle cabine;
- scavi per la viabilità;
- infissione dei pali per le strutture di sostegno dei moduli;
- infissione dei paletti di sostegno della recinzione.

Si fa tuttavia presente che tutte le attività sopra descritte, sono di lieve entità, vista la morfologia del luogo, per cui nel corso della vita operativa dell'impianto (>25 anni), il sito oggetto di installazione, manterrà il proprio stato naturale - ed in seguito al completamento del ciclo di vita operativo, le attività di dismissione dell'impianto permetteranno il ripristino delle funzionalità originarie prima della realizzazione della centrale.

Tutte le palificazioni, inoltre, saranno realizzate prive di cordolo di fondazione e saranno semplicemente infissi nel terreno.

Non si produrranno, pertanto, effetti negativi o contaminazioni chimiche sul suolo in oggetto, anzi lo stesso verrà preservato.



Se dovessero esserci degli sversamenti accidentali di idrocarburi, i mezzi saranno provvisti di kit antinquinamento.

Le attività di manutenzione ordinaria e straordinaria elettro-meccanica, inoltre, saranno realizzate utilizzando i sistemi di viabilità interna e perimetrale con minimo impatto sul suolo e sottosuolo interessato all'intervento.

Per le attività di manutenzione ordinaria, come il lavaggio dei moduli fotovoltaici o il taglio dell'erba (i cui sfalci non costituiscono per legge rifiuti), gli interventi saranno di breve durata e con frequenza tale da non creare alcun impatto negativo sul suolo e sottosuolo.

Si tiene a precisare che il taglio dell'erba tra filari di moduli realizzato con mezzi meccanici, può essere sostituito dall'utilizzo di greggi di pecore dedite al pascolo tra filari come mostrato nell'immagine a seguire.

*In conclusione non si prevedono impatti negativi sul suolo e sottosuolo che in fase di esercizio dell'impianto viene di fatto messo a riposo con effetti sicuramente benefici.*



Figura 30 - Greggi di pecore come alternativa all'utilizzo di mezzi meccanici per il taglio dell'erba tra filari di moduli. Nella foto ripresa dal sito internet [www.intellienergia.com](http://www.intellienergia.com), i sistemi di ancoraggio sono fissi, ma ovviamente nulla cambia nel caso di sistemi ad inseguimento.



---

## **5.7 Elettromagnetismo e compatibilità**

Le opere elettriche di impianto sulle quali rivolgere l'attenzione al fine della valutazione dell'impatto elettrico e magnetico sono di seguito descritte:

- Linee elettriche e cabine di trasformazione dell'impianto fotovoltaico;
- Cavidotti MT di collegamento interno tra le cabine di conversione 15 kV;
- Quadri MT all'interno dell'impianto fotovoltaico 15 kV;
- Linea di connessione in MT tra la cabina di parallelo MT di impianto e la cabina di consegna del distributore.

Per tutto ciò che attiene la valutazione dei campi magnetici ed elettrici all'interno dell'impianto fotovoltaico, essendo l'accesso alla centrale ammesso esclusivamente a personale lavoratore autorizzato, non trova applicazione il DPCM 8 luglio 2003.

Essendo tutte le apparecchiature installate all'interno della recinzione dell'impianto fotovoltaico a distanza opportuna da essa e le zone esterne direttamente confinanti con l'impianto fotovoltaico non adibite né ad una permanenza giornaliera superiore alle 4 ore né a zone gioco per l'infanzia/abitazioni scuole, vanno verificati esclusivamente i limiti di esposizione.

Non trovano applicazione, per le stesse motivazioni, gli obiettivi di qualità del DPCM 8 luglio 2003.

Rimane comunque inteso che i limiti esposti dal DPCM si applicano esclusivamente alla parte esterna della centrale e per quanto su descritto è possibile considerare i valori dei campi elettromagnetici inferiori ai limiti normativi.

Per la valutazione dei campi magnetici statici prodotti dalla sezione in corrente continua, se necessario, si farà riferimento alla raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999.



---

Si procederà comunque alla valutazione dei diversi campi magnetici prodotti all'interno dell'impianto fotovoltaico, considerando il funzionamento dello stesso al valore nominale (parametri elettrici al valore nominale).

La determinazione delle fasce di rispetto è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per ogni opera elettrica la summenzionata DPA. Dalle analisi e considerazioni fatte si può desumere quanto segue:

- *I valori di campo elettrico si possono considerare inferiori ai valori imposti dalla norma (<5000 V/m) in quanto le aree con valori superiori ricadono all'interno delle recinzioni dell'impianto fotovoltaico e dei locali quadri e subiscono un'attenuazione per effetto della presenza di elementi posti fra la sorgente e il punto irradiato;*
- *Per campi magnetici ed elettrici all'interno dell'impianto fotovoltaico, essendo l'accesso alla centrale ammesso esclusivamente a personale lavoratore autorizzato, essendo le apparecchiature installate all'interno della recinzione ad opportuna distanza ed essendo le zone direttamente confinanti con l'impianto fotovoltaico non adibite né ad una permanenza giornaliera superiore alle 4 ore né a zone gioco per l'infanzia/abitazioni scuole è possibile considerare i limiti normativi verificati;*
- *Per i cavidotti in media tensione la distanza di prima approssimazione non eccede il range di  $\pm 2$  m rispetto all'asse del cavidotto (valori al di sotto dei limiti di attenzione).*

All'interno delle aree summenzionate delimitate dalle DPA non risultano recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

*Si può quindi concludere che la realizzazione delle opere elettriche relative alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico rispetta la normativa vigente e che l'impatto elettromagnetico è da considerarsi del tutto trascurabile o comunque nullo per la popolazione.*



---

## ***5.8 Acustica ed emissioni***

In Italia lo strumento legislativo di riferimento per le valutazioni del rumore nell'ambiente abitativo e nell'ambiente esterno è la Legge n. 447 del 26 Ottobre 1995, "Legge Quadro sull'inquinamento Acustico", che tramite i suoi Decreti Attuativi (DPCM 14 Novembre 1997 e DM 16 Marzo 1998) definisce le indicazioni normative in tema di disturbo da rumore, i criteri di monitoraggio dell'inquinamento acustico e le relative tecniche di campionamento.

