Regione Sardegna

Provincia del Sud Sardegna

Comune di Villacidro

IMPIANTO FOTOVOLTAICO "VILLACIDRO ZONA PRODUTTIVA" DI 24,9MW SITO NEL COMUNE DI VILLACIDRO (SU) E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE

PROGETTISTI INCARICATI:

Ing. Luca Monsorno

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PADOVA
LUCA MONSORNO
INGEGNERE
Sez. A - n° 5952
SETTORI: CIVILE e AMB. - INDUSTR. - dell'INFORMAZ.

Ing. Alberto Voltolina

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PADOVA
ALBERTO VOLTOLINA
INGEGNERE
Sez. A - n° 4364
SETTORI: CIVILE e AMBIENTALE

Scala

Formato

A4

Titolo elaborato:

Sintesi non tecnica (S.I.A.)

CODICE ELABORATO

PROGETTO	CLASSE	TIPO	PROG.
0042	PAUR07	R	04

ALTRI TECNICI COINVOLTI

Dott.ssa Archeol. Ilaria Frontori
Arch. Maurizio Cossar
Dott. Geol. Alberto Velicogna

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	03/24	Prima emissione	GM	AV	AV
01	10/26	Seconda emissione	GM	AV	AV
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA

Terna Driving Energy

e-distribuzione

SOCIETA' PROPONENTE:

OPR SUN 8 SRL
Via Ceresio, 7 - 20154 Milano
PEC: oprsun8@pec.it
P.iva 12294560961

INDICE

1 INTRODUZIONE 4
1.1 Inquadramento geografico e tipologico 4
2 VINCOLI ED ELEMENTI DI TUTELA CONSIDERATI 10
3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO FOTOVOLTAICO 14
3.1 Descrizione degli aspetti tecnologici 14
3.1.1 Tracker 14
3.1.2 Moduli FTV 16
3.1.3 Gruppo di conversione CC/CA 17
3.1.4 Cabine di trasformazione (Skid) 18
3.1.5 Connessione elettriche 19
3.1.6 Cabina Utente e di consegna 20
3.1.7 Sistema SCADA ed RTU e Telecontrollo 21
3.1.8 Opere civili e altri interventi minori 22
3.1.9 Calcolo della produzione fotovoltaica 23
3.2 Indicazioni di cantiere e di dismissione 24
3.2.1 Fase di realizzazione 24
3.2.2 Fase di esercizio e di dismissione 25
3.3 Analisi delle alternative 27
3.3.1 Alternative di localizzazione 27
3.3.2 Alternative di processo 28
3.3.3 Alternative di progetto 29
3.3.4 Alternativa zero 34
4 DESCRIZIONE DELLE OPERE COMUNI DI CONNESSIONE 35
4.1 Descrizione degli interventi previsti 35
4.1.1 Localizzazione ed interferenze 36
4.1.2 Nuova Stazione Elettrica di Guspini 39
4.1.3 Raccordi aerei 220 kV SE – Linea “Oristano-Sulcis” 40
4.1.4 Raccordo aereo 150 kV SE – Linea “Guspini-Pabillonis” 40
4.1.5 Raccordo aereo 150 kV Linea “Villacidro-Guspini” - SE 40
4.1.6 Nuovi elettrodotti aerei a 150 kV “CP Guspini” - SE 41
4.1.7 Ripotenziamento linea aerea 150 kV “Villacidro-Guspini” 41
4.1.8 Sostituzione tratto aereo con tratto in cavo dell’elettrodotto a 70 kV “CP Guspini – CP San Gavino Monreale” 42
4.1.9 Potenziamento CP Villacidro 42
4.2 Fase di cantiere ed altre indicazioni 43
4.2.1 Realizzazione della SE 43
4.2.2 Realizzazione della linea aerea 45
4.2.3 Tempistiche 46
4.2.4 Fase di esercizio e di dismissione 46
5 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI 48
5.1 Valutazione degli impatti 48

5.1.1 Fasi ed elementi di progetto indagati 49
5.1.2 Identificazione dei fattori di perturbazione 51
6 ATMOSFERA 54
6.1 Stato di fatto 54
6.1.1 Inquadramento climatico 54
6.1.2 Stato di qualità dell'aria 57
6.2 Impatti potenziali 59
6.2.1 Impianto fotovoltaico 59
6.2.2 Opere comuni 62
6.3 Misure di mitigazione 65
7 SUOLO E SOTTOSUOLO 66
7.1 Stato di fatto 66
7.1.1 Inquadramento geologico e geomorfologico 66
7.1.2 Caratterizzazione geotecnica e sismica 66
7.1.3 Uso del suolo e patrimonio agroalimentare 69
7.2 Impatti potenziali 71
7.2.1 Impianto fotovoltaico 71
7.2.2 Opere comuni 75
7.3 Misure di mitigazione 79
8 AMBIENTE IDRICO 81
8.1 Stato di fatto 81
8.1.1 Inquadramento idromorfologico 81
8.1.2 Analisi idrologica ed idraulica - fotovoltaico 83
8.1.3 Attraversamenti con tecnologia no-dig (TOC) 85
8.1.4 Analisi idrologica ed idraulica – opere connesse 87
8.2 Impatti potenziali 87
8.2.1 Impianto fotovoltaico 87
8.2.2 Opere comuni 91
8.3 Misure di mitigazione 92
9 BIODIVERSITÀ 94
9.1 Stato di fatto 94
9.1.1 Habitat regionali – Carta della Natura 94
9.1.2 Aree protette e siti Rete Natura 2000 98
9.2 Impatti potenziali 100
9.2.1 Impianto fotovoltaico 100
9.2.2 Opere comuni 102
10 FLORA 103
10.1 Stato di fatto 103
10.2 Impatti potenziali 104
10.2.1 Impianto fotovoltaico 104
10.2.2 Opere comuni 105
11 FAUNA 107
11.1 Stato di fatto 107
11.2 Impatti potenziali 111
11.2.1 Impianto fotovoltaico 111
11.2.2 Opere comuni 115
11.3 Misure di mitigazione 117
12 RUMORE E VIBRAZIONI 119
12.1 Stato di fatto 119

12.1.1 Valutazione previsionale di impatto acustico - fotovoltaico 119
12.2 Impatti potenziali 124
12.2.1 Impianto fotovoltaico 124
12.2.2 Opere comuni 128
12.3 Misure di mitigazione 130
13 ELETTROMAGNETISMO 132
13.1 Stato di fatto 132
13.1.1 Valutazione preventiva dei campi elettromagnetici - fotovoltaico 132
13.1.2 Valutazione preventiva dei campi elettromagnetici – opere comuni 136
13.2 Impatti potenziali 138
13.2.1 Impianto fotovoltaico 138
13.2.2 Opere comuni 138
14 PAESAGGIO 140
14.1 Stato di fatto 140
14.1.1 Interpretazioni identitarie e statuarie 140
14.1.2 Valutazione dell’impatto visivo - fotovoltaico 141
14.2 Impatti potenziali 150
14.2.1 Impianto fotovoltaico 150
14.2.2 Opere comuni 160
14.3 Misure di mitigazione 163
15 BENI CULTURALI, STORICI E ARCHITETTONICI 165
15.1 Stato di fatto 165
15.1.1 Verifica Preventiva dell'interesse archeologico - fotovoltaico 167
15.1.2 Verifica Preventiva dell'interesse archeologico - opere comuni 170
15.2 Impatti potenziali 173
15.2.1 Impianto fotovoltaico e opere comuni 173
16 Ambiente antropico 174
16.1 Stato di fatto 174
16.1.1 Aspetti demografici 174
16.1.2 Aspetti economici 175
16.2 Impatti potenziali 177
16.2.1 Impianto fotovoltaico 177
16.2.2 Opere comuni 180
17 IMPATTI CUMULATIVI FOTOVOLTAICO 182
17.1 Impatto cumulativo sulle visuali paesaggistiche 184
17.2 Impatto cumulativo sul patrimonio culturale ed identitario 188
17.3 Impatto cumulativo su biodiversità ed ecosistemi 189
17.4 Impatto cumulativo su salute e pubblica incolumità 194
17.5 Impatto cumulativo su suolo e sottosuolo 195
18 CONCLUSIONI 198
19 INDICE DELLE FIGURE 200
20 INDICE DELLE TABELLE 201

1 INTRODUZIONE

1.1 Inquadramento geografico e tipologico

Il presente documento costituisce Sintesi Non Tecnica dello Studio di Impatto Ambientale (SIA) redatto per il progetto denominato “Parco fotovoltaico di Villacidro zona produttiva”, proposto dalla società OPR SUN 8 S.r.l, e gli interventi, indicati da TERNA, necessari a connetterlo alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

Il progetto fotovoltaico è localizzato all’interno del Comune di Villacidro, in Provincia di Sud Sardegna (SU), presso un’area a destinazione industriale (“ZIR Villacidro”) a circa 3 km a Nord rispetto al centro abitato.

Si riportano in seguito un inquadramento territoriale del progetto e successivi dettagli su immagine satellitare.

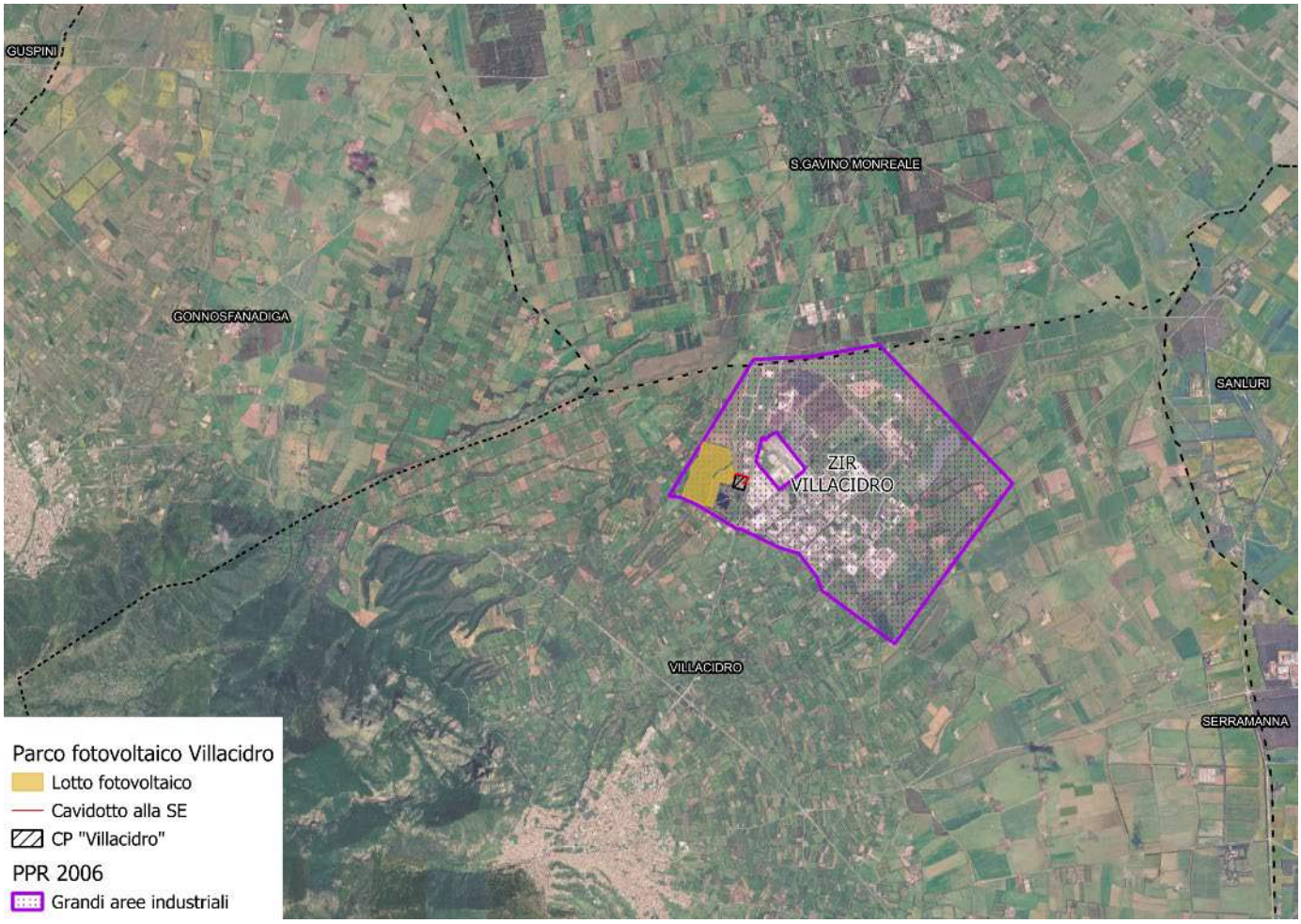

Figura 1 Inquadramento del lotto fotovoltaico

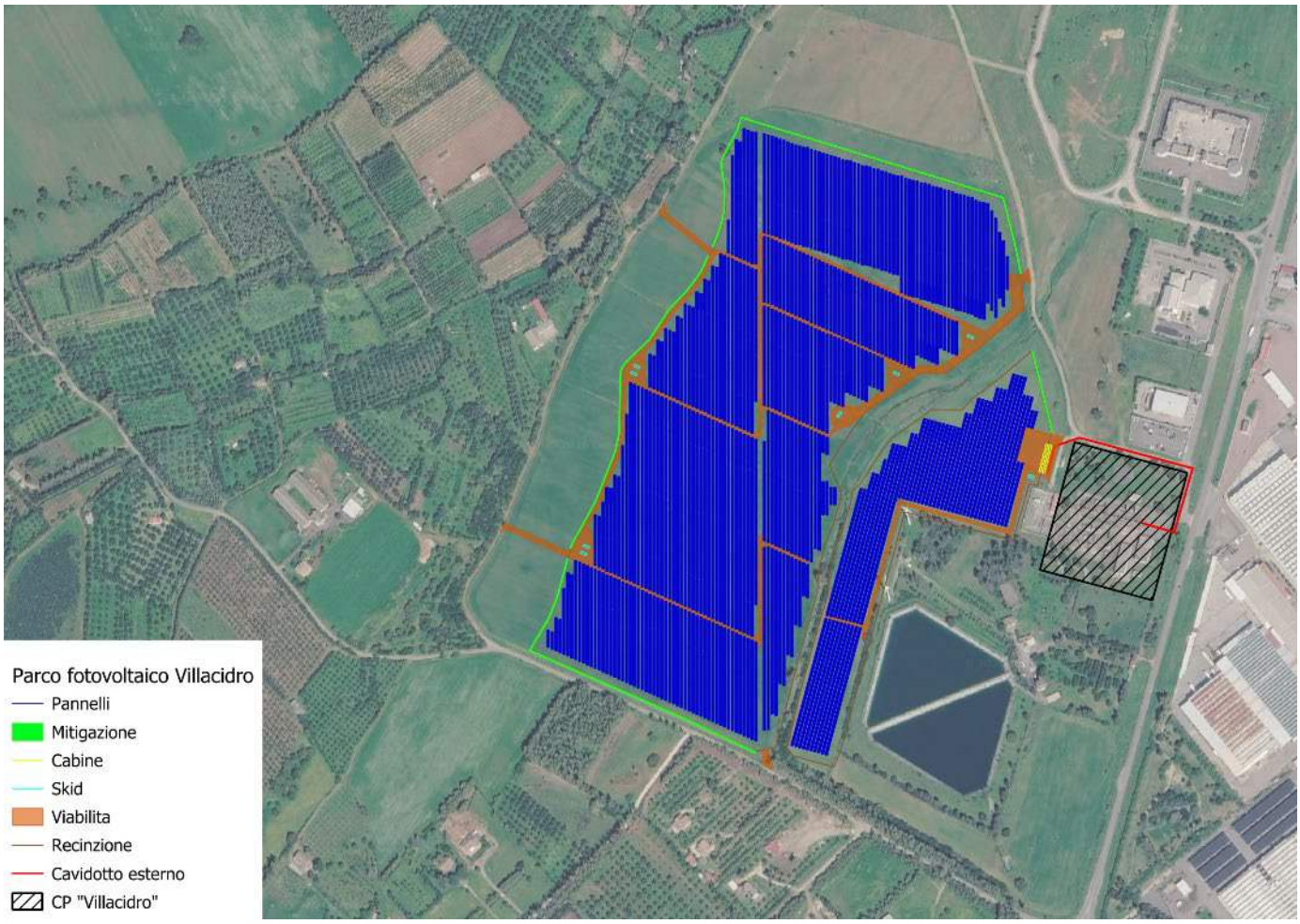

Figura 2 Dettaglio delle principali opere previste

Il terreno di interesse, nella disponibilità della società proponente, occupa un'area complessiva di circa 30 ha, ed è attualmente ad uso agricolo.

L'impianto fotovoltaico prevederà una potenza di picco complessiva pari a 24'838.24 kWp e sarà essenzialmente composto dai seguenti elementi:

- Strutture di sostegno ad inseguimento mono assiale ("tracker");
- Pannelli fotovoltaici;
- Inverter di stringa per la conversione CC/CA;
- Cabine di raccolta;
- Cabine di trasformazione (skid);
- Elementi ausiliari e complementari, quali recinzione perimetrale, sistema di sicurezza e sorveglianza, viabilità di accesso e strade di servizio.

Il perimetro dei lotti sarà dunque completamente recintato, e lungo buona parte di esso verrà realizzata una fascia alberata a scopo di mitigazione paesaggistica.
Tale fascia avrà estensione pari a circa 0.2 ettari e vedrà l'impiego di specie autoctone, quali ulivo o mirto.
Gli altri elementi saranno realizzati ad una distanza minima di 10 metri dalla recinzione, a scopo di fascia parafuoco.

L'impianto sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale mediante la realizzazione di un cavidotto interrato in media tensione (MT), che collega le 4 cabine di consegna alla contermine Cabina Primaria (CP) "Villacidro", ed il potenziamento della linea RTN attraverso i seguenti interventi, tutti facenti parte del medesimo procedimento autorizzativo:

- Potenziamento della CP Villacidro, con l'installazione di un nuovo trasformatore MT/AT ed il riassetto delle strutture interne,
- Realizzazione di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 220/150 kV della RTN, da inserire in entra-esce alla linea della RTN a 220 kV "Oristano –Sulcis" ed a cui collegare le linee della RTN a 150 kV "Guspini – Villacidro", "Pabillonis – Guspini" e la CP Guspini;
- Potenziamento/rifacimento della linea RTN a 150 kV nel tratto compreso tra la CP Villacidro e la nuova SE a 220/150 kV

I comuni coinvolti dal rinforzo del tratto di linea 150 kV "Villacidro – Guspini", tra la nuova SSE e la CP Villacidro, sono Guspini, Gonnosfanadiga, San Gavino Monreale e Villacidro, tutti e quattro facenti parte della Provincia del Sud Sardegna (SU). I restanti interventi riguarderanno il solo territorio comunale di Guspini.

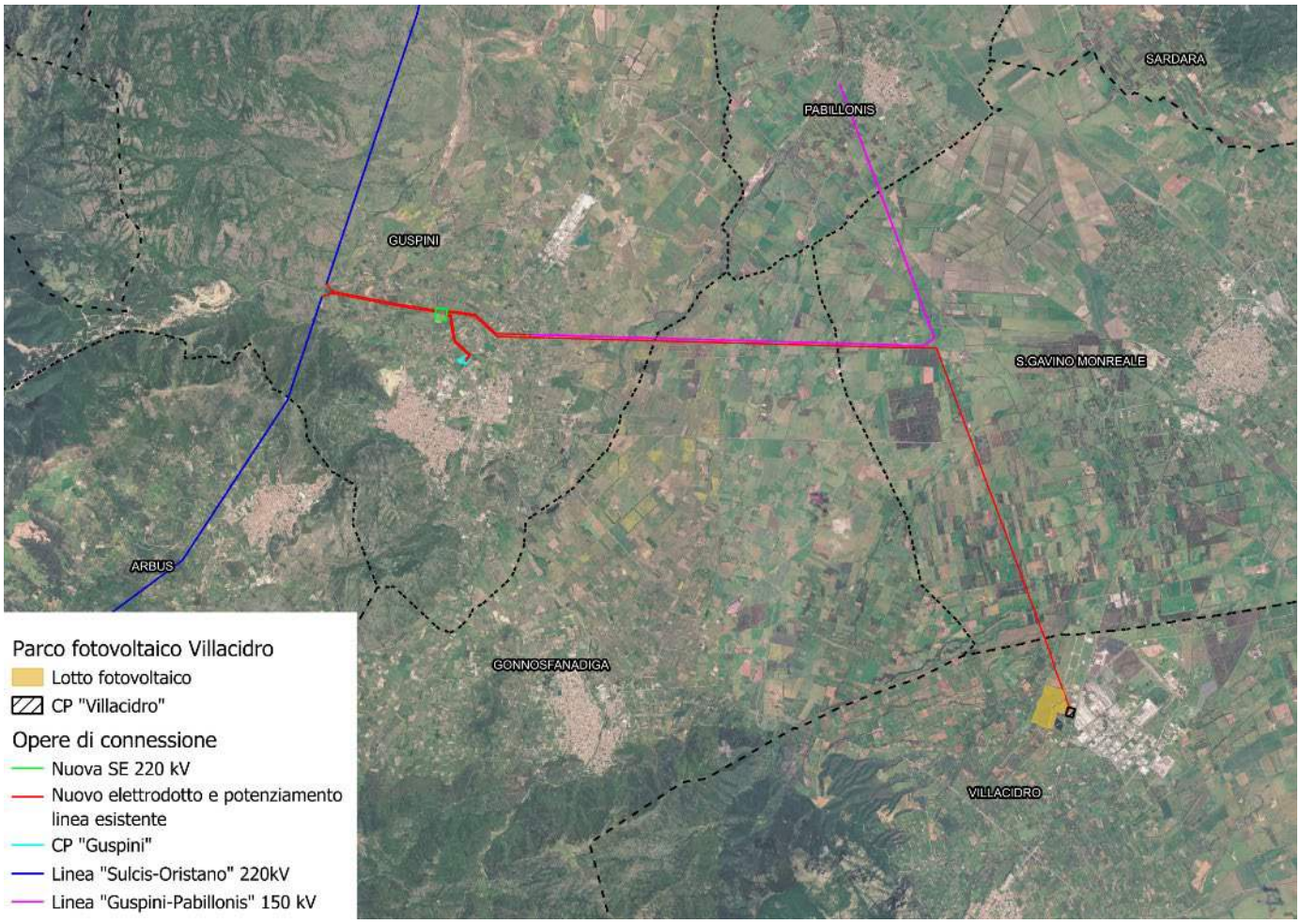

Figura 3 Inquadramento con opere di connessione

L'intervento di potenziamento della linea elettrica 150 kV "Villacidro – Guspini" prevede la sostituzione del conduttore esistente con un conduttore di diametro maggiore, che garantisca una maggior portata di corrente.

A causa degli sforzi maggiori a cui è sottoposto il nuovo conduttore, si rende necessaria la realizzazione di nuovi sostegni, i quali andranno anche spostati di alcuni metri rispetto a quelli esistenti al fine di rispettare le distanze di sicurezza previste da normativa.

In questo modo, il nuovo tracciato sarà mantenuto analogo a quello della linea esistente, ad eccezione del tratto finale che non arriverà più alla CP di Guspini, ma alla nuova SE di Guspini in progetto.

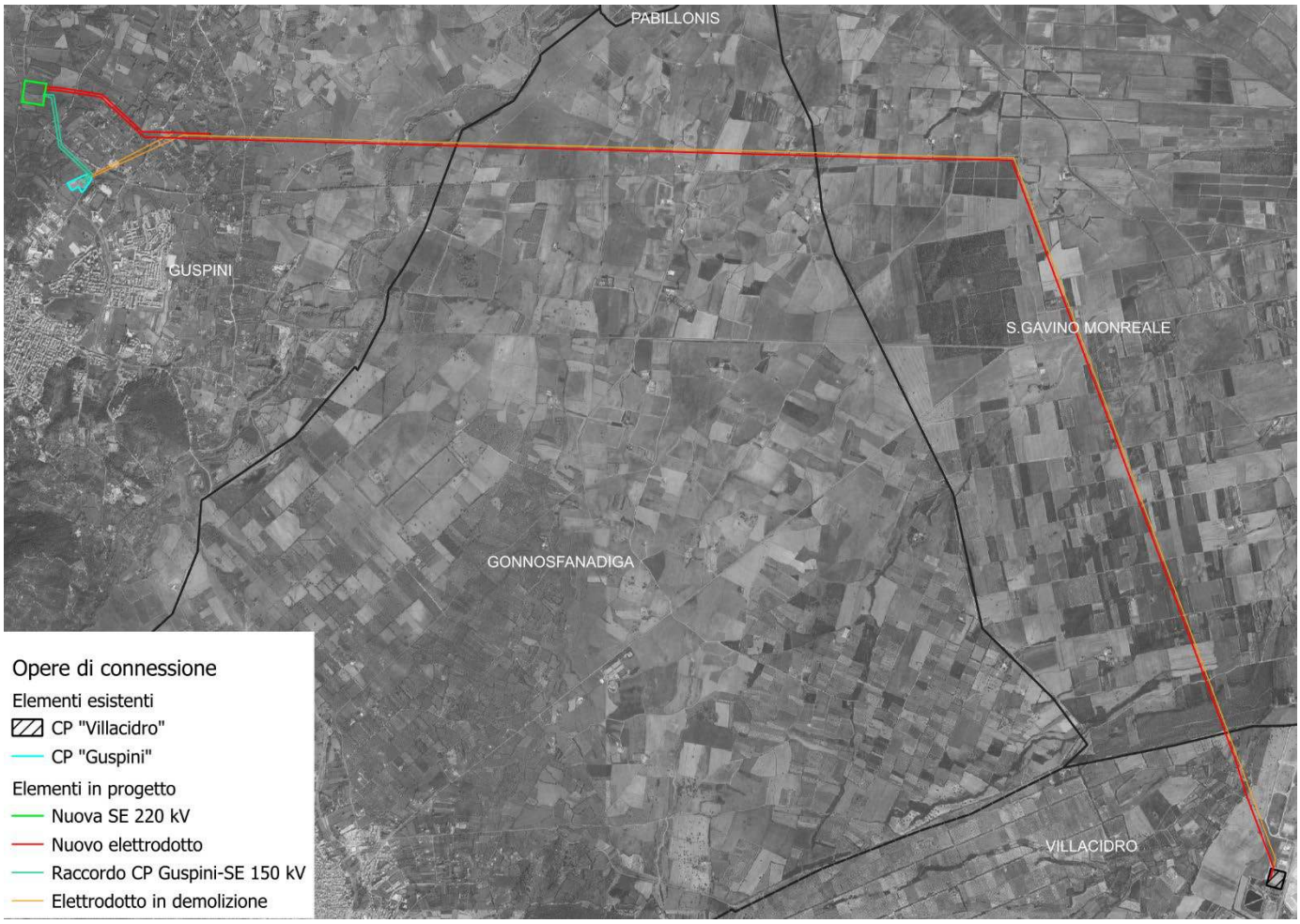

Figura 4 Inquadramento della linea aerea "Guspini-Villacidro" in ripotenziamento

Sarà modificato anche il tratto finale della linea 150 kV ST “Pabillonis-Guspini”. Anch’esso, come la linea “Villacidro-Guspini”, arriverà alla nuova SE in progetto e non più alla CP di Guspini.

Per il collegamento della SE saranno inoltre realizzati ex novo due raccordi a 150 kV ST, verso la CP di Guspini, e due raccordi a 220 kV ST, verso la linea 220 kV “Oristano-Sulcis”.

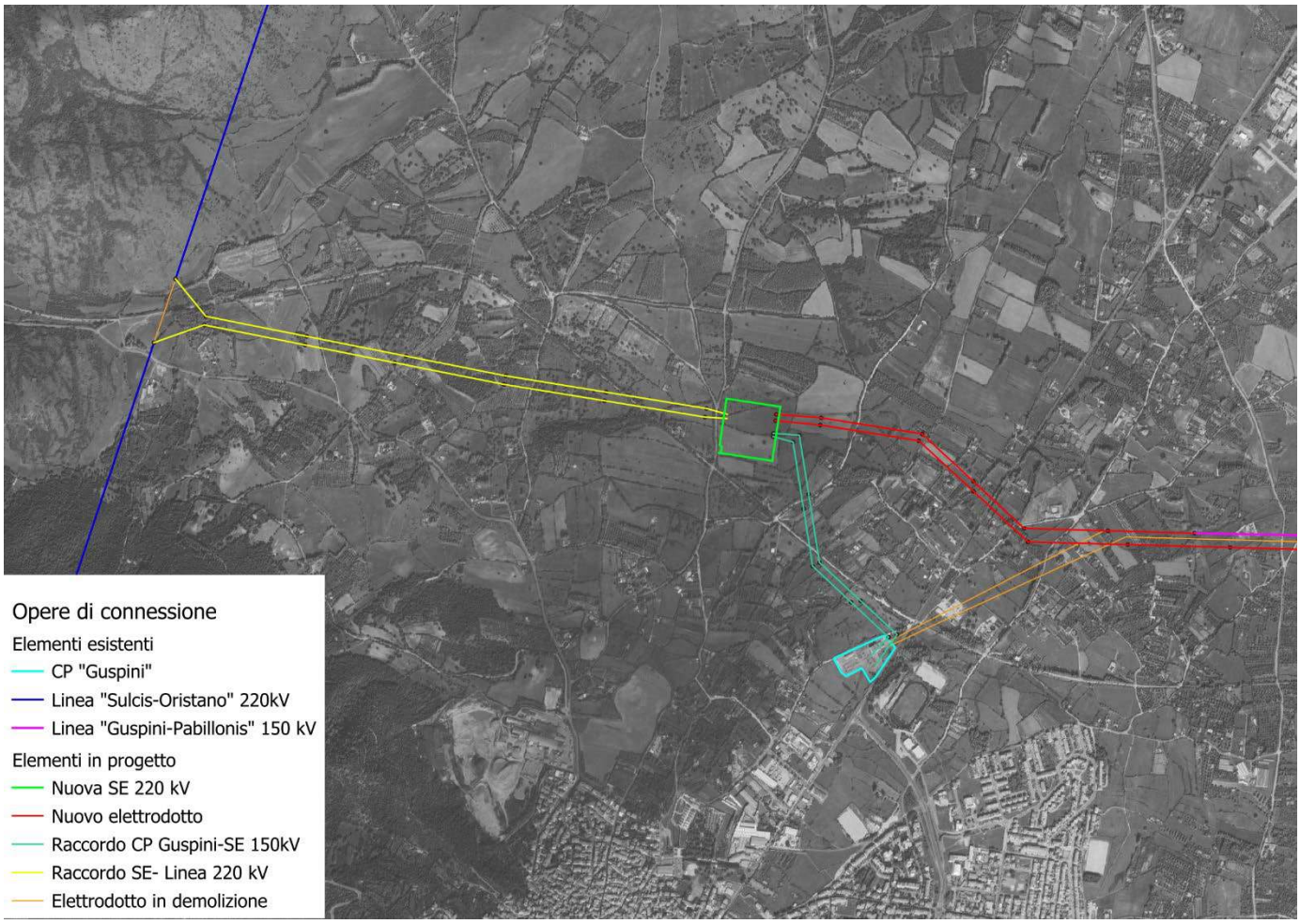

Figura 5 Dettaglio sulla nuova SE e sui raccordi aerei

2 VINCOLI ED ELEMENTI DI TUTELA CONSIDERATI

Nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale, vengono in via preliminare documentati gli elementi conoscitivi necessari alla descrizione dei rapporti e del grado di coerenza tra gli interventi in progetto e gli atti della pianificazione e programmazione territoriale e settoriale attuali e previsti.
Tali elementi costituiscono infatti i parametri di riferimento per la verifica del grado di coerenza degli interventi stessi con gli strumenti pianificatori, vigenti e in formazione, con le politiche di programmazione degli interventi sul territorio e per la verifica del rispetto dei vincoli ambientali a livello comunitario, nazionale e locale.

In virtù dell'analisi degli strumenti programmatici svolta all'interno del SIA, si ritiene che la soluzione tecnica prevista per il parco fotovoltaico "Villacidro" non riporti particolari criticità di tipo vincolistico e possa ragionevolmente intendersi inserita in un contesto favorevole alla sua autorizzazione.

Si è potuto constatare, in particolare, che la realizzazione del progetto:

1. <u>È coerente con le aree non idonee all'installazione di impianti FER definite dalla D.G.R. n. 59/90 del 27 novembre 2020</u>;

L'impianto fotovoltaico ricade entro il buffer di 500 metri dall'area industriale di Villacidro, facente parte della SIN Sulcis Iglesiente Guspinese.
L'impianto fotovoltaico è esterno alla fascia di rispetto di 150 metri dal corpo idrico "Riu Santa Maria Maddalena", ad eccezione delle strade di accesso e delle aree provvisorie di cantiere.
La linea di connessione alla Cabina Primaria di Villacidro sarà realizzata completamente interrata lungo viabilità esistente e non interessa vincoli di natura ostativa.

2. <u>È coerente con gli obiettivi e le prescrizioni del PPR</u>

Ad eccezione delle strade e delle aree di cantiere ricadenti nella citata fascia di rispetto, si è potuto verificare che il progetto fotovoltaico è esterno agli altri

elementi di vincolo degli assetti ambientale, storico-culturale ed insediativo definiti dal Piano. Le opere ricadono in terreni adibiti a colture erbacee specializzate e sono in linea con le prescrizioni e gli indirizzi per tale componente.
Anche le opere di potenziamento della RTN sono coerenti con le componenti ambientali interessate, e in particolare:

- non pregiudicano la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica (art. 23);
- non comportano l'eliminazione della vegetazione riparia (art. 26);
- rientrano tra le utilizzazioni diverse da quelle agricole, di cui sia dimostrata la rilevanza pubblica ed economica e sociale e l'impossibilità di localizzazione alternativa (art. 29);
- non aggravano le condizioni di degrado (art. 42);

3. <u>È coerente con le prescrizioni del PAI</u>

In riferimento alle perimetrazioni individuate dall'AdB della Sardegna a Dicembre 2023, l'impianto fotovoltaico è esterno all'area a pericolosità idraulica "Molto elevata" relativa al corpo idrico tutelato "Riu Santa Maria Maddalena", ad eccezione delle strade di ingresso e delle aree provvisorie di cantiere.
La nuova SE appare esterna alle aree a pericolosità idraulica, né ricade in zona soggetta a fenomeni franosi.
La linea elettrica aerea lungo il suo percorso interessa alcune aree a pericolosità idraulica "Molto elevata", relative ai corpi idrici "Riu Santa Maria Maddalena", Canale Spadula, Gora Perda Frau, Riu Trottu, Fiumini Bellu e Riu Melas.
Infine, il tratto terminale del raccordo tra la nuova SE e la Linea RTN 220 kV interessa una fascia a pericolosità idraulica molto elevata relativa al Rio Montevecchio-Sitzerri.
Tali interventi si ritengono compatibili ai sensi della disciplina d'uso definita dalle NTA e sulle base delle indagini specialistiche svolte.

4. <u>È coerente con le prescrizioni del PTA</u>

Dall'analisi delle cartografie del piano, il progetto ricade all'interno dell'acquifero "Del Campidano", dall'alta vulnerabilità intrinseca, ed in un bacino drenante che contribuisce all'inquinamento delle acque sensibili.
In ogni caso, le opere in progetto non andranno ad incidere in alcun modo sulle acque superficiali e sulla falda profonda, in quanto non comporteranno nuovi emungimenti dalla falda acquifera esistente, né emissioni di sostanze chimico-fisiche che possano provocare danni alla copertura superficiale, nè alle acque dolci profonde.

5. Non interferisce con le altre pianificazioni a livello regionale

Relativamente alle altre pianificazioni di settore considerate, il parco fotovoltaico risulta esterno:

- Alle aree boschive percorse dal fuoco perimetrate dal 2005 al 2025
- Alle aree soggette a vincolo idrogeologico
- Ai siti da sottoporre ad attività di bonifica, alle aree SIN e RIR
- Alle aree destinate ad attività estrattive e concessioni minerarie

La CP "Villacidro" ricade entro l'IND095 – "Area Industriale Villacidro", mentre uno dei nuovi raccordi aerei a 220kV di inserimento alla linea "Oristano-Sulcis" si sovrappone alla MIN025 – "Area vasta mineraria di Montevecchio Ponente".
Si rileva il passaggio dell'elettrodotto in potenziamento, seguendo il tracciato di quello esistente, su di una cava inattiva ed archiviata (la numero 392) nel territorio di Guspini, come anche perimetrata nel PPR.

6. È in linea con i piani urbanistici dei comuni interessati

Dalla consultazione del Piano Urbanistico Comunale vigente di Villacidro, si rileva come i terreni di interesse per il fotovoltaico ricadano in zona industriale D - "*Destinata all'insediamento di attività produttive di beni e servizi e ad attività commerciali*", ed in particolare nel comparto SG - "*Aree destinate ad infrastrutture secondarie di servizio generali*" ai sensi del vigente Piano Particolareggiato della Zona Industriale di Villacidro.

In tale comparto è consentita la realizzazione del progetto in quanto avente "*funzione, oltre che di supporto alla zona industriale, anche di interesse o servizio pubblico".*

La nuova SE ricade, ai sensi del PUC del Comune di Guspini, in sottozona agricola E3, compatibile con interventi di carattere tecnologico e produttivo.
I raccordi alla CP Guspini interessano marginalmente aree di tipo "E5/r - Aree di rispetto intorno all'abitato, già aree marginali per attività agricola nelle quali viene ravvisata l'esigenza di garantire condizioni adeguate di stabilità ambientale". La linea in progetto attraversa aree di tipo "Hf - di rispetto fluviale" ed alcune emergenze storiche e ambientali, per la valutazione delle quali sono state condotte apposite indagini specialistiche.

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO FOTOVOLTAICO

L'impianto in progetto è di tipo grid - connected e la modalità di connessione è in "Trifase in media tensione", con potenza complessiva pari a 24'045 kWp.
Il generatore fotovoltaico, in particolare, sarà costituito da:

- N. totale di pannelli FTV: 32'060 da 750 Wp;
- N. totale di stringhe: 1145
    - 288 tracker da 28 pannelli (=1 stringa)
    - 86 tracker da 14 pannelli (=0,5 stringhe)
    - 407 tracker da 56 pannelli (=2 stringhe)
- N. totale di inverter di campo: 72

3.1 Descrizione degli aspetti tecnologici

Si procede in seguito ad illustrare le principali caratteristiche degli elementi progettuali, in riferimento alla specifica "*Relazione Tecnica*" in allegato al progetto definitivo.

3.1.1 Tracker

I moduli fotovoltaici saranno disposti su strutture metalliche rotanti monoassiali dette "Tracker". Essi sono costituiti da travi metalliche (a sezione H o simili) direttamente infisse nel terreno (tramite macchine battipalo), che sorreggono una trave orizzontale, la quale, mediante un motore centrale, ruota – e con essa i pannelli FTV – da est verso ovest con angoli compresi tra ±60°.
Nel progetto in esame il pitch (la distanza tra le fila parallele di tracker, cioè l'interasse) è fissato a 4.5 m.
Le misure dei tracker, che saranno definite dal fornitore in fase esecutiva, sono le seguenti:

- travi di sostegno infisse ogni 6,65 m, poste in opera con semplice battitura ed infisse per una profondità di circa 2,5 m
- altezza asse orizzontale rispetto al suolo: 1,58 m
- altezza minima dei pannelli quando inclinati: 0,60 m
- altezza massima dei pannelli alla massima inclinazione: 2,68 m

- lunghezza dei tracker: 74,45 m per il tracker doppio da 56 moduli e 37,21 m per il tracker singolo da 28 moduli, con larghezza della vela pari a 2,38 m

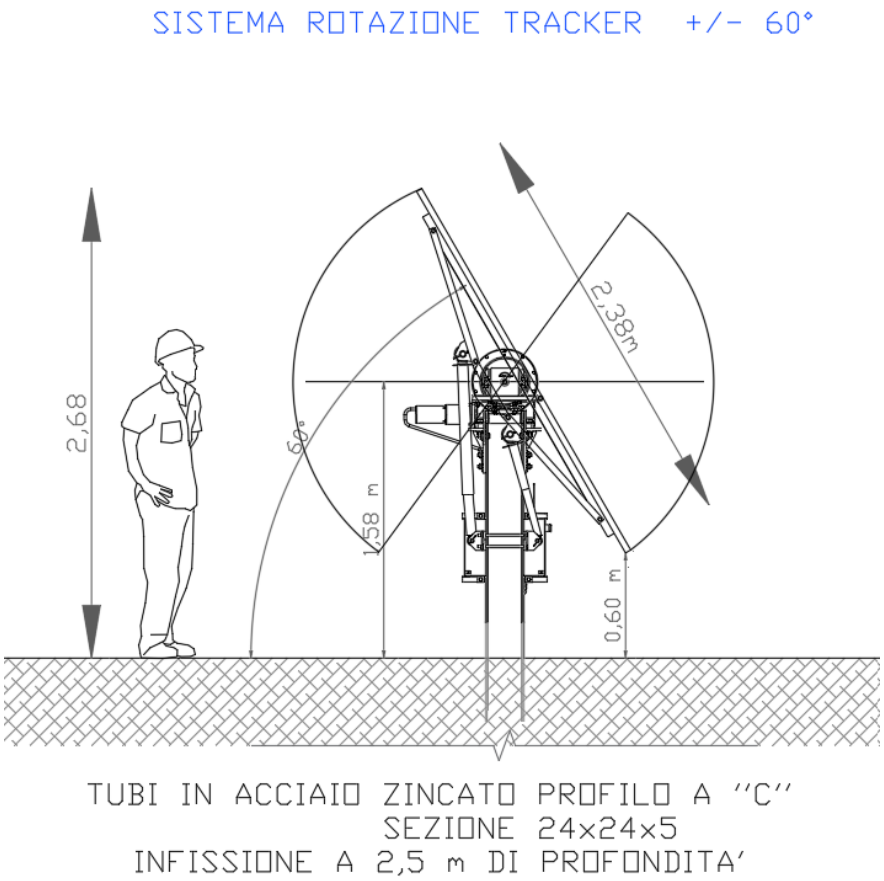

Figura 6 Layout laterale delle strutture in scala 1:20

I tracker scelti in questa fase della progettazione sono prodotti da SOLTIGUA SRL, ma variazioni di mercato potrebbero portare in fase esecutiva ad orientarsi su una scelta differente.