Il Piano di Classificazione Acustica del Comune di Villacidro classifica l'area di progetto prevalentemente in classe VI, coerentemente alla vocazione produttiva dell'area, e parzialmente nelle fasce cuscinetto di classe V e IV previste per evitare l'accostamento critico con la classe III in cui è inserito il territorio comunale esterno all'abitato di Villacidro. Il ricettore di controllo individuato è inserito in un'area di classe III. L'elettrodotto interrato e la Step-up necessaria per il collegamento alla cabina primaria esistente "Villacidro" ricadono completamente nell'area industriale di Villacidro classificata in Classe VI.

Le principali sorgenti sonore associate all'esercizio dell'impianto sono:

- inverter in corrispondenza dei pannelli; •
- rasformatori, ubicati all'interno dei manufatti dedicati;
- estrattori per il condizionamento dei manufatti che ospitano i trasformatori.

Al fine di caratterizzare il clima acustico "ante-operam", sono stati effettuati due rilievi da 30' in periodo diurno (uno in periodo mattutino e l'altro pomeridiano). Nello stralcio della foto aerea seguente sono indicate le postazioni di misura.

I livelli rilevati risultano pienamente compatibili con i limiti normativi con ampi margini di sicurezza. A fronte di un limite di immissione relativo al periodo diurno di 60 dBA i livelli rilevati risultano inferiori a 50 dBA.

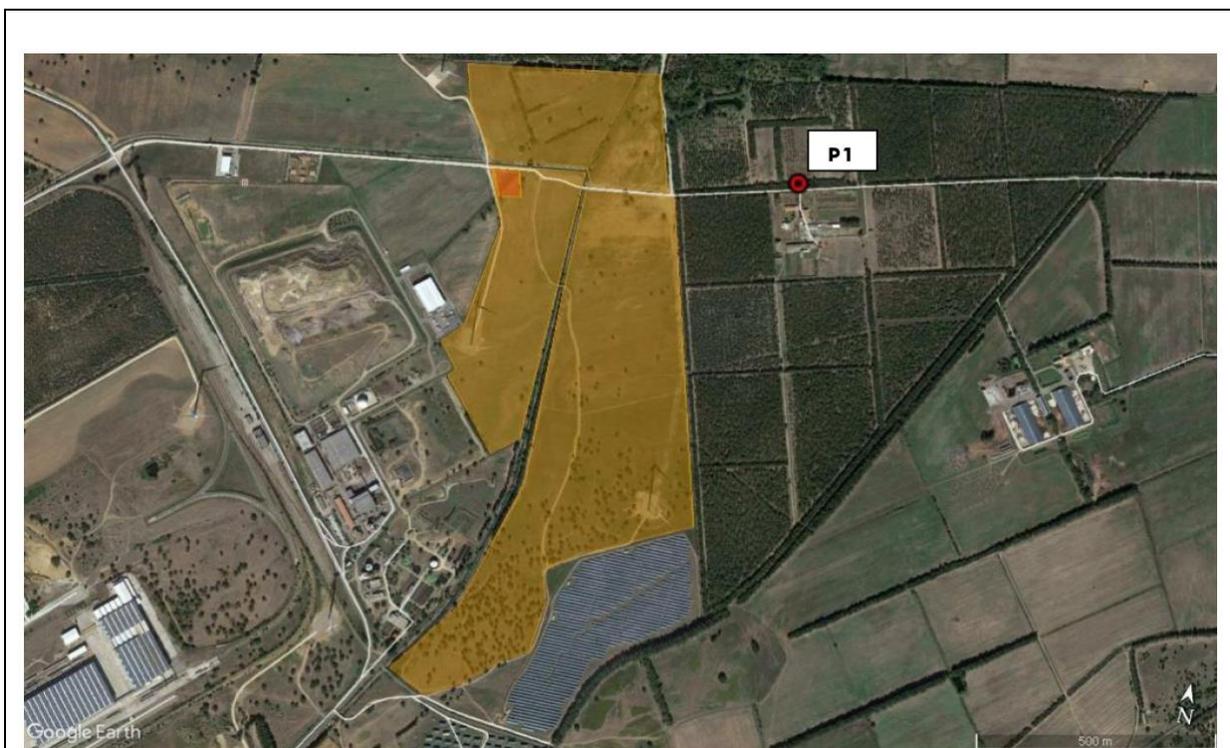


Figura 31 – postazioni di misura delle indagini fonometriche

L'area risulta caratterizzata da una buona qualità acustica. Le sorgenti di rumore antropico che influiscono sul clima acustico sono: attività agricole, attività industriali (Depuratore Consortile CIV), traffico veicolare su strade locali rurali, Strada Comunale Villacidro-Sanluri e il rumore immesso dalla presenza di diverse turbine eoliche. I suoni di carattere biotico sono ascrivibili al cinguettio di volatili e latrati dei cani.



---

## **5.9 Inquinamento luminoso**

L'inquinamento luminoso è l'alterazione dei livelli naturali di illuminazione notturna causati dalle fonti di luce artificiale. I livelli di illuminazione notturna naturale sono governati dalle sorgenti celesti, principalmente la Luna, l'emissione naturale dell'atmosfera (luminescenza stratosferica o airglow), le stelle e la Via Lattea, e la luce zodiacale.

La luce artificiale dispersa nell'atmosfera incrementa la luminanza del cielo notturno (skyglow), creando come effetto negativo più visibile l'inquinamento luminoso. La luminosità artificiale del cielo notturno rappresenta una profonda alterazione di un'esperienza umana fondamentale: la possibilità per ogni persona di vedere e contemplare il cielo notturno. Anche piccoli aumenti della luminosità del cielo degradano questa esperienza.

L'inquinamento luminoso è una delle forme più diffuse di alterazione ambientale. Esso colpisce anche siti incontaminati perché è facilmente osservabile di notte a centinaia di chilometri dalla sorgente in paesaggi che durante il giorno appaiono inviolati, danneggiando i paesaggi notturni anche in aree protette, come i parchi.

La Sardegna, fortunatamente, per la bassa densità di centri abitati e per la posizione geografica al centro del Mediterraneo, è ancora l'unica regione italiana nella quale il cielo stellato è ancora ben visibile da diverse località.

Questo valore - sociale, ambientale e paesaggistico -, pur rappresentando una rarità in Italia e in Europa, non è sufficientemente comunicato e tutelato.

Quale primo atto per il governo del fenomeno, la Regione Sardegna si è dotata di specifiche linee guida per la riduzione dell'inquinamento luminoso e conseguente risparmio energetico che, tra l'altro, indicano l'obbligo da parte dei Comuni della predisposizione di Piani di Illuminazione Pubblica che disciplinano le nuove installazioni.

Si fa tuttavia presente che la fonte di potenziale inquinamento luminoso è costituita dall'impianto di illuminazione, previsto per ragione di sicurezza e di protezione, lungo il perimetro della centrale fotovoltaica, con tecnologia a basso consumo a LED e realizzato nel rispetto delle disposizioni tecniche, con fasci luminosi schermati e rigorosamente rivolti in basso sul campo fotovoltaico.



---

Il sistema rimane normalmente spento, entrerà in funzione solo in caso di intrusione, e verrà così ridotto al minimo l'inquinamento luminoso prodotto dall'impianto.

Non esistono altre sorgenti luminose notturne di significativo interesse, a parte le lampade LED montate sulle cabine presenti all'interno dell'impianto, anch'esse programmabili in posizione off nell'esercizio nominale della centrale fotovoltaica.

*Di conseguenza il fenomeno dell'inquinamento luminoso è da considerarsi nullo.*

### **5.10 Impatti sulla salute umana**

Non si registreranno impatti significativi sulla salute umana anche in relazione alle emissioni in atmosfera di gas clima-alteranti derivanti dall'utilizzo dei mezzi di trasporto per lo spostamento in loco della componentistica di sistema e all'utilizzo delle macchine operatrici di cantiere per la costruzione dell'impianto.

Nella fase di esercizio impiantistico è significato il vantaggio ambientale e per la salute pubblica (sul posto) in termini di emissione di gas clima-alteranti evitate in atmosfera, se sul posto, in sostituzione della centrale fotovoltaica, fosse realizzata una centrale di produzione alimentata a fonti convenzionali per produrre annualmente lo stesso quantitativo di energia prodotta dalla centrale fotovoltaica.

Sia nella fase di costruzione che di esercizio non sono previste in ogni caso utilizzi di sostanze nocive per l'ambiente o pericolose per la salute dell'uomo.

*I livelli di emissioni sonore ed elettromagnetiche sono del tutto trascurabili e comunque compatibili con l'area considerata nelle fasi di costruzione ed esercizio impiantistico.*

#### **5.10.1 Rischio incidenti**

Nella fase di costruzione della centrale fotovoltaica saranno poste in essere le misure contenute all'interno del PSC – Piano di Sicurezza e Coordinamento predisposto dal CSE – Coordinatore della Sicurezza in fase di Progettazione ed Esecuzione, e del POS – Piano Operativo di Sicurezza – atte a garantire adeguatissimi livelli di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro nel rispetto della normativa vigente.



---

### **5.10.2 Rischio elettrico/incendio**

L'impianto verrà realizzato esclusivamente con componentistica a marchio CE e le protezioni previste garantiranno la protezione dell'uomo dai contatti diretti e indiretti, volontari ed accidentali, nonché provvederanno alla protezione dell'impianto stesso.

Dal punto di vista progettuale saranno poste in essere le opportune misure per la protezione dal cortocircuito e dalle sovratensioni indotte dalle scariche atmosferiche, in modo da ridurre al minimo il rischio di incendi.

Dal punto di vista della gestione e manutenzione ordinaria e straordinaria elettro-meccanica le attività saranno eseguite con regolarità e con particolare attenzione in modo da ridurre al minimo l'insorgere di guasti elettro-meccanici sulla centrale fotovoltaica, minimizzando dunque il rischio incendio per gli operatori sul posto nel contesto delle attività di manutenzione, e per i ricettori sensibili limitrofi all'area di impianto.

Riguardo al rischio incendio si tiene a precisare che per un sistema fotovoltaico di potenza come il caso in oggetto, in riferimento al quadro normativo vigente, l'esercizio impiantistico non risulta essere un'attività soggetta a rilascio del CPI – Certificato Prevenzione Incendi.

### **5.10.3 Rischio fulminazione**

Il fenomeno delle sovratensioni indotte dalle scariche atmosferiche, ha assunto, negli ultimi anni, una rilevanza sempre maggiore. I fulmini a terra possono generare sovratensioni che se non opportunamente contrastate possono divenire un pericolo per la sicurezza e salute umana e per il funzionamento degli apparati elettrici oltreché l'insorgere del rischio incendio.