Considerando il pitch di 4.5 m e la larghezza del pannello di 2.384 m, come descritto al paragrafo successivo, si ottiene un Ground Cover Ratio (GCR) di impianto pari a:

$$GCR = 2.384/4.50 = 52\%$$

Figura 7 Esempio di fissaggio delle strutture di supporto

3.1.2 Moduli FTV

Saranno installati moduli fotovoltaici bifacciali con potenza nominale pari a 750 W e di dimensioni pari a 2384 x 1303 x 33 mm (W x H x D).

Ciascun modulo è accompagnato da un data – sheet e da una targhetta apposta sopra il modulo fotovoltaico. Tale targa riporta le caratteristiche principali del modulo stesso secondo la Norma CEI EN 50380 e dovrà durare nel tempo, per cui dovrà resistere alla foto e termo-degradazione cui sarà soggetta.

I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua.

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da 32'060 moduli, scelti tra le macchine tecnologicamente più avanzate presenti sul mercato, costruiti da Tongwei (modello di riferimento TNC 2.0 TWMNF-66HD, N-type half-cell

bifacciale). In sede di progettazione definitiva i prezzi di mercato più o meno favorevoli potranno orientare verso altre tipologie di pannelli.

3.1.3 Gruppo di conversione CC/CA

La conversione C.C./C.A. avverrà tramite l'installazione di 72 inverter di stringa, modello Sungrow SG350HX o similari, con funzionalità in grado di sostenere la tensione di rete e contribuire alla regolazione dei relativi parametri.

Gli inverter saranno dotati di un sistema di diagnostica interna, in grado di inibirne il funzionamento in caso di necessità, e di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC.

Figura 8 Inverter SG320HX

3.1.4 Cabine di trasformazione (Skid)

La conversione della potenza avverrà mediante strutture compatte containerizzate dette Skid, contenenti:

- quadri di parallelo cavi BT;
- trasformatore in olio;
- vasca di raccolta olio
- quadri di MT

L'impianto sarà dotato di 8 trasformatori in olio, uno di potenza nominale pari a 2600 kVA, uno di 3200 kVA e i restanti sei di 3000 kVA, alloggiati in apposite cabine containerizzate da 20" (o strutture simili, montate in loco, con identico ingombro). Tali cabine saranno dotate anche di quadri di MT, quadri di BT, quadri per gli ausiliari, piccolo trasformatore BT/BT per l'alimentazione degli ausiliari e sistemi di protezione.

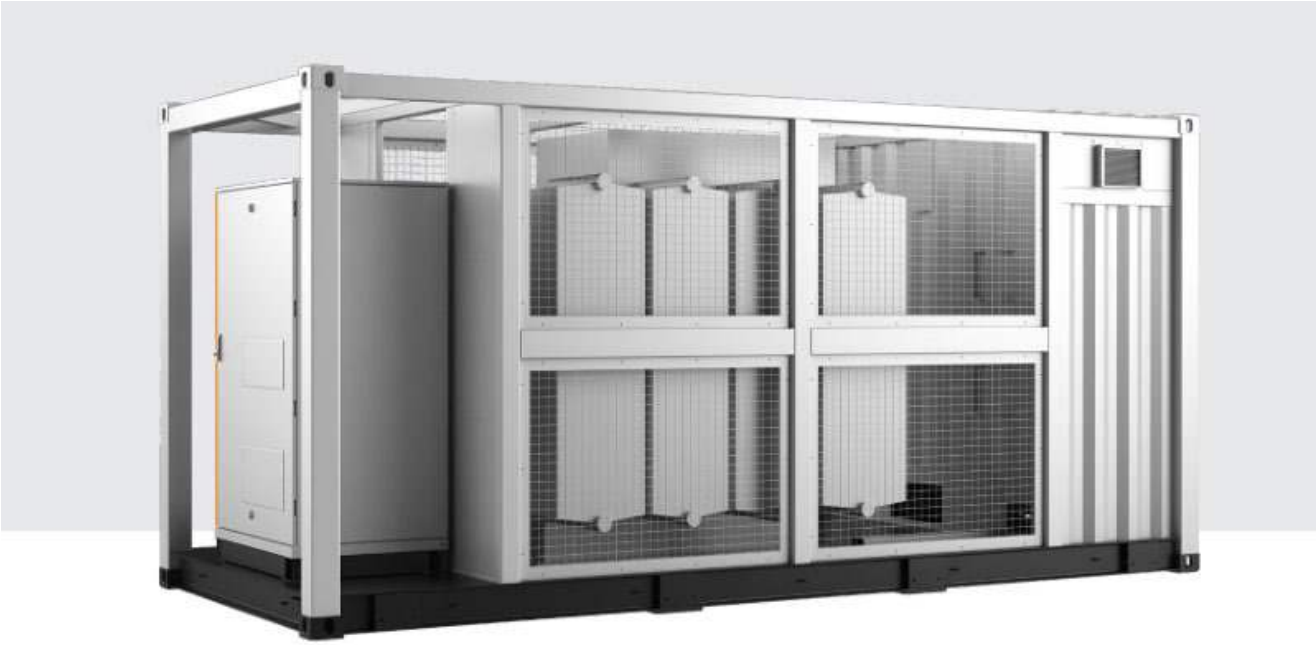

Figura 9 Tipologia di trasformatore utilizzabile

3.1.5 Connessione elettriche

I moduli fotovoltaici sono connessi in serie a formare, elettricamente, stringhe da 28, tramite cavi solari di sezione 6-10mmq, che saranno fissati direttamente alle strutture metalliche dei tracker con fascette.
Tali stringhe saranno poi collegate agli inverter di stringa, dislocati in modo uniforme lungo tutto il campo fotovoltaico.
Da ogni inverter partirà una terna di cavi AC di sezione adeguata (circa 240 mmq) verso il quadro di raccolta nello skid.
I cavi AC di connessione degli inverter allo skid saranno posati direttamente interrati a circa 50cm di profondità rispetto al piano campagna.
Gli skid, invece, saranno collegati fra loro e alla cabina di raccolta tramite cavi MT di adeguata sezione ad una profondità di almeno 70cm e interrati in tubo di DPE.
In particolare, si è scelto di prevedere l'utilizzo di cavi ARE4H5EX 12/20 kV.
Si veda la tavola "0042-PAUR03-D04-01-cavidotti", per una miglior comprensione dello schema dei collegamenti elettrici e la risoluzione particolare dell'interferenze interne dei cavidotti con la condotta idrica interrata e il corpo idrico da preservare.

3.1.6 Cabina Utente e di consegna

In prossimità dell'ingresso principale, saranno predisposte 4 cabine utente in cui saranno alloggiati:

- i quadri MT per la raccolta dell'energia prodotta, proveniente dai trasformatori di campo
- I quadri di BT per l'alimentazione degli ausiliari
- Lo SCADA di campo e i sistemi di controllo del sistema antiintrusione e di illuminazione

In prossimità di ogni cabina utente sarà disposta la rispettiva cabina di consegna, per un totale di 8 unità, tutte aventi ingombri esterni di 6,7x2,5 m. Tali cabine sono in c.a.v., prefabbricate e dotate di una vasca di fondazione e di passaggio cavi, da interrare in appoggio su una platea di sottofondazione in c.a. di circa 20cm. La vasca di fondazione ha un'altezza di circa 0,70 m. La copertura è costituita da un tetto a falda da montare in sito, composto da una struttura metallica inclinata e da un manto in coppo metallico.

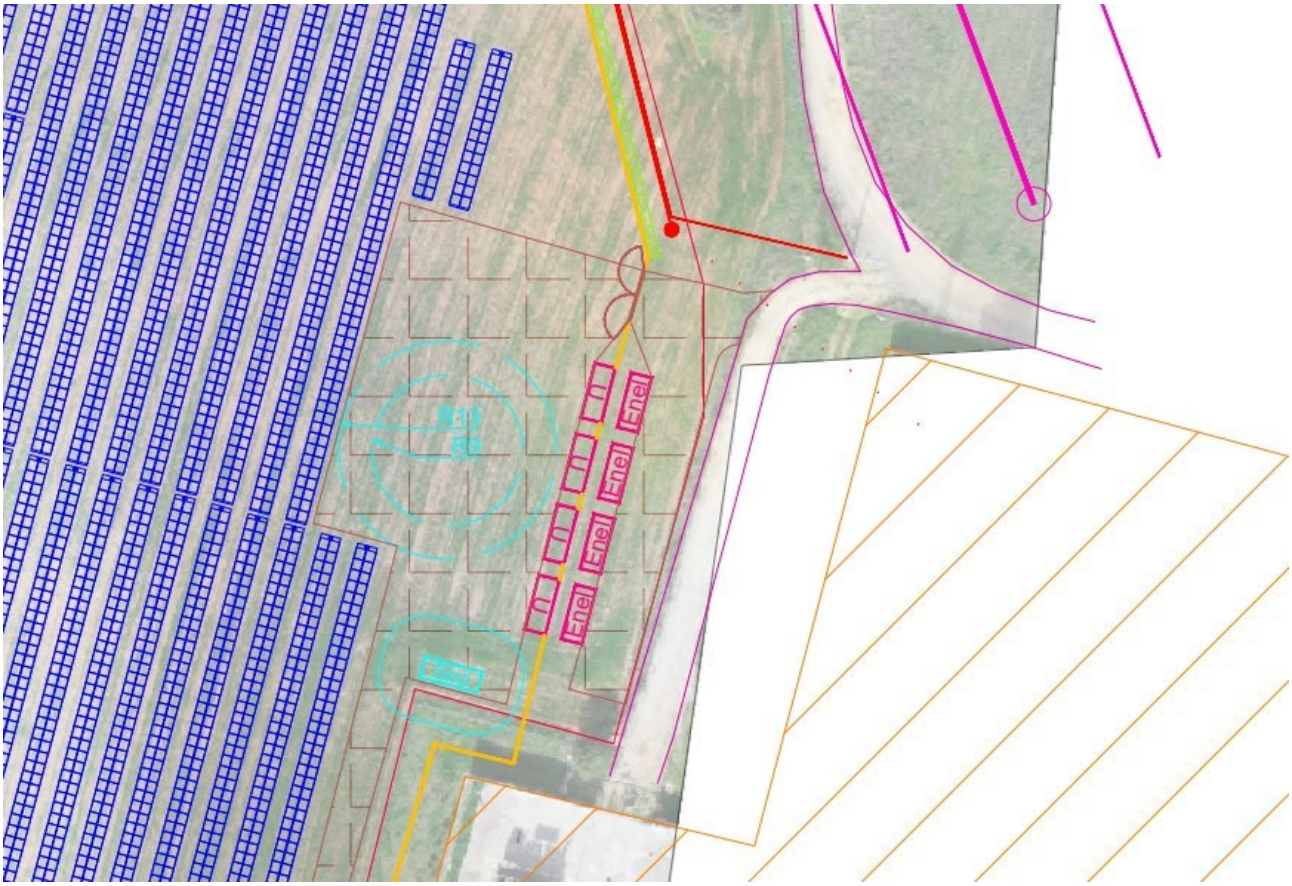

Figura 10 Dettaglio area di ingresso con cabine di consegna e utente

3.1.7 Sistema SCADA ed RTU e Telecontrollo

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni, verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM.

A tale scopo, nelle cabine di trasformazione sarà installata apparecchiatura elettronica di acquisizione, raccolta dati e telecomunicazioni facenti parte dell'architettura generale di detto sistema di supervisione.

L'architettura di questo sistema comprenderà anche i principali locali e dispositivi installati in campo. Il tutto in modo da avere una piattaforma unica, centralizzata e remotabile di acquisizione, raccolta, memorizzazione ed elaborazione dati. Mediante questa piattaforma ci sarà anche interoperatività da remoto con l'impianto fotovoltaico. Pertanto, il sistema potrà non solo acquisire i dati ma anche ricevere informazioni e comandi da trasferirsi in termini di operatività sull'impianto: apertura interruttori, impostazione parametri di controllo, etc. etc.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura;
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

A livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello le interfacce di comunicazione per i "bus di campo" saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc.

Per raggiungere questo obiettivo le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello.

Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva. I dati rilevati verranno salvati in appositi data base, e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato di apparati periferici di monitoraggio, che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza; tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari.

3.1.8 Opere civili e altri interventi minori

Per la costruzione dell'impianto fotovoltaico si prevedono le seguenti opere civili:

- *Realizzazione della viabilità interna perimetrale, per l'accesso agli skid con mezzi pesanti*
- *Posa della recinzione perimetrale in rete elettrosaldata, alta 2 m e fissata a pali zincati, infissi a terra tramite battipalo.*

La rete è rialzata da terra di 20cm per il passaggio della piccola fauna locale.

- Installazione di n. 5 cancelli in acciaio zincato, di dimensioni 6x2,5m;
- *Impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti.*
- *Sistema di TLC*

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio e di security saranno utilizzate prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non, per brevi distanze
- Cavi in fibra ottica, per grandi distanze
- *Sistema di sicurezza e antintrusione TVCC (Televisione a circuito chiuso)*
- *Impianti di illuminazione*

Ai fini di limitare al minimo l'inquinamento luminoso, si è preferito adottare sistemi di antintrusione con tecnologia infrarossi, con piccoli punti luce a LED

e dotati di sensori di movimento e interruttore temporizzato, fissati sulle cabine, al solo fine di agevolare l'accesso ad esse di un operatore durante il periodo notturno.

3.1.9 Calcolo della produzione fotovoltaica

Il calcolo della produzione fotovoltaica è stato realizzato in riferimento alla posizione geografica del sito utilizzando il software PVsyst, che permette di simulare la produzione di energia utilizzando dati meteo rielaborati su base statistica.
I dati meteorologici sono stati derivati da PVgis, che fornisce una banca dati utile per la progettazione di sistemi solari e per la simulazione energetica degli edifici per qualsiasi località del mondo.
Sono state realizzate tre simulazioni distinte, in quanto l'impianto è costituito da diverse porzioni con angoli di inclinazione dei tracker differenti e il software non permette di considerare queste diverse inclinazioni simultaneamente.
Tali simulazioni hanno permesso di stimare la producibilità fotovoltaica unitaria specifica, tenendo anche conto della tecnologia bifacciale impiegata.
Moltiplicando dunque la produzione di ogni pannello, emersa dall'analisi con PVsyst, per la potenza installata dell'impianto, è stata ottenuta l'energia prodotta annuale, come di seguito riportato.

Tabella 1 Risultati simulazione anno 1

Potenza installata [kWp]	24045
Produzione specifica [kWh/kWp/anno]	1781
Energia prodotta [MWh/anno]	**42815**

Tenendo infine conto delle perdite di rendimento per vetustà, si prevede una produzione media annua di circa 40'021 MWh, per un totale, nel corso della vita operativa dell'opera (30 anni), pari a circa 1'200'640 MWh.

3.2 Indicazioni di cantiere e di dismissione

3.2.1 Fase di realizzazione

La realizzazione dell'impianto sarà avviata immediatamente a valle dell'ottenimento dell'autorizzazione alla costruzione.
La fase di costruzione vera e propria avverrà successivamente alla predisposizione dell'ultima fase progettuale, consistente nella definizione della progettazione esecutiva che completerà i calcoli in base alle scelte di dettaglio dei singoli componenti.
In riferimento al "*Cronoprogramma dei lavori*", la sequenza delle operazioni sarà la seguente:

1. Progettazione esecutiva di dettaglio
2. Acquisto dei materiali e trasporto in sito
3. Costruzione delle opere civili
    - Preparazione ed approntamento delle aree di cantiere
    - Scavo trincee cavidotti
    - Installazione recinzione e cancelli
    - Finiture
4. Installazione dell'impianto
    - Equipaggiamento locali tecnici
    - Posa cavidotti e battitura dei pali di sostegno dei tracker
    - Installazione dei tracker
    - Installazione dei moduli FTV
    - Installazione impianto TVCC e di illuminazione
    - Installazione e connessione degli inverter
    - Commissioning e collaudi

L'impiego di più squadre in contemporanea in aree diverse dell'impianto, a seconda dell'estensione e del ritmo di avanzamento delle varie attività, permetterà di ottimizzare il tempo richiesto per completare l'opera, previsto in circa 370 giorni naturali e consecutivi, cioè circa 54 settimane.

Per quanto riguarda le modalità operative di costruzione, si farà riferimento alle scelte progettuali esecutive.
In fase di realizzazione, essendo quasi tutti materiali pre-assemblati, si avranno minimi scarti di cantiere, che saranno in ogni caso conferiti a discariche autorizzate secondo la normativa vigente, come si vedrà nel corso di questo Studio.
A regime, durante la produzione di energia elettrica, non si avrà alcun rifiuto.

3.2.2 Fase di esercizio e di dismissione

In generale, le operazioni di gestione delle componenti fisiche dell'impianto avverranno da remoto, mentre le attività di manutenzione, ordinaria e straordinaria, avranno carattere saltuario.

Nella fase di esercizio sono previste regolari ispezioni di controllo sullo stato dei singoli elementi (moduli, apparecchiature elettriche, sostegni, opere civili).
La manutenzione degli impianti elettrici ordinari e speciali, sia essa di tipo ordinaria che straordinaria, ha la finalità di mantenere costante nel tempo le loro prestazioni al fine di conseguire:

- le condizioni di base richieste negli elaborati progettuali;
- le prestazioni di base richieste quali illuminamento, automazione, ecc.;
- la massima efficienza delle apparecchiature;
- la loro corretta utilizzazione durante le loro vita utile.

Gli interventi di manutenzione ordinaria sono svolti in genere da un'unica squadra di operai con l'impiego di piccole attrezzature. La manutenzione straordinaria può richiedere mezzi di particolare importanza (scavi, ponteggi, mezzi di sollevamento). In fase esecutiva si valuterà l'utilizzo di personale interno o di imprese appaltatrici selezionate e qualificate.
Le opere in progetto sono tutte facilmente accessibili dalla viabilità ordinaria o dalle strade secondarie di campagna e di accesso ai fondi.

A conclusione della fase di esercizio, seguirà il “decommissioning”: l’impianto sarà interamente smantellato al termine della sua vita utile, e l’area sarà restituita come si presenta allo stato di fatto attuale.
Le varie parti dell’impianto verranno separate in base alla caratteristica del rifiuto/materia prima, in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi.
Questa operazione sarà a carico del Proponente, che provvederà a propria cura e spese, entro i tempi tecnici necessari, alla rimozione di tutte le parti dell’impianto.
In riferimento al “*Piano di dismissione e ripristino*”, in allegato al progetto definitivo, la dismissione dell’impianto prevede le seguenti categorie di operazioni:

- Approntamento area di cantiere
- Disconnessione dell’impianto dalla rete elettrica
- Rimozione moduli fotovoltaici
- Rimozione strutture di sostegno
- Rimozione rete di potenza
- Rimozione cabine e locali tecnici
- Smantellamento e rimozione opere civili
- Rimozione delle recinzioni e del sistema di illuminazione e controllo

Le varie componenti tecnologiche costituenti l’impianto sono progettate ai fini di un completo ripristino del terreno a fine ciclo.
Il numero complessivo dei mezzi che opereranno in sito e interesseranno la viabilità pubblica si stima, in via cautelativa, paragonabile a quello della fase di costruzione.

I materiali di rifiuto che non potranno essere né riciclati né riutilizzati, quali i conglomerati cementizi derivanti dalla demolizione delle opere civili, verranno trasportati e conferiti ad un vicino impianto autorizzato al trattamento e recupero degli stessi.

3.3 Analisi delle alternative

L'analisi delle alternative progettuali viene svolta al fine di confrontare l'impianto proposto con altre possibili soluzioni, sia in termini di producibilità che di potenziali impatti ambientali.
Si possono in generale riconoscere le seguenti categorie:

- **Alternative di localizzazione**: riguardano la scelta del luogo più adatto al posizionamento dell'impianto sulla base delle potenzialità dei terreni, della vincolistica esistente e dello stato di fatto;
- **Alternative di processo**: consistono nell'esame di differenti processi e materie prime da utilizzare;
- **Alternative di progetto:** riguardano la scelta della soluzione di progetto rispetto alle varie possibilità in termini di tecnologie e configurazioni adottabili in ambito fotovoltaico;
- **Alternativa zero**: consiste nella non realizzazione del progetto.

3.3.1 Alternative di localizzazione

Si precisa in primo luogo che il terreno ove è ubicato l'impianto fotovoltaico di progetto è nella disponibilità della società proponente, OPR SUN 8 s.r.l., in forza di un preliminare di acquisto sottoscritto con gli attuali proprietari.

Grazie all'analisi dei piani paesaggistici a livello regionale e locale, è stato possibile verificare come tale area sia esterna ad elementi di natura vincolistica cogenti quali, in particolare, siti di rilevanza naturalistica, culturale e idrogeologica.
Escluso il perimetro urbano, nel territorio comunale di Villacidro le alternative localizzative ragionevolmente perseguibili per un impianto della taglia in esame si riconducono a due casi:

- CASO A – ubicazione dell'impianto in area industriale/produttiva (soluzione di progetto);
- CASO B – ubicazione dell'impianto in area agricola.

La localizzazione in area industriale/produttiva è stata preferita in quanto:

- È coerente con gli strumenti urbanistici del Comune di Villacidro, con il PPR e con le "Linee guida per i paesaggi industriali in Sardegna", evitando il consumo di suolo agricolo;
- limita le nuove opere di raccordo grazie alla contiguità con la CP Villacidro e alla viabilità esistente;
- mantiene l'intervento in un ambito già antropizzato, a margine e non all'interno del paesaggio rurale consolidato;
- consente, attraverso le misure di mitigazione previste, di contenere le interferenze percettive verso le aree tutelate e il contesto agricolo circostante.

La localizzazione in area agricola risulterebbe invece incompatibile con la pianificazione vigente e più impattante proprio rispetto alle componenti paesaggistiche.

A fronte di queste considerazioni, non si sono rilevati terreni dalle condizioni simili nei paraggi tali da presentarsi come possibili e ragionevoli alternative al sito di progetto.

Si devono inoltre considerare i potenziali benefici economici derivante dall'opera in progetto per gli abitanti dei Comuni limitrofi, sia in termini di produzione di energia che di attività connesse all'impianto, quali le operazioni di gestione e di manutenzione ordinaria e straordinaria.

3.3.2 Alternative di processo

Tra le varie tecnologie di produzione di energia da fonte rinnovabile valutate, il fotovoltaico si è rivelata la più idonea in termini di caratteristiche del territorio.

In particolare, il principale fattore che ha indirizzato la scelta verso la tecnologia fotovoltaica è legato al valore di irraggiamento tipico della Sardegna, che nel Comune di Villacidro arriva ai 1600 kWh/m^2/anno in media.

Tale radiazione, nelle latitudini del centro e sud Italia, risulta inoltre uniformemente distribuita e non risente di limitazioni sito specifiche, a differenza di tecnologie quali in particolare l'eolico.
Non sempre le ore di vento, infatti, sono utili alla producibilità, che necessita di vento costante e non di raffiche.

Considerando poi la limitata estensione e la localizzazione del terreno, prossimo ad un'area industriale ed a strade provinciali e statali, si è tenuto conto dell'inserimento paesaggistico dell'opera.
A differenza dell'eolico, un impianto fotovoltaico presenta uno sviluppo orizzontale e non verticale, permettendo così di mitigare l'impatto visivo con semplici opere di schermatura a verde.

La scelta di procedere alla realizzazione dell'impianto si inserisce comunque in una importante fase di sviluppo delle FER, sostenuta dalle strategie internazionali, nazionali e regionali che mirano alla costruzione di un sistema energetico sostenibile sia da un punto di vista ambientale che economico.
Bisogna infatti tenere conto del fatto che le fonti fossili sono risorse non rinnovabili e spesso di importazione, il cui impatto ambientale non andrebbe dunque ridotto alle sole emissioni nocive all'utilizzo, ma valutato lungo tutta la filiera (estrazione, raffinazione, trasporto e smaltimento). Sotto questo punto di vista, l'azione dell'UE è stata mirata a spingere verso un'alternativa necessariamente di tipo rinnovabile, al fine di ridurre la dipendenza energetica dall'estero e le importazioni di combustibili fossili, per garantire un approvvigionamento energetico stabile ed a prezzi accessibili.

3.3.3 Alternative di progetto

La configurazione impiantistica in progetto, per cui si prevede l'utilizzo di moduli bifacciali singoli installati su inseguitori N-S, e disposti in file a 6 m di distanza le une dalle altre, è il risultato di un'analisi delle diverse tipologie di pannelli fotovoltaici e di supporti disponibili sul mercato, condotta al fine di individuare la soluzione più adatta al caso in esame.

La dimensione e la tecnologia scelte per l'impianto rispondono infatti al duplice obiettivo di massimizzare la produzione di energia rinnovabile e minimizzare l'occupazione di territorio.

Per quanto riguarda i moduli fotovoltaici, verrà utilizzata la tipologia "bifacciale", che presenta il vantaggio di generare energia da entrambi i lati della cella fotovoltaica.
La tecnologia bifacciale, considerando le migliori prestazioni unitamente al costo sempre più vicino a quello dei pannelli standard, grazie all'innovazione tecnologica, risulta dunque più conveniente anche in termini di tempi di rientro dall'investimento iniziale.

La stima del contributo del retro del modulo, colpito dalla radiazione riflessa dal terreno e dall'atmosfera, non è però di semplice valutazione, essendo estremamente variabile in dipendenza dalla radiazione diretta che arriva al suolo e dall'albedo dello stesso. Dalla letteratura tecnica a riguardo si riscontra un aumento di produzione compreso nel range 5% - 20% della produzione della componente "Front".
L'albedo in particolare risulta estremamente variabile, anche a parità di superficie. Ad esempio, per erba secca assume un valore tipico di 0,20, mentre per l'erba fresca aumenta a circa 0,26. Nel caso analizzato, nel periodo di maggior produzione si può ragionevolmente assumere un valore di albedo pari a 0,20.
L'applicazione di questo coefficiente di albedo comporta, per impianti fotovoltaici mono assiali, un incremento di produzione del 10%.
Cautelativamente, per la stima della produttività come in paragrafo 3.1.9, si è fatto riferimento ad un incremento dato dalla facciata "back" dei moduli fotovoltaici del 5%.

Numerose sono le tipologie di sostegni ai moduli fotovoltaici esistenti in commercio.
Negli impianti fotovoltaici tradizionali i pannelli vengono posizionati su di un sostegno fisso, con orientamento a sud ed una inclinazione tra i 29° (Sud

Italia) e i 35° (Nord Italia), in modo da massimizzare l'irradiazione solare sul modulo. Tale tipologia è la più semplice ed economica, sia in termini di installazione, che di funzionamento e manutenzione.
Tuttavia, tra i vari sistemi sul mercato, è quello con la minore producibilità attesa: il rendimento del pannello, infatti, è massimo quando i raggi del sole insistono su di esso perpendicolarmente.
Al fine di mantenere più a lungo l'angolo di incidenza ideale e, di conseguenza, di massimizzare l'efficienza del modulo, sono stati dunque sviluppati gli inseguitori solari (tracker), strutture mobili che permettono di orientare costantemente il pannello verso il sole.

Gli inseguitori possono essere classificati in base a:

- Grado di libertà: se permettono un movimento lungo un asse (monoassiali) o due assi (biassiali)
- Meccanismo di orientamento: se attivi (dotati di motore elettrico) o passivi (che si muovono grazie a fenomeni fisici autonomi, quali ad esempio la dilatazione termica di un gas)
- Tipologia di comando per orientamento attivo: se di tipo analogico (tramite sensori che individuano la posizione del sole) o digitale (tramite microprocessori che elaborano i dati astronomici)

In particolare, gli inseguitori monoassiali sono più costosi rispetto alle strutture fisse, sia in termini di installazione che di manutenzione, ma garantiscono un aumento della generazione di corrente elettrica compreso tra il 10% ed il 30%.

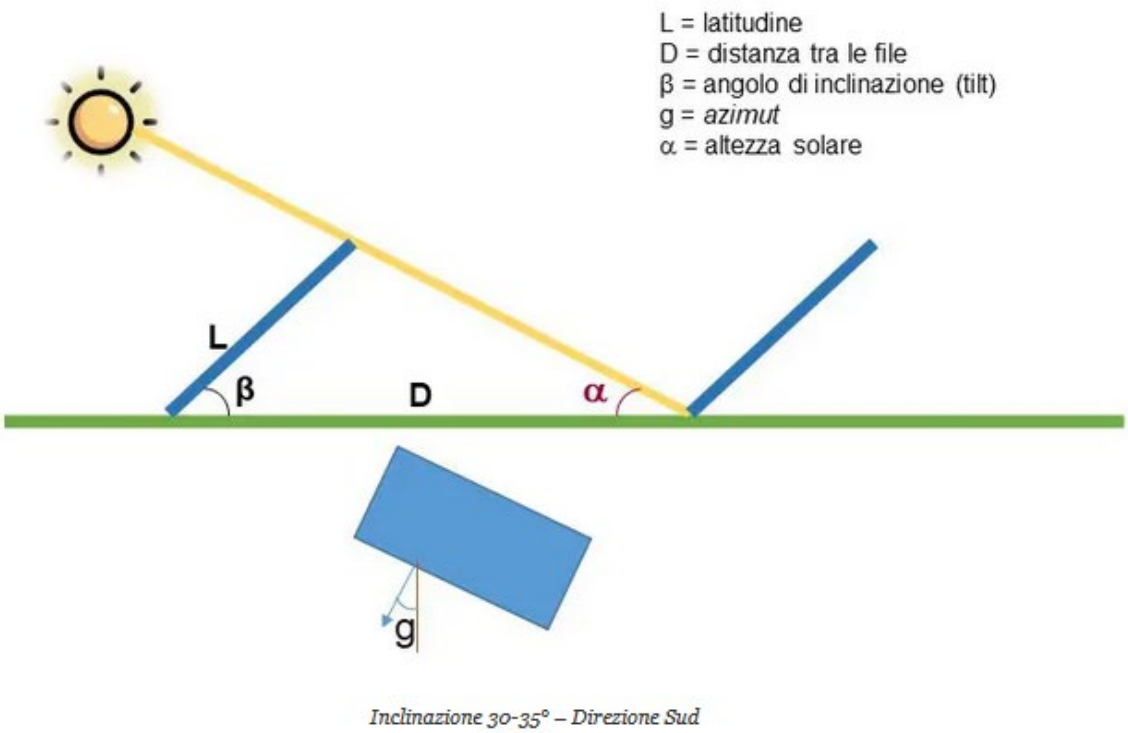

Figura 11 Schema degli angoli di inclinazione dei pannelli

Tra le tipologie disponibili in commercio si sono considerati:

- *inseguitori di tilt*

Ruotano intorno all'asse orizzontale (E-O), andando cioè ad agire sull'angolo di inclinazione rispetto al suolo ("tilt"), al fine di inseguire l'altezza del sole nel cielo. L'angolo di tilt ottimale dipende in generale dalla latitudine e dal periodo dell'anno. Sono i più semplici e meno costosi sul mercato, e garantiscono un aumento del rendimento rispetto al sistema fisso di circa il 10%

- *inseguitori di azimut*

Ruotano intorno all'asse verticale, perpendicolare rispetto al terreno, di modo da seguire il movimento del sole in direzione E-O, ma senza variare l'inclinazione del pannello rispetto al suolo. Più adatti per spazi ampi al fine di evitare l'ombreggiatura, offrono un incremento nel rendimento rispetto al sistema fisso nell'ordine del 20-25%.

- *inseguitori di rollio*

Ruotano, tramite dei servomeccanismi, lungo un asse N-S parallelo al suolo, di modo da seguire il percorso quotidiano del sole nel cielo. Per evitare un'eccessiva ombreggiatura, questa tipologia di inseguitori agisce solo nelle ore centrali del giorno, invertendo il movimento della struttura all'alba ed al tramonto. Adatti alle basse latitudini, in quanto il percorso del sole è più ampio, offrono un rendimento maggiore del 15% rispetto al sistema fisso

- *inseguitori ad asse polare*

Ruotano, tramite dei servomeccanismi, lungo un asse N-S parallelo all'asse di rotazione terrestre, al fine di massimizzare l'inclinazione ortogonale dei moduli rispetto ai raggi solari. Sono la tipologia più efficiente, presentando un rendimento superiore del 30% rispetto al sistema fisso, ma anche più delicata, in particolare all'azione del vento.

Le soluzioni biassiali valutate sono le tipologie più comuni, ovvero gli inseguitori *azimut-elevazione* e quelli *tilt-rollio*, che si differenziano a seconda dell'orientazione. Grazie ai due gradi di libertà e ad un sistema di controllo più sofisticato, tale tipologia permette di raggiungere rendimenti maggiorati anche del 40% rispetto ad un sistema fisso. Tuttavia, i costi di installazione e di manutenzione delle strutture li rende più adatti per piccoli impianti residenziali, a differenza di grandi parchi fotovoltaici come quello in progetto.

La scelta progettuale, sulla base della posizione geografica e dei costi, è dunque ricaduta su una tipologia di inseguitori di "rollio", monoassiali ad asse orizzontale N-S.
L'alternativa tecnologica all'impianto su tracker monoassiali è la realizzazione di un impianto standard, a strutture fisse. In tal caso, per eguagliare la produzione occorrerebbe ampliare l'estensione del campo fotovoltaico, con un incremento del consumo di suolo e l'infissione di un maggior numero di strutture di supporto.

La soluzione a inseguitori monoassiali risulta pertanto preferibile in quanto, a parità di produzione energetica:

- consente una minore estensione dell'impianto, quindi un minore consumo di suolo e un impatto paesaggistico più contenuto;
- comporta una minore produzione di rifiuti in fase di costruzione e di dismissione (visto il minor numero di moduli, strutture e cavi necessari);
- grazie alla mobilità delle strutture, evita l'ombreggiamento permanente della stessa porzione di suolo, a beneficio della reversibilità dell'intervento e dei successivi utilizzi post-dismissione.

3.3.4 Alternativa zero

L'alternativa "0" rappresenta la mancata realizzazione del progetto in esame ed il mantenimento della coltivazione cerealicola estensiva attualmente effettuata nell'area.

Chiaramente, in tal caso lo stato di fatto rimarrebbe inalterato, e non sarebbe richiesto l'investimento di risorse economiche nella realizzazione e nel mantenimento di opere ed impianti, né si presenterebbero potenziali impatti ambientali e sociali di sorta.

La scelta dell'alternativa zero è stata tuttavia scartata dal proponente.

4 DESCRIZIONE DELLE OPERE COMUNI DI CONNESSIONE

4.1 Descrizione degli interventi previsti

Gli interventi previsti in progetto sono i seguenti:

- nuova Stazione Elettrica di interconnessione tra la rete RTN a 220kV e la rete RTN a 150kV;
- raccordi aerei a 220kV per inserire in entra-esce la nuova SE nella linea a 220kV "Oristano-Sulcis";
- raccordi aerei 150kV per la connessione della linea "Guspini-Pabillonis" alla nuova SE 220/150 kV;
- 2 nuovi elettrodotti aerei in semplice terna a 150 kV di tipo unificato per connettere in antenna la CP Guspini alla nuova SE;
- Demolizione e ripotenziamento del tratto di linea aerea a 150 kV "Villacidro-Guspini" nel tratto compreso tra la nuova SE e la CP di Villacidro;
- raccordo aereo 150 kV per la connessione della "Guspini-Villacidro" alla nuova SE 220/150 kV;
- sostituzione di un breve tratto aereo della linea a 70 kV "CP Guspini – CP San Gavino Monreale", in prossimità della CP Guspini, con un tratto in cavo contenuto interamente all'interno della CP Guspini, per razionalizzare il nodo della CP Villacidro;
- ampliamento e riconfigurazione della CP Villacidro.

La progettazione di tutti gli elementi è stata svolta avendo sempre come priorità gli obiettivi di tutela dell'ambiente, della salute umana e della salvaguardia delle risorse naturali.
Questi devono poter dialogare con le necessità connesse alla pianificazione della produzione e distribuzione dell'energia elettrica nell'ambito territoriale per giungere al giusto punto di unione.
In particolare, la progettazione dell'intero intervento è stata eseguita pensando di ridurre al minimo la lunghezza dei tratti di nuovi elettrodotti da realizzare.

I sostegni nuovi saranno messi in posizione tale da ridurre al minimo gli inconvenienti dovuti alla loro presenza (per esempio si è cercato di posizionarli in prossimità dei confini dei fondi).

L'orografia del territorio è pressoché pianeggiante, fatta eccezione per qualche tratto dei nuovi raccordi 220 kV che si trovano in territori sub/pianeggianti in quanto posti su un'area a ridosso dei rilievi montuosi. Mentre i raccordi 220 kV e il rinforzo della Villacidro-Guspini sono tracciati abbastanza lineari, i nuovi raccordi a 150 kV presentano tracciati con più deviazioni in quanto nella progettazione si è dovuto tener conto del rispetto dei vincoli imposti dal DPCM del 08/07/2003 per la protezione dall'esposizione dei campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti. Poiché questi raccordi sono posti a nord del centro abitato di Guspini, in aree relativamente abitate, per rispettare tali vincoli dalle abitazioni si è dovuto adottare percorsi meno rettilinei di quelli citati in precedenza.

Tutti i sostegni della linea "Villacidro-Guspini" dovranno essere demoliti e sostituiti con nuovi sostegni aventi prestazioni meccaniche migliori e altezze tali da rispettare le distanze di sicurezza previste da normativa.

Per i nuovi raccordi 150 kV E 220 kV i sostegni saranno tutti realizzati ex novo.

4.1.1 Localizzazione ed interferenze

Le aree coinvolte dal ripotenziamento della linea "Villacidro-Guspini" sono le medesime di quelle occupate dall'esistente elettrodotto, in particolare sarà utilizzato un tracciato parallelo.

Il progetto di ripotenziamento prevede l'installazione di un nuovo conduttore, di diametro maggiore a quello esistente, che consenta una maggior portata di corrente. Tale intervento comporta però la sostituzione di tutti i sostegni che non sono in grado di resistere alle nuove sollecitazioni indotte dal nuovo conduttore. Inoltre l'installazione del nuovo conduttore, che è più pesante di quello esistente, ha delle frecce maggiori di quello esistente e non consente quindi di rispettare le distanze di sicurezza imposte da normativa. I nuovi sostegni che saranno installati saranno posti su un tracciato parallelo a quello esistente posto circa 10 m più a sud.

Figura 12 Configurazione finale dell'intervento

L'elettrodotto "Villacidro - Guspini" parte dalla CP di Villacidro, posta nel comune di Villacidro, a nord di esso, nella località produttiva del comune. È posta lungo la Strada Provinciale 61, ad ovest di essa. L'elettrodotto continua poi verso nord-ovest, in modo rettilineo, senza deviazioni, per circa 6,5 km. L'elettrodotto arriva quindi in comune di San Gavino Monreale, ad Ovest di esso, e circa 1,5km più a nord della Strada Statale 197 devia verso Ovest in direzione Guspini. Anche in questo tratto l'elettrodotto continua in modo rettilineo, quasi parallelamente al tracciato dell'ex ferrovia Montevecchio Sciria-San Gavino Monreale. A quasi 0,5 km prima della strada Statale 126 l'elettrodotto devia verso Sud-Ovest in direzione della CP di Guspini. Quest'ultimo tratto di linea sarà demolito e dall'attuale punto di deviazione partirà un nuovo tratto di elettrodotto che arriverà alla nuova SE di Guspini.

Parallelamente a quest'ultimo nuovo tratto sarà realizzato il nuovo tratto di linea che inizierà anch'esso dal punto di deviazione della linea "Guspini – Pabillonis" e arriverà alla nuova SE di Guspini.

La nuova SE di Guspini sarà posta in un'area lungo il tracciato dell'ex ferrovia Montevecchio Sciria-San Gavino Monreale, a nord di essa in un'area a destinazione agricola. La nuova stazione sarà posta a circa 800m dalla SS126 e vi si accederà imboccando il tracciato dell'ex ferrovia, che dovrà essere adeguato e asfaltato, proprio dalla SS126.

I nuovi raccordi a 150 kV che collegheranno la CP di Guspini alla nuova SE di Guspini avranno una lunghezza di circa 800m. Partono appunto dalla CP di Guspini, seguono un andamento nord/ovest, attraversano il tracciato dell'ex ferrovia per poi arrivare alla nuova SE.

I due nuovi elettrodotti 220 kV necessari per inserire in entra-esce la nuova SE alla linea esistente 220 kV "Oristano-Sulcis" seguono un andamento est/ovest. Corrono paralleli tra di loro, attraversano il tracciato dell'ex ferrovia e si innestano sulla linea "Oristano-Sulcis" in un'area compresa tra la Strada Provinciale 66 e il tracciato dell'ex ferrovia.

4.1.2 Nuova Stazione Elettrica di Guspini

La nuova stazione sarà formata da due reparti in AT, uno a 220 kV e uno a 150 kV, interconnessi con due autotrasformatori da 250 o 400 MVA.
Lo schema unifilare della nuova stazione è riportato nell'elaborato "B.62 - Schema Unifilare", mentre il layout di stazione è riportato nell'elaborato: "B.50 - Planimetria opere elettromeccaniche stazione elettrica".
Saranno inoltre presenti all'interno della SE:

- l'edificio comandi;
- l'edificio servizi ausiliari;
- le cabine di consegna in MT;
- i chioschi di stazione;
- le vasche per i sistemi antincendio;
- le vasche di trattamento delle acque e di recupero dell'olio degli auto-trasformatori;
- un sistema di generazione autonomo (gruppo elettrogeno)

La migliore disposizione dei reparti e degli edifici di stazione permette di comprimere ed ottimizzare quanto più possibile le dimensioni ma prevede comunque l'occupazione di un'area rettangolare di circa 34'000 m².
Trattasi di un'area a destinazione agricola a nord del tracciato dell'ex ferrovia mineraria "Montevecchio Sciria-San Gavino Monreale".
Per consentire il normale accesso alla Stazione e il trasporto delle diverse apparecchiature, tra cui gli autotrasformatori, si renderà necessario adeguare l'esistente tracciato dell'ex ferrovia per renderlo percorribile dai mezzi.
Il tratto di tracciato da adeguare è compreso tra la SS126 e la strada asfaltata, laterale della SP66, posta a circa 850m a ovest, e dovrà essere sistemato, allargato in alcuni punti e asfaltato.