Pertanto sia sul lato in corrente continua che sul lato in corrente alternata, l'impianto fotovoltaico sarà dotato di sistemi di protezione attiva (SPD - Surge Protection Device) installati all'interno di ogni specifico inverter costituente il gruppo di conversione - che provvedono alla protezione da sovratensioni sia di origine esterna che di origine interna. L'impianto di terra completerà il sistema di protezione dalle sovratensioni, e sarà costituito dall'insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali destinati a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento.



---

*In conclusione, l'impatto della costruzione ed esercizio impiantistico sulla salute umana, è da ritenersi del tutto trascurabile, e nello specifico in termini di emissioni in atmosfera di gas clima-alteranti è a bilancio positivo.*

### **5.11 Impatto socio-economico**

I potenziali impatti sul contesto socio-economico derivano principalmente dalla assunzione di personale locale e/o dal coinvolgimento di aziende locali per la fornitura di beni e servizi, soprattutto nelle fasi di costruzione e dismissione. Per la costruzione del campo fotovoltaico in oggetto è prevista una forza lavoro di 12 U.G. e durante l'esercizio verrà stipulato un contratto per la manutenzione dell'impianto stesso con una società locale che occuperà mediamente 2 unità lavorative part-time.

L'azienda costruttrice si impegna a coinvolgere figure professionali locali per la realizzazione, gestione e custodia delle centrali, nel rispetto delle norme nazionali e comunitarie, sia direttamente, sia attraverso commesse e subcommesse.

Il coordinamento di tali forze lavoro produrrà un indotto in una serie di attività di fornitura merci e servizi cui i professionisti e le ditte locali sopra menzionati dovranno rivolgersi per l'attività ordinaria e straordinaria e per tutte le forniture che un'attività come quella necessaria a questa fase di cantiere prevede. Si citano a titolo di esempio le forniture di materiali di consumo necessari durante la fase di cantiere, così come tutti i servizi alle aziende quali consulenti del lavoro, consulenti fiscali e consulenti specialistici necessari per la gestione amministrativa e legale delle attività.

Un secondo aspetto da considerare è il fattore formativo che un progetto di questa connotazione porta nelle maestranze coinvolte. Va da sé, infatti, che sia le professionalità più specializzate che quelle meno formate beneficeranno di una normale formazione preliminare e sul campo che darà valore aggiunto nuovamente spendibile in iniziative analoghe in successive occasioni.



---

Il settore delle energie rinnovabili è stato, infatti, una delle maggiori occasioni per la formazione di vere eccellenze in Italia. Le professionalità principalmente coinvolte saranno pertanto gli operai (con vari gradi di specializzazione), i geometri, gli elettricisti, i coordinatori di cantiere, i progettisti esecutivi ed il personale addetto alla sorveglianza. Inoltre l'intervento in progetto costituisce un importante contributo per il raggiungimento di obiettivi nazionali, comunitari e internazionali in materia ambientale e favorisce l'utilizzo di risorse del territorio, dando impulso allo sviluppo economico locale.

In fase di esercizio gli impatti positivi sull'economia deriveranno dalle attività di manutenzione dell'impianto, di gestione della fascia verde di mitigazione e di vigilanza del sito. In questa fase saranno coinvolte figure professionali in numero minore ma per un periodo prolungato (circa 35 anni), durante il quale le attività di manutenzioni dovranno essere periodiche e non derogabili.

L'impianto oggetto della presente iniziativa sarà, infine, dismesso secondo quanto previsto dal piano di dismissione delle strutture e dei manufatti messi in opera, con ripristino del terreno e del paesaggio allo stato ante-operam.

Poiché la realizzazione di un impianto fotovoltaico non genera externalità negative legate all'inquinamento acustico, alle emissioni dannose in atmosfera o alla generazione di campi elettromagnetici o radioattivi nocivi, vivere o lavorare in prossimità del generatore fotovoltaico non arrecherà disturbi psico-fisici ad esso legati. Durante la fase di realizzazione, si sottolinea come il cantiere adibito alla posa in opera dell'impianto non modificherà in alcun modo la natura del terreno compromettendone le caratteristiche anche per eventuali usi produttivi futuri; tutte le attività svolte, infatti, sono reversibili e non invasive.

In conclusione, gli aspetti socio-economici legati alla presente iniziativa, sono da considerarsi positivi in un territorio segnato dalla crisi occupazionale e dal fenomeno dello spopolamento.

Il progetto garantisce alle comunità insediate nel territorio un'utilizzazione del suolo che ne assicuri la resa, pur garantendone salvaguardia e riproducibilità, secondo un modello di sviluppo sostenibile con prestazioni rilevanti per l'economia locale.



---

## **5.12 Rifiuti**

La Regione Sardegna si è dotata di specifico Piano di gestione dei rifiuti speciali nel 2012. Successivamente alla pubblicazione del Piano Regionale per i Rifiuti Speciali, in riferimento ai rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (R.A.E.E.), è stata emanata la direttiva 2012/19/UE che, in via prioritaria, mira a prevenire la produzione dei suddetti rifiuti, a favorire il loro reimpiego e le altre forme di recupero e di raccolta differenziata presso i distributori, con l'obiettivo di ridurre il volume dei rifiuti da smaltire e la loro pericolosità: ciò anche e soprattutto grazie al coinvolgimento e ad una maggiore responsabilizzazione dei produttori di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche (A.E.E.). Al riguardo un ulteriore riferimento è rappresentato dalle direttive sulla restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche. Il Piano di gestione dei rifiuti speciali della Regione Sardegna, approvato con deliberazione n. 50/17 del 21.12.2012, è dunque antecedente alle più recenti normative in tema di rifiuti. Il Piano mira a determinare le iniziative dirette a limitare la produzione dei rifiuti e favorire il riutilizzo, il riciclaggio e il recupero dei rifiuti, sia di materia che di energia, specificando le tipologie, la quantità e l'origine dei rifiuti da recuperare o da smaltire. Obiettivo principale della pianificazione, inoltre, è quello di indicare il complesso delle attività e dei fabbisogni degli impianti necessari ad assicurare la gestione dei rifiuti speciali in luoghi prossimi a quelli di produzione, al fine di favorire la riduzione della movimentazione dei rifiuti.

Durante la fase di costruzione si avranno sicuramente rifiuti tipicamente connessi all'attività cantieristica quali quelli prodotti nella realizzazione degli scavi per il posizionamento dei cavidotti e delle stazioni di trasformazione e consegna. Le terre di scavo verranno tutte riutilizzate per le successive opere di rinterro dei cavidotti e gli eventuali volumi in eccesso, allo stato progettuale non previsti, verranno utilizzati per modesti interventi di modellamento delle superfici, rinterri e riempimenti di depressioni esistenti e copertura vegetale (spessore di suolo derivante dallo scotico). Non si prevedono volumi in eccesso che rendano necessario il conferimento di terre da scavo in apposite strutture autorizzate. Il bilancio dei materiali risulta, dunque, in pareggio, essendo l'area pressoché piana. Tale circostanza non richiede, pertanto, conferimento di materiale di risulta in discarica, per far fronte alle esigenze costruttive della nuova opera. Le caratteristiche delle terre da impiegare per il ripristino delle



---

aree occupate da cantieri, piste di cantiere, aree di stoccaggio ed altre aree funzionali ai lavori di costruzione, dipendono dalla destinazione d'uso finale delle stesse aree.

In fase di progettazione esecutiva sarà redatto il Piano di Riutilizzo ai sensi dell'allegato 5 del DPR 120/2017. Si ricorda, come esposto nel quadro programmatico, che il cavidotto ricade all'interno di un'area SIN e che le terre e rocce da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, miglioramenti fondiari o viari oppure per altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e, nel corso di processi di produzione industriale, in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A della Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;
- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

Inoltre in fase di cantiere si produrranno anche le seguenti tipologie di rifiuto: gli imballaggi dei moduli fotovoltaici quali cartone e plastiche, le pedane in materiale ligneo utilizzate per il trasporto, materiali plastici (sfridi di tubazioni in PE, geotessuto, ecc..). Tutti questi materiali verranno opportunamente separati; nell'area di cantiere saranno organizzati gli stoccaggi in modo da gestire i rifiuti separatamente per tipologia e pericolosità, in contenitori adeguati alle caratteristiche del rifiuto. Tutte le tipologie di rifiuto prodotte in cantiere saranno poi consegnate a ditte esterne, regolarmente autorizzate alle successive operazioni di trattamento (smaltimento e/o recupero) ai sensi della vigente normativa di settore.

Durante la fase di esercizio non ci sarà produzione di rifiuti se non i materiali derivanti dalla possibile rimozione e sostituzione di componenti difettosi o deteriorati. Ulteriori rifiuti potranno essere l'erba falciata o piccole quantità derivanti dalla manutenzione delle opere civili e accessorie. E' escluso l'impiego di detersivi per la pulizia dei pannelli. Tutti i rifiuti verranno opportunamente separati e conferiti alle apposite strutture autorizzate per il loro recupero e/o smaltimento. Le quantità totali prodotte si prevedono esigue.



Nella fase finale di vita dell'impianto, cioè quella della sua dismissione, si procederà con il disassemblaggio di tutti i componenti delle strutture al fine di poter fare una separazione appropriata dei diversi tipi di materiali. I moduli fotovoltaici professionali devono essere conferiti tramite soggetti autorizzati ad un apposito impianto di trattamento, che risulti iscritto al Centro di Coordinamento RAEE. Tra tutte le tipologie di rifiuto elencate, quella maggiormente impattante è naturalmente quella relativa ai pannelli fotovoltaici. Si prevede di utilizzare moduli fotovoltaici marchiati Pv-Cycle (aderenti pertanto al consorzio per lo smaltimento dei moduli al termine della loro vita utile). Pv-Cycle è costituito da un'associazione di produttori di moduli fotovoltaici che certificano all'origine il loro prodotto garantendo la presenza di materiali riciclabili e facilmente smaltibili. Pertanto un modulo marcato Pv-Cycle può essere smaltito al termine della vita utile senza pagamento di alcun onere aggiuntivo. Allo stato attuale sono presenti nelle immediate vicinanze dell'area di intervento impianti dedicati allo smaltimento di quasi tutte le tipologie di rifiuto citate, anche se la filiera del recupero non è ancora sufficientemente strutturata in Sardegna. Naturalmente lo scenario tra trenta anni sarà presumibilmente molto variato.



Figura 32 – impianti di trattamento e smaltimento dei rifiuti intorno all'area di progetto. Fonte: <https://portal.sardegناسira.it/rifiuti-speciali-mappa>



## 5.13 Impatto sul paesaggio

### 5.13.1 Metodologia di analisi dell'impatto visivo

L'inserimento nel paesaggio di un impianto fotovoltaico in un'area parzialmente industriale, che non può comunque essere ad impatto nullo, rappresenta pienamente quell'equilibrio tra esigenze di tutela ambientale e di sviluppo economico. Al fine di valutare i possibili impatti sul paesaggio conseguenti alla realizzazione del progetto, si sono utilizzate metodologie di inserimento (fotosimulazioni) e procedure di valutazione del paesaggio volte a rendere l'analisi quanto più possibile oggettiva. Le immagini successive presentano le ricostruzioni e le simulazioni visive relative all'opera proposta sulla base delle osservazioni compiute in situ da diversi punti di vista. Tutte le fotografie sono state acquisite con macchina digitale reflex full frame, modello Nikon D700, con obiettivo a focale fissa Nikkor 35mm. Questa scelta tecnologica consente di ottenere una visuale quanto più prossima a quella dell'occhio umano.