4.1.3 Raccordi aerei 220 kV SE – Linea "Oristano-Sulcis"

Per inserire in entra-esce la nuova SE alla linea a 220kv "Oristano-Sulcis" saranno realizzati 2 nuovi raccordi aerei 220 Kv, mediante due linee elettriche a 220 kV in Semplice Terna, parallele tra loro.
Verranno a questo scopo impiegati tralicci unificati Terna della serie 220 Kv Semplice Terna, di tipo troncopiramidali e dotati di tre mensole, alle quali saranno collegati i conduttori e un cimino modificato, adatto ad ospitare 2 funi di guardia.
I conduttori di questi due elettrodotti saranno del tipo ACSR di diametro Ø 33.99mm. Le funi di guardia saranno in Alluminio-Acciaio di diametro 11,5 mm contenente 48 fibre ottiche.
Le fondazioni dei sostegni saranno del tipo superficiale a piedini separati.

4.1.4 Raccordo aereo 150 kV SE – Linea "Guspini-Pabillonis"

Per la connessione della linea 150 kV "Guspini-Pabillonis" alla nuova SE sarà realizzato nuovo raccordo aereo 150kV in Semplice Terna.
Saranno utilizzati tralicci unificati Terna della serie 150 kV Semplice Terna conduttore 31,5 mm a tiro pieno, anch'essi di tipo troncopiramidali e dotati di tre mensole, alle quali saranno collegati i conduttori e un cimino al quale sarà collegata la fune di guardia.
I conduttori saranno del tipo ZTAL di diametro Ø22,75 m.
La fune di guardia sarà in Alluminio - Acciaio di diametro 11,5 mm contenente 48 fibre ottiche.
Le fondazioni dei sostegni saranno del tipo superficiale a piedini separati.
Tale intervento, per quanto di competenza del presente progetto, è da considerarsi limitato ai primi 5 sostegni a partire dalla futura SE di Terna.

4.1.5 Raccordo aereo 150 kV Linea "Villacidro-Guspini" - SE

Il nuovo raccordo aereo 150 kV tra la nuova SE e la linea 150Kv "Villacidro-Guspini" sarà realizzato in Semplice Terna.

Saranno utilizzati tralicci unificati Terna della serie 150 Kv Semplice Terna conduttore 31,5 mm a tiro pieno, anch'essi di tipo troncopiramidali e dotati di tre mensole, alle quali saranno collegati i conduttori e un cimino al quale sarà collegata la fune di guardia.
I conduttori saranno del tipo ACSR di diametro Ø31,5mm.
La fune di guardia sarà in Alluminio-Acciaio di diametro 11,5 mm contenente 48 fibre ottiche.
Le fondazioni dei sostegni saranno del tipo superficiale a piedini separati.

4.1.6 Nuovi elettrodotti aerei a 150 kV "CP Guspini" - SE

I 2 nuovi elettrodotti aerei 150 Kv saranno realizzati mediante due linee elettriche a 150 kV, parallele tra loro, in Semplice Terna.
Saranno realizzati utilizzando tralicci unificati Terna della serie 150 Kv Semplice Terna conduttore 31,5 mm a tiro pieno.
I tralicci saranno del tipo troncopiramidali, dotati di tre mensole alle quali saranno collegati i conduttori e un cimino al quale sarà collegata la fune di guardia.
I conduttori saranno del tipo ACSR di diametro Ø31,5 mm.
La fune di guardia sarà in Alluminio-Acciaio di diametro 11,5 mm contenente 48 fibre ottiche.
Le fondazioni dei sostegni saranno del tipo superficiale a piedini separati.

4.1.7 Ripotenziamento linea aerea 150 kV "Villacidro-Guspini"

Il ripotenziamento dell'elettrodotto aereo 150 kV Villacidro-Guspini nel tratto compreso tra la nuova SE e la "CP Villacidro" prevede la sostituzione dell'esistente conduttore di diametro 22,8 mm con nuovo conduttore ACSR di diametro Ø 31.5 mm, in grado di trasportare una maggiore intensità di corrente rispetto a quello esistente.
I nuovi sostegni saranno installati su un nuovo tracciato, parallelo a quello esistente e posto circa 10 m più a sud, e saranno tralicci unificati Terna della serie 150 Kv Semplice Terna conduttore 31,5 mm a tiro pieno.

I tralicci saranno del tipo troncopiramidali, dotati di tre mensole alle quali saranno collegati i conduttori e un cimino al quale sarà collegata la fune di guardia. La geometria sarà dunque simile a quella dei sostegni esistenti.

4.1.8 Sostituzione tratto aereo con tratto in cavo dell'elettrodotto a 70 kV "CP Guspini – CP San Gavino Monreale"

Saranno sostituite le prime due campate aeree dell'elettrodotto a 70 kV "CP Guspini – CP San Gavino Monreale" con un nuovo tratto di elettrodotto in cavo che si svilupperà completamente all'interno della recinzione dell'attuale CP di Guspini, di proprietà di e-distribuzione.
Sarà pertanto realizzato un nuovo sostegno portaterminali all'interno della CP di Guspini e dei nuovi terminali cavo nello stallo di partenza dell'elettrodotto.
Contestualmente verranno demolite le prime due campate aeree, sostituite dal cavo, e relativi sostegni.

4.1.9 Potenziamento CP Villacidro

Gli interventi in progetto inerenti alla cabina primaria MT/AT esistente, da realizzarsi al fine di permettere la connessione dei nuovi impianti fotovoltaici, riguarderanno:

1. Realizzazione di linea interrata su percorso asfaltato di lunghezza L1 = 800 m;
2. Realizzazione di linea interrata su percorso sterrato di lunghezza L2 = 485 m;
3. Fornitura e posa di container prefabbricato DY 770 ad U;
4. Montaggi elettromeccanici con scomparti di arrivo e consegna;
5. Fornitura e posa in opera di fibra ottica in percorso interrato L = L1+L1=1285 m;
6. Realizzazione delle opere civili per stallo trasformatore MT/AT da 40 MVA;
7. Fornitura e osa in opera dello stallo trasformatore MT/AT da 40 MVA;

8. Realizzazione delle opere civili per bobina di Petersen;
9. Fornitura e posa in opera di bobina di Petersen;
10. demolizione di 2 campate AT e relative apparecchiature
11. recupero e posa cavetterie stalli AT esistenti
12. spostamento quadro BT locale protezioni
13. potenziamento di sistema di sbarre MT del QMT fabbricato 1
14. recupero e/o posa di 1520 m di cavo MT da 630 mm^2
15. opere civili di riconfigurazione vie cavi MT e BT

4.2 Fase di cantiere ed altre indicazioni

Le tipologie di opere in progetto (stazione elettrica ed elettrodotti aerei) richiedono due differenti cantierizzazioni, per adattare la logistica ai diversi scopi ed attrezzature.
L'insieme del "cantiere di lavoro" sarà di conseguenza composto da un'area centrale (o cantiere base), in corrispondenza della nuova SE, e da più aree di intervento (micro-cantiere), localizzate in corrispondenza dei singoli sostegni a servizio degli elettrodotti aerei.

4.2.1 Realizzazione della SE

Il cantiere base è quello a cui si riferisce l'indirizzo del cantiere e dove vengono gestite tutte le attività tecnico-amministrative, i servizi logistici del personale, i depositi per il materiale e le attrezzature, nonché il parcheggio dei veicoli e dei mezzi d'opera.
Per i lavori oggetto di relazione il campo base coincide con il cantiere della stazione elettrica. Data la posizione non baricentrica del campo base, potrà comunque essere prevista la realizzazione di un'area intermedia adibita a supporto del campo base, la quale replicherà parte dei servizi come per esempio lo stoccaggio dei materiali.
L'area intermedia sarà individuata in una delle aree già occupate dai micro-cantieri per ridurre il traffico veicolare di spostamento.

Il cantiere della stazione elettrica farà altresì da appoggio ai lavori di riqualificazione della viabilità di accesso della nuova sotto stazione: lo sviluppo massimo di circa 900 metri e la posizione a ridosso della stazione evidenzia l'opportunità di far coincidere le aree di cantiere, rimandando solo per brevi periodi ad un cantiere lineare lungo il tracciato.

L'area individuata ha le seguenti caratteristiche

- destinazione d'uso agricola
- di forma regolare
- accessibilità da strade asfaltate di adeguata sezione per il transito di autocarri
- area pianeggiante o comunque leggermente acclive, priva di vegetazione e priva di vincoli
- lontananza da possibili recettori sensibili (abitazioni, scuole, ecc.).

Tabella 2 Fasi di cantiere per la SE

FASE	DESCRIZIONE
Apertura ed organizzazione del cantiere	Approntamento del cantiere, controllo documentazione di progetto e verifica del sito e del perimetro, verifica degli adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto
Realizzazione delle fondazioni dei vari apparati e della pavimentazione su una porzione dell'area di cantiere. e montaggio degli stessi	In questa fase verranno realizzate le fondazioni e pavimentazione su una porzione dell'area di cantiere. Verranno installati parte degli apparati.
Spostamento della logistica interna di cantiere dalla porzione non pavimentata alla porzione pavimentata. Realizzazione delle fondazioni dei vari apparati e della pavimentazione sulla porzione rimanente dell'area di cantiere.	In questa fase verranno realizzate le fondazioni e la pavimentazione sulla porzione rimanente dell'area di cantiere. Verranno installati parte degli apparati.
Realizzazione delle opere civili e dei manufatti.	Realizzazione di fabbricati, cabine, manufatti in genere e cavidotti di stazione.
Collegamento della linea	Mediante l'utilizzo dell'argano e, in caso di bisogno, dell'elicottero si teserà la parte terminale della linea.
Chiusura cantiere	Ritiro dei materiali dislocati nelle aree di cantiere, controllo della documentazione di progetto, verifica degli adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto

4.2.2 Realizzazione della linea aerea

Le aree di intervento dislocate lungo il tracciato si dividono in:

- micro cantiere: è l'area di lavoro che interessa direttamente il sostegno, o attività su di esso svolte.

La costruzione di ogni singolo sostegno prende avvio con l'allestimento dei cosiddetti "micro-cantieri", le cui attività comprendono le operazioni di scavo, montaggio base, getto delle fondazioni, rinterro, e montaggio del sostegno. Mediamente interessano un'area circostante delle dimensioni di circa 30x30 m, sono immuni da ogni emissione dannosa e generalmente hanno una breve durata.

- area di linea: è l'area interessata dalle attività di tesatura, di recupero dei conduttori esistenti ed attività complementari.

Tra le attività complementari, ad esempio, vi sono la realizzazione di opere temporanee a protezione delle interferenze, la realizzazione delle vie d'accesso alle diverse aree di lavoro, il taglio delle piante, ecc.

Si evidenzia che le aree di linea possono, in alcuni casi, coincidere con le aree di micro - cantiere.

Tabella 3 Fasi di cantiere per le linee aeree

FASE	DESCRIZIONE
Apertura ed organizzazione del cantiere	Approntamento del cantiere, controllo documentazione di progetto e verifica del tracciato, verifica degli adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto
Realizzazione fondazioni e montaggio sostegni	In questa fase verranno realizzate le fondazioni. I sostegni verranno premontati nelle aree di cantiere ed ubicati nei micro cantieri dove si procederà all'assemblamento
Tesatura della linea	Mediante l'utilizzo dell'argano e dell'elicottero si teserà la linea. Per la realizzazione di questa fase si predispone una opportuna area di cantiere
Chiusura cantiere	Ritiro dei materiali dislocati nelle aree di cantiere, controllo della documentazione di progetto, verifica degli adempimenti previsti dalla specifica tecnica di appalto

4.2.3 Tempistiche

La fase di cantierizzazione sarà avviata immediatamente a valle dell'ottenimento dell'autorizzazione alla costruzione.
In riferimento al cronoprogramma dei lavori, riportato in seguito, le prime lavorazioni in progetto riguarderanno la SE "Guspini", con l'allestimento delle aree di servizio, la realizzazione della nuova viabilità di accesso e delle opere civili.
Solo in un secondo momento è prevista la costruzione dei nuovi elettrodotti e la riqualificazione di quelli esistenti, che procederà in contemporanea alla realizzazione delle opere elettromeccaniche previste nella nuova SE.
In questo modo sarà possibile ottimizzare il tempo richiesto per completare l'opera, previsto in circa 560 giorni naturali e consecutivi (circa 80 settimane).

4.2.4 Fase di esercizio e di dismissione

In generale le operazioni di conduzione e manutenzione degli elettrodotti e della stazione elettrica hanno il carattere della saltuarietà.
Nella fase di esercizio sono previste regolari ispezioni di controllo sullo stato dei singoli sostegni e lungo il percorso dei conduttori. Le opere in progetto sono tutte facilmente accessibili dalla viabilità ordinaria o dalle strade secondarie di campagna e di accesso ai fondi.
Gli interventi di manutenzione ordinaria (sostituzione lavaggio isolatori, sostituzione di sfere e/o distanziatori ecc.) sono svolte in genere da un'unica squadra di operai con l'impiego di piccole attrezzature.
Gli interventi più importanti di manutenzione straordinaria (sostituzione conduttori, tralicci ecc.) hanno un impatto similare a quello dei micro-cantieri.

La stazione elettrica, l'elettrodotto e la Cabina Primaria saranno governati e monitorati in remoto dal Centro Operativo Terna di riferimento. In caso di malfunzionamenti e/o guasti sono previste protezioni che metteranno immediatamente fuori servizio la linea.

Si evidenzia altresì che la rete elettrica è dotata di strumenti di sicurezza che, in caso di avaria grave (interruzione di cavi) dispongono l'immediato sezionamento del tratto danneggiato, arrestando il flusso di energia.
Vi è inoltre ridondanza nei dispositivi posti a protezione delle linee, al fine di garantire l'interruzione della corrente anche nel caso di mancato funzionamento di quelli del tratto interessato da un danno. In tale evenienza infatti scatterebbero quelli delle linee ad essi collegate.
Sono quindi da escludere rischi derivanti da eventi causati dalla corrente per effetto del malfunzionamento e/o danneggiamento delle opere (ad esempio: incendi causati dal crollo di un sostegno).

Ai fini dell'ammortamento finanziario la durata delle opere in progetto viene usualmente fissata in 40 anni.
Con le dovute manutenzioni e accorgimenti la vita dell'elettrodotto, e di concerto della stazione elettrica, risulta certamente superiore a quanto previsto dal piano finanziario.
Nel momento in cui le opere giungeranno comunque alla fine del loro ciclo di vita, sarà possibile un completo ripristino dei luoghi.
Gli elettrodotti e la stazione interessano solo lo strato superficiale del suolo e la loro rimozione non causa impatti irreversibili sulle aree impegnate.
I disagi maggiori per l'ambiente, sempre di entità limitata, possono correlarsi alle attività di cantiere necessarie per gli smantellamenti. Questi sono legati prevalentemente all'occupazione temporanea di suolo dovuta ai cantieri e alle emissioni atmosferiche e acustiche del traffico veicolare e dei mezzi d'opera.
La maggior parte dei materiali, quali i conduttori, l'acciaio dei tralicci metallici, il calcestruzzo delle fondazioni… potrà essere riciclata ed utilizzata per la realizzazione di altre opere.

5 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI AMBIENTALI

Nell'ambito dello Studio di Impatto Ambientale, il Quadro di riferimento Ambientale fornisce gli elementi conoscitivi sulle caratteristiche dello stato di fatto delle varie componenti ambientali nell'area interessata dall'intervento, sugli impatti che quest'ultimo può generare su di esse e sugli interventi di mitigazione necessari per contenere tali impatti.

Le informazioni utili a valutare lo stato di fatto (*ante operam*) e lo stato di progetto (*post operam*) per ogni componente ambientale, ove non derivanti da relazioni specialistiche appositamente redatte ed allegate al progetto definitivo, sono state ottenute sia tramite ripetuti sopralluoghi nell'area di interesse che attraverso la consultazione della letteratura specializzata.

5.1 Valutazione degli impatti

L'impatto del progetto nelle fasi di cantiere e di esercizio verrà analizzato in riferimento alle componenti ambientali definite nell'allegato I del DPCM 27 dicembre 1988:

a) Atmosfera: caratterizzazione meteoclimatica e qualità dell'aria;
b) Suolo e sottosuolo: aspetti geomorfologici ed uso del suolo;
c) Ambiente idrico: acque superficiali ed acque sotterranee;
d) Biodiversità: formazioni vegetali ed associazioni animali, con particolare attenzione alle emergenze più significative, alle specie protette e gli equilibri naturali;
e) Rumore, vibrazioni ed f) Elettromagnetismo: agenti fisici considerati in rapporto all'ambiente sia naturale che umano;
g) Paesaggio e h) Beni culturali: aspetti morfologici e culturali del paesaggio, identità delle comunità umane interessate e relativi beni storici ed architettonici;

Per ogni componente verrà in primo luogo definito lo stato di fatto, al fine di fornire un inquadramento ambientale nel quale le opere in progetto si andranno ad inserire.

Verranno poi identificati, a seconda degli elementi progettuali e delle azioni ad essi connesse, i fattori che potrebbero essere fonte di perturbazione per le diverse componenti ambientali analizzate.
Per ogni fattore sarà dunque determinato il relativo impatto potenziale, attraverso un set di criteri che ne permetterà la quantificazione.

Il risultato di questa metodologia consisterà in una matrice a doppio ingresso, nella quale le fasi di progetto ed i relativi elementi (fotovoltaico ed opere connesse) vengono incrociati con le componenti ambientali ed i relativi fattori di perturbazione.

5.1.1 Fasi ed elementi di progetto indagati

Al fine di definire con maggior precisione i potenziali impatti del progetto, sono state considerate separatamente le seguenti fasi progettuali:

- Fase di cantiere: include tutte le attività per la realizzazione dell'impianto e delle relative opere di connessione alla rete nazionale;
- Fase di esercizio: include le operazioni e le attività legate all'esercizio dell'impianto fotovoltaico per tutta la sua vita utile, pari a 30 anni;

Ogni fase di progetto è composta da azioni capaci di indurre potenziali perturbazioni, più o meno impattanti, sulle componenti ambientali investigate.
Riprendendo quanto espresso nel Quadro Progettuale, in generale, le azioni previste dalla fase di cantiere per l'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

- Allestimento dell'area di cantiere;
- Interventi di adeguamento delle aree e della viabilità di accesso all'area di impianto;
- Realizzazione delle piste di servizio, delle trincee per i cavidotti e delle fondazioni per le opere civili;
- Installazione dei moduli FTV e delle componenti elettriche.

Le azioni previste per il potenziamento della linea elettrica saranno invece:

- Apertura ed organizzazione del cantiere
- Realizzazione delle fondazioni degli apparati elettrici e dei sostegni dei tralicci;
- Realizzazione delle opere civili e montaggio sostegni;
- Collegamento e tesatura della linea;

Le azioni previste dalla fase di esercizio sono invece:

- controllo delle componenti fisiche, da remoto;
- manutenzione (ordinaria e straordinaria) dell'impianto e delle opere elettriche.

Data la diversa natura delle opere da realizzare, si è inoltre scelto di valutare separatamente gli impatti legati alla realizzazione ed esercizio:

- dei pannelli fotovoltaici, comprensivi dei sostegni;
- delle opere connesse, quali in particolare:
    - connessioni interne, comprensive di inverter, skid, cabine utente e di consegna;
    - cavidotto di connessione alla Cabina Primaria;
    - piazzole e piste, temporanee e permanenti.
- delle opere comuni, comprensive di:
    - nuova SE Guspini
    - nuovi raccordi aerei per l'inserimento della SE
    - demolizione e ripotenziamento tratto linea aerea "Villacidro-Guspini"
    - interventi minori di riconfigurazione ed adeguamento della CP "Villacidro" e della CP "Guspini"

Per i dettagli dei quali si rimanda al precedente Quadro Progettuale.

5.1.2 Identificazione dei fattori di perturbazione

Si riportano in seguito i fattori indagati, scelti tra quelli che, per opere del genere, possono tipicamente produrre impatti sulle componenti ambientali, influenzandone lo stato di fatto in modo negativo o positivo.

Tabella 4 Componenti ambientali e fattori di perturbazione indagati

COMPONENTI AMBIENTALI	FATTORI DI PERTURBAZIONE
ATMOSFERA	Sollevamenti di polveri
	Diffusione di gas inquinanti
SUOLO E SOTTOSUOLO	Modifiche geomorfologiche
	Occupazione di suolo
AMBIENTE IDRICO	Modifiche del drenaggio superficiale
	Consumo risorsa idrica
	Prelievi diretti da falda
	Accumulo inquinanti e/o sversamenti accidentali
BIODIVERSITÀ, VEGETAZIONE E FAUNA	Incidenza su aree protette
	Rimozione di vegetazione
	Disturbo alla fauna
RUMORE E VIBRAZIONI	Inquinamento acustico
RADIAZIONI NON IONIZZANTI	Campi elettrici
	Campi magnetici
PAESAGGIO	Qualità visiva dello skyline
BENI CULTURALI	Impatto archeologico
AMBIENTE ANTROPICO	Occupazione
	Produzione di rifiuti
	Impatto sul traffico locale
	Salute e sicurezza
	Disturbo luminoso

A valle della definizione degli elementi della matrice, si è proceduto all'individuazione dei potenziali impatti ambientali in base alle specificità della proposta progettuale. Ove tale analisi abbia permesso di escludere possibili interazioni tra le azioni di progetto ed i fattori ambientali, come si vedrà nel

seguito di questo studio, la relativa casella all'interno della matrice è stata lasciata vuota.

Tabella 5 Potenziali impatti ambientali per elemento progettuale - fotovoltaico

IMPATTI POTENZIALI		FASE DI CANTIERE				FASE DI ESERCIZIO			
	ELEMENTI PROGETTUALI / FATTORI DI PERTURBAZIONE	MODULI FV	CONNESSIONI INTERNIE	CAVIDOTTO DI CONNESSIONE	PIAZZOLE E PISTE	MODULI FV	CONNESSIONI INTERNIE	CAVIDOTTO DI CONNESSIONE	PIAZZOLE E PISTE
ATMOSFERA	SOLLEVAMENTO DI POLVERI		X	X	X				
	DIFFUSIONE DI GAS INQUINANTI	X	X	X	X	X			X
SUOLO E SOTTO-SUOLO	MODIFICHE GEOMORFOLOGHE	X	X	X	X				
	OCCUPAZIONE DI SUOLO	X			X	X			X
AMBIENTE IDRICO	MODIFICHE DRENAGGIO SUPERFICIALE	X	X	X	X	X			X
	CONSUMO RISORSA IDRICA	X	X	X	X	X			
	PRELIEVI DIRETTI DA FALDA								
	ACCUMULO INQUINANTI E/O SVERSAMENTI ACCIDENTALI	X	X	X	X		X		
BIODIVERSITÀ, VEGE-TAZIONE E FAUNA	INCIDENZA SU AREE PROTETTE								
	RIMOZIONE DI VEGETAZIONE	X	X	X	X				
	DISTURBI ALLA FAUNA	X	X	X	X	X			X
RUMORE E VIBRAZIONI	INQUINAMENTO ACUSTICO	X	X	X	X	X			
RADIAZIONI NON IONIZZANTI	CAMPI ELETTRICI								
	CAMPI MAGNETICI					X	X	X	
PAESAGGIO	QUALITÀ VISIVA DELLO SKYLINE	X	X	X	X	X			
BENI CULTURALI	IMPATTO ARCHEOLOGICO	X	X	X	X				
AMBIENTE ANTROPICO	OCCUPAZIONE	X	X	X	X	X			
	PRODUZIONE DI RIFIUTI	X	X	X	X				
	IMPATTO SUL TRAFFICO LOCALE	X	X	X	X				
	SALUTE E SICUREZZA	X	X	X	X	X			
	DISTURBO LUMINOSO								

Tabella 6 Potenziali impatti ambientali per elemento progettuale – opere comuni

IMPATTI POTENZIALI		FASE DI CANTIERE				FASE DI ESERCIZIO			
	FATTORI DI PERTURBAZIONE / ELEMENTI PROGETTUALI	NUOVA SE	NUOVI RACCORDI	POTENZIAMENTO LINEA AEREA	POTENZIAMENTO CP	NUOVA SE	NUOVI RACCORDI	POTENZIAMENTO LINEA AEREA	POTENZIAMENTO CP
ATMOSFERA	SOLLEVAMENTO DI POLVERI	X							
	DIFFUSIONE DI GAS INQUINANTI	X	X	X	X	X			
SUOLO E SOTTO-SUOLO	MODIFICHE GEOMORFOLOGHE	X	X	X					
	OCCUPAZIONE DI SUOLO	X	X	X		X	X		
AMBIENTE IDRICO	MODIFICHE DRENAGGIO SUPERFICIALE	X				X			
	CONSUMO RISORSA IDRICA	X	X	X	X				
	PRELIEVI DIRETTI DA FALDA								
	ACCUMULO INQUINANTI E/O SVERSAMENTI ACCIDENTALI	X	X	X	X	X			
BIODIVERSITÀ, VEGE-TAZIONE E FAUNA	INCIDENZA SU AREE PROTETTE								
	RIMOZIONE DI VEGETAZIONE	X	X	X	X				
	DISTURBI ALLA FAUNA	X	X	X	X	X	X	X	
RUMORE E VIBRAZIONI	INQUINAMENTO ACUSTICO	X	X	X	X	X	X	X	
RADIAZIONI NON IONIZZANTI	CAMPI ELETTRICI								
	CAMPI MAGNETICI					X	X	X	X
PAESAGGIO	QUALITÀ VISIVA DELLO SKYLINE	X	X	X		X	X	X	
BENI CULTURALI	IMPATTO ARCHEOLOGICO	X	X	X	X				
AMBIENTE ANTROPICO	OCCUPAZIONE	X	X	X	X	X	X	X	
	PRODUZIONE DI RIFIUTI	X	X	X	X				
	IMPATTO SUL TRAFFICO LOCALE	X	X	X	X				
	SALUTE E SICUREZZA	X	X	X	X	X	X	X	X
	DISTURBO LUMINOSO								

Per semplicità di trattazione e considerando i potenziali impatti previsti, nelle fasi successive dello studio si è scelto di valutare separatamente i moduli fotovoltaici, le "opere connesse" (cavidotti, piazzole e piste) e le "opere comuni" (tutti gli interventi legati al potenziamento della rete esistente), e di darne così un giudizio complessivo.

6 ATMOSFERA

6.1 Stato di fatto

6.1.1 Inquadramento climatico

Sulla base della "Carta Fitoclimatica d'Italia", redatta ad opera del Ministero della Transizione Ecologica, la Sardegna presenta un macroclima principalmente mediterraneo, dagli inverni miti e poco piovosi e dalle estati calde e secche.
Tuttavia la posizione particolare, interamente circondata dal mare e lontana dai continenti, rende l'isola soggetta ad una accentuata variabilità termica, tra i versanti, in occasione di ondate di calore o di freddo.

Le ondate di freddo giungono attenuate nel corso del loro passaggio sul Mediterraneo, tuttavia se l'aria fredda si presenta secca (venti da nord est), l'accumulo di questa in ristretti territori dal clima maggiormente continentale (fondovalle di zone interne), può provocare valori estremi di temperatura minima, compresi tra i -5°C e i -10°C. Le correnti fredde da nord ovest, sono invece più umide e il più delle volte portatrici di neve, abbondante e piuttosto frequente nel trimestre invernale, sopra i 1400 metri di quota.
La vicinanza con l'Africa rende l'isola soggetta anche a frequenti irruzioni di aria calda, dal Nord Africa. Gli effetti di queste sono minimi nel trimestre invernale, quando il Sahara presenta valori di temperatura piuttosto miti, tuttavia nei restanti mesi le irruzioni di aria calda da sud, possono portare al raggiungimento di temperature molto elevate.
Si possono individuare sostanzialmente due stagioni, una secca da maggio a quello di settembre, ed una piovosa da ottobre ad aprile. Tuttavia la stagione secca si può estendere facilmente fino al mese di novembre o cominciare direttamente già da aprile, specialmente nelle zone più meridionali dell'isola.

In riferimento a quanto riportato nell'Annuario dei Dati Ambientali della Sardegna – 2022 ("ADAM"), redatto da ARPAS, si rileva come nell'area di

interesse le temperature nel 2021, in termini di medie annuali sia minime che massime, hanno mostrato un'anomalia positiva ma contenuta rispetto al ventennio di riferimento 1995-2014.

Le anomalie mensili sono in alcuni casi piuttosto marcate, mentre il regime pluviometrico è stato caratterizzato da cumulati di pioggia superiori alle medie climatiche su quasi tutto il territorio regionale.

In termini di temperature minime, le medie mensili hanno mostrato i valori inferiori nel mese di marzo, compresi tra -1,6 e 9,5 °C nelle diverse stazioni. A livello mensile le temperature minime sono state generalmente più elevate per 6 mesi, con anomalie positive più marcate nei mesi di giugno e settembre.

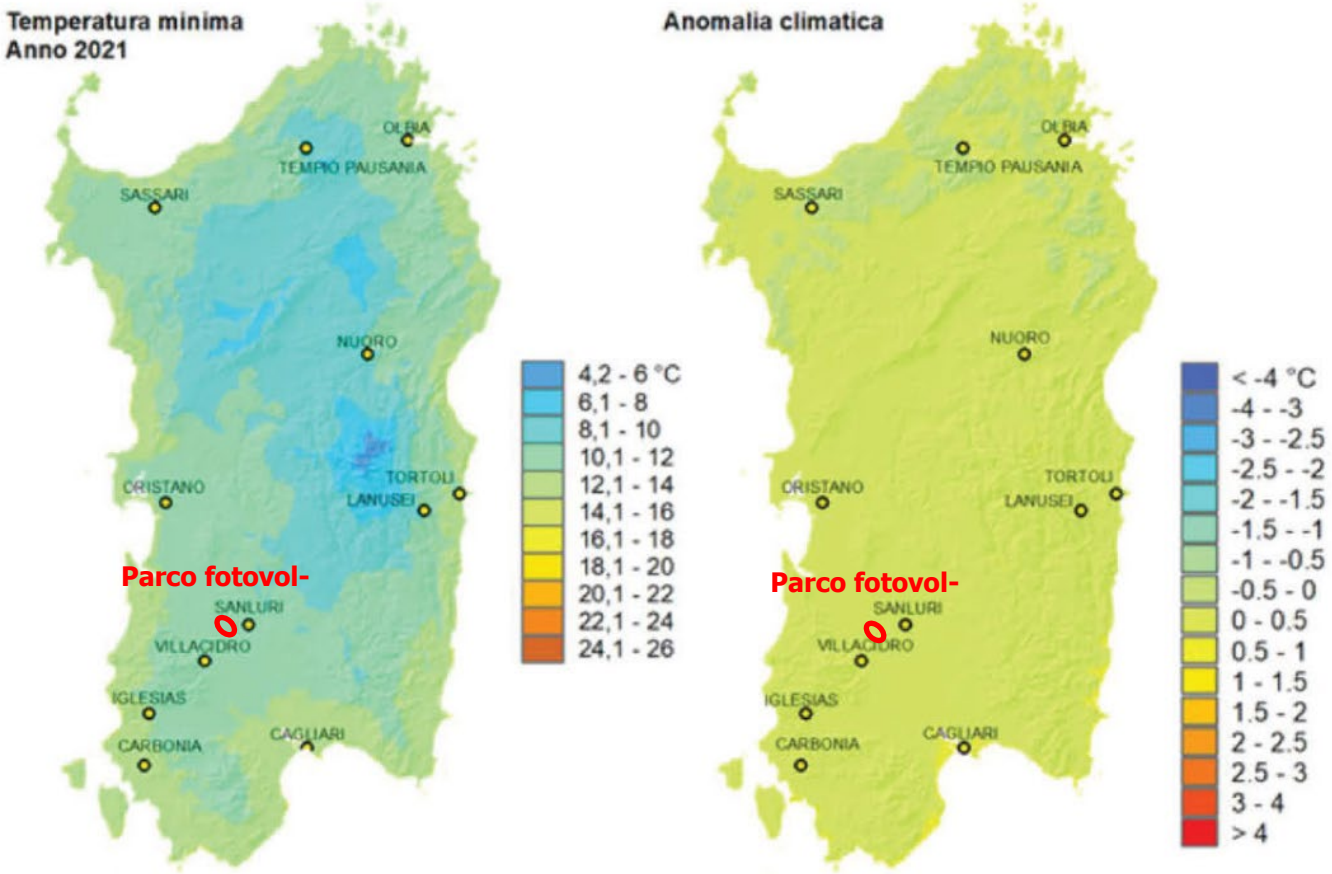

Figura 13 ADAM– Mappa delle temperature minime nel 2021 e anomalie rispetto al periodo 1995 -2014

Nella stazione di Villacidro la temperatura media minima annua registrata nel 2021 è stata di 11,2 °C, con marzo mese più freddo (media di 5,5 °C), in linea col periodo di riferimento.

Le medie delle massime hanno raggiunto valori compresi tra 26 e 35,6°C nel mese di luglio.

Sono state superiori alla media per 7 mesi, in particolare a febbraio (circa 3°C sopra la media) e nel quadrimestre caldo (da giugno a settembre).

Le massime giornaliere hanno registrato il picco di 44,9 °C, il più elevato di tutta l'estate 2021, nella stazione di Villa Verde il 10 agosto. Durante questo mese, altre 16 stazioni su 69 hanno segnato picchi oltre i 44 °C, ed in più della metà si sono superati i 44 °C.

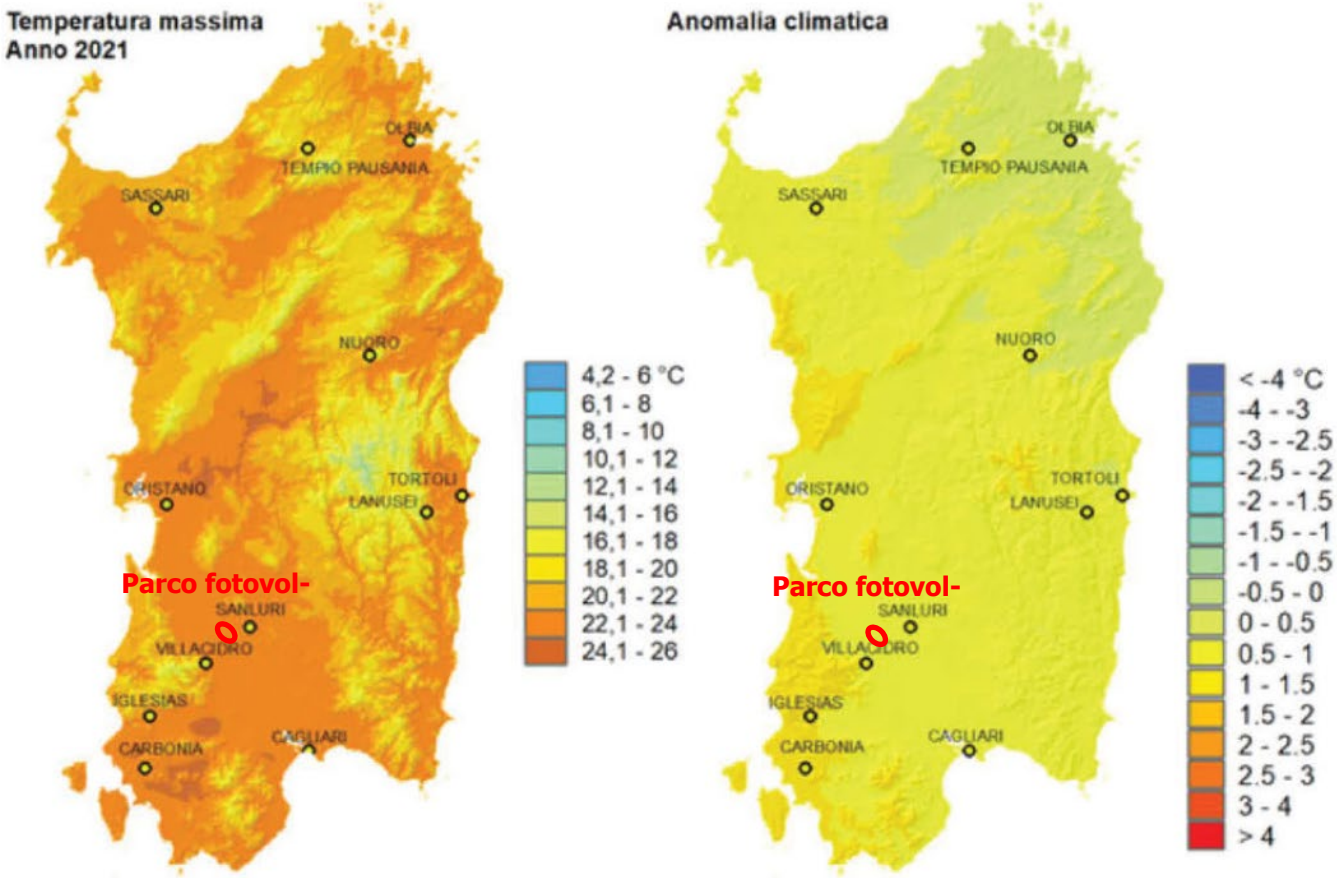

Figura 14 ADAM– Mappa delle temperature massime nel 2021 e anomalie rispetto al periodo 1995 -2014

Nella stazione di Villacidro la temperatura media massima annua registrata nel 2021 è stata di 22,9 °C, con luglio mese più caldo (media di 33,5 °C), in leggero aumento rispetto al periodo di riferimento.

Le piogge totali registrate nel 2021 hanno raggiunto cumulati annui variabili, tra minimi di circa 460 mm sulla parte Nord-Occidentale e massimi di circa 1250 mm sulla parte montuosa centrale. Su quasi tutta l'isola i valori risultano in linea o superiori alle corrispondenti medie climatiche, superandole in alcuni casi anche del 50%.

Rispetto alla media climatica calcolata nel periodo 1971-2000, gli apporti meteorici rilevati risultano pressoché costanti lungo tutto il territorio regionale, con discostamenti importanti, in positivo, negli areali del cagliaritano, del Sarrabus-Gerrei e, in parte, nell'oristanese e dell'alta Gallura. Più contenute risultano le anomalie negative, concentrate nel territorio di Olbia e Bosa.

Nella stazione di Villacidro per l'anno 2021 si è registrata una precipitazione cumulata annuale pari a 750 mm, concentrata principalmente in autunno ed inverno ed in aumento rispetto al periodo di riferimento.

6.1.2 Stato di qualità dell'aria

Per la caratterizzazione della componente atmosfera è stata presa in esame la "*Relazione annuale sulla qualità dell'aria*" per l'anno 2022, predisposta da ARPAS, la cui rete per il monitoraggio è composta da 13 zone e 24 stazioni dedicate.

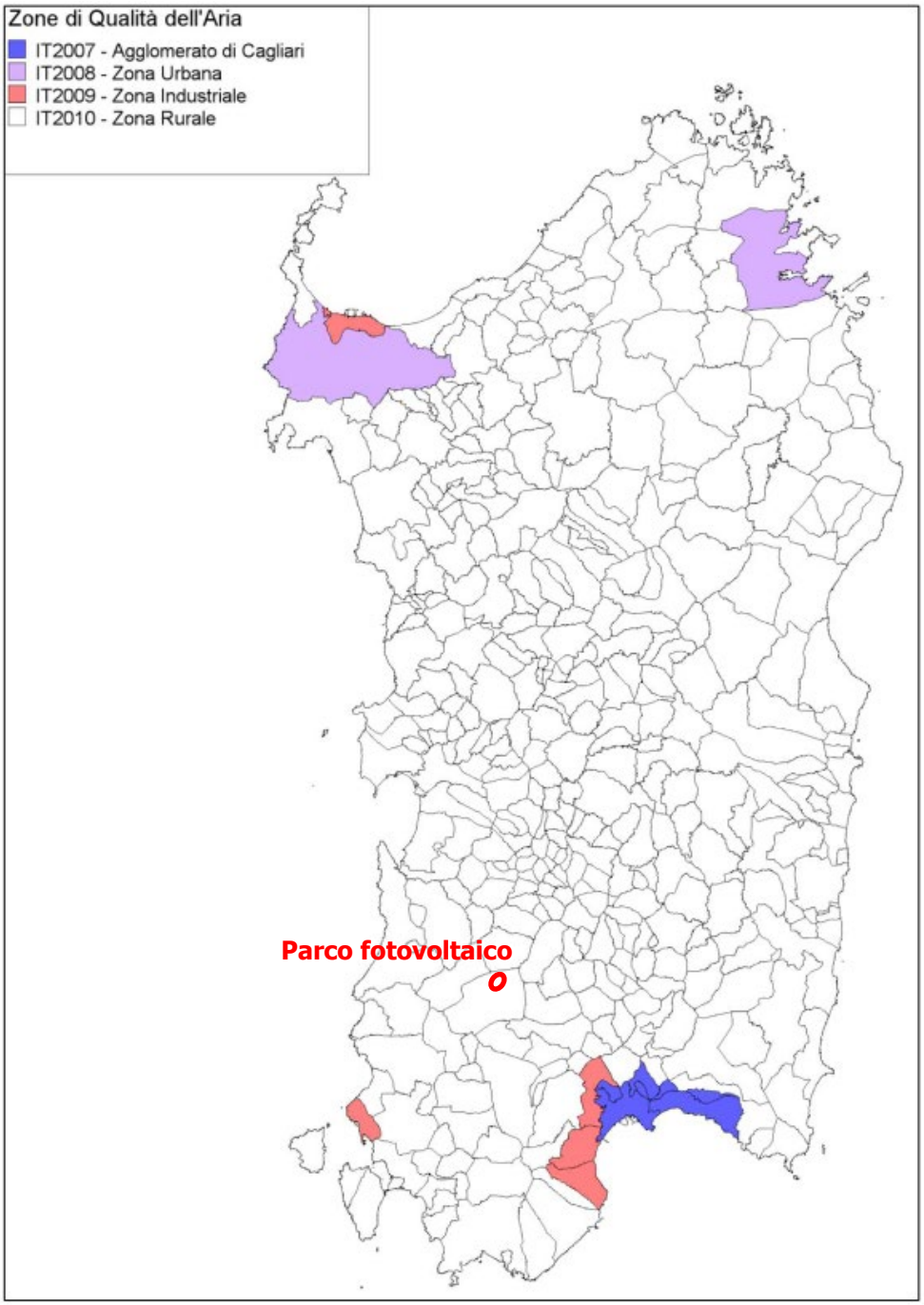

Figura 15 ARPAS – Zone di qualità dell'aria

Il terreno dedicato al fotovoltaico ricade in Zona Rurale del Campidano Centrale, area cioè con particolare attenzione alle sorgenti che potrebbero causare emissioni di particolato PM_{10} e NO_2.

Nei pressi dell'area di interesse si rileva la stazione "CENNM1" di Nuraminis, posizionata circa 23 km a Est rispetto al progetto e funzionale al controllo del vicino cementificio e delle cave adiacenti.

In riferimento ai dati contenuti nella Relazione annuale, si rilevano i seguenti superamenti:

Comune	Stazione	C_6H_6	CO	NO_2			O_3				PM10		SO_2			PM2,5
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	OLT	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU
		5	10	200	400	40	180	240	120	120	50	40	350	500	125	25
				18					25		35		24		3	
Alghero	CEALG1										13					-
Macomer	CENMA1								14	33	7					
Ottana	CENOT3		-						5	1	6					-
Siniscola	CENSN1	-	-				-	-	-	-	10					-
Santa Giusta	CESGI1	-					-	-	-	-	3					-
Nuraminis	CENNM1	-	-								18					-

Figura 16 ARPAS - Riepilogo dei superamenti rilevati nel 2022 nelle zone rurali

Dai quali non si rilevano particolari criticità, considerando anche lo stato attuale dell'aria, lo scarso numero di recettori nell'area di progetto e la distanza dagli stessi.

6.2 Impatti potenziali

6.2.1 Impianto fotovoltaico

- <u>Fase di cantiere</u>

Gli impatti potenziali previsti durante la fase di cantiere saranno legati alle emissioni in atmosfera causate dal transito dei mezzi d'opera e dalle attività che implicheranno movimentazione di materiali ed inerti.

Si precisa che non sono previsti movimenti terra o opere di scavo per l'installazione dei tracker, dal momento che vengono infissi con attrezzature battipalo.

Tali attività rappresentano una fonte di impatto che è lecito considerare di limitata entità, sia su scala ampia, che nelle aree di cantierizzazione, poiché tutti i mezzi rispetteranno le disposizioni vigenti in materia di emissioni e non vi sono recettori sensibili nei pressi dei terreni di interesse.

Per quanto riguarda in particolare l'emissione di inquinanti, causata dalla circolazione dei mezzi d'opera e dal trasporto dei materiali e delle maestranze, gli impatti previsti hanno entità trascurabile e non determineranno variazioni apprezzabili della situazione esistente.
Le emissioni causate dai mezzi sono quelle tipiche della combustione dei motori diesel, principalmente CO_2 e NOx. È previsto l'utilizzo di mezzi d'opera conformi alle normative internazionali in termini di emissioni, dalle prestazioni garantite tramite attenta revisione e regolare manutenzione. Tali operazioni verranno inoltre svolte in punti predisposti all'interno delle aree di cantiere.

Ai mezzi d'opera vanno aggiunti i seguenti mezzi impiegati nel trasporto dei materiali e delle maestranze, approfonditi nel relativo *Studio di Impatto Viabilistico* in allegato al progetto definitivo, cui si rimanda per i dettagli.

Tabella 7 Mezzi aggiuntivi impiegati durante la fase di cantiere

Mezzi per il trasporto dei materiali (moduli fotovoltaici, tracker e sostegni, apparecchiature elettromeccaniche ed opere edili)	Circa 106 automezzi autoarticolati da 40 piedi
	Circa 44 automezzi di categorie N2 e N3
	Circa 40 automezzi di dimensioni minori
Mezzi per il trasporto delle attrezzature di cantiere e dei rifiuti	Circa 7 automezzi
Mezzi per il trasporto del personale	Circa 10 automezzi leggeri ogni giorno

Di conseguenza, durante la fase di cantiere è lecito immaginare che vi sia un impatto sul traffico locale ed un aumento delle emissioni di inquinanti in atmosfera. Tuttavia, tali impatti sono ipotizzabili di modesta entità e di carattere temporaneo.

Il numero di automezzi andrà a sommarsi al profilo di traffico identificato allo stato di fatto dell'area di analisi, ricostruito sulla base dei dati storici forniti dal

Piano Regionale dei Trasporti della Regione Sardegna lungo la SS196 in entrambi i sensi di marcia (in direzione "Cagliari" ed in direzione "Villacidro").
È infine stato identificato il "Livello di Servizio" ("LOS") dei tratti di strada vicini ai due lotti in progetto, sulla base dell'indicazione data dalla Regione Lombardia di usare il solo parametro "PTSF" (la % di tempo trascorsa in attesa di effettuare un sorpasso) per la classificazione del livello dell'arco stradale indagato.
Come risulta dunque dalla già citata *Relazione Viabilistica,* il PTSF risulta praticamente invariato in entrambe le direzioni di marcia, anche nell'ipotesi, a favore di sicurezza, per cui tutto il traffico sia concentrato nel momento di picco massimo, ed il LOS non cambia.
Si ritiene di conseguenza che l'impatto sulla viabilità dovuto al cantiere possa essere considerato trascurabile.

Relativamente alle polveri sollevate dalle attività di cantiere, potenziali impatti in questo senso saranno generati dalle movimentazioni di terra e calcestruzzo, dalla realizzazione di scavi e riporti e dalla circolazione dei mezzi, la quale implica sollevamento di polveri per turbolenza e deposizione sulle aree attigue alla viabilità di cantiere e ordinaria.
Vi è inoltre il sollevamento di particelle, con successiva dispersione, dovuto al vento spirante su aree di cantiere non asfaltate o non inerbite e in aree di stoccaggio di materiali inerti.
L'impatto prodotto ha una limitata estensione sia dal punto di vista spaziale, che temporale: l'area soggetta all'aumento della concentrazione di polveri in atmosfera è circoscritta a quella di cantiere e al suo immediato intorno, e le attività di cantiere si svolgono in un arco di tempo che, riferito agli intervalli temporali usualmente considerati per valutare le alterazioni sulla qualità dell'aria, costituisce un breve periodo.
L'impatto da polveri nelle aree di cantiere è inoltre maggiormente significativo nel corso dei primi mesi di operatività del medesimo, ossia nel periodo in cui lo scotico e i movimenti terra determinano condizioni di aree denudate, tali da facilitare la dispersione delle polveri.

Va peraltro detto che tali polveri, le cui concentrazioni possono rivelarsi significative solo in caso di ventosità prolungata e assenza di precipitazioni, non risultano mai caratterizzate dalla presenza di sostanze nocive quali, ad esempio, metalli pesanti.
Sono state stimate all'interno del SIA le polveri sollevate in fase di cantiere in termini di PM10. In virtù dell'applicazione delle misure di mitigazione previste, si ritiene tale impatto trascurabile.

- <u>Fase di esercizio</u>

L'impatto potenziale previsto sarà:

- positivo sulla qualità dell'aria a livello globale, dovuto alle mancate emissioni di inquinanti in atmosfera;
- trascurabile o nullo sulla qualità dell'aria a livello locale, dovuto alla saltuaria presenza di mezzi per le attività di manutenzione dell'impianto;
- trascurabile o nullo sul microclima dell'area, in quanto l'altezza delle strutture e le caratteristiche dei moduli stessi consentono una sufficiente circolazione d'aria sotto i pannelli, evitando un eccessivo surriscaldamento.

6.2.2 Opere comuni

- <u>Fase di cantiere</u>

Analogamente all'impianto fotovoltaico, i potenziali impatti previsti sulla componente saranno legati alla fase di cantiere, ed in particolare alle emissioni in atmosfera di:

- polveri, derivanti soprattutto dal sollevamento da parte delle ruote degli automezzi e dall'attività di movimentazione degli inerti per la predisposizione del cantiere;
- prodotti di combustione, derivanti dalle emissioni dei motori a combustione dei mezzi di trasporto e dei mezzi di cantiere in genere, in particolare ossidi di azoto.

Tali impatti avranno durata limitata nel tempo e saranno circoscritti sostanzialmente all'area di cantiere ed a quelle immediatamente adiacenti.
Come riportato nel Quadro Progettuale, per la realizzazione delle opere saranno richieste due tipologie di cantiere:

- Un cantiere base, coincidente con il cantiere di realizzazione della SE;
- Micro-cantieri per il montaggio/smontaggio dei sostegni.

Mentre il cantiere base rimarrà attivo per la maggior parte del tempo, i micro-cantieri avranno una durata nel tempo stimabile in circa una ventina di giorni.
Le attività necessarie per la costruzione dell'area base e dei micro cantieri sono di carattere prettamente civile, con prevalenza delle operazioni di sbancamento e di movimentazione di terra (scavo, eventuale perforazione per fondazioni speciali e ripristino).
Le operazioni si esauriscono in un periodo di circa 80 giorni e vedono impegnati sul cantiere diversi mezzi d'opera (ruspe, escavatori, autogru, autobetoniere), non sempre contemporaneamente, e un numero sufficiente di automezzi (camion), per il trasporto di terre, inerti e materiali di risulta, sui percorsi dal luogo di produzione al luogo di destinazione finale corrispondente all'area della nuova sotto stazione.

Si ritengono valide le considerazioni già espresse per la cantierizzazione dell'impianto fotovoltaico, sia in termini di aumento del traffico veicolare e di emissioni di inquinanti, sia in termini di sollevamento di polveri.
In particolar modo, considerando la limitata entità degli scavi richiesti per le fondazioni dei tralicci e della nuova sottostazione, tale impatto appare assolutamente trascurabile.

- Fase di esercizio

L'esercizio delle opere non comporterà emissioni dirette in atmosfera aggiuntive rispetto alla fase di cantiere.
L'unico potenziale impatto potrà essere determinato dalle operazioni di manutenzione, ordinarie e straordinarie, le quali in ogni caso richiederanno l'impiego di pochi mezzi ed avranno carattere saltuario.
Si ritengono pertanto le emissioni generate da queste attività assolutamente trascurabili.

Il potenziamento della rete di trasmissione elettrica avrà un impatto positivo indiretto sulla qualità dell'aria, in quanto permetterà di connettere alla rete elettrica diversi impianti di generazione a fonte rinnovabile, l'esercizio dei quali garantirà la produzione di energia "pulita".
L'ammodernamento della linea permetterà inoltre di migliorare la gestione e la trasmissione dell'energia prodotta, riducendo le perdite ed eliminando le congestioni che limitano lo sfruttamento di produzioni più efficienti.

6.3 Misure di mitigazione

Al fine di abbattere l'emissione di polveri in fase di cantiere e limitare così gli impatti sulla componente atmosfera, si potranno valutare e prevedere le seguenti misure di mitigazione:

- Utilizzo di mezzi battipalo per l'installazione dei tracker, che eviteranno opere di scavo e conseguente sollevamento di polveri;
- Bagnatura con acqua delle superfici di terreno prima delle operazioni di scavo e di movimentazione, tramite mezzo autobotte;
- Bagnatura del fondo delle piste non pavimentate interne all'area di cantiere, tramite mezzo autobotte;
- Impiego di processi di movimentazione con scarse altezze di getto;
- Lavaggio degli pneumatici all'uscita delle aree di cantiere, per evitare dispersione di polveri e fango;
- Ottimizzazione e copertura con teli del materiale caricato sui mezzi, che potrebbe cadere e disperdersi durante il trasporto;
- Copertura con teli o con contenitori di raccolta chiusi del terreno accumulato nell'area di cantiere in momenti di particolare ventosità;
- Limitazione della velocità dei mezzi nelle zone di cantiere sterrate;
- Utilizzo di mezzi d'opera a norma e sottoposti a regolare manutenzione;
- Se necessario, uso di oli biodegradabili e di marmitte catalitiche per minimizzare i gas di scarico prodotti;
- Se necessario, idonea recinzione delle aree di cantiere con barriere antipolvere, finalizzata a ridurre il sollevamento e la fuoriuscita delle polveri;
- Se necessario, sospensione delle attività di cantiere nel caso di condizioni particolarmente ventose.

7 SUOLO E SOTTOSUOLO

7.1 Stato di fatto

7.1.1 Inquadramento geologico e geomorfologico

In riferimento a quanto affermato nella *"Relazione di caratterizzazione geologica e sismica",* in allegato al progetto definitivo e cui si rimanda per i dettagli, l'area di interesse per il parco fotovoltaico è individuata morfologicamente nel settore di pianura alluvionale terrazzata del basso Campidano, di ambiente fluviale e/o lacustre recente.

Il territorio è caratterizzato da un'ampia distesa sub-pianeggiante, colmata da depositi alluvionali terrazzati, debolmente inclinata verso SE e modellata essenzialmente dai processi fluviali del Riu Flumini Mannu, principale corso d'acqua che attraversa la Piana del Campidano con direzione NNW - SSE. La piana in studio è drenata dai corsi d'acqua affluenti del citato Riu Flumini Mannu in destra idrografica, che presentano un andamento perpendicolare al corso d'acqua principale WSW-ENE, quali "Su canali de su Maitzu" a sud, e "Sa Gora sa Garroccia " a nord.
In generale la rete di dreno superficiale è però stata rettificata con canali artificiali, nell'ambito dei lavori di bonifica dell'area per l'intensa attività agricola praticata nel territorio.

7.1.2 Caratterizzazione geotecnica e sismica

In riferimento alla classificazione sismica del territorio nazionale del 2006, aggiornata a marzo 2023, il territorio del comune di Villacidro, come l'intero territorio regionale, ricade in ZONA 4, quindi a sismicità molto bassa e con bassa possibilità di danni sismici.
In particolare, il valore dell'azione sismica, espressa in termini di accelerazione massima su un suolo rigido (a_g), è minore di 0.05 g.
Di seguito è riportata la cartografia di riferimento, derivante dal recepimento dell'Ordinanza PCM 23 Marzo 2003 n.3274 tramite DGR n. 15/31/04.

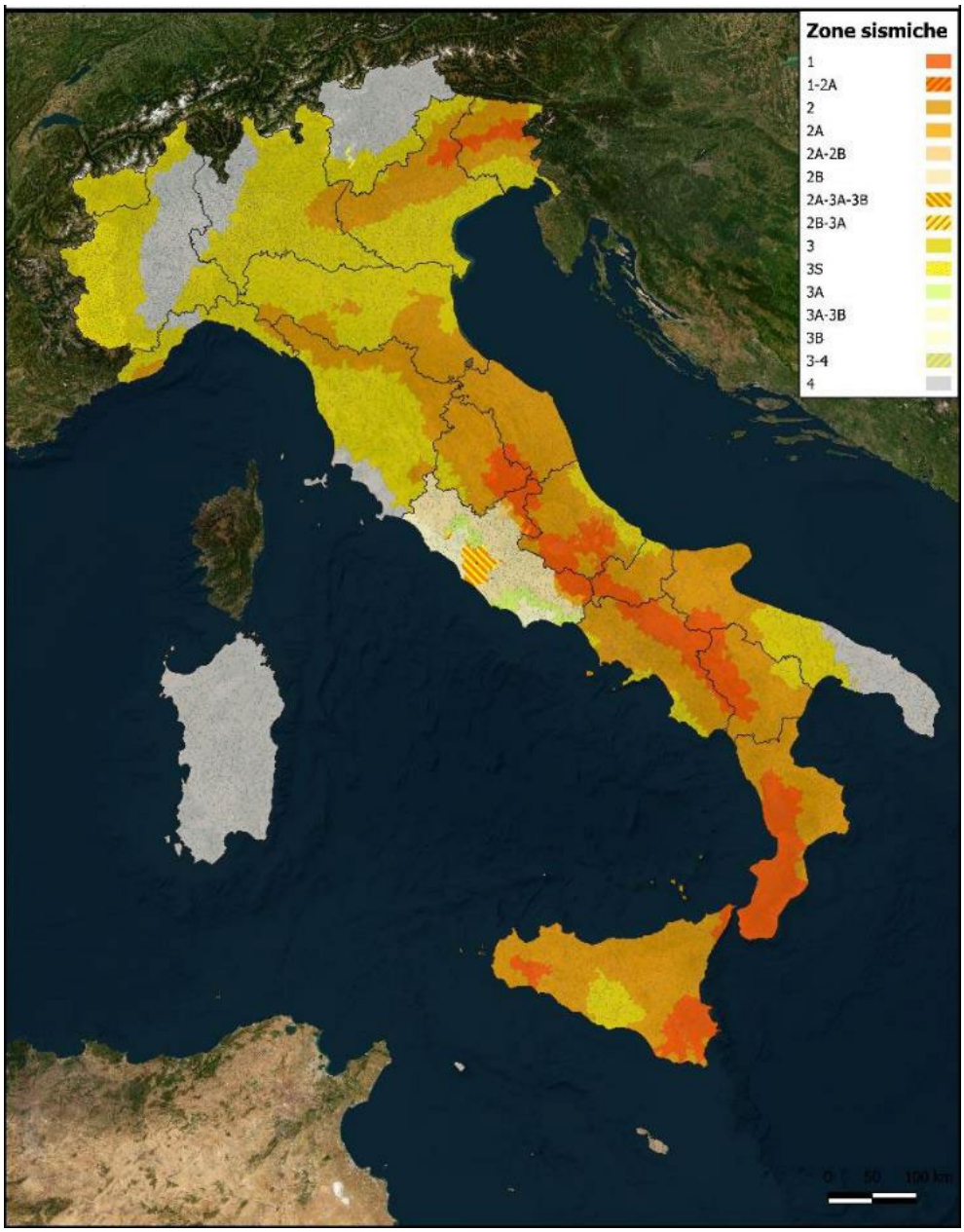

Figura 17 Classificazione sismica del territorio nazionale al 31 marzo 2023

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente".

È stata dunque condotta una apposita indagine preliminare per la caratterizzazione idrogeologica dei terreni in esame, per i dettagli in merito alla quale si rimanda alla relazione dedicata ("*Relazione di caratterizzazione geologica e geotecnica*"), in allegato al progetto definitivo.

Sulla base dei dati acquisiti, tramite indagine geofisica diretta in campagna con metodologia MASW, è possibile affermare che la superficie topografica in esame ricade in categoria T1 – "*Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i =15°"* (Tab. 3.2.IV NTC 2018), con sottosuolo di tipo B - "*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati, o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s*" (Tab. 3.2.II NTC 2018).

Risulta inoltre che i terreni di interesse non rientrano tra quelli soggetti a liquefazione, in quanto si tratta di rocce granitiche che "non ricadono nel fuso granulometrico critico" (punto 5 delle NTC, cap 7.11.3.4.2 "*Esclusione della verifica a liquefazione*"), pertanto tale verifica è stata omessa.

La modellazione geotecnica tramite software "Fondazio", basata sui dati acquisiti sul campo tramite le prove penetrometriche, ha permesso di ricostruire la probabile successione stratigrafica del terreno sulle verticali indagate, come da tabella seguente.

Tabella 8 Situazione stratigrafica probabile

Ipotesi stratigrafica	Profondità (m)	Ø (°)	Descrizione
Strato A	Da 0.0m a 0.8m ca	23	Limo sabbioso
Strato B	Da 0.8m a 3.0m ca	33	Sabbia deb. limosa
Strato C	Da 3.0m a 3.2m ca	49	Sabbia deb. limosa

7.1.3 Uso del suolo e patrimonio agroalimentare

La provincia di Sud Sardegna presenta un'occupazione del suolo prevalentemente destinata a superfici agricole.
Come riportato in figura seguente, i terreni individuati per il parco fotovoltaico sono completamente destinati a "*Seminativi in aree non irrigue*" (codice Corine 2111), come anche l'agro del Comune di Guspini ed in particolare l'area ove è situata la nuova SE "Guspini".
La linea oggetto di potenziamento interessa principalmente terreni destinati a "*Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo*" (codice Corine 2121), con alcuni tratti che attraversano "*Pioppeti, saliceti, eucalitteti… anche in formazioni miste*" (cod. 31121) e "*Prati artificiali*" (cod. 2112).

Dal punto di vista del patrimonio agroalimentare, nella provincia di Sud Sardegna ricopre una grande importanza la produzione vinicola.
Secondo i dati della Regione Sardegna, dei 17 vini DOC regionali, il territorio è interessato dalla produzione di nove etichette (Cagliari, Campidano di Terralba, Cannonau di Sardegna, Girò di Cagliari, Monica di Sardegna, Moscato di Sardegna, Nasco di Cagliari, Nuragus di Cagliari e Vermentino di Sardegna).
La provincia presenta inoltre una produzione DOP specifica (Zafferano di Sardegna) e quattro comuni al resto della regione (Pecorino Sardo, Carciofo spinoso di Sardegna, Olio di Sardegna e Fiore Sardo), nonché una IGP (Agnello di Sardegna) ed una IG (Mirto).

Sulla base dei sopralluoghi effettuati e delle cartografie disponibili nel geoportale regionale, entro un raggio di 1 chilometro intorno al sito in esame non è stata rilevata la presenza di alberi monumentali (rilevanti per età, dimensione, significato scientifico, testimonianza storica).
Si sono inoltre potuti verificare la morfologia pianeggiante e l'uso agricolo del suolo, con prevalenza di seminativi asciutti e oliveti, seguiti da frutteti e sistemi colturali complessi.

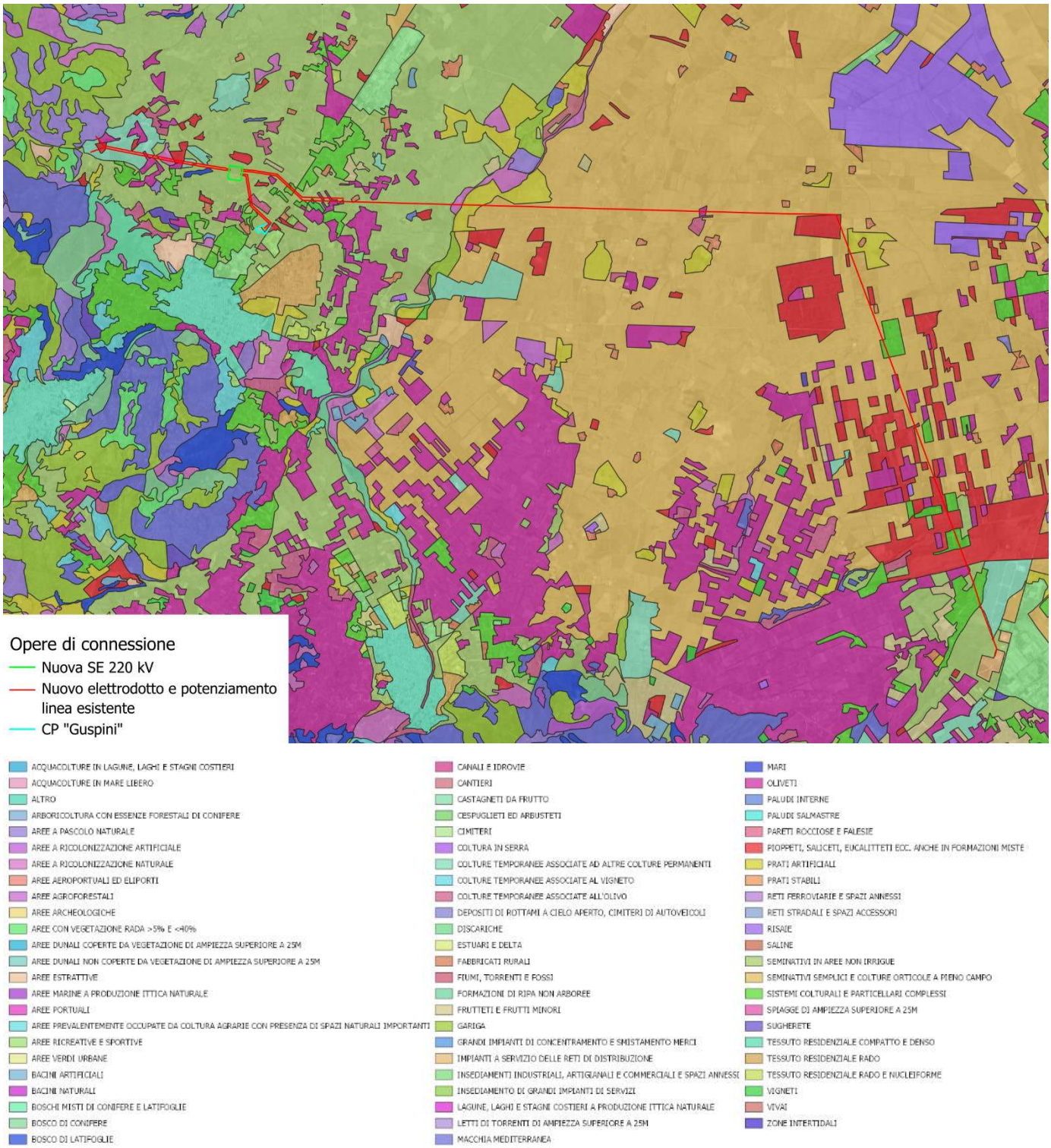

Figura 18 Uso del suolo 2008 - Inquadramento

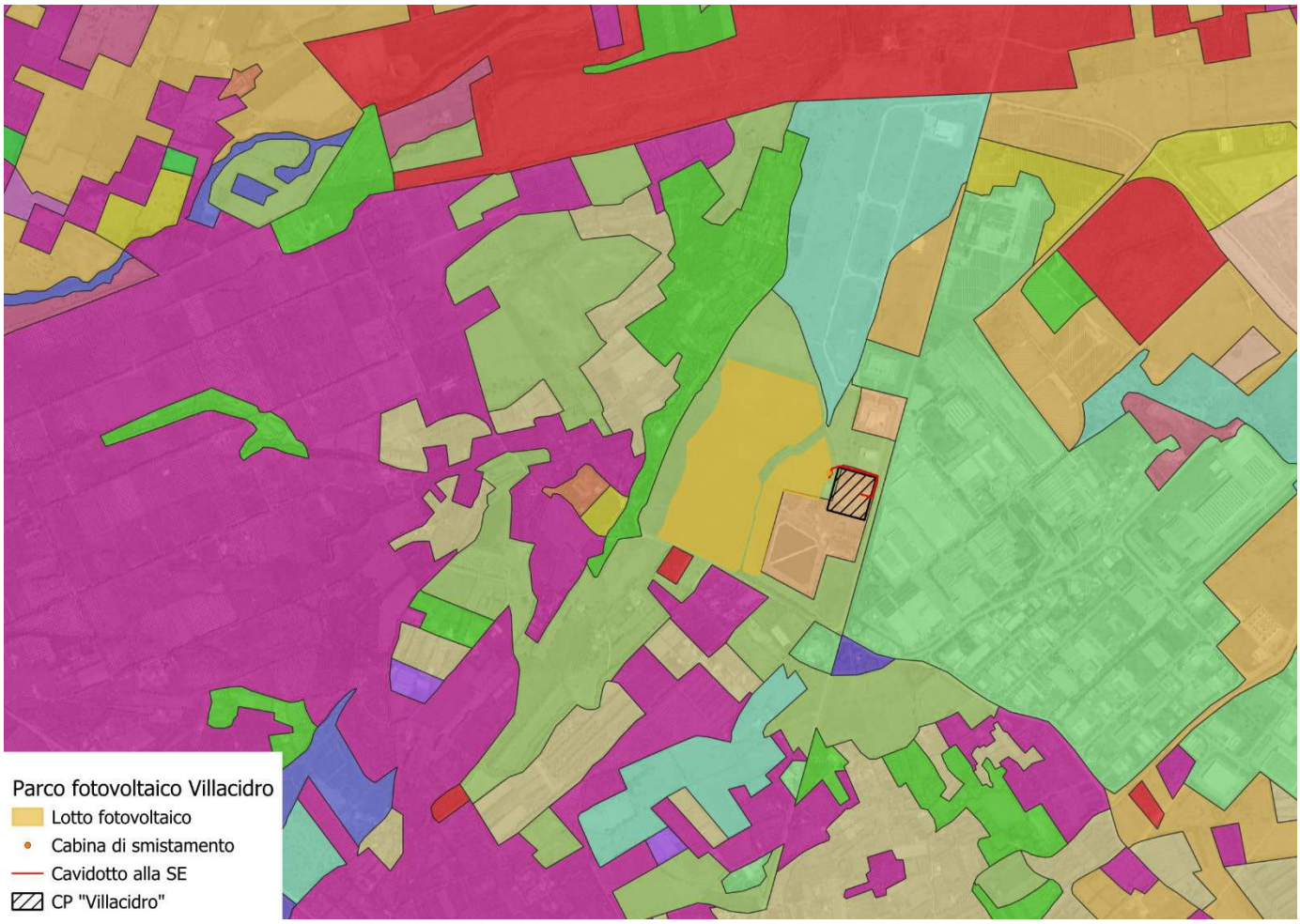

Figura 19 Uso del suolo 2008 - zoom su FV

Ove è situato il parco in analisi, intorno agli insediamenti industriali si rileva una limitata presenza di essenze arboree agrarie o forestali, confinate nei brevi lembi di macchia mediterranea e nei prati presenti, comunque non direttamente confinanti col progetto.

7.2 Impatti potenziali

7.2.1 Impianto fotovoltaico

- <u>Fase di cantiere</u>

Durante le fasi di cantiere, i fattori di impatto in grado di interferire con la componente suolo e sottosuolo sono riassumibili in:

- Modifiche morfologiche del terreno e rimozione di suolo;
- Occupazione territoriale.

Relativamente alle modifiche morfologiche, non sono previsti interventi di regolarizzazione con movimenti di terra, in quanto il terreno è pianeggiante, con pendenza prossima allo zero, come verificato tramite i sopralluoghi effettuati e rappresentato dalla seguente carta delle pendenze, estratta dai DTM disponibili online sul sito della Regione.
Allo stesso modo, le strade perimetrali e quelle interne seguiranno l'andamento orografico pianeggiante esistente.

Data la natura delle opere previste, il progetto non andrà ad interferire con l'attuale stato di equilibrio dei luoghi, né sul grado di pericolosità e rischio idrogeologico delle aree attraversate.

Figura 20 Carta delle pendenze

Potenziali interferenze sulle caratteristiche morfologiche del suolo potranno essere determinate dalle attività che richiederanno scavi e movimenti terra.
Come riferito nella relazione "*Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo*", tali attività saranno limitate alla realizzazione:

- delle fondazioni per le opere civili,
- dei plinti dei pali di illuminazione e della recinzione,
- della viabilità interna,
- delle linee elettriche BT e MT del parco.

Gli scavi saranno realizzati con l'ausilio di idonei mezzi meccanici, e sono previste le seguenti tipologie di materiale risultanti:

- terreno vegetale, proveniente dagli strati superiori per uno spessore medio di 50 cm;
- terreno di sottofondo, la cui natura verrà caratterizzata puntualmente in fase di progettazione esecutiva a seguito dell'esecuzione di sondaggi geologici e indagini specifiche, cui si rimanda al *Piano* sopra citato per i dettagli.

I volumi di scavo sono stimati in totale sono pari a **9'395,2 mc**.
Nel caso in cui la caratterizzazione ambientale dei terreni escluda la presenza di contaminazioni, durante la fase di cantiere il materiale proveniente dagli scavi verrà momentaneamente accantonato a bordo scavo, per poi essere riutilizzato quasi totalmente in sito (**9'389,2 mc**) per la formazione di rilevati, per i riempimenti e per i ripristini secondo le modalità descritte nel "*Piano*".
Costituisce eccezione il materiale in esubero derivante dal taglio dell'asfalto per la posa del cavidotto di connessione AT alla stazione elettrica, che si svolgerà su strada asfaltata. Tale materiale, contenente il conglomerato bituminoso della pavimentazione stradale e stimato in **6 mc**, rientra nella categoria dei rifiuti da costruzione e demolizione ed è classificato come rifiuto non pericoloso con il codice CER 170302 (miscele bituminose non contenenti

catrame di carbone). Sarà di conseguenza trasportato presso un Centro di Recupero Autorizzato dei materiali inerti.

Per quanto riguarda l'occupazione di terreno, tale impatto è poco significativo e limitato alle opere civili e provvisorie, in quanto il progetto fotovoltaico mira proprio a minimizzare l'occupazione di suolo agricolo da parte dei moduli fotovoltaici.

In particolare, durante la fase di cantiere le alterazioni prese in considerazione sono dovute alla:

- Predisposizione delle aree principali di cantiere, con occupazione temporanea finalizzata allo stoccaggio dei materiali ed al posizionamento dei moduli prefabbricati (baracche, bagni chimici);
- Realizzazione del cavidotto di collegamento tra impianto e cabina primaria;
- Realizzazione delle piste di accesso e della viabilità di cantiere.

Le piste di cantiere saranno realizzate tramite il posizionamento di un geotessuto separatore ad una profondità di circa 30-40 cm, sopra il quale sarà steso uno strato di terreno compattato che fungerà da sottofondo della strada sterrata.

Parte della viabilità temporanea, necessaria per il raggiungimento degli skid e delle cabine dislocati nei vari settori, rimarrà in uso definitivo, apportando al di sopra del terreno compattato uno spessore di circa 10-15 cm di materiale stabilizzato.

Questa configurazione permetterà dunque il drenaggio al suolo delle acque meteoriche, comunque di moderata entità considerando il clima dell'area di interesse.

All'interno delle aree di cantiere, in aggiunta ai moduli prefabbricati (uffici, magazzini, guardie) ed ai parcheggi, saranno individuate specifiche porzioni destinate al deposito temporaneo di materiale non immediatamente riutilizzato e di rifiuti prima del conferimento a impianti di recupero e/o smaltimento autorizzati.

Al termine delle attività di cantiere si provvederà alla rimozione di tutti i materiali di costruzione in esubero, alla rimozione degli apprestamenti di cantiere ed alla pulizia delle aree utilizzate.
Le scelte progettuali saranno infatti tali da non inficiare le possibilità di utilizzo dei terreni circostanti, né di ripristino di quelli impegnati al seguito della dismissione dell'impianto.

- Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio, l'unico impatto previsto riguarderà l'occupazione territoriale, in quanto non si prevedono ulteriori scavi a seguito della fase di cantiere.
Tale fattore sarà comunque trascurabile e limitato alla viabilità definitiva ed ai sostegni dei pannelli, in quanto l'area al di sotto dei moduli sarà mantenuta libera.
È previsto infatti il ripristino ad uso agricolo delle piste realizzate ad uso temporaneo, tramite bonifica degli inerti predisposti nelle piste e ricollocazione dello strato di terreno agricolo precedentemente rimosso e accantonato.
In fase di progettazione si è poi prestata particolare attenzione al posizionamento dei moduli fotovoltaici, al fine di ottimizzare al meglio gli spazi disponibili per tutta la vita utile dell'impianto, pari a 30 anni.

La linea di connessione non concorrerà al calcolo di occupazione di suolo, essendo interrata su strada esistente.

7.2.2 Opere comuni

- Fase di cantiere

Anche per le opere connesse si analizzano i seguenti fattori di impatto legati alla componente:

- Modifiche morfologiche del terreno e rimozione di suolo;
- Occupazione territoriale.

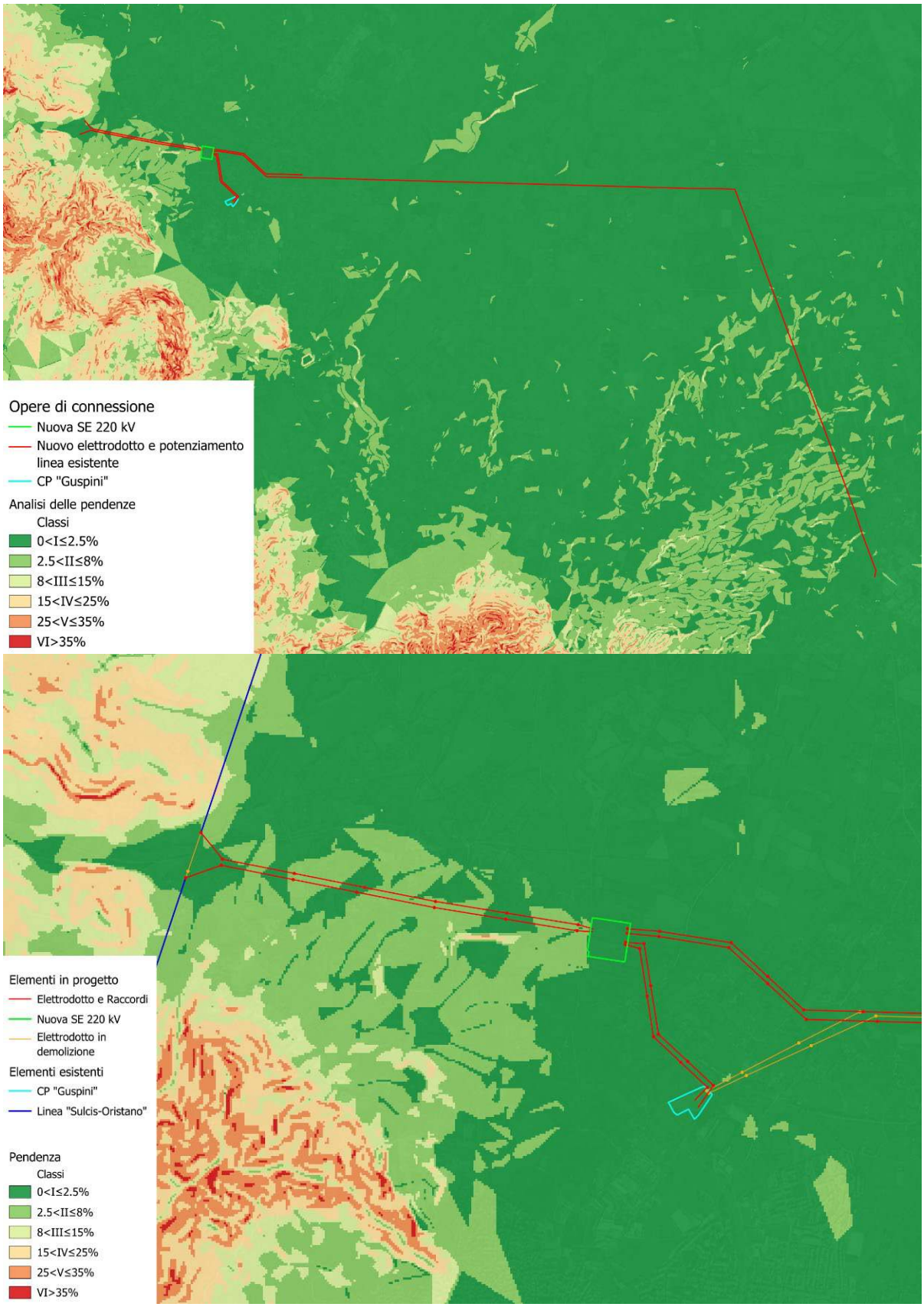

Figura 21 Carta delle pendenze – Inquadramento e dettaglio su SE

In riferimento alle immagini riportate ed ai sopralluoghi effettuati, l'area di intervento appare pressoché pianeggiante, specialmente sul sito dedicato alla nuova SE. Non sono perciò previsti interventi preliminari di regolarizzazione con movimenti di terra.

Data la natura delle opere previste, il progetto non andrà ad interferire con l'attuale stato di equilibrio dei luoghi, né sul grado di pericolosità e rischio idrogeologico delle aree attraversate.
Le opere di fondazione, previste per la nuova SE ed i nuovi tralicci, sono prevalentemente superficiali, e non vanno ad interferire con aree a rischio frana secondo quanto indicato negli elaborati del PAI.
Le proprietà meccaniche dei terreni sono sostanzialmente buone e le attività preliminari di sopralluogo hanno permesso di verificare la fattibilità e valutare le interferenze delle opere rispetto alle aree a rischio geomorfologico e idraulico.

Anche in termini di occupazione di terreno, l'impatto è poco significativo e limitato alle opere di cantiere e di movimentazione del terreno.

In riferimento alla tavola B.38 (*Planimetria opere civili SSE Guspini*), per il cantiere della stazione base si prevede l'occupazione di un'area corrispondente a quella della nuova stazione elettrica, pari a circa 34'000 m².
I micro-cantieri per la realizzazione dei sostegni avranno invece una dimensione in pianta di circa 30x30 m, pari a circa 900 m². Si andranno a realizzare in particolare:

- 49 sostegni per il potenziamento della linea RTN 150 kV;
- 14 sostegni per i raccordi tra la nuova SE e la linea RTN 220 kV;
- 10 sostegni per i raccordi tra la nuova SE e la CP "Guspini".

Per un totale di 73 nuovi sostegni, la superficie totale occupata dai micro-cantieri sarà di circa 65'700 m².

In riferimento a quanto espresso nell'elaborato B.17 (*Relazione tenica nuova viabilità*), per consentire l'accesso alla nuova SE si renderà necessario l'adeguamento di una strada sterrata, laterale di Via Marconi.
Il tratto da sistemare, ed il relativo cantiere, si sviluppa linearmente su di una lunghezza di circa 870 m ed una larghezza minima di circa 6 m, per un totale di 5'200 m².
In totale l'occupazione di suolo in fase di cantiere risulta essere di circa 105'000 m².