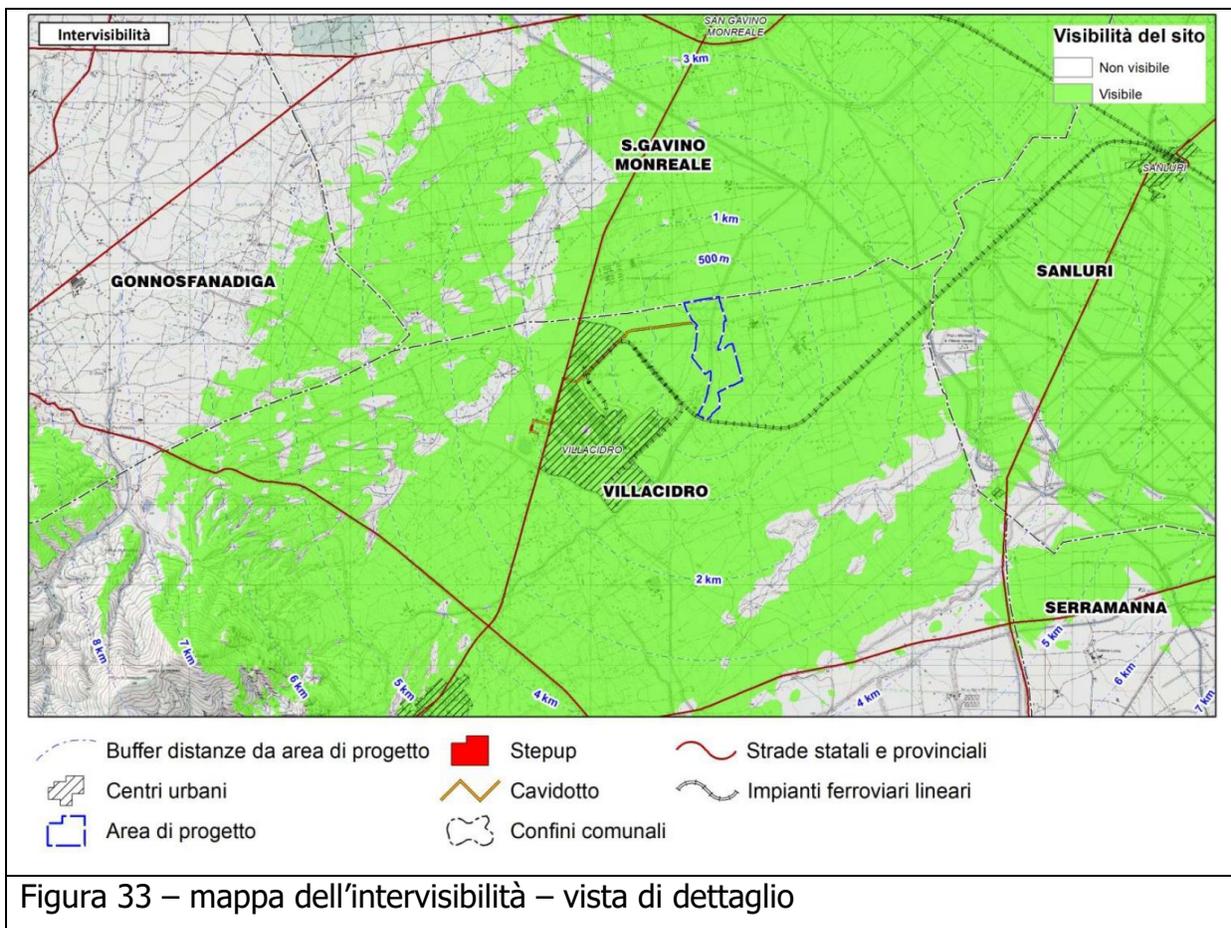
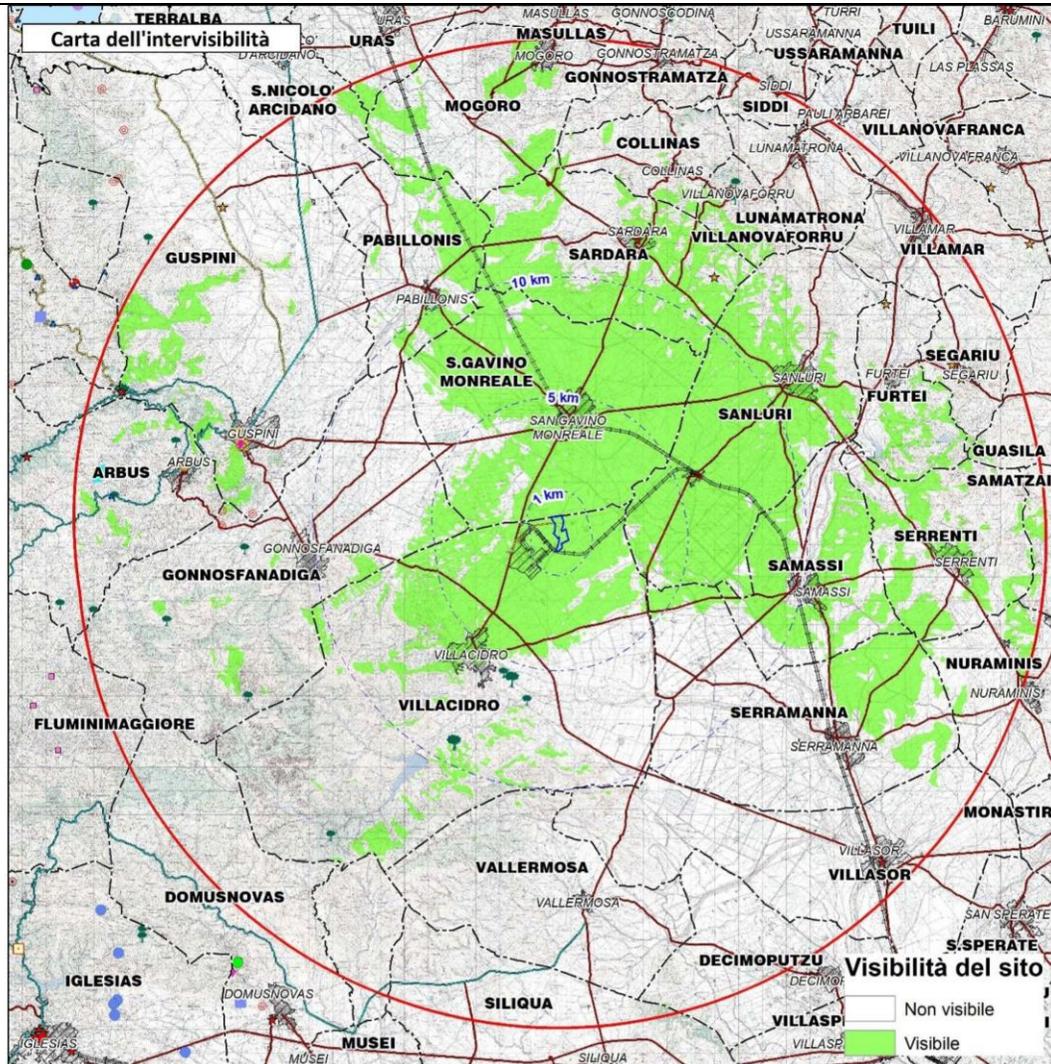


Figura 33 – mappa dell'intervisibilità – vista di dettaglio



— Buffer distanze da area di progetto

□ Area di progetto

— Cavidotto

○ Buffer 20 km

□ Centri urbani

□ Confini comunali

**Repertorio beni 2017 - Beni paesaggistici**

- CASTELLO FORTIFICAZIONI
- ◆ CHIESA
- ◆ DOMUS DE JANAS
- GROTTA
- GROTTA RIPARO
- ▲ INSEDIAMENTO
- INSEDIAMENTO SPARSO
- ▲ NECROPOLI
- NURAGHE
- PORTO STORICO
- RINVENIMENTI
- TOMBA
- TOMBA DEI GIGANTI

**Repertorio beni 2017 - Beni identitari**

- ALBERGO
- CASA
- FABBRICATO
- FONTANA
- MULINO
- STRADA
- ▲ Repertorio beni 2017 - Beni culturali archeologici
- ▲ Repertorio beni 2017 - Beni culturali architettonici
- Fascia costiera
- Alberi monumentali
- Alberi Monumentali agg. 19.4.2019

**Strade**

- Strade statali e provinciali
- Strada SS e SP a specifica valenza paesaggistica e panoramica
- Strada SS e SP a specifica valenza paesaggistica e panoramica di fruizione turistica
- Impianti ferroviari lineari
- Mare

Figura 34 – Mappa dell'intervisibilità – buffer 20 Km



---

Il territorio di intervento si presenta, sulla vasta scala, in gran parte pianeggiante e con rilievi a sud-ovest, coperto parzialmente di macchia mediterranea, gariga e alberi ad alto fusto.

Tali movimenti orografici costituiscono barriera visiva alla completa percezione del suolo e degli elementi di bassa altezza.

La dimensione prevalente degli impianti fotovoltaici a terra è, infatti, quella planimetrica, mentre l'altezza assai contenuta rispetto alla superficie fa sì che l'impatto visivo-percettivo in un territorio pianeggiante, non sia generalmente di rilevante criticità.

Questa prima analisi sulla visibilità teorica è utile, quindi, ad escludere tutte quelle aree dalle quali l'impianto non sarà visibile a causa dell'andamento orografico del terreno.

Nelle aree in verde si dovrà verificare l'effettiva percezione dell'impianto, attraverso una puntuale ricognizione in situ che interessa prima di tutto particolari punti di osservazione (centri abitati, beni paesaggistici, punti panoramici, strade a valenza paesaggistica) e i principali percorsi stradali, poiché la reale percezione visiva dell'impianto dipende non solo dall'orografia del territorio, ma anche dall'andamento delle strade, dalla copertura boschiva e dagli ostacoli che di volta in volta si frappongono tra l'osservatore e l'impianto.

Dunque, in base alla carta dell'intervisibilità e dei rilievi in situ, tenendo conto della normativa di riferimento, si sono scelti i punti di vista dai quali effettuare le fotosimulazioni. Nell'immagine sottostante sono indicati i punti di vista scelti per l'elaborazione delle fotosimulazioni.