Al termine delle attività di cantiere si provvederà alla rimozione di tutti i materiali di costruzione in esubero, alla pulizia delle aree, alla rimozione degli apprestamenti di cantiere ed al ripristino delle aree temporanee utilizzate.

- <u>Fase di esercizio</u>

Non si prevedono ulteriori scavi a seguito della fase di cantiere, per cui l'impatto previsto sarà principalmente legato alla presenza fisica della nuova Stazione Elettrica e dei sostegni dei nuovi raccordi.
Si precisa che i terreni impegnati per la nuova SE sono ad uso agricolo, e che per il tratto di elettrodotto in ripotenziamento parte della quota di terreno risulta già occupata dai sostegni attuali, che andranno sostituiti.
Le dimensioni delle fondazioni da realizzare sono descritte nell'elaborato B.16 (*Schematici fondazioni*), e si differenziano in base al livello di tensione della linea ed alle caratteristiche geologiche puntuali.

L'allargamento della viabilità esistente per l'accesso alla SE e l'adeguamento della CP "Villacidro" appaiono trascurabili in termini di occupazione di suolo rispetto alla situazione ante operam.

L'impatto complessivo, in considerazione anche dell'estensione del territorio in cui si colloca l'opera, è da considerarsi complessivamente basso.

7.3 Misure di mitigazione

Si precisa che tutte le attività di cantiere saranno reversibili e non invasive.
In fase esecutiva verrà posta particolare attenzione al fine di garantire costantemente:

- la protezione dell'opera dai corsi d'acqua superficiali,
- lo smaltimento delle acque meteoriche
- il confinamento dei lavori di scavo necessari.

Il materiale di scavo riutilizzabile sarà movimentato ed accantonato all'interno dell'area di cantiere, per poi rientrare nello stesso ciclo produttivo. Se non adoperato immediatamente, verrà stoccato in una zona delimitata e destinata solamente a questo scopo, per poi essere riutilizzato sul posto per i rinterri dello scavo, per il riempimento di fossi e del tratto di canale che verrà dismesso, per il livellamento e la baulatura del terreno tra le file del fotovoltaico.
I tempi di stoccaggio e sistemazione non saranno superiori a 1 anno, e comunque rispetteranno i tempi previsti dal D.P.R. 12-11-06 n. 816.
In particolare, le lavorazioni legate alla produzione di materiale sono stimate in 90 gg lavorativi, per una produzione giornaliera stimata in circa 100 mc al giorno.

L'accumulo sarà realizzato in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali ed evitare la perdita delle proprietà organiche e biotiche.
L'area di stoccaggio verrà opportunamente confinata per impedire eventuali miscelazioni o scarichi di materiale potenzialmente inquinato sui cumuli di terreno.
Intorno ai cumuli si potrà realizzare un canale di scolo opportunamente convogliato per evitare la dispersione del materiale per effetto delle piogge.

Verrà inoltre evitato lo scarico sul suolo di acque contenenti oli e/o grassi rilasciati dai mezzi, così come di acque contaminate dai cementi durante le operazioni di getto delle fondazioni e dei reflui civili, come prospettato nel paragrafo 8.3.

Infine, si ricorda che, al termine delle attività di cantiere, le aree temporanee utilizzate saranno ripristinate allo stato di fatto tramite la rimozione di tutti i materiali di costruzione in esubero, la pulizia delle superfici e la rimozione degli apprestamenti di cantiere.

8 AMBIENTE IDRICO

8.1 Stato di fatto

8.1.1 Inquadramento idromorfologico

Il territorio è caratterizzato da un'ampia distesa sub-pianeggiante, che proprio in prossimità del progetto, a est di Villacidro, segna lo spartiacque tra la piana inclinata verso SE, modellata essenzialmente dai processi fluviali del Riu Flumini Mannu, principale corso d'acqua che attraversa la Piana del Campidano con direzione NNW - SSE, e la piana del Flumini Mannu di Pabillonis, che scorre in direzione opposta, verso NO, per sfociare sulla costa occidentale, nel golfo di Oristano.

La rete idrografica minore ha andamento ovest-est.

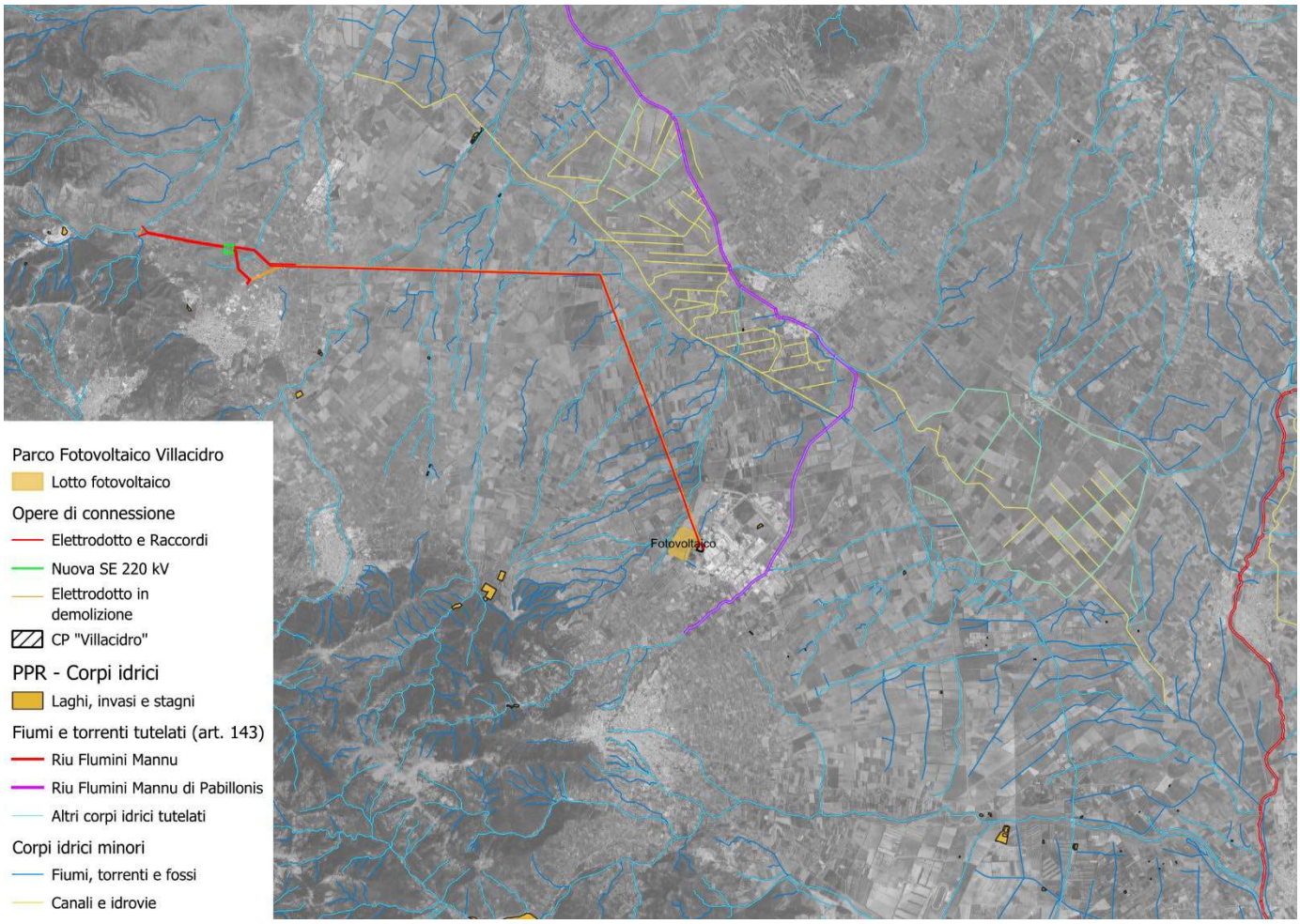

Figura 22 Fiumi principali nel territorio

L'area interessata dal parco è contornata da alcuni rii minori, proprio in corrispondenza della linea spartiacque: i canali e i rii presenti nell'area confluiscono con direzione nord-est nel torrente Flumini Mannu.

Si rilevano alcuni canali che hanno origine all'interno del terreno interessato dall'intervento, come da seguente estrazione degli elementi idrici da WebGis Regionale. È stata a questo proposito presentata un'apposita relazione tecnica di non significatività relativamente alla chiusura del canale segnato in arancione nella figura seguente.

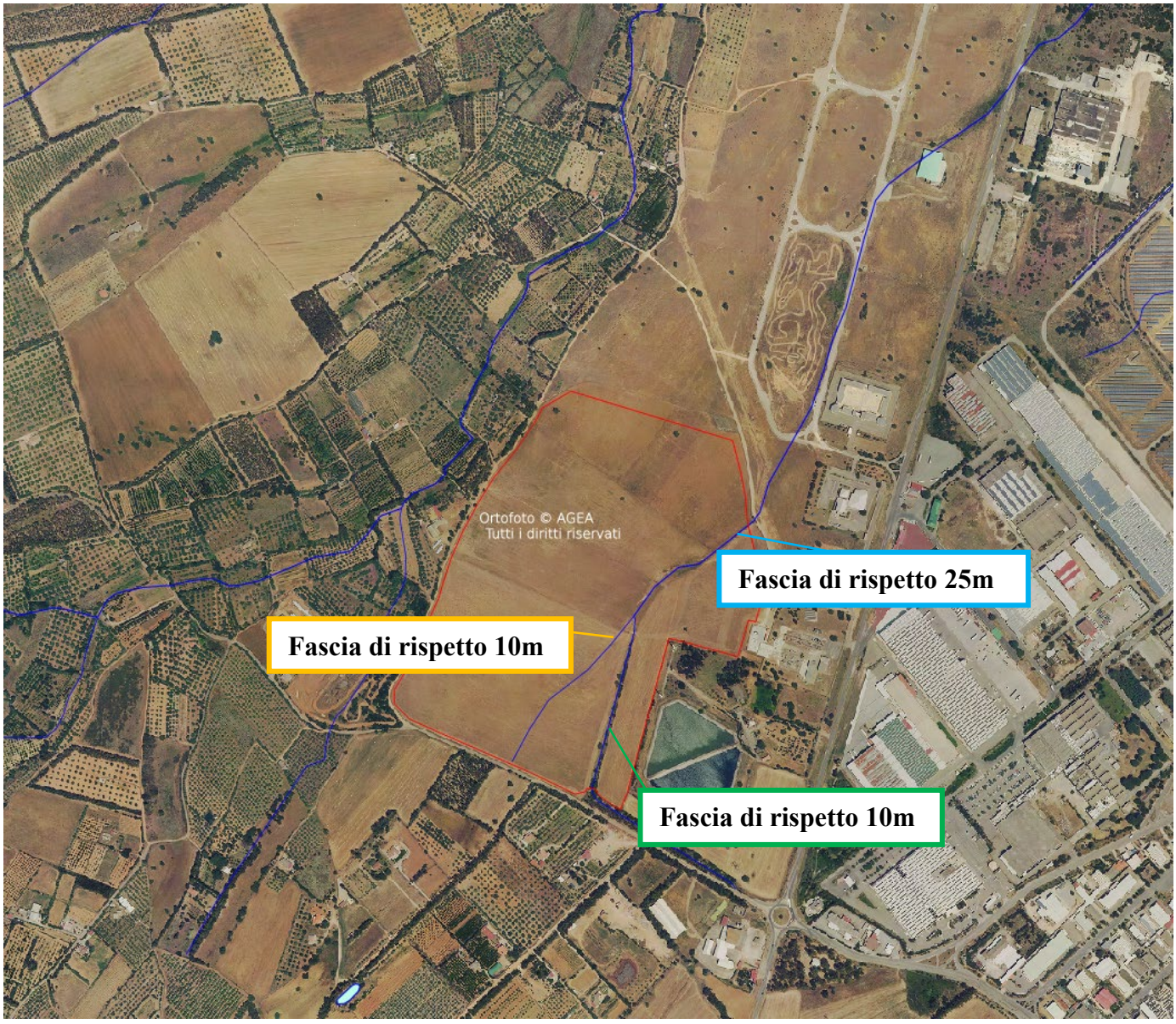

Figura 23 Geoportale Sardegna - Elementi idrici di Strahler

Si precisa che durante le prove penetrometriche svolte non è stata rinvenuta falda acquifera.

Tabella 9 Prove svolte e profondità di falda (non rilevata)

N° prova	*Profondità max da p.c. (m)*	*Profondità falda da p.c. (m)*
P1	*2.4*	*Non rinvenuta*
P2	*3.2*	*Non rinvenuta*
P3	*2.8*	*Non rinvenuta*

Dalle informazioni provenienti dai dati dei pozzi censiti e raccolti nel database del Servizio Geologico Nazionale dell'ISPRA (http://sgi2.isprambiente.it/mapviewer/), ed in particolare da quanto riportato nelle stratigrafie dei pozzi 195152 e 195039, si ipotizza che nell'area in studio è presente una falda acquifera collocabile ad una profondità indicativa di più di 10 metri rispetto al piano di campagna.

8.1.2 Analisi idrologica ed idraulica - fotovoltaico

È stata condotta una apposita indagine preliminare per la caratterizzazione idrogeologica dei terreni in esame, della quale si riassumono in seguito i risultati. Per i dettagli in merito si rimanda alle relazioni dedicate ("*Relazione di invarianza idraulica*" e "*Relazione di compatibilità idraulica*"), in allegato al progetto definitivo.

Relativamente all'invarianza idraulica, si è fatto riferimento alle "Linee guida sull'invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali" del D.Lgs 49/2010 "*Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni*".

In esse viene determinata la "soglia dimensionale" da cui si determina la "classe d'intervento" secondo lo schema sinottico in Tabella seguente:

Tabella 10 Classificazione degli interventi ai fini dell'invarianza idraulica

CLASSI D'INTERVENTO	SOGLIE DIMENSIONALI
1) Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione **inferiore a 0.1ha** (1000 m^2)
2) Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione **maggiore di 0.1ha** (1000 m^2) e **inferiore a 1ha** (10.000 m^2)
3) Significativa impermeabilizzazione potenziale	- Intervento su superfici di estensione **maggiore di 1ha** (10000 m^2) e **inferiore a 10ha** (100.000 m^2). -Interventi su superfici di estensione **superiore a 10 ha** (100.000 m^2) con **Imp**(*)<0.3
4) Marcata impermeabilizzazione potenziale	Interventi su superfici di estensione **superiore a 10 ha** (100.000 m^2) con **Imp**(*)>0.3

L'intervento, per le modeste superfici impermeabili coinvolte, ricade in classe d'intervento 1 (trascurabile). Infatti, si stima che l'area totale impermeabilizzata ammonterà a 275 m^2, vale a dire la sola frazione occupata dai pali di sostegno infissi nel terreno per ancorare i tracker, superficie trascurabile rispetto all'occupazione territoriale prevista, pari a circa 307'000 m^2.
Si ravvisa dunque la condizione espressa nel capitolo 3 del D.Lgs 49/2010, per cui "*Tali disposizioni non si applicano ad attività di trasformazione dell'uso del suolo che possono comportare una trascurabile impermeabilizzazione potenziale*", come definito nella precedente Tabella, ossia per interventi di trasformazione del suolo inferiore a 1000m^2.

Si è comunque calcolato il volume minimo d'invaso atto a garantire l'invarianza idraulica, in termini di deflusso meteorico, tramite il "metodo dell'invaso". Ne è risultato un volume pari a circa 0.08 m^3/ha, il quale può essere trascurato in quanto la topografia dell'area non subisce mutamenti, né vengono eseguite opere idraulico-forestali che convoglino le acque anticipatamente nei corpi idrici recettori.

È stato inoltre possibile sviluppare un'analisi idrologica a partire dal bacino idrografico riportato nella figura seguente, relativo al Riu Santa Maria Maddalena, vicino all'area in cui verranno realizzati gli impianti e le opere.

Dai risultati espressi nell'immagine seguente, si evince come, essendo la sponda sinistra ad una quota inferiore rispetto alla sponda destra, le portate di progetto utilizzano come zona di espansione proprio la zona sinistra, e non vanno a coprire i terreni sulla sponda destra, interessati dal progetto.

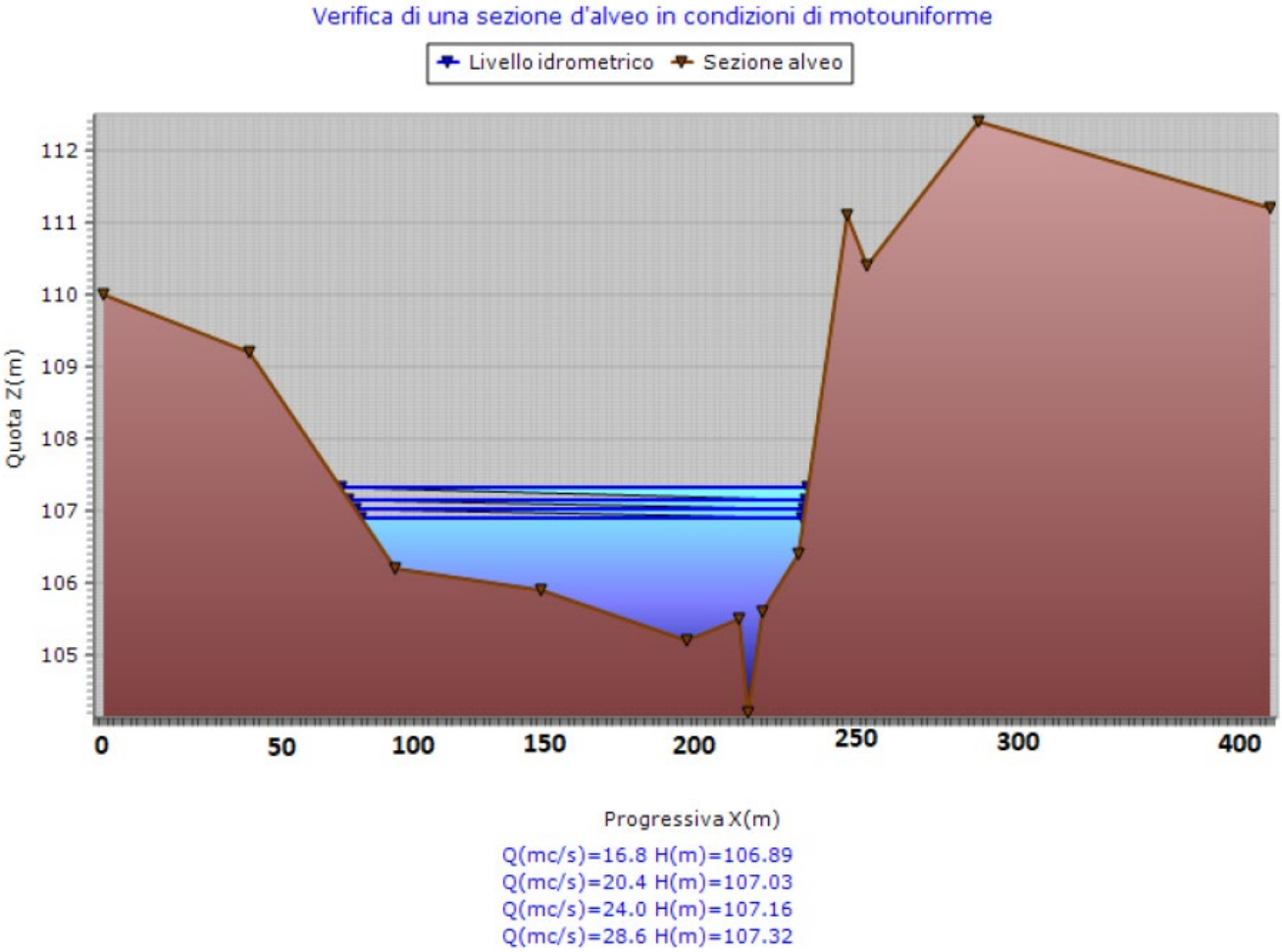

Figura 24 Verifica sezione generica per il bacino

8.1.3 Attraversamenti con tecnologia no-dig (TOC)

Nel caso in cui la posa del cavidotto richieda l'attraversamento di un corpo idrico, verrà effettuata la **TOC** ("*trivellazione orizzontale controllata*"), in modo da evitare influenze con lo stesso.

La soluzione tecnicamente ed ambientalmente più indicata per evitare le interferenze tra il cavidotto e la rete idrica è infatti la posa al di sotto

dell'ostacolo utilizzando la tecnologia "no-dig", ossia senza scavo, che verrà eseguita un paio di metri prima dell'interferenza.

L'attraversamento in sotterraneo tramite TOC lascia inalterate le caratteristiche della rete idrica, poiché posato ad una profondità sufficiente (di circa 2 metri) a non interferire con la stessa.

Il procedimento di realizzazione di tale tecnologia è semplice: la macchina operatrice viene posta ad un lato del canale/lama, e provvede ad attraversare sottoterra la rete idrica facendo avanzare una trivella collegata ad una asta che le imprime una rotazione. L'avanzamento avviene aggiungendo aste fino al raggiungimento del punto di arrivo. Il percorso e la profondità sono continuamente monitorati per mezzo di un radar portatile.

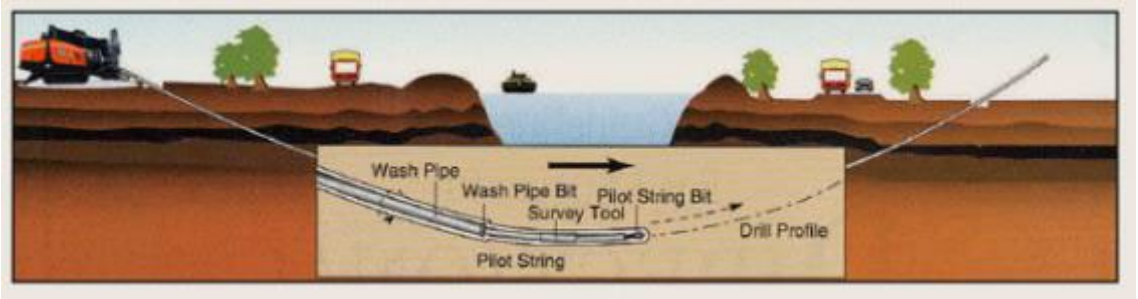

Figura 25 Esempio di posa del tubo

Una volta raggiunto il punto di arrivo, viene scollegata la trivella teleguidata e sostituita con una trivella di svasamento con collegato il tubo camicia. La macchina ritira progressivamente le aste, tirando a sé il tubo camicia.

A lavoro completato, il tubo è installato sotto l'alveo del fiume, in condizioni di sicurezza. All'interno del tubo camicia sono successivamente inseriti i cavi di collegamento.

Il franco di sicurezza tra il cavo ed il fondo del canale sarà di 2m.

8.1.4 Analisi idrologica ed idraulica – opere connesse

Anche per la nuova Stazione Elettrica è stata condotta apposita *valutazione di compatibilità idraulica*, al fine di verificare che le condizioni di deflusso conseguenti ai lavori non siano più gravose di quelle attuali, garantendo l'invarianza idraulica.
È stato dunque sviluppato l'elaborato "*B.56 Relazione idraulica*", in allegato al progetto definitivo e cui si rimanda per i dettagli, all'interno del quale sono state definite le opere di mitigazione utili a rendere compatibile la realizzazione della sottostazione con il territorio circostante.
È stata prevista dunque una rete di raccolta ed invaso delle acque meteoriche, interna al compendio in esame, e la sagomatura di un nuovo fossato di scolo in grado di raccogliere e scaricare le acque della piattaforma verso la scolina di raccolta delle acque meteoriche esistente, a est rispetto alla SE.
Il complesso infrastrutturale sarà inoltre dotato di una rete interrata in grado di raccogliere le acque meteoriche provenienti dalla viabilità e dalle piattaforme di alloggio delle apparecchiature.

Si precisa comunque che l'infrastruttura è collocata al di fuori delle perimetrazioni relative alle aree a pericolosità idraulica, e non risulta essere suscettibile generalmente ad allagamenti.

8.2 Impatti potenziali

8.2.1 Impianto fotovoltaico

- <u>Fase di cantiere</u>

I fattori di impatto sulla componente idrica sono tipicamente ascrivibili ad:

- alterazione del regime idrologico;
- alterazione della qualità delle acque superficiali;
- interferenze con la falda acquifera (quantitative/qualitative).

In riferimento allo stato di fatto dell'area in esame ed alle azioni di progetto, si ritengono tali fattori di scarsa rilevanza.

Il parco fotovoltaico non costituirà una barriera né un ostacolo al deflusso idrico superficiale, come anche dimostrato dalle indagini specialistiche descritte in precedenza, ed è distante dai corsi d'acqua principali.

Il regime idrologico non subirà impatti significativi, in quanto le opere previste saranno inserite nel territorio evitando significative alterazioni morfologiche e garantendo la corretta gestione delle acque superficiali, mediante l'utilizzo di pavimentazione in materiali drenanti naturali ed evitando conglomerati bituminosi.
Si precisa come la chiusura di uno dei canali presenti nel lotto di interesse costituisca impatto non significativo sulla componente, come dimostrato nell'apposita relazione tecnica svolta.

Si presterà inoltre attenzione all'opportuna realizzazione e sagomatura delle superfici delle opere civili, per evitare ristagni, ed alla eventuale realizzazione di efficienti canali di scolo verso valle.
Eventuali attraversamenti del cavidotto con corpi idrici verranno svolti tramite la metodologia TOC, in modo tale da poter escludere interferenze tra di essi.

Relativamente alla qualità delle acque superficiali, si evidenzia che le opere in progetto e le attività di scavo non prevedono prelievi diretti di acqua in alcuna fase della vita dell'opera, né emissioni di sostanze chimico-fisiche che possano provocare danni alla copertura superficiale, alle acque superficiali ed alle acque dolci profonde.

Nelle fasi di cantiere l'acqua dovrà comunque essere utilizzata per:

- Le necessità fisiologiche delle maestranze (usi civili);
- Il lavaggio delle ruote dei mezzi di cantiere;
- Se necessario, la bagnatura delle piste di servizio non asfaltate all'interno dell'area di cantiere;
- Se necessario, la bagnatura dei fronti di scavo tramite nebulizzatori.

L'approvvigionamento idrico per tali necessità sarà assicurato tramite fornitura a mezzo autobotte e limitato alla sola durata delle attività. La fornitura sarà affidata a ditte locali private, come verrà definito in fase esecutiva.
Per i servizi igienici, in particolare, è previsto l'impiego durante la fase in corso d'opera di bagni chimici portatili, che verranno smontati a fine lavori. Il fornitore ed il modello verranno definiti in fase esecutiva. I più comuni presentano comunque un serbatoio dalla capacità di circa 20 litri prima di essere ricaricati.

Il consumo complessivo di risorsa idrica per usi civili dipenderà dal numero di maestranze che si alterneranno lungo la durata del cantiere, e rappresenterà comunque una minima percentuale dei volumi di acqua potabile erogati annualmente della provincia di Sud Sardegna, pari a 44'859 m^3 per l'anno 2018 secondo dati ISTAT.

Per quanto riguarda i consumi idrici legati all'abbattimento delle polveri sollevate dai movimenti terra, sono da prevedersi in quantità estremamente ridotte, e comunque limitate alle singole aree di intervento per la durata degli scavi.

La tipologia degli interventi previsti e le caratteristiche della falda sotterranea, ricavate tramite rilievi in situ e documentazione bibliografica, permette di escludere alterazioni dello stato attuale delle acque sotterranee dai punti di vista qualitativo e quantitativo.
In particolare, non vi sono captazioni né sorgenti nell'area oggetto di studio.
Al fine di non alterare la qualità delle acque sotterranee, sarà comunque necessario in fase di cantiere porre particolare attenzione a sversamenti accidentali sul suolo di carburanti, oli e lubrificanti utilizzati dai mezzi di campo, i quali potrebbero, in corrispondenza dei terreni in affioramento a maggiore permeabilità, introdurre nella falda sostanze inquinanti o trasportarle direttamente nelle acque di scorrimento superficiali.
In ogni caso, si tratta di volumi proporzionali alla dimensione dei serbatoi dei mezzi, dell'ordine delle decine di litri, e che produrrebbero un impatto limitato

al punto di contatto, che andrà ad interessare gli strati più superficiali del terreno.
Tali volumi potranno quindi essere facilmente e rapidamente rimossi in caso di contaminazione ai sensi della legislazione vigente.
Le operazioni di cantiere avranno inoltre una durata limitata nel tempo, pertanto questo tipo d'impatto è da ritenersi temporaneo.

- Fase di esercizio

In fase di esercizio non vi saranno modifiche al drenaggio superficiale aggiuntive rispetto a quanto realizzato in fase di cantiere.
Allo scopo di consentire la naturale permeabilità del suolo, le fila di pannelli sono state disposte mantenendo un interasse di 4.5 metri tra i tracker.
In questo modo, considerando la larghezza dei moduli in progetto pari a 2.384 metri, quando in posizione orizzontale si avrà una distanza minima tra i moduli paralleli di circa 2,10 m.

Non sono inoltre previste interazioni con le acque sotterranee, né prelievi e scarichi superficiali, pertanto non sono stimabili impatti di alcun tipo sulla qualità della componente.

Il consumo idrico sarà legato alle attività di manutenzione, ed in particolare al lavaggio dei moduli fotovoltaici, che avverrà trimestralmente come prospettato nella "*Relazione di manutenzione dell'impianto*".
L'accumulo di sporcizia sui moduli fotovoltaici (fenomeno comunemente denominato "soiling") può infatti comportare riduzioni anche consistenti dell'output energetico di un impianto FV nell'arco della sua vita utile.
La pulizia dei pannelli avverrà mediante acque demineralizzata, senza l'utilizzo di detergenti o di altre sostanze chimiche, e l'acqua impiegata andrà a dispersione direttamente sul terreno.
Il consumo di acqua stimato annuale per questa attività è pari a 200 m^3/anno.
In fase esecutiva si potrà affidare tale operazione a ditte locali specializzate.

Un altro possibile impatto legato alle operazioni di manutenzione consisterà negli sversamenti accidentali di inquinanti contenuti nei carburanti dei mezzi utilizzati, i quali, come già espresso in precedenza, saranno comunque di entità limitata ed asportabili in breve tempo.
La probabilità che possano quindi verificarsi fenomeni di interferenza con la componente acqua è paragonabile ad altri contesti agricoli, e si ritiene che tali impatti non possano alterare lo stato delle acque.

8.2.2 Opere comuni

- <u>Fase di cantiere</u>

Il progetto è stato sviluppato al fine di assicurare la fattibilità e la non interferenza sostanziale delle opere rispetto alle zone a pericolosità idraulica e geomorfologica individuate dai vari Piani di Bacino.
Riprendendo i fattori di impatto sulla componente idrica già espressi per il fotovoltaico, si ritengono gli stessi di limitata entità anche per le tali opere.

Si presterà particolare attenzione a non alterare il regime delle acque superficiali, in virtù degli attraversamenti che le linee in progetto prevedono rispetto ai corpi idrici presenti, come da immagine precedente.
Le lavorazioni nelle zone idriche sensibili saranno eseguite, per quanto possibile, nei periodi di minima portata dei corsi d'acqua, e quando il rischio di esondazione non sarà rilevante.

A meno di sversamenti accidentali, la cui natura è in ogni caso poco probabile e facilmente e tempestivamente risolvibile, non si ravvedono potenziali inquinamenti in relazione alle lavorazioni previste, ai mezzi ed ai materiali utilizzati, né interazioni con la falda sotterranea.
Saranno in ogni caso adottate tutte le prescrizioni previste dalla normativa vigente in materia, e si eviterà il deposito di materiali e rifiuti nei pressi di corpi idrici e nelle aree suscettibili ad esondazione.

- Fase di esercizio

In fase di esercizio, l'unico impatto sulla componente riguarderà l'alterazione del drenaggio superficiale conseguente alla presenza fisica della nuova Stazione Elettrica.
È stata in proposito progettata un'apposita rete di raccolta dei deflussi ed un nuovo fossato di invaso delle acque a monte dello scarico verso la rete ricettrice di valle, secondo il principio dell'invarianza idraulica.

Al fine di evitare potenziali sversamenti di inquinanti durante la fase di esercizio, in caso di rottura o guasto, è stato dimensionato un sistema di trattamento di acque meteoriche da oli minerali di tipo off-line, con accumulo e rilascio delle acque, collegato alle vasche di alloggio dei trasformatori ad olio vegetale.

Si ritiene trascurabile l'impermeabilizzazione indotta dai nuovi tralicci e dal potenziamento della CP Villacidro.

8.3 Misure di mitigazione

Relativamente all'impianto fotovoltaico, le scelte progettuali permettono di non aumentare l'invarianza idraulica dell'area, in quanto si eviterà di creare estese zone impermeabilizzate.
L'acqua meteorica, comunque di moderata entità considerando il clima dell'area di interesse, drenerà dunque sul suolo.
Se ritenuto necessario, in aggiunta a quanto già previsto nel paragrafo 7.3 relativamente alla componente suolo e sottosuolo, verrà predisposto un sistema di regimazione e captazione delle acque meteoriche per evitare il dilavamento delle aree di lavoro da parte delle acque superficiali.

Gli scavi saranno inoltre effettuati usando mezzi meccanici ed evitando scoscendimenti, franamenti e riversamenti delle acque di ruscellamento.

Per i servizi igienici, lo smaltimento delle acque nere sarà affidato a ditte locali specializzate nel prelievo e trasporto di rifiuti di tipo liquido, di modo da evitare scarichi puntuali di reflui e l'inquinamento dei corpi idrici.
In particolare, la ditta incaricata si occuperà, tramite mezzo proprio, dell'aspirazione dei liquidi all'interno del serbatoio e dello smaltimento del rifiuto direttamente in discarica. Se necessario, si provvederà ad impermeabilizzare l'area di prelievo attraverso dei teli rimovibili, come ulteriore sicurezza contro contaminazioni accidentali.
Allo stesso modo, si potrà prevedere l'utilizzo di teli impermeabili anche nelle aree dedicate alle operazioni di manutenzione e rifornimento dei mezzi d'opera.
Al fine di evitare rischi dovuti al rilascio sul suolo dell'olio isolante nei trasformatori, la relativa fondazione sarà realizzata in modo che operi con funzione di vasca di raccolta per gestire l'eventuale fuoriuscita. Inoltre, le pareti della vasca saranno impermeabilizzate e l'olio eventualmente sversato verrà prelevato e smaltito da aziende specializzate ed autorizzate.

Relativamente alle opere connesse, l'invarianza idraulica in corrispondenza della nuova SE verrà garantita dalla realizzazione di una rete di raccolta interrata delle acque meteoriche, che verrà collegata al fossato di invaso sul confine est.
Le piazzole ove sono collocati gli ATR sono progettate in maniera tale da contenere eventuali fuoriuscite di olio, che possono accidentalmente avvenire nei casi eccezionali di guasti e malfunzionamenti.
In tali piazzole saranno raccolte inoltre le acque meteoriche, le quali saranno collegate alla rete di smaltimento previo passaggio in un sistema di trattamento da oli minerali di tipo off-line, con accumulo e rilascio delle acque.

Per i servizi igienici, è prevista la realizzazione di una vasca a tenuta di idonee dimensioni, la quale sarà vuotata al raggiungimento di un prefissato livello di riempimento.
Tale operazione sarà affidata in fase esecutiva a ditte locali specializzate.

Infine, verranno garantite adeguate condizioni di sicurezza durante la permanenza dei cantieri, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque.

9 BIODIVERSITÀ

9.1 Stato di fatto

9.1.1 Habitat regionali – Carta della Natura

In riferimento al rapporto 222/2015 "*Il Sistema Carta della Natura della Sardegna*", redatto da ISPRA, si sono rilevati 93 tipi di habitat all'interno del territorio regionale.

In Corine Biotopes gli habitat sono identificati in funzione della loro struttura e composizione in termini di tipologia di vegetazione e su base fitosociologica a livello di classe, di alleanza o di associazione. Costituiscono eccezione gli ambienti antropizzati e fortemente compromessi dal punto di vista ambientale, per i quali la definizione è data in termini generici (sistemi agricoli complessi, cave, siti industriali, canali artificiali, siti archeologici) a prescindere da una tipizzazione fitosociologica, sempre complessa e comunque non stabilmente insediata.

In particolare, come da estratto seguente, il progetto è calato in "*Colture estensive*" (Habitat 82.3), con una piccola parte ricadente in "*Oliveti*" (83.11).

Se ne riporta in seguito la descrizione, come da rapporto:

82.3)

Le colture agrarie associate alle attività pastorali sono legate soprattutto alle arature saltuarie per la cosiddetta pulizia del pascolo finalizzata all'eliminazione degli arbusti o specie erbacee poco appetibili (Asphodelus microcarpus, Carlina corymbosa, Thapsia garganica, Ferula communis, Cynara cardunculus, Pteridium aquilinum) e arbusti spinosi in genere (Prunus spinosa, Rubus ulmifolius) per ottenere una migliore produzione erbacea. Le arature sono ricorrenti, ma sono effettuate in modo non periodico, per cui anche lo

stato della copertura erbacea è molto variabile in funzione di queste pratiche. In condizioni di morfologie più favorevoli, si impiantano erbai vernino-primaverili e, laddove è possibile, si attua il trattamento irriguo, medicai sfalciati regolarmente. La flora è quella tipica dei popolamenti erbacei con la prevalenza di specie annuali o perenni a seconda dell'altitudine e dei trattamenti colturali. Le colture cerealicole, sono concentrate quasi esclusivamente nelle aree pianeggianti. Accanto alle colture erbacee ed ai pascoli sono presenti piccoli appezzamenti di vigneti, di oliveti e altre colture arboree di minima estensione che non possono, alla scala data, essere discriminati. Si hanno le seguenti tipologie principali:

- *Prati pascolo arati e sfalciati saltuariamente;*
- *Prati pascolo regolarmente sfalciati (medicai, erbai autunno-vernini);*
- *Colture a cereali a sviluppo invernale-primaverile (frumento, orzo, mais).*

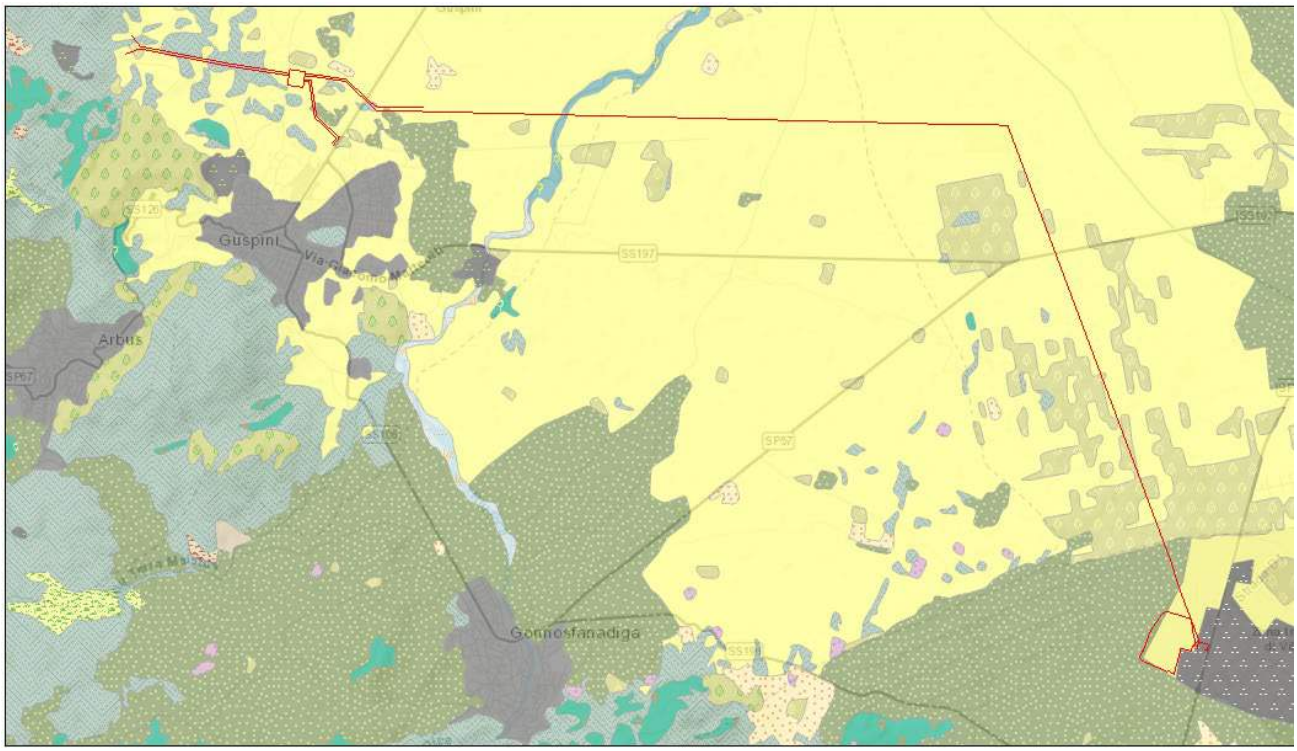

Figura 26 ISPRA - Carta degli habitat

La linea in rifacimento interessa in alcuni tratti "*Oliveti*" (Habitat 83.11), come anche una piccola parte del fotovoltaico, "*Piantagioni di eucalipti*" (Habitat 83.322) e, in corrispondenza del Riu Flumini Bellu, "*Boscaglie ripariali a tamerici, oleandri e agnocasti*" (44.81).

I nuovi raccordi alla RTN 220 kV attraversano principalmente "*Garighe e macchie mesomediterranee silicicole*" (Habitat 32.3).