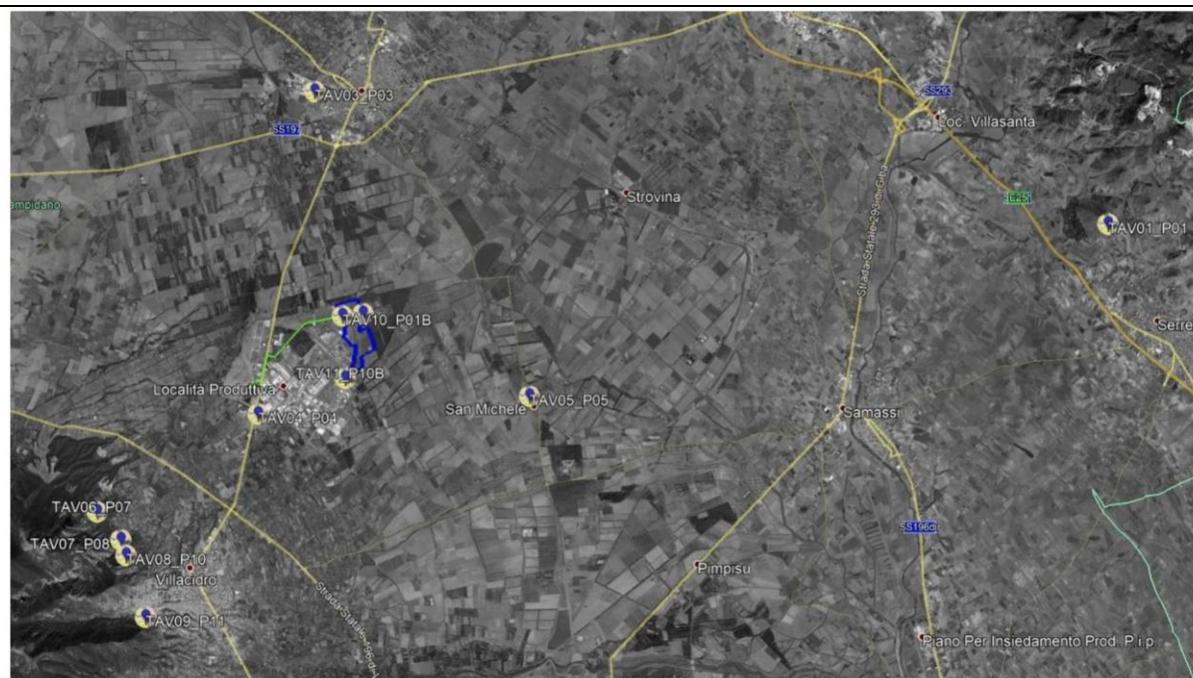


Figura 35 – planimetria punti di vista fotografici dai quali sono state elaborate le fotosimulazioni

Le fotosimulazioni mostrano come l'impianto sarà visibile nelle immediate vicinanze (Tav.10, Tav.11, Tav.12).

I punti panoramici elevati (Tav.06, Tav.07, Tav.08, Tav.09) si trovano a notevoli distanze (oltre i 5 Km) a sud-ovest, dai quali si possono avere visioni di insieme, la percezione del sito risulta ridimensionata in quanto la prospettiva riduce sensibilmente la percezione visuale (il cono visuale azimutale risulta molto piccolo) e l'orografia e la vegetazione nascondono parzialmente o totalmente le vedute.

Anche laddove l'impianto risulta visibile, esso non ha capacità di alterazione significativa nell'ambito di una visione di insieme e panoramica e, nella maggior parte dei casi, i punti dai quali è visibile sono raggiungibili solo tramite strade a penetrazione rurale e non presentano recettori significativi.

La valutazione degli impatti sulla componente paesaggio è incentrata principalmente sulla presenza delle strutture in fase di esercizio.



---

Infatti le fasi di costruzione e dismissione saranno limitate nel tempo. Nella fase di esercizio, dunque, il disturbo di tipo panoramico-visivo rappresenta l'impatto paesaggistico più significativo e di maggiore entità, per effetto della collocazione dei pannelli, anche se visibili solo a ridotte distanze.

Tale impatto sul paesaggio avrà durata a lungo termine (circa 35 anni) ma estensione locale.

*La collocazione in un'area industriale e la scarsa presenza di siti di rilevanza paesaggistica e archeologica, consente di affermare che non si configura un rischio paesaggistico e sui beni storico-archeologici; di conseguenza il rischio paesaggistico relativo all'effetto di modificazione dell'integrità di paesaggi culturali è minimo sotto il profilo storico-archeologico.*

Inoltre, l'assenza di beni puntuali di spiccato valore storico-culturale tra quelli presenti, consente di escludere l'effetto di decontestualizzazione di beni storico-culturali.

Anche l'impatto negativo relativo alla modificazione dello skyline naturale, con conseguente modifica dell'assetto percettivo, scenico e panoramico, è minimo a causa dello sviluppo prevalentemente orizzontale dell'impianto fotovoltaico. L'effetto "intrusione" (elementi estranei e incongrui rispetto ai caratteri peculiari compositivi, percettivi e simbolici) è da escludersi, in quanto l'impianto si inserisce in un'area industriale con la presenza di altri impianti di produzione di energia elettrica da fonte solare ed eolica.

L'alterazione del sistema paesaggistico causerebbe principalmente l'effetto "concentrazione" dovuto alla presenza in un ambito territoriale ristretto di altri interventi simili. Essendo l'area destinata urbanisticamente a questi scopi, tale impatto non si considera essere significativamente negativo.

Nella fase di realizzazione gli impatti diretti sul paesaggio derivano principalmente dalla perdita di suolo e vegetazione per poter consentire l'installazione delle strutture e delle attrezzature e la creazione della viabilità di cantiere. Tale impatto sarà locale e avrà durata a breve termine e si annullerà al termine degli interventi di ripristino morfologico e vegetazionale. L'impatto visivo è generato dalla presenza delle strutture di cantiere, delle macchine e dei mezzi di lavoro, e di eventuali cumuli di materiali. Considerando che le



---

attrezzature di cantiere che verranno utilizzate temporaneamente, a causa della loro modesta altezza, non altereranno significativamente le caratteristiche del paesaggio, è possibile affermare che l'impatto avrà durata a breve termine ed estensione locale.

In fase di dismissione si prevedono impatti sul paesaggio simili a quelli attesi durante la fase di costruzione, principalmente collegati alla presenza delle macchine e dei mezzi di lavoro, oltre che dei cumuli di materiali.