Le altre tipologie di habitat rilevate nei paraggi sono:

- Garighe e macchie mesomediterranee silicicole (32.3)

- Prati mediterranei subnitrofili (34.81)
- Sugherete (45.21)
- Leccete sarde (45.317)
- Canneti a Phragmites australis e altre elofite (53.1)
- Vigneti (83.21)
- Frutteti (83.15)
- Piantagioni di conifere (83.31)
- Piantagioni di eucalipti (83.322)
- Città, centri abitati (86.1)
- Siti industriali attivi (86.3)
- Cave (86.41)

La valutazione degli habitat consiste, sempre all'interno del Sistema Carta della Natura, nello stimare da un punto di vista ecologico "*i valori naturali ed i profili di vulnerabilità territoriali*".
Sulla base dunque della Carta degli Habitat, dalla quale vengono escluse le aree antropizzate, vengono applicati 4 indici: Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica e Fragilità Ambientale.
I primi tre derivano dal calcolo tramite un set di indicatori, mentre la Fragilità è ottenuta dalla combinazione tra Sensibilità Ecologica e Pressione Ambientale.

- Il Valore Ecologico viene inteso come pregio naturale e rappresenta una stima del livello di qualità di un biotopo.
- La Sensibilità Ecologica esprime la predisposizione intrinseca di un biotopo al rischio di perdita di biodiversità o di integrità ecologica indipendentemente dalle minacce di natura antropica.
- La Pressione Antropica fornisce una stima sintetica del grado di disturbo prodotto dall'uomo.
- Infine, la Fragilità Ambientale indica la vulnerabilità di un biotopo e, 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.

Dall'analisi delle relative cartografie, la pressione antropica è giudicata "media", mentre gli altri valori risultano "bassi".
Si segnala che, su base regionale, quasi il 90% della superficie regionale è interessato dalle classi di Fragilità Ambientale "Bassa" e "Molto bassa", e solamente il restante 10% dalle classi da "Media" a "Molto alta".

9.1.2 Aree protette e siti Rete Natura 2000

Dall'analisi del territorio tramite sopralluoghi e consultazioni del Geoportale regionale, come espresso nel Quadro Programmatico, si deduce che l'area di progetto non ricade in Siti Natura 2000, Aree Protette istituite o in itinere.
In particolare, per zone protette speciali ai sensi delle direttive 2009/147/Ce e 92/43/Cee si intendono le aree che compongono la Rete Natura 2000, le quali includono i Siti di importanza comunitaria (SIC), successivamente designate quali Zone speciali di Conservazione (ZSC), e le Zone di protezione speciale (ZPS). Si includono qui anche le Important Bird Areas (IBA), aree definite in Italia dalla LIPU, che costituiscono la base scientifica per l'identificazione e l'istituzione delle ZPS.

Il parco fotovoltaico in esame è esterno ma vicino all'IBA 311 – "Campidano sud-occidentale" (circa 1.2 km), e dista circa 3,3 km di distanza dalla ZSC e Parco Regionale "Monte Linas – Marganai", che si sovrappone alla relativa all'IBA n. 312 ("Foresta di Marganai").

- ***SIC "Monte Linas – Marganai"***

Il SIC ITB041111 "Monte Linas – Marganai", proposto come pSIC a Settembre 1999 ed ora Zona Speciale di Conservazione (ZSC), è un'area di grande interesse geologico, paesaggistico, botanico e faunistico che interessa i comuni di Villacidro, Arbus, Domusnovas, Fluminimaggiore, Gonnosfanadiga e Iglesias.
Oltre che per la presenza di habitat della Direttiva, il sito ospita specie di notevole importanza quali Helichrysum montelinasanum, endemica del

Sulcis-Iglesiente e che ha qui il suo locus classicus, e Anchusa montelinasana, esclusiva del massiccio.

Oltre a queste sono presenti numerose specie endemiche, tra le quali si segnalano Filago tyrrhenica, Festuca morisiana, Genista salzmannii, Genista sulcitana, Armeria sulcitana, Galium glaucophyllum, Blechnum spicant, Viola corsica subsp. limbarae, Bryonia marmorata, Arenaria balearica, Arum pictum.

L'area è di elevato interesse paleontologico, per la presenza di importanti taxa a livello internazionale, nazionale e regionale.

L'elevato interesse naturalistico, è dato, inoltre, dalla presenza di habitat unici, ormai scomparsi in tutto il bacino del Mediterraneo, come la foresta su formazioni carbonatiche del Marganai. Rilevante anche l'aspetto speleologico, per la presenza di cavità carsiche popolate da rara fauna troglobia e dalle caratteristiche strutturali uniche.

L'area ha anche un elevato interesse geologico-strutturale per la presenza di successioni litologiche pre-cambriane e per le testimonianze di eventi tettonici di rilevanza regionale, inoltre è da segnalare l'elevato interesse storico-sociologico per la presenza di siti archeologici e strutture archeo-industriali.

All'interno del sito è possibile identificare la presenza di ben diciotto differenti habitat e quattordici specie elencati nelle Direttive 92/43/CEE ("Direttiva Habitat") e 79/409/CEE ("Direttiva Uccelli"), in aggiunta ad altre specie presenti ed importanti ai fini della conservazione e gestione del sito:

- ***IBA ''Campidano sud-occidentale***

Le IBA (Important Bird Areas) sono territori individuati in tutto il mondo sulla base di criteri ornitologici per la conservazione di specie di Uccelli prioritarie, quali in particolare la presenza di una frazione significativa di popolazioni di specie rare o minacciate, oppure l'eccezionale concentrazione di uccelli di altre specie.

Il Campidano sud-occidentale è costituito da un ambiente dominato dalla pianura del Campidano e dalla vicina catena montuosa dell'Iglesiente. La vegetazione è rappresentata dalla macchia mediterranea, pinete e aree umide.
L'IBA che sostituisce quella del 2002 denominata "Campidano centrale" (IBA 178), ospita ancora alcuni individui di gallina prataiola, la cui entità appare oggi sconosciuta. Anche le altre specie caratterizzanti le steppe presenti nell'IBA del campidano centrale hanno carenza di dati.
Il precedente sito n. 178 è stato identificato come importante nel 2002, in quanto presentava significative popolazioni delle specie in tabella seguente, nella quale si riportano la fenologia (B = nidificante; W =svernante) e i criteri IBA secondo quanto previsto da LIPU – Birdlife Italia nella relazione "*Sviluppo di un sistema nazionale delle ZPS sulla base della rete delle IBA*".

Tabella 11 Specie di Uccelli che caratterizzano l'IBA

SPECIE	FENOLOGIA	CRITERIO IBA
Pollo sultano comune (Porphyrio porphyrio)	B	C6
Gallina prataiola (*Tetrax tetrax*)	B	C6
Occhione comune (*Burhinus oedicnemus*)	B	C6
Piviere dorato (*Pluvialis apricaria*)	W	C6
Calandra comune (*Melanocorypha calandra*)	B	C6

In particolare, tutte le specie sono inserite in base al criterio "*C6" = il sito è uno dei 5 più importanti nella sua regione amministrativa per una specie o sottospecie inclusa in Allegato 1 della Direttiva "Uccelli". Questo criterio si applica se il sito contiene più dell'1% della popolazione nazionale*.

9.2 Impatti potenziali

9.2.1 Impianto fotovoltaico

- Fase di cantiere

I fattori di impatto in grado di interferire con gli habitat e gli ecosistemi sono principalmente quelli relativi alle modifiche permanenti del suolo, quali:

- le potenziali variazioni delle caratteristiche e dei livelli di qualità del suolo (in termini di alterazione di tessitura, permeabilità e dell'attuale capacità d'uso);
- le potenziali variazioni quantitative del suolo (in termini di sottrazione di risorsa).

In fase di costruzione tali interferenze derivano dall'allestimento/esercizio delle aree di cantiere e dagli scavi necessari alla realizzazione delle varie opere, quali in questo caso le fondazioni delle opere civili e le trincee dei cavidotti.
Gran parte dell'impatto sarà pertanto locale, di durata limitata (pari all'esecuzione dei lavori) e con lavorazioni non continue. Gli impatti attesi sono legati alla variazione delle locali caratteristiche del suolo, della sua tessitura e dell'originaria permeabilità, per gli effetti della compattazione.
È attesa una perdita di parte della capacità d'uso del suolo nelle sole aree interessate dal progetto, laddove sia ad uso agricolo.

- <u>Fase di esercizio</u>

In fase di esercizio perdureranno gli effetti in termini di sottrazione di risorsa agricola, principalmente legati alle aree occupate dai moduli fotovoltaici.
L'impianto è comunque inserito su suoli che non presentano particolare interesse dal punto di vista agricolo, peraltro con limitazioni all'utilizzo in questo senso in quanto destinata dagli strumenti urbanistici vigenti ad un uso industriale.

In relazione dunque alla tipologia dell'opera, alle scelte progettuali ed alle mitigazioni adottate, volte a minimizzare gli impatti potenziali come riferito per le altre componenti, si ritiene il progetto compatibile con il rispetto e la conservazione degli habitat e delle specie presenti nei siti RN2000 più prossimi, garantendo la produzione di energia pulita da una fonte rinnovabile.
Le analisi e le valutazioni evidenziano che la realizzazione dell'opera di progetto può avvenire nel rispetto dei limiti previsti dalla vigente legislazione in campo ambientale.

9.2.2 Opere comuni

- Fase di cantiere

L'occupazione di suolo dovuta alla cantierizzazione delle opere è stata stimata in circa 105'000 m², per la maggior parte dedicata ai micro-cantieri che si sviluppano lungo il percorso della linea aerea, di durata limitata.
Le aree soggette alle lavorazioni sono prevalentemente agricole, dalla minore sensibilità ecosistemica, quando non già interessate dalla presenza della linea in demolizione, per cui non si ritengono in grado di interferire con le dinamiche ecosistemiche del territorio.

In fase di progettazione si è previsto di limitare al minimo il taglio della vegetazione attraverso il posizionamento dei cavi sopra il franco minimo e l'utilizzo di un argano e un freno nelle operazioni di tesatura.
La rimozione di essenze arboree, necessaria per la realizzazione di piste di cantiere, nuovi accessi alle aree di lavoro, tralicci elettrici e per la realizzazione della SE, dovranno essere ridotti al minimo. Al termine dell'esecuzione dei lavori saranno ripiantate le essenze eventualmente rimosse con le specie autoctone rilevate in sito prima della rimozione.

- Fase di esercizio

L'entità delle superfici occupate si riduce a circa la metà, concentrata principalmente nella zona della nuova stazione elettrica.
Considerate la tipologia delle opere, la distanza della SE da aree di valore naturalistico e l'esistenza dell'elettrodotto "Villacidro-Guspini", del quale si manterrà il percorso, si ritiene che il progetto non apporti modifiche dello status e delle dinamiche ecosistemiche del territorio.

10 FLORA

10.1 Stato di fatto

Sulla base dei sopralluoghi effettuati e della documentazione consultata, le aree in cui sorgerà l'impianto si presentano come ampi seminativi con limitata presenza di essenze arboree agrarie o forestali.
All'interno del contesto in cui ricade il progetto, analizzato nel raggio di circa un chilometro dallo stesso, sono state individuate le seguenti classi di utilizzazione del suolo:

- Colture estensive
- Frutteti
- Piantagioni di eucalipto

In aggiunta ad insediamenti industriali ed artigianali e fabbricati rurali.

Per l'analisi vegetazionale si è fatto inoltre riferimento a quanto espresso nel Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR) della Sardegna, redatto ai sensi del D.Lgs.227/2001 ed approvato con D.G.R. 53/9 del 27/12/07.
Tale Piano rappresenta lo strumento di pianificazione per la corretta gestione del territorio regionale, per la tutela ambientale e per lo sviluppo sostenibile dell'economia rurale.
Il progetto ricade entro il Distretto Forestale n. 19 "Linas-Marganai", nel quale si possono identificare le serie di vegetazione, come riportato nella cartografia di Piano, il cui stralcio cartografico è riportato nella figura successiva.
Nello specifico, l'intervento in oggetto ricade nella serie vegetazionale SA19, denominata "Serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (Galio scabri - Quercetum suberis)".

Tramite la consultazione delle cartografie allegate si è potuto verificare come il progetto:

- sia inserito in un sistema agricolo intensivo (*Tav. 4 Uso del suolo*);
- ricada in area a nulla propensione all'erosione (*Tav. 8 Carta della propensione potenziale all'erosione*)

10.2 Impatti potenziali

10.2.1 Impianto fotovoltaico

- Fase di cantiere

La natura delle opere in progetto, in particolare l'installazione dei tracker tramite semplice battitura e l'interramento del cavidotto esterno lungo viabilità esistente, permette di minimizzare la rimozione di suolo vegetale durante le fasi di cantierizzazione.

L'impatto maggiore in termini di rimozione di terreno vegetale si avrà durante la realizzazione della viabilità interna.
In questo senso, la flora osservata tramite indagini preliminari condotte sul campo, in aggiunta a quanto contenuto nelle mappature disponibili sul geoportale regionale, è comune e di basso valore ecologico, a causa della forte connotazione antropica conseguenza delle pratiche agricole e industriali che negli anni hanno modificato il territorio, il paesaggio e le componenti ambientali.
In ogni caso, i lembi di naturalità riscontrabili nei paraggi non verranno interessati dalle lavorazioni.

Si ritiene per queste ragioni l'impatto sulla componente flora trascurabile in fase di cantiere.

- Fase di esercizio

La presenza dell'impianto fotovoltaico non avrà alcuna ulteriore incidenza sulla vegetazione rispetto a quanto già descritto per la fase di cantiere.
Al termine della fase di realizzazione dell'opera è prevista la completa rimozione delle piste ad uso temporaneo, tramite bonifica degli inerti predisposti nelle piste e ricollocazione dello strato di terreno agricolo precedentemente rimosso e accantonato.

A scopo di mitigazione paesaggistica, verrà realizzata una fascia alberata con l'impiego di specie autoctone lungo buona parte del perimetro recintato.

Si precisa che, a seguito dell'impianto delle specie previste e dell'irrigazione necessaria affinchè attecchiscano al terreno, tali coltivazioni saranno in asciutto e non richiederanno apporti idrici durante l'esercizio dell'impianto, a meno di periodi di grande siccità. Per tali operazioni, la richiesta idrica sarà soddisfatta per mezzo di autobotti.

Non essendo l'impianto dotato di un sistema di irrigazione che permetta di mantenere la fascia antincendio di 10 metri a verde per tutto il periodo di allerta incendio, all'inizio di ogni stagione estiva si procederà all'aratura della stessa. Tale fascia verrà poi mantenuta secca, al fine di evitare la potenziale propagazione di incendi, sia interni che esterni all'impianto.
L'impatto delle operazioni di manutenzione sulla flora può essere quindi considerato sporadico e totalmente reversibile.

Si osserva infine che, date le caratteristiche del progetto, esso non pregiudica possibili futuri interventi di riqualificazione della rete ecologica.

10.2.2 Opere comuni

- <u>Fase di cantiere</u>

Il territorio oggetto di intervento è in generale fortemente antropizzato.
La linea Guspini-Villacidro, oggetto di rinforzo, si snoda attraverso aree agricole caratterizzate da coltivi annuali e coltivazioni arboree, spesso divise da sistemi di siepi, per cui non si prevedono interferenze con sistemi vegetazionali complessi o di pregio.

La nuova SE di Guspini e delle nuove linee di raccordo interessano anch'esse un'area a vocazione agricola, circondata da un sistema di siepi a prevalenza di Lentisco (Pistacia Lentiscus, L.), accompagnata dal fico d'india e dal rovo selvatico.
In particolare, durante l'esecuzione dei lavori per la costruzione della nuova SE e della relativa viabilità di accesso, le preesistenze arbustive saranno rimosse solo laddove necessario, ovvero in corrispondenza del nuovo accesso

e delle opere idrauliche che dovranno essere realizzate per garantire lo scolo delle acque meteoriche dai piazzali di stazione.
Per quanto riguarda le opere di adeguamento dell'ex tracciato ferroviario che richiedono l'allargamento della sede stradale, le essenze rimosse saranno oggetto di ri-piantumazione al fine di ripristinare lo stato iniziale dei luoghi e riproporre l'esistente siepe laterale al percorso (lato SE) con essenze arbustive ed arboree tipiche della macchia mediterranea evoluta.

Non si prevedono infine impatti sulla flora nell'ambito dei lavori di potenziamento della CP "Villacidro".

- <u>Fase di esercizio</u>

La presenza delle strutture non avrà alcuna ulteriore incidenza sulla vegetazione rispetto al ripristino seguente alla fase di cantiere.
Potenziali impatti sulla flora legati alle operazioni di manutenzione straordinaria, dovuti cioè alla necessità di sostituire tralicci, conduttori… avranno carattere saltuario ed entità paragonabile a quella dei micro-cantieri.

11 FAUNA

11.1 Stato di fatto

In riferimento a quanto affermato su “Sardegna Foreste”, ad opera dell’Ente Foreste Sardegna, la fauna della Sardegna presenta delle peculiarità dovute alla sua particolare posizione geografica.
L’isola è infatti inclusa quasi totalmente nella regione biogeografica “mediterranea”, ove domina il bioma a macchia mediterranea, caratterizzato da un assetto di specie ecologicamente coerente con lo spazio fisico e il clima.

Le differenze nei popolamenti insulari sono determinate fondamentalmente dall’origine geologica, dalla superficie territoriale e dalla distanza dalla terraferma. Anche l’altezza dei rilievi montuosi è un fattore molto importante perché influisce sul clima e determina, a parità di estensione territoriale, una maggiore complessità ambientale e, conseguentemente, una maggiore biodiversità.
La relazione tra la superficie dell’isola e il numero di specie presenti determina la ricchezza specifica e la fragilità dell’ambiente, in quanto gli endemiti sono le specie che, in assoluto, risultano più soggetti alle minime alterazioni ambientali causate dall’uomo.

L’ambiente isolato favorisce e consente, infatti, la formazione di popolazioni, più o meno marcatamente distinte da quelle di origine, adattate all’ambiente che vengono distinte in specie, sottospecie o razze geografiche particolari.

L’origine dell’attuale popolamento faunistico della Sardegna può essere ascritta a tre distinte fasi: la prima riferita al Miocene superiore (messiniano), la seconda risalente alle ultime glaciazioni del Quaternario, la terza attribuita alle introduzioni avvenute in tempi preistorici e storici ad opera dell’uomo.
Dell’antica fauna vertebrata continentale, risalente al Terziario inferiore, testimonianza del periodo in cui la Sardegna era unita al continente europeo, restano in varie parti dell’Isola sole le 5 specie endemiche di anfibi urodeli:

l'euprotto e le quattro specie di geotritone (*S. genei, S. imperialis, S. supramontis* e *S. flavus*).

Attualmente la fauna vertebrata sarda risulta costituita da:

- 9 specie di anfibi (5 Urodeli e 4 Anuri), 22 specie di rettili (1 Emide, 3 Testudinidi, 1 Chelonide, 3 Geconiidi, 1 Camaleontide, 6 Lacertidi, 2 Scincidi e 5 Colubridi);
- 152 specie di uccelli (2 Podicipediformi, 3 Procellariformi, 2 Pelicaniformi, 9 Ciconiformi, 1 Fenicotteriforme, 9 Anseriformi, 10 Accipitriformi, 5 Falconiformi, 4 Galliformi, 6 Gruiformi, 13 Caradriformi, 4 Columbiformi, 1 Psittaciforme, 2 Cuculiformi, 4 Strigiformi, 1 Caprimulgiforme, 3 Apodiformi, 4 Coraciformi, 3 Piciformi e 65 Passeriformi);
- 41 specie di mammiferi (3 Insettivori, 21 Chirotteri, 2 Lagomorfi, 7 Roditori, 4 Carnivori e 4 Ungulati).

Rivestono in particolare importanza i chirotteri, suddivisi in 4 famiglie a seconda dell'habitat:

- Rinolofidi: Rinolofo maggiore, Rinolofo minore, Rinolofo di Mehely, Rinolofo euriale.
- Vespertilionidi: Vespertilio maghrebino, Vespertilio di Capaccini, Vespertilio di Daubenton, Vespertilio smarginato, Vespertilio mustacchino, Pipistrello nano, Pipistrello pigmeo, Pipistrello albolimbato, Pipistrello di Savi, Serotino comune, Nottola di Leisler, Barbastello, Orecchione comune, Orecchione meridionale, Orecchione sardo.
- Miniotteridi: Miniottero.
- Molossidi: Molosso di Cestoni

Delle 224 specie di vertebrati terrestri riproducentesi nell'Isola, 117, pari al 53% del totale, sono comprese tra quelle minacciate di estinzione, vulnerabili, rare e/o a status indeterminato o insufficientemente conosciuto.

A questo proposito, in via preliminare si osserva come il parco fotovoltaico sia esterno agli elementi riportati nella carta delle “Aree non idonee all’insediamento di impianti eolici”, redatta dall’Assessorato della Difesa dell’Ambiente della Regione.

In particolare, come da estratto seguente, il progetto non ricade in “aree con presenza di specie animali tutelate”, né in aree a presenza di chirotterofauna o di attenzione della stessa.

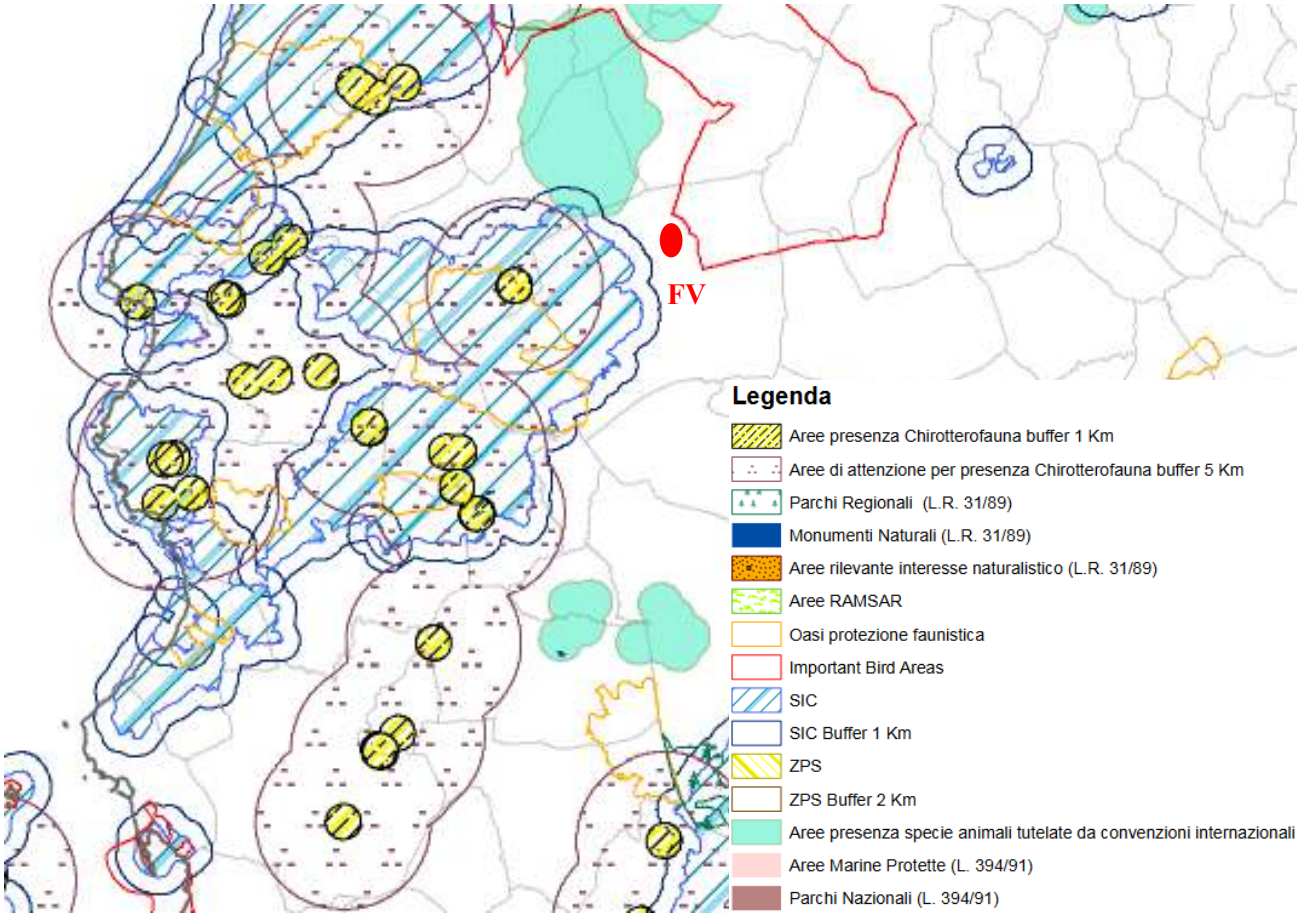

Figura 27 Regione Sardegna - Vincoli dell'assetto ambientale - Estratto

Per la valutazione della fauna nell’area di interesse, in aggiunta a quanto riportato per le vicine aree SIC e IBA, è stata presa come riferimento la “*Carta delle Vocazioni Faunistiche*” (CVF), che suddivide il territorio regionale in

aree faunistiche omogenee e definisce per ciascuna le specie tipiche presenti e gli areali di distribuzione.

Tramite consultazione bibliografica, si possono trarre alcune indicazioni sulla fauna dell'area:

- Cervo sardo (Cervus elaphus corsicanus)

Non risultano segnalate presenze, anche occasionali, della specie nell'area prevista dal progetto in esame.

- Daino (Dama dama)

Le popolazioni sono limitate solo ad alcune aree distanti tra loro e non sono segnalate presenze, anche occasionali, della specie nell'area in esame.

- Muflone (Ovis orientalis musimon)

Le colonie di mufloni presenti oggi in Sardegna, come evidente dall'estratto riportato di seguito, sono tra loro disgiunte e si trovano principalmente in Ogliastra, Monte Tonneri, Gennargentu, Supramonte, Monte Albo e, di più recente introduzione, a Capo Figari, l'Asinara ed i Monti del Limbara.

- Cinghiale (Sus scrofa meridionalis)

È presente su quasi tutto il territorio, dalle zone costiere a quelle interne montane, come anche nell'area interessata dal progetto in esame.

- Pernice sarda (Alectoris barbara)

Specie residente in Sardegna, Nord Africa e Gibilterra. Nell'Isola è presente, con consistenze differenti, pressoché in tutto il territorio e risulta assente solo nell'Isola della Maddalena.

- Lepre sarda (Lepus capensis mediterraneus)

In Sardegna è presente la sottospecie L. c. mediterraneus, da alcuni autori considerata specie a sé stante. È distribuita su gran parte del territorio isolano.

- Uccelli acquatici svernanti e nidificanti

Per uccelli acquatici si intendono tutte le specie che frequentano o dipendono dalle zone umide in senso lato. Il censimento ha dunque riguardato, per la provincia del Medio Campidano, 4 zone umide, sia costiere che interne, nel periodo 7-25 gennaio 2011.

Sono state in particolare censite 19 specie, pari al 36,8% del totale regionale, per un totale di 2310 individui (l'1.7% della Sardegna).
Nel 2011 la specie più abbondante è risultata il Piviere dorato con 970 esemplari, seguita dall'Alzavola con 489 esemplari e dalla Pavoncella con 347.

11.2 Impatti potenziali

11.2.1 Impianto fotovoltaico

- Fase di cantiere

Per stimare i possibili impatti di una centrale fotovoltaica sulla fauna locale è necessario considerare un ampio range di fattori, tra cui la localizzazione geografica del sito prescelto per il progetto, la sua morfologia, le caratteristiche ambientali, la funzione ecologica dell'area, le specie di fauna presenti.
In fase di cantiere, i possibili disturbi alla fauna possono essere ascritti a:

- Sottrazione di suolo e frammentazione degli habitat;
- Incremento delle emissioni acustiche;
- Incremento della presenza antropica;
- Alterazione della luminosità notturna;

- Sottrazione di suolo e frammentazione degli habitat

In generale, le azioni di cantiere, quali sbancamenti, movimenti di mezzi pesanti, presenza di operai, … possono comportare danni e/o disturbi alle specie animali presenti nelle aree coinvolte. L'effetto è tanto maggiore quanto più ampie e durature sono le azioni di cantiere e, soprattutto, quanto più naturali e ricche di fauna sono le aree interessate direttamente dal cantiere. Ciò avviene esclusivamente nella fase di occupazione di nuove aree, ovvero durante la creazione di nuova viabilità, piazzole e fondazioni.

La movimentazione dello strato superficiale di suolo dai siti di escavazione può determinare l'uccisione di specie di fauna selvatica a lenta locomozione (anfibi e rettili). Tale eventualità assume un carattere fortemente negativo sui

suoli “naturali”, in cui il terreno non è stato, almeno di recente, sottoposto ad aratura.

Le opere in progetto, come già espresso in precedenza, avranno estensione limitata e non andranno ad impattare sulle aree che potranno ospitare un maggior numero di specie animali, quali incisi, formazioni arbustive, prati aridi e corsi d’acqua.

- Incremento delle emissioni acustiche

La rumorosità rappresenta l’azione di disturbo più significativa, in quanto il rumore antropico può interferire con i segnali di comunicazione acustica degli animali. La sensibilità al rumore antropico è materia complessa, oggetto di studio da specie a specie, e può andare ad impattare solo alcune fasi del ciclo vitale delle stesse.

È comunque possibile desumere alcune indicazioni generali, al di là della risposta delle diverse componenti della fauna, che può essere più o meno significativa a differenti livelli di rumore e la cui conoscenza può essere determinante per la salvaguardia delle specie stesse. Tra le specie sensibili al rumore, un livello di emissioni acustiche nell’ambiente di 50 dB può essere considerato come una soglia di tolleranza piuttosto generalizzata.

Nel caso in esame, sulla base delle valutazioni effettuate nell’ambito dello studio previsionale acustico (“*Valutazione previsionale di impatto acustico*”), riportate nel capitolo 11.2.2, emerge che il rumore generato dalle attività connesse alla realizzazione dell’impianto si riduce al di sotto dei 50 dB ad una distanza inferiore a 300 metri. Inoltre, non produce una variazione consistente dei livelli sonori di fondo, determinati dal traffico delle strade circostanti e dalle attività antropiche operanti sul territorio.

Non va comunque trascurata la capacità di adattamento dimostrata da numerose specie, soprattutto la possibilità degli uccelli di abituarsi alla presenza dell’uomo in prossimità dei siti di nidificazione. Ciò sembrerebbe avvenire più facilmente quando la presenza umana è abituale piuttosto che occasionale,

in quanto gli animali percepirebbero che non vi sono rischi per la loro incolumità (*Andreotti A. & Leonardi G., 2007*).
In ogni caso, il terreno di interesse presenta già un certo livello di disturbo acustico causato dalle attività agricole e industriali, per cui si ipotizza che non vi siano più specie particolarmente sensibili alla presenza dell'uomo.

- Incremento della presenza antropica

Si precisa che la presenza antropica e di veicoli in movimento è già tipica dell'area, in virtù delle attività industriali.
Va specificato che la vulnerabilità al traffico sembra essere caratteristica degli uccelli (ad esempio per il rumore che può causare problemi di comunicazione) e dei mammiferi medio-grandi. In particolare, sono molto vulnerabili agli investimenti specie attratte dalle strade (come alcuni rettili, attratti dal calore della superficie stradale) o molto lente (come alcuni anfibi, che non sono in grado di evitare i veicoli) o specie con range territoriali ampi e molto mobili come i grandi mammiferi (*Fahrig & Rytwinski, 2009*). Le specie di grandi dimensioni, che necessitano di grandi territori, che rifuggono la superficie stradale e sono disturbate dal traffico sono invece quelle che maggiormente risentono degli effetti delle strade sull'habitat, sia in termini di perdita e/o riduzione della qualità che in quelli di frammentazione e riduzione della connettività (*Rytwinski & Fahrig, 2015*).
Considerando la componente faunistica della zona unitamente ai risultati dello "*Studio di Impatto Viabilistico",* già richiamato nell'ambito degli impatti sulla componente atmosfera (paragrafo 6.2), per cui il momentaneo aumento di traffico causato dal cantiere risulterà di entità trascurabile, si ritiene che il disturbo indotto non rappresenti criticità per la fauna locale.

Per quanto riguarda il disturbo diretto derivante dagli investimenti, la Regione Sardegna non dispone di una raccolta di dati in cui siano registrati i punti in cui avvengono incidenti che coinvolgano fauna selvatica e autoveicoli.
Nell'area di installazione dei pannelli, comunque, non vi sono strade che attraversino aree naturali di pregio.

L'interramento del cavidotto lungo viabilità esistente permetterà inoltre di ridurre l'ampiezza del cantiere ed il numero di mezzi dedicati.
Il numero e le caratteristiche dei mezzi impiegati, con velocità limitata, e, in generale, un ambiente piuttosto omogeneo, fa propendere verso un basso rischio di collisioni, limitato comunque a specie comuni.

- Alterazione della luminosità notturna

L'installazione degli apparecchi di illuminazione, allo scopo di sorveglianza e controllo, sarà ottimizzato e contenuto in fase esecutiva in modo da minimizzare l'alterazione della luminosità notturna.
È infatti noto che il disturbo luminoso può, in determinate situazioni di intensità e distribuzione delle sorgenti, generare un disturbo sulla componente faunistica che si manifesta a diversi livelli dall'espressione genica, alla fisiologia, all'alimentazione, ai movimenti giornalieri, ai comportamenti migratori e riproduttivi fino alla mortalità (*Rodríguez et al., 2012*).

- Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio, le alterazioni prese in considerazione sono le stesse della fase di cantiere, osservando che il disturbo principale sarà legato alla presenza fisica dell'impianto.
Le altre interferenze avranno carattere ridotto, in quanto la presenza antropica e di veicoli sarà legata alle attività di manutenzione ordinaria e straordinaria, che non costituiranno motivo di disturbo, mentre l'alterazione della luminosità notturna e la rumorosità saranno limitate alle condizioni di progetto.

A queste va aggiunta l'alterazione del microclima dell'area, in quanto ogni pannello fotovoltaico può generare nel suo intorno un campo termico che può arrivare anche a temperature dell'ordine di 70 °C.
Questo comporta la variazione del microclima sottostante i pannelli, in aggiunta ad un effetto di surriscaldamento dell'aria determinato dalla separazione che si genera fra l'ambiente soprastante e quello sottostante i moduli,

in particolare se molto ravvicinati e su vasta area, con esiti opposti fra estate e inverno.

La variazione del microclima nel senso del surriscaldamento può avere effetti sulla fauna locale, in particolare su entomofauna ed eventualmente su fauna minore (rettili e micromammiferi), cambiando le condizioni microclimatiche e di conseguenza la composizione delle comunità o le modalità di utilizzo dell'area. Inoltre, alte temperature combinate ad elevata siccità possono causare la combustione dello strato vegetativo superficiale sottostante l'impianto (rischio di incendio per innesco termico).

Nel caso del progetto in esame, tuttavia, l'altezza delle strutture di sostegno e le caratteristiche dei moduli stessi consentono una sufficiente circolazione d'aria sotto i pannelli, evitando un eccessivo surriscaldamento del microclima locale e limitando di conseguenza modificazioni ambientali a esso connesse. L'impatto si ritiene pertanto nullo sulla componente in esame.

11.2.2 Opere comuni

- <u>Fase di cantiere</u>

Il progetto non determinerà la frammentazione di habitat o di ecosistemi, e non andrà ad intersecare aree di particolare valenza naturalistica.

Si ritengono, dunque, i fattori di disturbo alla fauna legati alla fase di cantiere analoghi a quanto già espresso per l'impianto fotovoltaico, così come le relative considerazioni.

- <u>Fase di esercizio</u>

Anche per le opere connesse, in fase di esercizio il disturbo principale sarà causato dalla presenza fisica del progetto nel territorio e dalle attività di manutenzione.

L'avifauna sarà più significativamente influenzata dal progetto proposto, soprattutto per quanto riguarda le nuove linee elettriche previste e i potenziali rischi di elettrocuzione ad esse collegate.

Numerose pubblicazioni indicano quali possibili interventi possono utilmente salvaguardare l'avifauna dalla morte per elettrocuzione o collisione.
Se ritenuto necessario in fase esecutiva, per la linea aerea in esame si propone di aumentare la visibilità dei conduttori delle nuove linee tramite il posizionamento di segnalatori di cavo.

Questi elementi hanno lo scopo di facilitare la percezione dei cavi da parte degli uccelli in volo e diminuire pertanto il rischio di collisione. Tra i diversi dispositivi disponibili uno dei più impiegati (anche in Italia) consiste in spirali di plastica colorate, realizzate in filo di materiale plastico (PVC) pre-sagomato a caldo, con diametro maggiore (in media 35 cm) nella parte centrale ed una o entrambe le estremità arrotolate ad elica per un facile ancoraggio al cavo. Ne esistono di vari modelli, lunghe da pochi decimetri fino a circa un metro, con un peso che arriva a superare i 600 grammi. Anche la colorazione è variabile; le più comuni sono quelle rosse e quelle bianche, solitamente disposte in modo alternato lungo il cavo (ad una distanza di circa 15-20 metri l'una dall'altra), le prime più facilmente visibili in condizioni di forte luminosità, le seconde più visibili in situazioni di scarsa luminosità (e di conseguenza particolarmente utili soprattutto per le specie crepuscolari).

Per la loro particolare forma, le spirali colorate costituiscono anche un sistema di avvertimento sonoro, utile specialmente per gli uccelli notturni, a causa del rumore che viene prodotto dal vento che soffia tra le spire.
Le numerose esperienze di installazione delle spirali effettuate negli ultimi anni (anche in Italia) hanno sortito generalmente effetti sempre positivi in termini di riduzione effettiva degli episodi di collisione.
Si reputa che questa mitigazione possa ridurre significativamente il possibile impatto sull'avifauna.

Figura 28 Esempio di segnalatore di cavo

11.3 Misure di mitigazione

Le scelte progettuali e le azioni che di fatto favoriranno l'inserimento ambientale dell'impianto fotovoltaico e delle opere comuni, e ridurranno eventuali impatti su flora e vegetazione, sono:

- Minimizzazione dei percorsi per i mezzi di trasporto e per i cavidotti, nonché della viabilità di nuova realizzazione;
- Utilizzo di aree di scarso valore floristico per l'installazione dei moduli fotovoltaici e per la realizzazione della SE;
- Contenimento dei tempi di costruzione;
- Ripristino al più possibile della vegetazione spontanea eliminata durante la fase di cantiere;
- Al termine della vita utile dell'impianto fotovoltaico (30 anni), ripristino del sito allo stato originario.

- Realizzazione di una fascia di mitigazione arborea attorno al fotovoltaico, tramite impianto di specie autoctone, che si svilupperà lungo buona parte del perimetro recintato, ove l'impianto sarebbe maggiormente visibile, per una larghezza di circa 1 m ed un'occupazione territoriale di circa 0.2 ha;

Per quanto riguarda la fauna e l'avifauna, si prevede:

- Aperture lungo la recinzione alte 20 cm con funzione di corridoi ecologici, in modo da permettere il passaggio della piccola fauna e di quella strisciante;
- Limitazione degli accessi all'impianto ed alle strade di servizio, al fine di limitare il disturbo a determinate specie;
- Interramento dei cavidotti MT e posizionamento in cabina di interruttori e trasformatori;
- Contenimento dei tempi di costruzione;
- Se necessario, utilizzo di segnalatori di cavo;
- Se necessario, le attività di cantiere verranno limitate al minimo durante i periodi riproduttivi delle specie animali.

12 RUMORE E VIBRAZIONI

12.1 Stato di fatto

12.1.1 Valutazione previsionale di impatto acustico - fotovoltaico

La normativa nazionale che al momento regolamenta l'inquinamento acustico ha come norma di riferimento la "*Legge Quadro sul rumore*" 26 Ottobre 1995, n. 447.
A seguito di questa legge, sono in via di emanazione i Decreti che andranno completamente a sostituire il DPCM 1 Marzo 1991 "*Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno".*

I lotti fotovoltaici ricadono completamente nel territorio comunale di Villacidro, dotato di Piano di Classificazione acustica, stabilendo i valori massimi dei livelli sonori tollerabili nelle diverse zone secondo quanto stabilito dai DPCM 1/3/1991, L.26/10/1995 n.447, DPCM 14/11/1997.

L'area oggetto di intervento ricade in Classe VI, mentre i ricettori maggiormente prossimi si trovano in Classe III, IV e V:
Classe III – Aree esclusivamente industriali
Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

Si precisa che per *valore limite di emissione* si intende il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa, mentre per *valore limite di immissione* si intende il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.
I *valori limite di accettabilità* coincidono come definizione con i valori *limite di immissione*.

Valgono pertanto i seguenti limiti:

Tabella 12 Limiti di emissione ed immissione, DPCM 14/11/1997

classe III di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
Valori limite di emissione Leq in dB(A)	55	45
Valori limite assoluti di immissione Leq in dB(A)	60	50

classe IV di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
Valori limite di emissione Leq in dB(A)	60	50
Valori limite assoluti di immissione Leq in dB(A)	65	55

classe V di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
Valori limite di emissione Leq in dB(A)	65	55
Valori limite assoluti di immissione Leq in dB(A)	70	60

classe VI di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
Valori limite di emissione Leq in dB(A)	65	65
Valori limite assoluti di immissione Leq in dB(A)	70	70

Dovrà inoltre essere verificato, ai sensi del D.M.A. 11/12/96, il rispetto del criterio differenziale, cioè la differenza tra il livello del rumore ambientale (in presenza delle sorgenti disturbanti) e quello del rumore residuo (in assenza delle sorgenti), per il rumore prodotto da impianti a ciclo continuo e misurato all'interno degli ambienti abitativi. Si applicano dunque i limiti differenziali diurni (5 dB) e notturni (3 dB) stabiliti dal DPCM 14/11/1997.

Al fine di stimare, in via previsionale, l'impatto acustico sul territorio circostante dovuto all'installazione del parco fotovoltaico in progetto, è stato condotto uno studio in più fasi:

- misure fonometriche Ante Operam sulle aree limitrofe, tramite cui è stato definito il clima acustico allo stato di fatto;
- previsione acustica del livello sonoro immesso dal parco fotovoltaico nelle stesse aree;

- confronto tra le misure effettuate e la previsione acustica nei termini di legge.

Lo studio Ante Operam ha permesso di individuare i possibili recettori sensibili in prossimità dell'impianto e di valutare acusticamente le sorgenti sonore presenti sul territorio.

Figura 29 Recettori nel buffer indagato

Nei pressi del progetto sono stati individuati 34 recettori potenzialmente esposti alla rumorosità prodotta.
Per ognuno sono state poi reperite le informazioni relative a posizione geografica, consistenza e destinazione d'uso.

Per la maggior parte di essi (18) è stato inoltre possibile accedervi al fine di verificarne la reale consistenza e destinazione d'uso.
Ove non sia stato possibile accedere ai recettori, in quanto posti in area privata interclusa e non visibili dalla pubblica via, le caratteristiche sono state desunte dalla cartografia in possesso e da fotopiano pubblico.

Ai fini della verifica del criterio differenziale sono stati condotti quattro rilievi per la determinazione dei livelli di clima acustico nella situazione ante operam (rumorosità residua), in prossimità dei recettori maggiormente prossimi individuati.
I rilievi fonometrici sono stati condotti in data 24 gennaio 2024, con un tempo di riferimento sufficiente al fine di caratterizzare la rumorosità residua esistente.

In particolare:

- Misura PM01 – su punto localizzato nelle vicinanze del recettore R21, in direzione dell'area oggetto di valutazione.
- Misura PM02 – su punto localizzato nelle vicinanze del recettore R26, in direzione dell'area oggetto di valutazione.
- Misura PM03 – su punto localizzato nelle vicinanze del recettore R30, in direzione dell'area oggetto di valutazione.
- Misura PM04 – su punto localizzato nelle vicinanze del recettore R02, in direzione dell'area oggetto di valutazione.

Dai risultati dei rilievi fonometrici si rileva che il sito analizzato è caratterizzato in generale da rumorosità molto contenuta in relazione alla destinazione urbanistica dell'area.
Il livello complessivo di clima acustico è determinato dalla rumorosità prodotta dal rumore antropico e, in alcune posizioni, dal transito di veicoli.

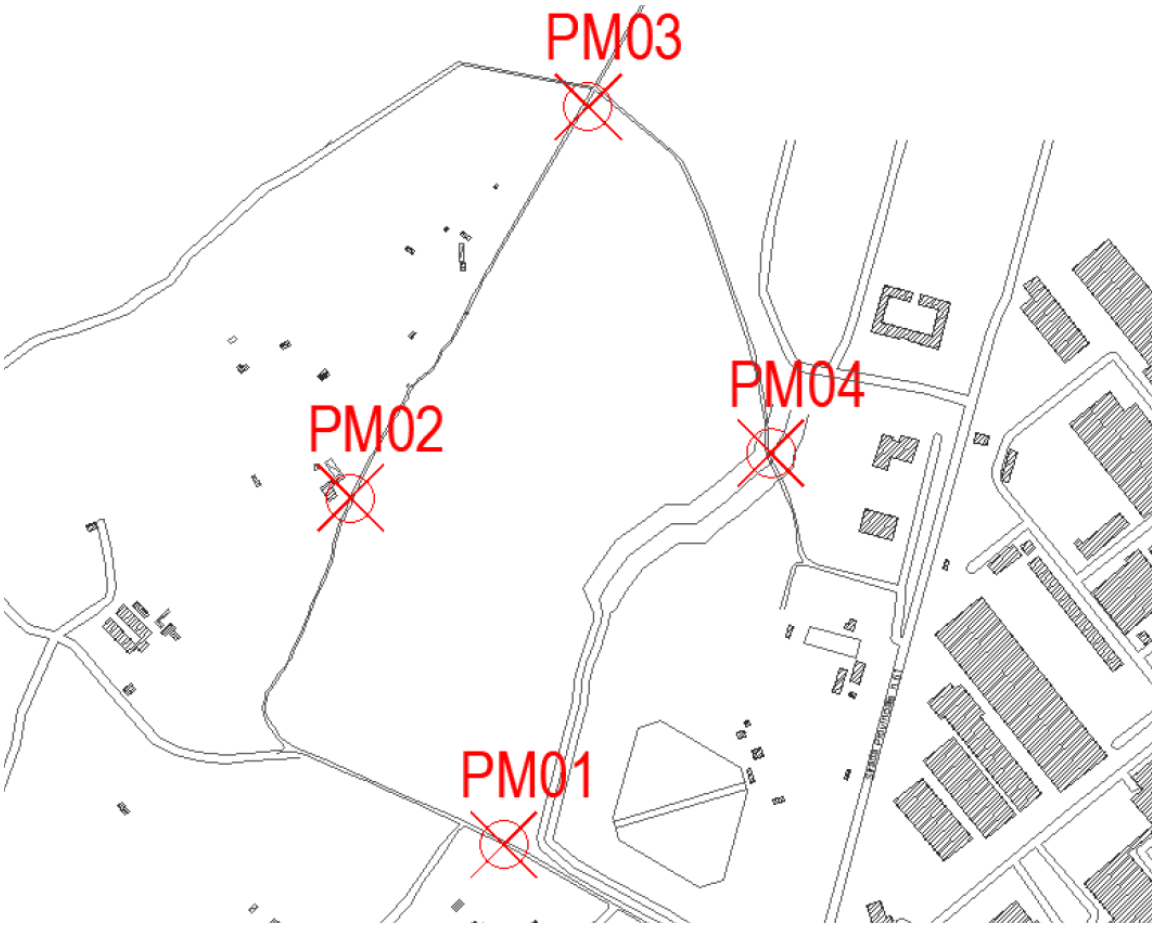

Figura 30 Punti di misurazione

Tabella 13 Risultati misurazioni

Posizione misura	Periodo di riferimento	Tempo di misura	Sorgenti di rumore identificabili	Valore utile LAeq dB(A)
PM01	Diurno	10:13 - 10:43	Traffico veicolare, Attività agricole, pale eoliche, traffico aereo, rumore animali	**39.0**
PM02	Diurno	11:03 – 11:33	Traffico veicolare, Attività agricole, pale eoliche, traffico aereo, rumore animali	**33.2**
PM03	Diurno	11:47 – 12:17	Traffico veicolare, Attività agricole, pale eoliche, traffico aereo, rumore animali	**34.0**
PM04	Diurno	12:31 – 13:01	Traffico veicolare, Attività agricole, pale eoliche, traffico aereo, rumore animali	**37.0**

12.2 Impatti potenziali

12.2.1 Impianto fotovoltaico

- Fase di cantiere

L'impatto acustico della fase di cantiere ha caratteristiche di transitorietà, in alcun modo correlate all'inquinamento da rumore prodotto dall'opera in progetto.

Le attività di cantiere prevedono differenti sorgenti di rumore, che possono realizzare sinergie di emissione acustica, in corrispondenza del contemporaneo svolgimento di diverse tipologie lavorative in relazione alle differenti organizzazioni delle fasi di cantiere.

Nell'ambito dello Studio previsionale di impatto acustico è stata quindi svolta una valutazione preliminare del rumore prodotto dalle attività di cantiere necessarie alla realizzazione dell'opera.

Tale valutazione costituisce una stima di massima del possibile impatto acustico determinato dalle fasi di lavoro per la realizzazione dell'opera, fasi che al momento non appaiono ancora completamente definite. Pertanto, in fase di progettazione esecutiva delle attività di cantiere la presente dovrà essere aggiornata a cura della ditta esecutrice, in relazione alle reali condizioni di cantiere ed alle specifiche attrezzature impiegate.

Alla luce dei risultati riportati nelle simulazioni, ottenuti considerando la contemporaneità di utilizzo delle varie attrezzature (cautelativo), si sottolineano qui sotto alcuni aspetti:

- Le fasi di lavoro che risultano fornire un contributo maggiormente impattante risultano essere quelle che prevedono attività con impiego di mezzi meccanici con movimentazione di terra e/o la formazione di palificati. Durante tali lavorazioni sono possibili ampi superamenti dei limiti di emissione e differenziali con valori stimati sino a 72.0 dB(A) in corrispondenza dei recettori maggiormente prossimi alle aree di cantiere.
- In corrispondenza di tutti gli altri recettori individuati i valori stimati appaiono generalmente contenuti entro i 70.0 dB(A).

- Sensibilmente più contenuti i valori stimati durante le altre fasi di lavoro.
- Per limitare l'eventuale disturbo prodotto, dovranno essere impiegate tra le attrezzature disponibili quelle caratterizzate da minori emissioni sonore, posizionando i principali impianti il più distante possibile dai recettori individuati.
- Durante i periodi di inattività i motori dei veicoli dovranno essere mantenuti spenti.
- È opportuno, inoltre, preallertare i residenti rispetto all'avvio delle lavorazioni più rumorose mediante apposita segnaletica, volantini o comunicazione diretta.
- Alla luce delle valutazioni condotte si ritiene necessario richiedere alle competenti Amministrazioni Comunali interessate dai lavori, il rilascio di autorizzazione in deroga ai limiti acustici ai sensi della vigente normativa ed in particolare dell'art.6 comma 1 lettera h) della L. 447/95.

- <u>Fase di esercizio</u>

Il progetto prevede l'installazione di 72 inverter di stringa e 8 trasformatori (skid), da ritenersi come le uniche sorgenti sonore rilevanti.
A vantaggio di sicurezza, si ipotizzano funzionanti in continuo durante il solo periodo di riferimento diurno.

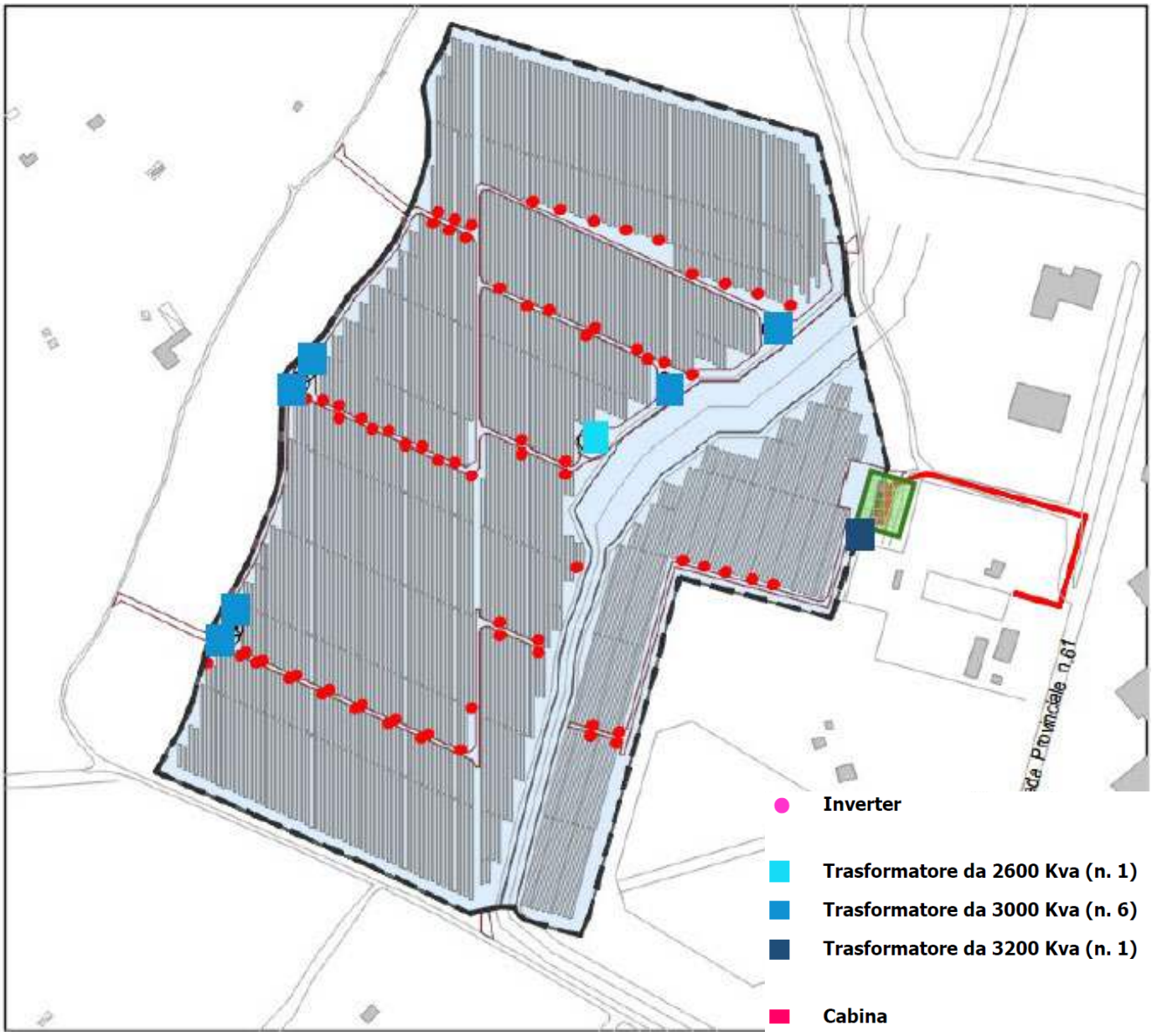

Figura 31 Planimetria con localizzazione delle sorgenti di progetto

Al fine di ottenere le migliori indicazioni sulla situazione complessiva del clima acustico ad intervento avvenuto, si è deciso di effettuare una simulazione mediante l'impiego di un software dedicato, il programma "IMMI" (ver. 2022). Per tutte le sorgenti individuate sono stati direttamente inseriti i valori di potenza sonora stimati.

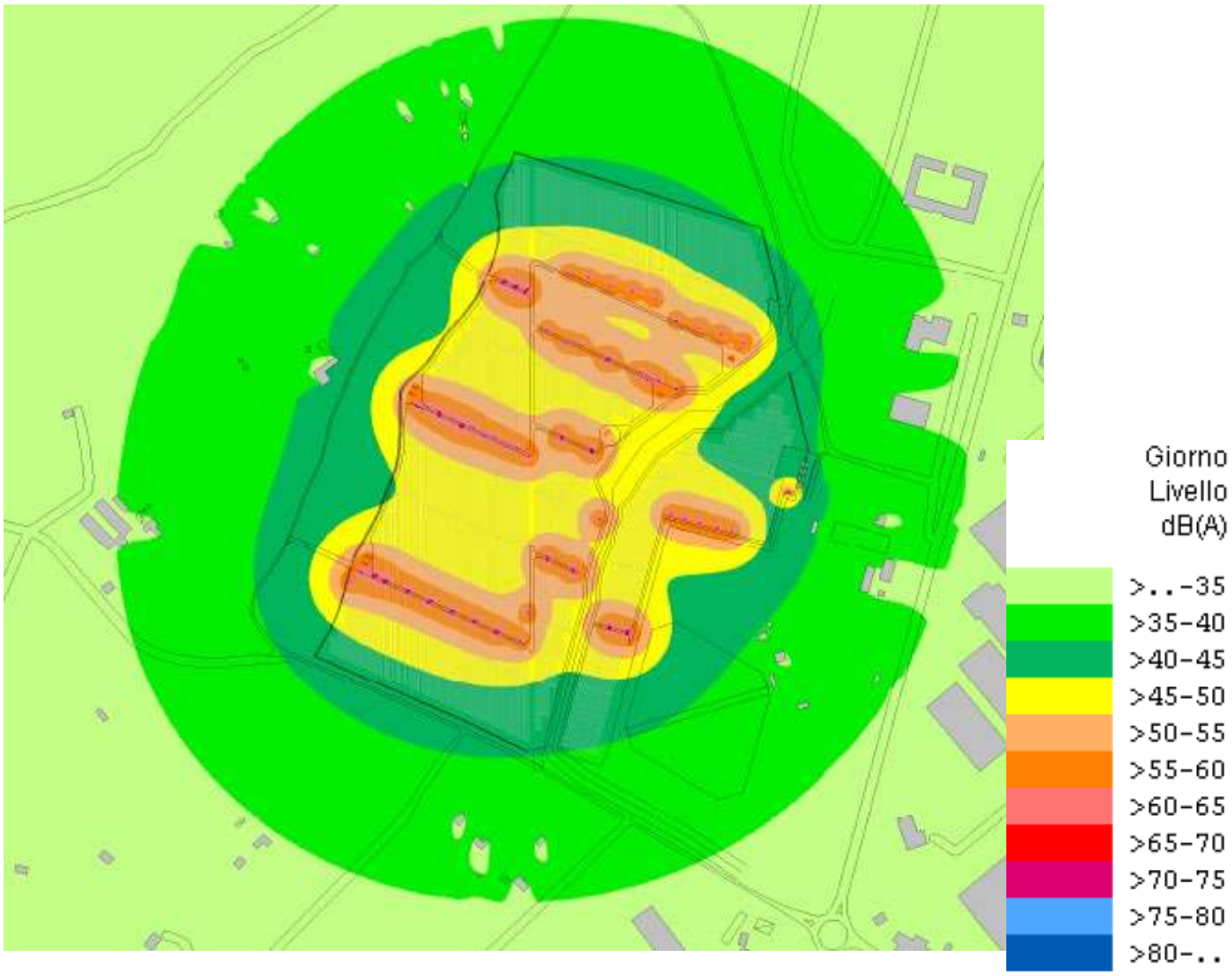

Figura 32 Isolivello sonoro simulato

I risultati delle simulazioni dimostrano il sostanziale permanere dei livelli di clima acustico riscontrati allo stato attuale.
Allo stato attuale di progetto, appaiono pienamente rispettati i limiti di emissione per tutti i recettori appartenenti alle varie classi.

Si evidenzia inoltre che in corrispondenza di tutti i recettori individuati il criterio differenziale appare ampiamente rispettato, con valori complessivi inferiori ai limiti di applicabilità del criterio stesso.

12.2.2 Opere comuni

- Fase di cantiere

L'unica fonte di inquinamento acustico in fase di realizzazione è costituita dalle emissioni prodotte dai mezzi meccanici che devono eseguire le lavorazioni previste e dall'aumento del traffico locale per gli spostamenti e gli approvvigionamenti.

Per i singoli micro-cantieri e per il cantiere della nuova SE di Guspini si prevede l'utilizzo indicativo dei seguenti mezzi: autocarro, autogru, autobetoniera, escavatore, pala meccanica, trattore/dumper, nonché mezzi per il trasporto di persone o cose (autovetture, pulmini ecc.).

Le analisi della diffusione sonora ambientale generata da un cantiere tipo che fa uso di mezzi del genere evidenziano, in un raggio di 50 metri, valori di emissione paragonabili a 50 dBA.

L'attività di tali mezzi risulta essere occasionale nel corso della giornata e nulla nel periodo notturno. I mezzi impiegati per il trasporto prevedono inoltre un utilizzo limitato nel corso della giornata, legato all'arrivo in cantiere di materiali e operatori. Stesso dicasi per i mezzi di escavazione e le autobetoniere, che saranno presenti in periodi limitati e soltanto per alcuni giorni.

In virtù della durata limitata dei cantieri e del numero esiguo dei mezzi impiegati, si ritiene che l'impatto dei cantieri sul clima acustico sia analogo a quello dell'impianto fotovoltaico, e che non rappresenti un fattore di rischio per la fauna e per l'uomo.

- Fase di esercizio

La produzione di rumore da parte di un elettrodotto in esercizio è dovuta essenzialmente a due fenomeni fisici: il vento e l'effetto corona.

Il vento, se particolarmente intenso, può provocare il "fischio" dei conduttori, fenomeno peraltro locale e di modesta entità. L'effetto corona, invece, è responsabile del leggero ronzio che viene talvolta percepito nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto, soprattutto in condizioni di elevata umidità dell'aria.

Per quanto riguarda l'emissione acustica delle linee a 150 kV e a 220 kV di configurazione standard, misure sperimentali effettuate in condizioni controllate, alla distanza di 15 m dal conduttore più esterno, in condizioni di simulazione di pioggia, hanno fornito valori inferiori a 40 dB(A).

Occorre rilevare che il rumore si attenua con la distanza in ragione di 3 dB(A) al raddoppiare della distanza stessa e che, a detta attenuazione, va aggiunta quella provocata dalla vegetazione e/o dai manufatti. In queste condizioni, tenendo conto dell'attenuazione con la distanza, si riconosce che già a poche decine di metri dalla linea risultano rispettati anche i limiti più severi tra quelli di cui al D.P.C.M. del 01/03/1991, e alla Legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 447 del 26/10/1995).
Confrontando i valori acustici relativi alla rumorosità di alcuni ambienti tipici (rurale, residenziale senza strade di comunicazione, suburbano con traffico, urbano con traffico) si constata che tale rumorosità ambientale è dello stesso ordine di grandezza, quando non superiore, dei valori indicati per una linea a 132 kV e 220 kV.

Per una corretta analisi dell'esposizione della popolazione al rumore prodotto dall'elettrodotto in fase di esercizio, si deve infine tenere conto del fatto che il livello del fenomeno è sempre modesto e che l'intensità massima è legata a cattive condizioni meteorologiche (vento forte e pioggia battente), alle quali corrispondono una minore propensione della popolazione alla vita all'aperto e l'aumento del naturale rumore di fondo (sibilo del vento, scroscio della pioggia, tuoni).
Fattori, questi ultimi, che riducono sia la percezione del fenomeno che il numero delle persone interessate.

Si ritiene trascurabile il rumore prodotto dall'esercizio della SE "Guspini", ridotto essenzialmente al funzionamento dei due autotrasformatori, e dai nuovi elementi previsti nella CP "Villacidro".

12.3 Misure di mitigazione

Le attività di cantiere che potranno essere causa di maggiore disturbo in termini di rumorosità sono:

- utilizzo di battipalo;
- operazioni di scavo con macchine operatrici (pala meccanica cingolata, autocarro, ecc.);
- operazioni di riporto con macchine che determinano sollecitazioni sul terreno (pala meccanica cingolata, rullo compressore, ecc);
- posa in opera del calcestruzzo/magrone (betoniera, pompa);
- trasporto e scarico materiali (automezzo, gru, ecc).

Tali emissioni sono comunque di entità modesta, grazie alla durata temporanea dei lavori ed alla distanza dai centri abitati.

Al fine di limitare l'impatto acustico in fase di cantiere sono comunque previste specifiche misure di contenimento e mitigazione:

- le attività di cantiere saranno limitate alle ore diurne;
- verranno utilizzate macchine provviste di silenziatori a norma di legge;
- i tempi di stazionamento "a motore acceso" saranno limitati alle attività di carico e scarico dei materiali, attraverso una efficiente gestione logistica dei conferimenti, sia in entrata che in uscita;
- le attività più rumorose saranno gestite in modo da essere concentrare per un periodo limitato di tempo.

Si tenga presente che le fasce arboree perimetrali di mitigazione previste contribuiranno alla riduzione del rumore. Infatti:

- il fogliame, in rapporto alla densità, alle dimensioni e allo spessore delle foglie stesse, devia l'energia sonora, specialmente alle frequenze alte;
- la terra permette l'assorbimento di onde dirette radenti al suolo e la riflessione dell'onda sul suolo assorbente, con conseguente perdita di energia totale;

- le radici impediscono la compattazione della massa di terreno, permettendo l'assorbimento acustico di rumori a bassa frequenza.

I reali risultati in fase di esercizio dipenderanno dalla tipologia di impianto scelto e dalla posizione delle singole componenti, che dovranno essere correttamente realizzate nel rispetto della valutazione preventiva svolta.
Se ritenuto necessario, in fase esecutiva si potrà progettare ed eseguire un'analisi strumentale fonometrica in grado di verificare effettivamente quanto previsto, evidenziando la condizione post operam.

13 ELETTROMAGNETISMO

13.1 Stato di fatto

13.1.1 Valutazione preventiva dei campi elettromagnetici - fotovoltaico

La protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz), generati da linee e cabine elettriche, è obiettivo del DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) che fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100μT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μT) e l'obiettivo di qualità (3 μT) del campo magnetico, da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti, mentre l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti, o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.
L'art. 6 del medesimo DPCM, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4.c.1, let h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 ("*Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti*"). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

Nell'ambito dell'impianto fotovoltaico in oggetto, è stata dunque condotta una valutazione preventiva dei campi magnetici, considerando di trascurabile

entità i campi elettrici, in quanto schermati dal suolo, dalle recinzioni, dalle murature del fabbricato, dagli alberi, dalle strutture metalliche porta moduli, dalle guaine metalliche dei cavi di alta tensione, ecc…

Sono state individuate ed analizzate le seguenti sorgenti di campi elettromagnetici:

- I cavi BT AC di collegamento tra gli inverter di stringa e i trasformatori
- I cavi MT AC di collegamento tra i trasformatori e la cabina utente
- Le cabine di trasformazione (skid)
- Le cabine Utente e di consegna

Le quali vanno considerate nel loro comportamento cumulativo e simultaneo. Per questo motivo si sono dunque ricercate, sulla base della planimetria dei cavidotti riportata nella tavola "*0042-PAUR03-D04-00-cavidotti*", le sezioni più gravose, cioè quelle col maggior numero di conduttori, sulle quali poi concentrare l'analisi tramite simulazione.
Per semplicità di analisi ed a vantaggio di sicurezza, le DPA massime calcolate per tali sezioni sono state infine applicate a tutte le tratte di cavidotti, indipendentemente dal numero di terne in parallelo.

Sulla base dei risultati delle simulazioni ottenute tramite il software "FEMM" (*Finite Element Method Magnetics*) v4.2, come descritte nella "*Relazione tecnica campi elettromagnetici*" (*0042-PAUR03-R16-00)*, cui si rimanda per i dettagli, si prevedono:

- Per i cavi BT AC (di collegamento degli inverter di stringa alla cabina di trasformazione), una DPA di **3 + 3 m**;
- Per i cavi MT (di collegamento delle cabine di trasformazione alla cabina di raccolta), una DPA di **2 + 2 m**;
- Per la cabina utente e di consegna, una DPA di **2 m**;
- Per le cabine di trasformazione più gravose, cioè da 3200 kVA, una DPA di **5.5 m.**

Si precisa come esse siano contenute all'interno dell'area dell'impianto, come da estratto seguente.
Si ritiene irrilevante la generazione di campi variabili associata ai moduli fotovoltaici, in quanto lavorano in corrente e tensione continue e non in corrente alternata. Possibili impatti sono limitati ai soli transitori di corrente (durante la ricerca del MPP da parte dell'inverter, e durante l'accensione o lo spegnimento) e sono comunque di brevissima durata, tanto più che nella certificazione dei moduli fotovoltaici alla norma CEI 82-8 (IEC 61215) non sono menzionate prove di compatibilità elettromagnetica.

Gli inverter al loro interno utilizzano un trasformatore ad alta frequenza per ridurre le perdite di conversione e, pertanto, sono costituiti per loro natura da componenti elettronici operanti ad alte frequenze. D'altro canto, il legislatore ha previsto che tali macchine, prima di essere immesse sul mercato, possiedano le necessarie certificazioni a garantirne sia l'immunità dai disturbi elettromagnetici esterni, sia le ridotte emissioni per minimizzarne l'interferenza elettromagnetica con altre apparecchiature elettroniche posizionate nelle vicinanze o con la rete elettrica stessa (via cavo).

- *Recettori più vicini*

Attorno all'area di impianto si rilevano potenziali recettori, come da immagine seguente.
Si rileva come in tutti i casi tali recettori non vengano interessati da eventuali campi elettromagnetici generati dalle componenti di impianto, trovandosi fuori dai confini dell'impianto e, di conseguenza, dalle DPA individuate.
Il cavidotto di connessione alla CP "Villacidro", posato interamente sulle pertinenze della viabilità pubblica, non appare problematico in quanto verrà realizzato in aree non è prevista la permanenza di persone.

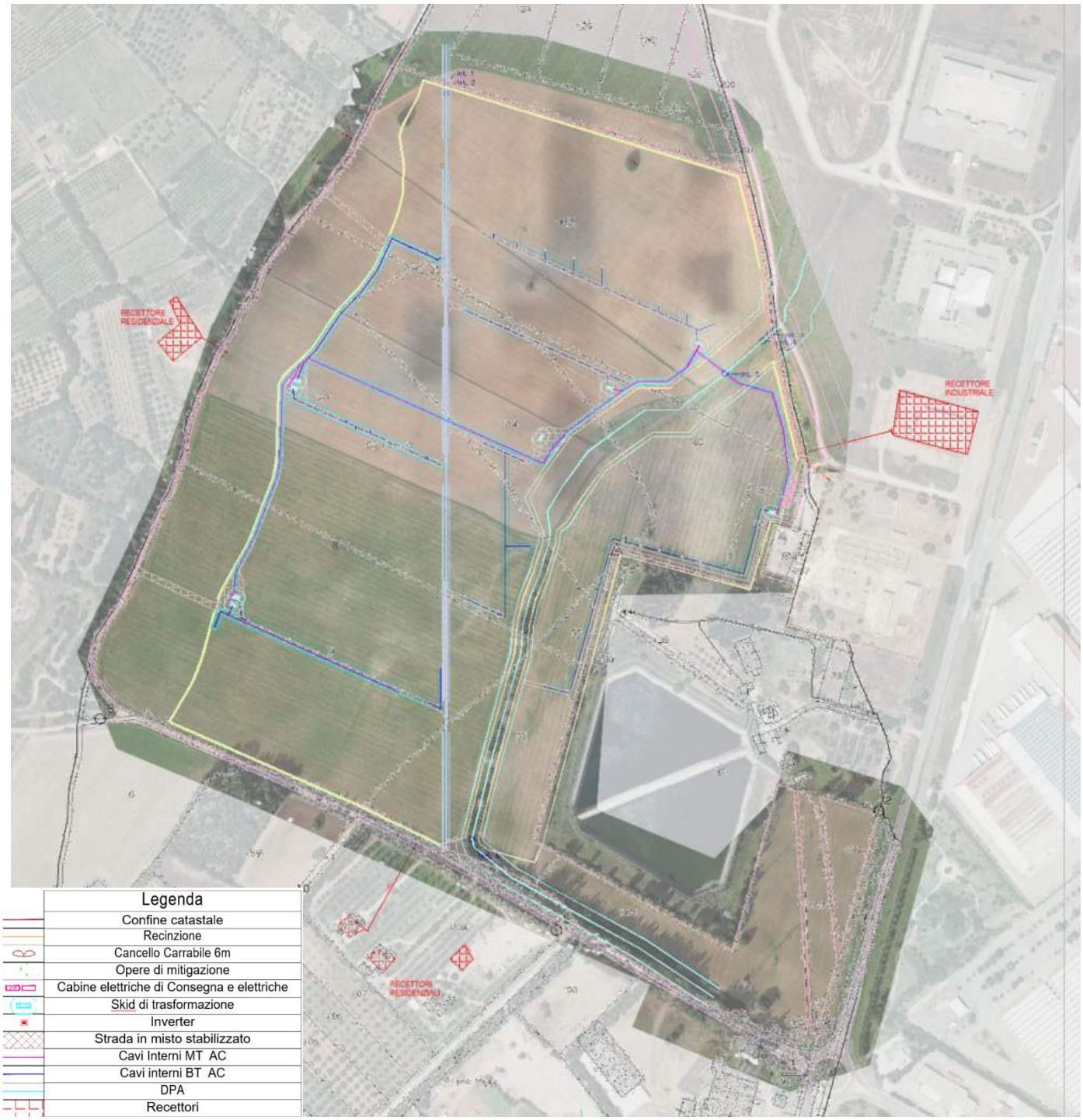

Figura 33 DPA calcolate e recettori sensibili vicini all'impianto

13.1.2 Valutazione preventiva dei campi elettromagnetici – opere comuni

Una linea elettrica, durante il suo normale funzionamento, genera un campo elettrico ed un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza dalla linea.

Per il calcolo delle intensità del campo elettrico si è considerata un'altezza dei conduttori dal suolo pari a quella in condizioni di massima freccia. Tale ipotesi è conservativa in quanto, tra due sostegni consecutivi, i conduttori si disporranno secondo una catenaria, per cui la loro altezza dal suolo sarà sempre maggiore del valore preso a riferimento, tranne che nel punto di vertice della catenaria stessa.
Per il calcolo del campo magnetico si è considerata la distribuzione spaziale dei conduttori e l'intensità di corrente in servizio normale al fine di determinare le fasce di rispetto.

Lungo l'intero percorso dell'elettrodotto è presente un unico sovrappasso di una linea AT a 70kV ma sono invece presenti diversi parallelismi con altre linee in AT per ampi tratti dei tracciati degli elettrodotti in progetto.
In particolare, la quasi totalità delle porzioni di elettrodotti in progetto è realizzato in parallelo, o ad un elettrodotto esistente, o ad un altro elettrodotto in progetto. L'unico tratto rilevante in cui non è presente alcun parallelismo è il tratto dell'elettrodotto Villacidro-Nuova SSE nella porzione compresa tra il palogatto della CP di Villacidro al sostegno n.21 del medesimo elettrodotto.
Al fine di analizzare la situazione più gravosa si è valutata, per tutti i tratti ove è presente il parallelismo, ed in ottemperanza al criterio di rilevanza, la sovrapposizione degli effetti dovuta al contributo di entrambi gli elettrodotti paralleli, valutando, al contempo, la disposizione spaziali dei conduttori di entrambi, la tensione, la corrente e la distribuzione spaziale delle fasi.

È stata dunque applicata un'apposita modellazione, sviluppata in ambiente Matlab in conformità alla norma CEI 211-4 ed in accordo a quanto disposto

dal D.P.C.M. 08/07/2003, per i dettagli della quale si rimanda alla relazione specialistica "*B.8-Relazione dei campi elettrici e magnetici*".

Dai risultati di tale modello di calcolo, si rileva che a un metro e mezzo sul suolo i valori del campo elettrico e del campo magnetico sono sempre inferiori al limite di esposizione, pari rispettivamente a 5 kV/m e a 100 μT, imposti dalla normativa vigente anche considerando le condizioni più sfavorevoli: minimo franco sul terreno (secondo DM 16/01/1991), massima tensione di sistema e massima portata.

Tali condizioni rappresentano i casi limite possibili normativamente, ma il progetto è stato sviluppato in modo da garantire franchi minimi, sui luoghi accessibili alla popolazione ed in cui la stessa può trovarsi esposta ai campi elettrici e magnetici, decisamente maggiori e pertanto si può affermare che in tutti i punti in prossimità degli elettrodotti in progetto sono rispettati, a maggior ragione, i limiti dei 5 kV/m e dei 100 uT, intesi come valori efficaci, rispettivamente, per il campo elettrico e per il campo magnetico.

- *Recettori più vicini*

Sono state inoltre valutate le fasce di rispetto di ogni linea elettrica in progetto e le relative DPA ed APA (Aree di prima approssimazione), come da tavola "*B.33– Planimetria catastale con DPA-APA*".

Tramite ricerca catastale e sopralluogo tecnico è stato in seguito possibile identificare la destinazione d'uso degli ambienti interessati dalle DPA calcolate ed individuare i recettori sensibili, cioè quelli ove è prevista la permanenza di persone non inferiore alle quattro ore giornaliere.

Tabella 14 Recettori sensibili individuati

Villacidro	202	417+	A/3
Gonnosfanadiga	104	170+	A/10

13.2 Impatti potenziali

13.2.1 Impianto fotovoltaico

- Fase di cantiere

L'impatto in tale fase, non essendo l'impianto ancora in esercizio, è trascurabile e legato all'esposizione ai campi elettromagnetici degli operatori impiegati per la fase di allestimento dei moduli fotovoltaici, che avverrà dopo l'equipaggiamento delle cabine e contemporaneamente alla posa dei cavidotti, come da cronoprogramma.
Il campo elettromagnetico legato a queste attività si ritiene minimo e limitato sia nello spazio che nel tempo, e non genererà dunque impatti significativi né sulle maestranze, né sulla popolazione.

- Fase di esercizio

Sulla base di quanto espresso in precedenza nella *Relazione tecnica di compatibilità, s*i rileva l'assenza di fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili e di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno entro le DPA in precedenza indicate.
Inoltre, le opere dell'impianto verranno posizionate all'interno di un perimetro recintato e, dunque, con accesso al pubblico limitato.
Per quanto riguarda il campo elettrico, esso è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi, già per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

13.2.2 Opere comuni

- Fase di cantiere

Analogamente a quanto espresso per l'impianto fotovoltaico in progetto, si ritiene trascurabile l'impatto dei campi elettrici e magnetici in fase di realizzazione delle linee elettriche, della nuova Stazione Elettrica e del potenziamento della Cabina Primaria.

- Fase di esercizio

Per valutare l'impatto dell'opera sui recettori sensibili, in precedenza individuati entro la DPA-APA dall'asse dell'elettrodotto, è stata realizzata un'analisi mediante un modello tridimensionale, che tiene in considerazione la distribuzione spaziale dei conduttori in condizione di esercizio più gravosa (massima freccia a 75°C) ed in grado di determinare il volume di punti costituente la fascia di rispetto dell'elettrodotto.

In riferimento ai risultati di tale modellazione, per i quali si rimanda alla già citata relazione "*B.8-Relazione dei campi elettrici e magnetici",* l'obiettivo di qualità (un'esposizione inferiore a 3 uT) sarà garantito per tutti i luoghi posti in prossimità di tutti gli elettrodotti e nei quali sia prevista la presenza umana per un tempo superiore alle quattro ore giornaliere.

14 PAESAGGIO

14.1 Stato di fatto

14.1.1 Interpretazioni identitarie e statuarie

Per descrivere i caratteri identitari del territorio ove l'opera verrà realizzata, si sono estrapolate alcune note descrittive generali dai documenti del Piano Paesaggistico Regionale.

Il terreno di interesse per il progetto fotovoltaico ricade all'interno della regione storica n. 28 – "*Campidano di Sanluri*".
Il PPR ha definito dei sistemi storico-culturali aventi caratteristiche similari di paesaggio, capaci di individuare un filo conduttore in grado di determinare tutti gli interventi di valorizzazione e tutela più significativi e opportuni da applicare al territorio, in armonia con le linee di sviluppo urbanistiche ed edilizie più compatibili.
L'individuazione di tali sistemi ha favorito il riconoscimento e il censimento dei paesaggi storici nei differenti contesti regionali, oltre alla creazione di un repertorio regionale dei beni culturali, ambientali e paesaggistici più importanti.

La configurazione in regioni storiche della Sardegna è di tipo "cantonale", e deriva dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio, piuttosto eterogeneo e disgregato in peculiari aree geografiche. Tale "cantonalità" fisica ha svolto un ruolo estremamente importante nell'individuazione e nella definizione di aree territoriali e circoscrizioni amministrative che nel tempo hanno governato il territorio.

Nello specifico, il **Campidano** è la grande pianura della Sardegna sud occidentale compresa tra il golfo di Cagliari e quello di Oristano, ha una lunghezza di circa cento chilometri e presenta una massima altitudine di settanta metri sul mare.

Deve le sue origini al colmarsi di una depressione geologica terziaria da parte di sedimenti marini, fluviali e vulcanici.
Sono frequenti gli stagni costieri con acque salmastre, nell'angolo nord ovest della regione sfocia il fiume Tirso, che contribuisce all'irrigazione del Campidano; la rete idrografica è inoltre formata da piccoli torrenti.
La principale risorsa è l'agricoltura e si coltivano specialmente grano, viti, olivi, frutta e agrumi.

14.1.2 Valutazione dell'impatto visivo - fotovoltaico

Per quanto riguarda il problema della valutazione dell'impatto visivo, è necessario adottare adeguate metodologie di analisi sistematica della vista dell'area in esame nelle sue diverse componenti, dai diversi punti di possibile percezione, al fine di poter disporre di un quadro completo, quantitativo e qualitativo, del suo impatto visivo.

Tenendo in considerazione che l'oggetto di analisi consiste di elementi verticali che non superano i 3 metri di altezza, si è ritenuto importante, ai fini dell'analisi paesaggistica, valutare il contesto soprattutto da terra, al fine di valutare ciò che del contesto viene percepito dall'occhio umano.
Per lo studio dei coni visuali si sono dunque scelte alcune immagini ritenute significative dell'area in esame, in grado di evidenziare la presenza o meno di elementi di rilevanza paesaggistica-architettonica e storico-culturale.
Molte di queste vedute sono state prese anche da strade di avvicinamento al luogo dove verrà realizzata l'opera.

- *Analisi dei coni visuali - foto da terra*

I coni sono stati presi da punti di particolare interesse paesaggistico, storico, architettonico o in prossimità di essi, secondo quanto rilevato in loco e individuato nella cartografia di settore.
Molte di queste vedute sono state prese anche da strade di avvicinamento alla zona dove verrà realizzata l'opera.

La scelta dei punti dai quali “catturare le immagini” è stata fatta soprattutto “vivendo” il territorio, percorrendo lo stesso da nord a sud e da est a ovest in modo tale da avere una panoramica a 360° del paesaggio.

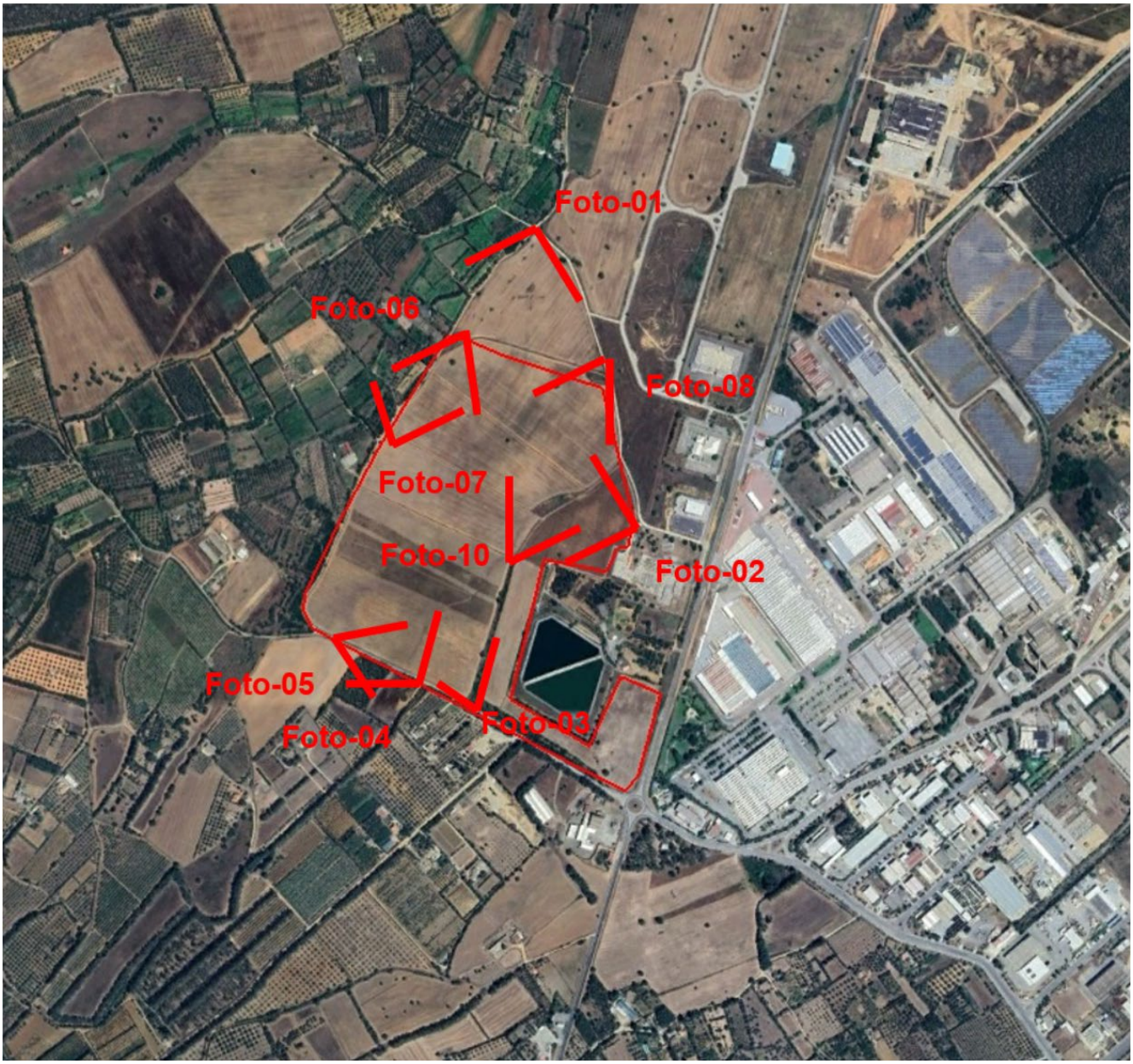

Figura 34 Panoramica dell’area di intervento con individuazione coni visuali

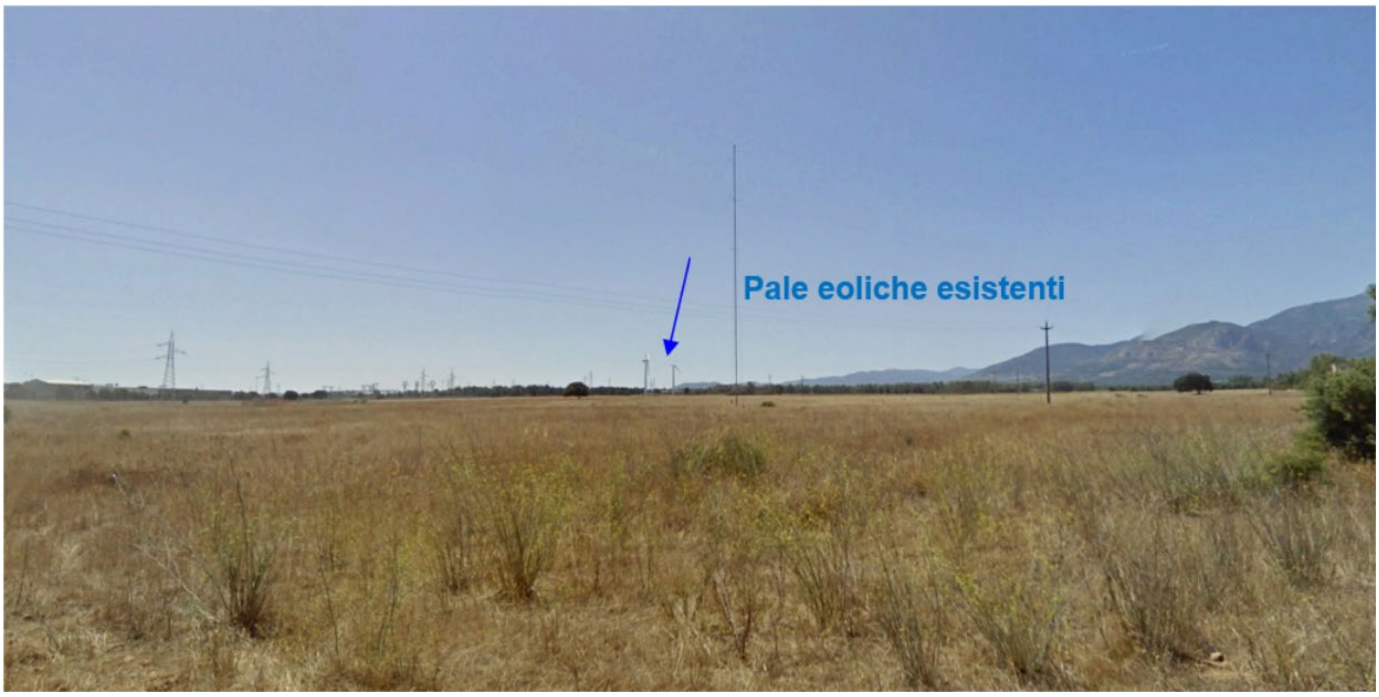

Figura 35 Foto 01

Questa foto è stata presa per inquadrare da nord l'area dove verrà realizzato l'impianto.
Il territorio è già caratterizzato da attività antropiche tipiche della destinazione d'uso a cui l'area è destinata, per cui si ritiene che l'inserimento dell'impianto nel paesaggio non possa generare un impatto negativo.
Sullo sfondo si notano alcune pale eoliche già presenti e dei tralicci dell'alta tensione.

La foto seguente (Foto-02) è stata scattata a ridosso del futuro ingresso al parco, che avverrà da una stradina di accesso proveniente dalla zona industriale, posta perpendicolarmente alla SP 61.
È una veduta significativa dell'area perché inquadra il lotto dall'ingresso, quindi dal punto di massima visibilità. L'area è già votata all'utilizzo di fonti rinnovabili (si veda la presenza delle pale eoliche), inoltre è una zona a vocazione industriale, per cui l'inserimento della nuova opera darà origine ad una riqualificazione del territorio.

Figura 36 Foto-02

Figura 37 Foto-03

Questo cono rappresenta invece una panoramica catturata a sud del lotto, dalla stradina che ruota attorno.

Figura 38 Foto-04

Questa foto è stata scattata da sud per evidenziare come il contesto sia caratterizzato già da opere antropiche di una certa rilevanza. Come si evince sono presenti delle pale eoliche a ridosso dell'area industriale già edificata.
La seguente Foto-05 riportata è il controcampo della Foto-04.

Figura 39 Foto-05

Per meglio comprendere il contesto su cui si andrà ad intervenire riportiamo qui di seguito altre immagini catturate durante i ripetuti sopralluoghi effettuati.

Figura 40 Ulteriori panoramiche dell'area di intervento

Figura 41 Ulteriori panoramiche dell'area di intervento

Dalle immagini sopra riportate si nota subito che il progetto verrà inserito in un contesto a vocazione industriale, privo di qualsiasi emergenza architettonica e storica nonché privo di elementi naturali significativi.

Il parco può diventare una zona filtro tra l'area industriale già edificata e la fascia più naturale posta a ovest.

A seguire alcune immagini presa da drone proprio per inquadrare l'area nella sua globalità.

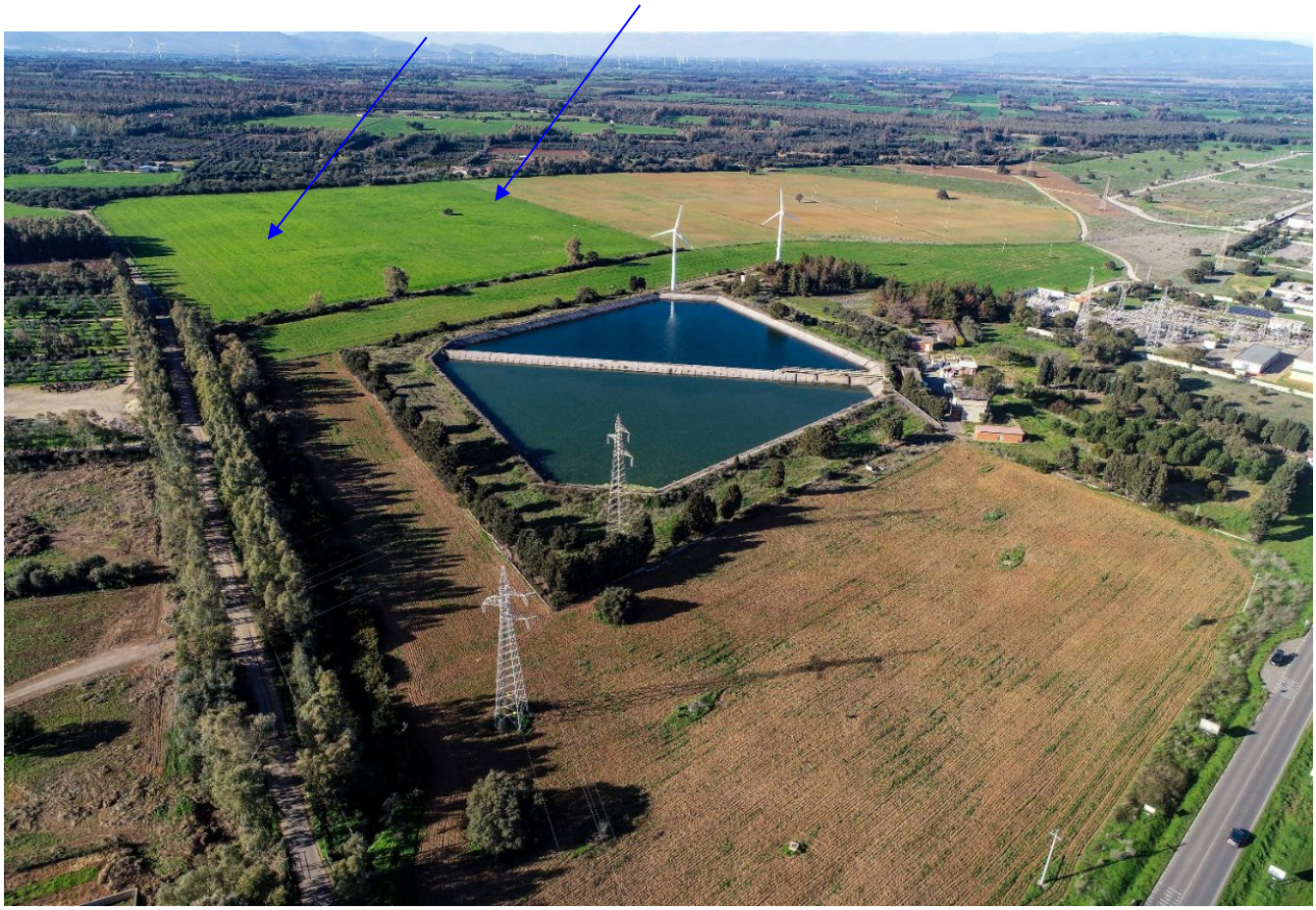

Figura 42 Veduta aerea dell'area oggetto di intervento

Figura 43 Veduta aerea dell'area oggetto di intervento

14.2 Impatti potenziali

14.2.1 Impianto fotovoltaico

- <u>Fase di cantiere</u>

Il disturbo visivo dovuto alle attività connesse alle fasi di costruzione avrà durata limitata al periodo strettamente necessario all'installazione dei moduli e delle opere civili, pari a circa 320 giorni naturali e consecutivi, escludendo il primo periodo di ingegneria esecutiva.

Come appare dal "*Cronoprogramma dei lavori*", infatti, a seconda dell'estensione e del ritmo di avanzamento delle varie attività, i tempi di realizzazione si possono ottimizzare impiegando più squadre in contemporanea in aree diverse dell'impianto.

In ogni caso, per gli interventi previsti non saranno richiesti mezzi di particolare altezza, per cui la loro presenza non si ritiene impattante in modo significativo sul paesaggio.
Per ragioni di sicurezza, alcuni macchinari ed aree potranno essere segnalati con materiali o dispositivi ad alta visibilità, ma in generale, considerando la tipologia di opere previste e la loro natura temporanea e transitoria, si ritiene l'impatto visivo associato a questa fase assolutamente trascurabile.

- Fase di esercizio

La possibilità di dare una valutazione oggettiva dell'impatto visivo è ancora un problema aperto, poiché le tecniche quantitative sviluppate dagli studiosi, particolarmente all'estero, sono ancora a carattere sperimentale o comunque sono utilizzabili solo in alcuni casi specifici o come approccio preliminare. In effetti non è semplice osservare una scena per quella che è: comunemente, la reazione è personale e riflette le proprie esperienze, i propri particolari interessi e la propria educazione.
È possibile però affrontare il tema della difesa del paesaggio dalla perturbazione prodotta dalle nuove opere e della salvaguardia e valorizzazione della sua percezione visuale facendo riferimento alle linee guida dettate dal DPCM del 12 Dicembre 2005.
Tale decreto definisce un elenco dei più importanti tipi di alterazione dei sistemi paesaggistici in cui sia ancora riconoscibile l'integrità e la coerenza di relazioni funzionali, storiche, visive, culturali, simboliche, ecologiche, ecc.
Le alterazioni possono avere effetti totalmente o parzialmente distruttivi, reversibili o non reversibili sul paesaggio.
Visto il tipo di intervento, le alterazioni dei sistemi paesaggistici da analizzare sono intrusione, eliminazione, deconnotazione e ostruzione.

Sono stati dunque realizzati dei fotoinserimenti sulla base dei tre coni visuali ritenuti di maggior interesse (i coni 01, 02 e 03), di modo da valutare l'incidenza del progetto proposto ed il grado di perturbazione prodotto nel contesto dall'opera in analisi.

Si segnala come tra lo stato di fatto e i fotoinserimenti vi siano delle lievi differenze, in quanto le immagini sono state catturate in periodi diversi al fine di scegliere la migliore esposizione di luce.

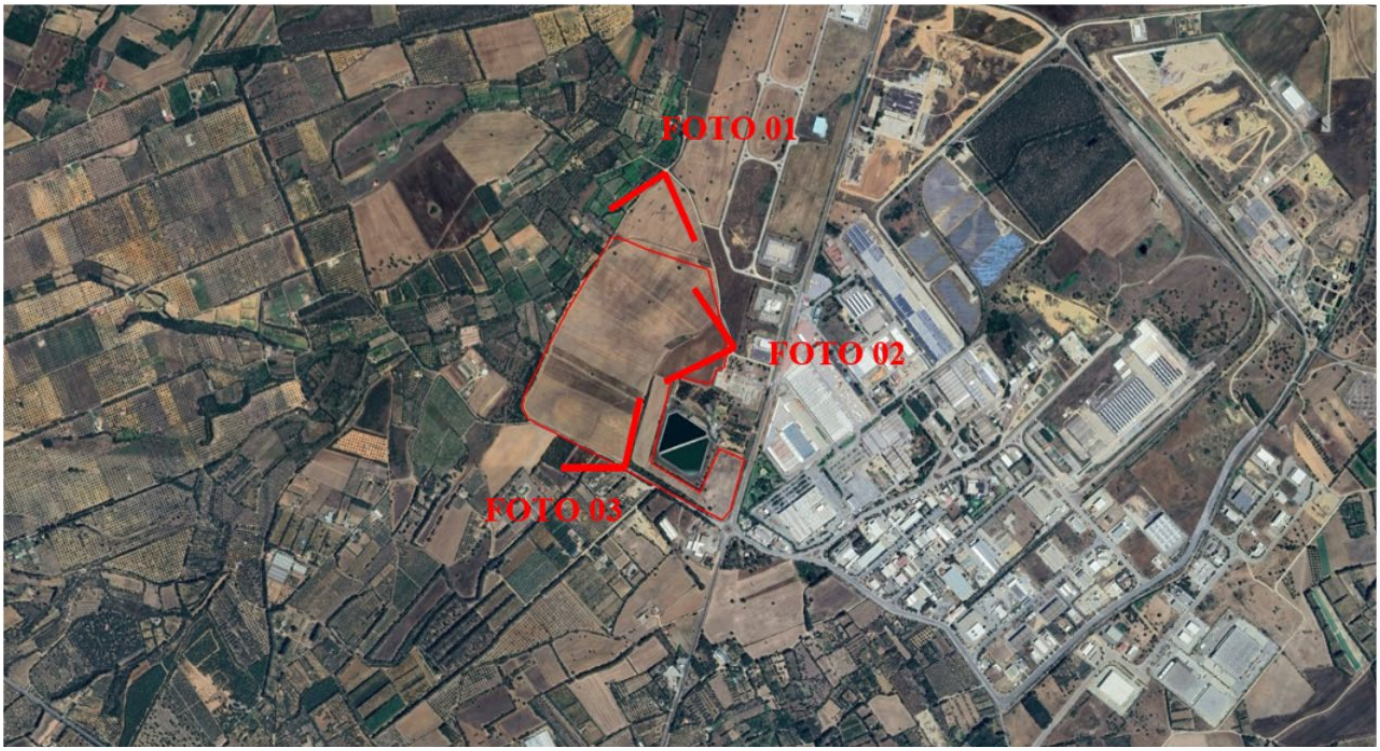

Figura 44 Coni visuali selezionati per fotoinserimenti

Si precisa, in via preliminare, che l'area dove verrà inserita l'opera è stata scelta con estrema attenzione, in un lotto posizionato a ridosso di un terreno avente destinazione d'uso industriale. Lo stesso lotto ha una vocazione futura a carattere industriale.

Si tratta pertanto di un'area che non presenta caratteristiche salienti e significative da un punto di vista paesaggistico.

L'opera, data anche l'altezza ridotta dei tracker, risulta poco visibile dall'occhio umano. L'introduzione poi di opere di mitigazione lungo la recinzione esterna renderà pressoché nullo l'impatto dell'opera sul paesaggio.

Di seguito si riportano i fotoinserimenti senza le opere di mitigazione e con le opere di mitigazione. L'idea progettuale è quella di inserire dei filari di olivo o mirto lungo la delimitazione dei lotti.

- *Cono visivo 01*

Figura 45 Cono visivo 01 - Stato di fatto (sopra) e di progetto (sotto)

Vista dell'area da nord, scelta per verificare l'impatto generato dal nuovo impianto sul paesaggio.

Come si evince, il nuovo impianto è appena percepibile all'occhio umano anche senza opere di mitigazione, e lo skyline risulta già antropizzato con pale eoliche che si stagliano all'orizzonte.

Considerando come già queste ultime siano appena percepibili all'orizzonte, a maggior ragione l'impianto fotovoltaico risulterà ancor meno visibile.

Nella figura seguente si sono inserite anche le opere di mitigazione.

Come si evince, con le opere di mitigazione l'impatto dell'opera sul paesaggio è pressoché nulla.

Figura 46 Cono visivo 01 - Stato di progetto con opere di mitigazione

- *Cono visivo 02*

Figura 47 Cono visivo 02 - Stato di fatto (sopra) e di progetto (sotto)

Cono scelto per verificare l'impatto del nuovo impianto sul paesaggio dal futuro ingresso, punto strategico centrale che inquadra l'intera area.

Come si evince dalla veduta, il nuovo impianto verrà inserito in un contesto già caratterizzato dalla presenza di pale eoliche e da tralicci dell'alta tensione.

Si ricorda che l'area si trova a ridosso di un contesto con vocazione prettamente industriale.

Con ulteriori opere di mitigazione l'impatto può ridursi ulteriormente (si veda figura a seguire).

In sede di progettazione si è cercato di minimizzare anche l'impatto della stradina di accesso, utilizzando materiali drenanti con finiture di colore che si avvicinano il più possibile al terreno limitrofo.

Con l'aggiunta delle opere di mitigazione (un filare di Quercus Ilex, pianta sempreverde, e/o di Olea Europaea, o di Mirto), l'impianto fotovoltaico risulta pressoché invisibile all'occhio umano, tranne che per la zona di ingresso.

Figura 48 Cono visivo 02 - Stato di progetto con opere di mitigazione

- *Cono visivo 02*

Figura 49 Cono visivo 03 - Stato di fatto (sopra) e di progetto (sotto)

La presente veduta è stata scelta perché rappresentativa dell'impatto generato dal nuovo impianto sul contesto da una veduta dell'area catturata da sud, lungo la stradina che fiancheggia il lotto.

Come si evince, le nuove opere sono individuabili, ma, data la dimensione ridotta dei tracker, risultano poco impattanti.
Con l'inserimento dei filari di ulivo (si veda fotoinserimento di seguito) la vegetazione maschererà perfettamente le nuove opere.
La visuale della nuova opera al passante viene interdetta.

Figura 50 Cono visivo 03 - Stato di progetto con opere di mitigazione

- *Intervisibilità di progetto*

Per capire l'impatto visivo di un'opera di queste dimensioni sul paesaggio, oltre ai fotoinserimenti sopra realizzati risulta necessario definire anche un "campo visivo", cioè un'area all'interno della quale l'opera può essere vista.
In quest'area sono state svolte tutte le verifiche e le analisi necessarie per valutare la visibilità dell'impianto da più punti di vista.
L'estensione del campo visivo, scelto di buffer pari a 3 km come da linee guida della Regione Puglia – DD n. 162 del 06 Giugno 2004 ("*Definizione dei Criteri Metodologici per l'analisi degli impatti cumulativi per impianti FER*"),

permette di includere tutti i punti e le aree dalle quali risulta evidente un significativo impatto dell'opera sul paesaggio.

La metodologia di lavoro assunta per definire *l'intervisibilità teorica* del progetto ha riguardato una prima fase di localizzazione precisa dei lotti fotovoltaici nel territorio, realizzata mediante supporto Qgis, ed una seconda fase di confronto tra i dati tecnici del progetto e i dati rilevati dalla cartografia planoaltimetrica, scaricabile gratuitamente dal sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di Pisa, in formato DTM a 10 m.

Attraverso questo confronto, tramite Qgis si è utilizzato un algoritmo che permette di calcolare la visibilità dell'impianto per una persona di altezza media pari a 1,6m.

Il risultato di questa procedura ha consentito di individuare l'intervisibilità dell'opera rispetto a tutti gli elementi caratterizzanti il paesaggio.

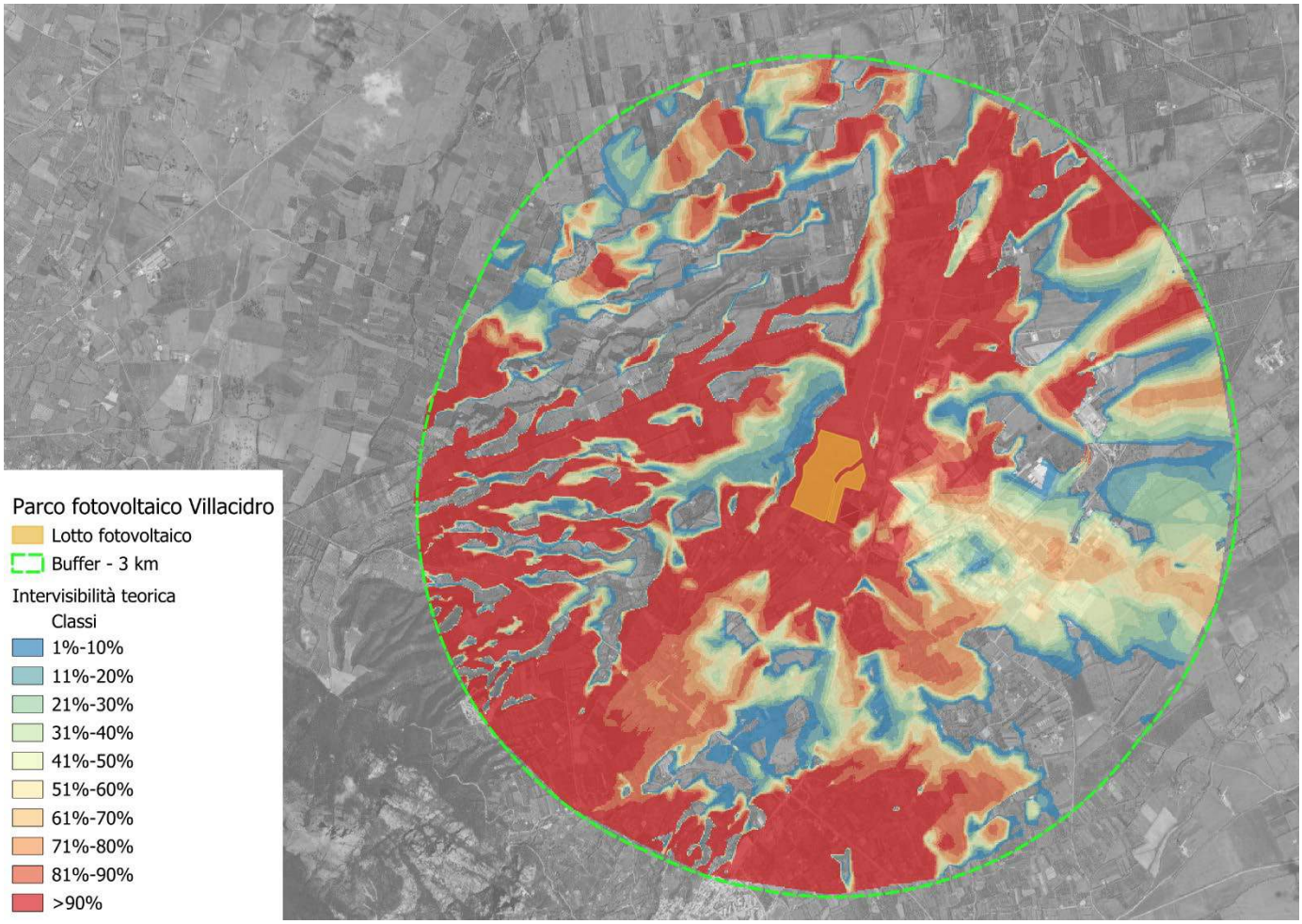

Figura 51 Intervisibilità teorica di progetto

Si rileva in particolare come il nuovo progetto risulti visibile maggiormente da sud.
Si deve comunque tenere conto delle preesistenze, quali edifici ed alberature presenti nel territorio, non considerati dal DTM. Pertanto, la percentuale di visibilità indicata nell'elaborato si riduce enormemente nella realtà.
In riferimento alle misure di tutela ed alle indicazioni della pianificazione paesaggistica ai diversi livelli precedentemente analizzata, si ritiene che l'opera, da un punto di vista funzionale e strutturale rispetti gli obiettivi di conservazione, valorizzazione e riqualificazione paesaggistica.

L'opera risulta visibile sostanzialmente solo dalle persone che si avvicinano al lotto dalle stradine private interpoderali, mentre dalla viabilità provinciale e comunale risulta appena percettibile. Questo è dovuto alla presenza di filari di arbusti che, uniti a quelli di nuovo impianto (opere di mitigazione) mascheranno quasi totalmente l'opera.
<u>In ragione di quanto detto, si può affermare che non si prevedono alterazioni significative dello skyline esistente.</u>

14.2.2 Opere comuni

- <u>Fase di cantiere</u>

Le attività legate alla realizzazione delle opere di connessione avranno durata stimabile in 560 giorni naturali e consecutivi.
La maggior parte del tempo sarà richiesto per le lavorazioni necessarie alla costruzione della nuova SE "Guspini", mentre i micro-cantieri, a fronte di ampiezza e durata molto limitate, avranno impatto trascurabile.
In ogni caso, per gli interventi previsti per la realizzazione della nuova SE non saranno richiesti mezzi di particolare altezza, per cui la loro presenza non si ritiene impattante in modo significativo sul paesaggio.
Per ragioni di sicurezza, alcuni macchinari ed aree potranno essere segnalati con materiali o dispositivi ad alta visibilità, ma in generale, considerando la tipologia di opere previste, il posizionamento e la loro natura temporanea e

transitoria, si ritiene l'impatto visivo associato a questa fase assolutamente trascurabile.

- Fase di esercizio

Allo scopo di analizzare gli effetti sul paesaggio conseguenti alla realizzazione delle opere in progetto, si ritiene opportuno distinguere quelle che, esistenti, saranno oggetto di rifacimento da quelle che sono effettivamente da intendersi nuova costruzione.

- Il rifacimento con demolizione dell'esistente elettrodotto a 150KV "Villacidro-Guspini" prevede la sostituzione degli esistenti conduttori di energia con nuovi conduttori, che consentiranno di aumentare la potenza trasportabile della linea elettrica, e la sostituzione dei sostegni esistenti, con nuovi sostegni di altezza maggiore che saranno collocati su un tracciato parallelo all'esistente posto circa 25 metri più a sud.

La maggiorazione dell'altezza dei nuovi sostegni rispetto all'esistente assicurerà il rispetto dei franchi minimi dalle opere esistenti e il rispetto del livello minimo di esposizione a campi elettromagnetici, come richiesto della vigente normativa in materia.

L'intervento di realizzazione del nuovo tracciato dell'elettrodotto coinvolge pressoché le medesime aree già attraversate dall'esistente, alcune delle quali già identificate come aree di rispetto fluviale, peraltro già segnate dalla presenza della parallela linea a 150kV "Pabillonis-Guspini" e dalla diffusione nel territorio di impianti eolici.

I nuovi sostegni, di altezza maggiore, saranno della stessa tipologia a traliccio tronco-piramidale di quelli esistenti, che garantisce un minore impatto visivo ed una maggiore "trasparenza" rispetto ad altre tipologie.

I nuovi sostegni, al pari di quelli esistenti, non saranno verniciati, ma saranno lasciati in acciaio zincato. Si ritiene che anche questa scelta concorra a mitigare l'effetto visivo sul contesto esistente, poiché l'impiego di colore particolare poco si legherebbe ai toni dell'ambiente circostante.

Considerando infine che il contesto interessato dall'intervento è già "perturbato" dai sostegni esistenti, in rapporto ai quali quelli nuovi verranno collocati poco distante lungo l'asse linea, senza variazioni di tracciato, si può ragionevolmente affermare che l'impatto visivo prodotto sarà analogo a quello attuale.

- I nuovi raccordi delle linee esistenti alla nuova SE e di quest'ultima all'elettrodotto 220kV, nonchè i due nuovi elettrodotti aerei a 150kV, saranno realizzati anch'essi con sostegni a traliccio tronco-piramidale in acciaio zincato, ottenendo il minimo impatto visivo grazie all'effetto di "trasparenza" delle strutture reticolari.

Tali opere, ricadenti per buona parte nell'area dell'organizzazione mineraria, saranno realizzate nel rispetto dei franchi minimi dalle opere esistenti e del livello minimo di esposizione a campi elettromagnetici, come richiesto della vigente normativa in materia. Ricadono per lo più in aree agricole, ove sono consentiti interventi di carattere tecnologico e di carattere produttivo, in prossimità dell'esistente Cabina Primaria di Guspini di E-distribuzione, definita dallo strumento urbanistico comunale come zona destinata a servizi generali.

- La nuova Stazione Elettrica di Guspini sorgerà anch'essa nell'area dell'organizzazione mineraria, in aree a produzione agricola specializzata caratterizzate da un alto frazionamento fondiario, ove sono consentiti interventi di carattere tecnologico e di carattere produttivo.

A livello progettuale, valutata la morfologia del sito, si è scelto di collocare la nuova SE ad una quota plano-altimetrica di progetto inferiore a quella delle strade che la circondano, consentendo in questo modo di ridurre l'impatto visivo della nuova costruzione nel contesto esistente. Un effettivo contributo al raggiungimento di tale obiettivo è dato dalla presenza nella zona di molteplici siepi di arbusti quali lentisco, rovi selvatici e fichi d'india, in grado di aumentare il mascheramento dell'opera, e che, dove possibile, saranno conservate durante l'esecuzione dei lavori, o al più reimpiantate al termine degli stessi.

Come per gli elettrodotti AT, le strutture facenti parte dell'impianto ad alta tensione della SE, sporgenti in altezza rispetto al muro perimetrale, saranno del tipo in acciaio zincato a caldo e pertanto valgono le medesime considerazioni circa il contenuto impatto visivo per effetto della "trasparenza" e della "mimetizzazione" con lo sfondo.
La progettazione dei fabbricati della nuova SE e della recinzione perimetrale segue le prescrizioni del PUC del Comune di Guspini per le zone agricole, per quanto possibile e compatibile con la destinazione d'uso dell'opera. Per tale motivo, la finitura esterna del muro di recinzione richiamerà la tipologia costruttiva del muro a secco e i fabbricati saranno tinteggiati nelle tonalità tenui del giallo avendo cura di mantenersi nei colori compresi nella gamma cromatica delle terre.

- Il potenziamento della CP Villacidro, con ampliamento e contestuale riconfigurazione degli elementi MT/AT, non genererà impatti aggiuntivi rispetto alla situazione ante operam.

14.3 Misure di mitigazione

Le attività di costruzione dell'impianto produrranno un impatto minimo sulla componente paesaggio, in quanto rappresentano una fase transitoria prima della vera e propria modifica paesaggistica, che avviene nella fase di esercizio.
Possibili impatti sul paesaggio durante la fase in corso d'opera sono legati alla concomitanza di diverse attività di cantiere, quali movimento di terra, innalzamento di polveri, transito di mezzi pesanti, rumori e vibrazioni… per le quali valgono le azioni di mitigazione già descritte nei relativi capitoli.

In aggiunta, apposite misure avranno carattere gestionale, quali:

- Il mantenimento in ordine e pulizia delle aree di cantiere, le quali saranno opportunatamente delimitate e segnalate;

- Il ripristino dei luoghi al termine dei lavori di cantierizzazione, con la rimozione di tutte le strutture temporanee e degli stoccaggi di materiale;
- Si eviterà di sovra-illuminare le aree di cantiere, abbassando o spegnendo le luci al termine dei turni di lavoro.

Le scelte progettuali atte a mitigare l'impatto visivo in fase di esercizio ed a facilitare l'inserimento dell'opera nel contesto territoriale sono state:

- L'ottimizzazione del numero di pannelli ed il loro posizionamento, al fine di limitare l'occupazione territoriale e le conseguenti modifiche all'habitat;
- La realizzazione di una fascia arborea composta da piante autoctone, che si svilupperà lungo buona parte del perimetro dell'impianto fotovoltaico, in prossimità delle recinzioni;
- L'utilizzo ed eventuale adeguamento dei percorsi di accesso presenti, al fine di limitare la realizzazione di nuova viabilità;
- L'interramento dei cavidotti sino all'immissione alla RTN;
- L'utilizzo per le opere civili di soluzioni cromatiche neutre di vernici antiriflettenti, ed in ogni caso in modo da adeguarsi il possibile a quanto prescritto dai PUC dei Comuni di Guspini e Villacidro;
- L'utilizzo di sostegni a struttura tronco-piramidale, su un tracciato per la maggior parte parallelo all'esistente;
- Realizzazione della nuova SE in un'area ad una quota plano-altimetrica inferiore a quella delle strade che la circondano, costeggiate inoltre da filari di arbusti in grado di aumentare l'effetto di mascheramento dell'opera;
- Il contenimento dei tempi di costruzione;
- Il massimo ripristino possibile delle formazioni vegetazionali autoctone eliminate nel corso dei lavori di costruzione e restituzione alla destinazione originaria delle aree di cantiere;
- La dismissione dell'impianto al termine della via utile dello stesso e ripristino del sito in condizioni analoghe allo stato originario.

15 BENI CULTURALI, STORICI E ARCHITETTONICI

15.1 Stato di fatto

Il comune di Villacidro è calato nel Campidano di Sanluri, o Monreale, regione storica della Sardegna sud-occidentale.
Anticamente il territorio del Monreale apparteneva al giudicato di Arborea di cui occupava la parte meridionale della curatoria di Bonorzuli.
Villacidro sorge laddove la pianura cede il passo ai contrafforti del monte Linas. La sua ricchezza sono le bellezze naturali: valli di Coxinas e Villascema, boschi rigogliosi, tra cui la foresta di Montimannu, paesaggi dolomitici, prati d'asfodelo e colline con macchia mediterranea.

Il territorio di Villacidro è abitato fin dalla preistoria: vari ritrovamenti di manufatti in ossidiana, databili al neolitico e all'età del rame, sono stati rinvenuti nella zona di Seddanus, Cannamenda, Seddus e lungo il rio Villascema e il rio Leni.
Testimonianze della civiltà nuragica sono inoltre il villaggio di Cottega e i nuraghi Narti, Nuraxi, Cuccur'e Crabas, Cuccuru Muntoni e Genna Uraxi.
In epoca romana il territorio appare intensamente popolato, come testimoniano una necropoli e i resti di due terme. Il centro abitato di "villa citra", "villa al di qua del fiume", sorse forse in questo periodo per via della fertilità del suolo.
Nel medioevo Villacidro era nota come Xedri de Leni e fece parte del giudicato di Cagliari, nella curatoria di Gippi. Alla caduta del giudicato (1258) passa sotto il dominio pisano, e dopo la conquista aragonese della Sardegna nel 1328 appare nei documenti come Villacidro de Leeni. Sia Leni che Villacidro risultano spopolati all'inizio del XV secolo ma si ripresero nei decenni successivi. Il paese in epoca aragonese e spagnola passò sotto il controllo di diverse famiglie di feudatari tra cui i Civiller, i Gerp e i Brondo.

Sulla base della storia del territorio e dei luoghi di rilevanza culturale presenti, in riferimento alla relativa *"Carta della Natura"* realizzata da ISPRA i terreni di interesse presentano un Valore Culturale "molto basso", come evidenziato nello stralcio riportato in seguito.

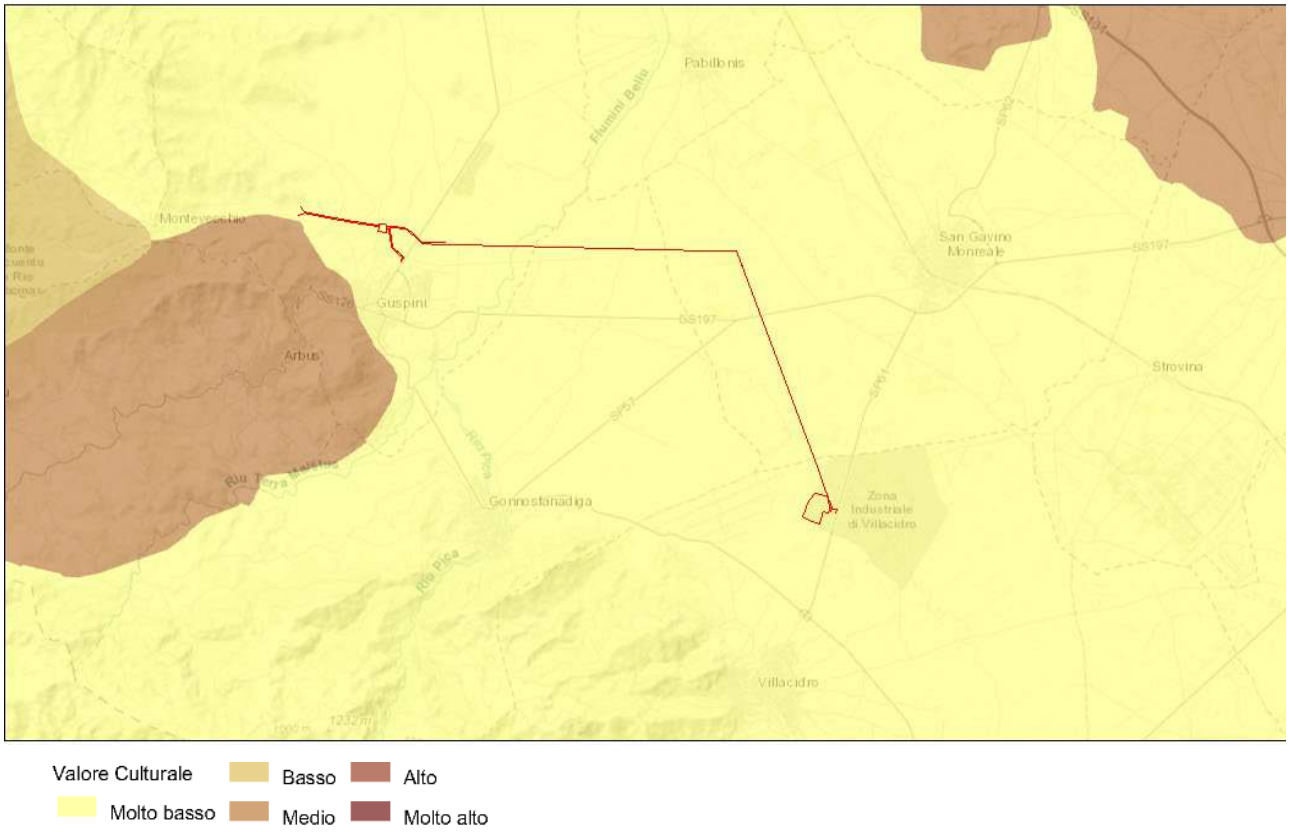

Figura 52 Carta della natura ISPRA - Valore Culturale

15.1.1 Verifica Preventiva dell'interesse archeologico - fotovoltaico

I moduli fotovoltaici non interessano direttamente zone sottoposte a vincoli archeologici.
Tuttavia, data la presenza di siti di interesse storico ed archeologico nei paraggi, come evidenziato nella figura seguente, è stata condotta una Valutazione dell'impatto archeologico dell'impianto, redatta ai sensi dell'art. 28 co 4 del D. Lgs. 42/2004 (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio), degli artt. 95 e 96 del D. Lgs. 163/2006 e dell'art. 25 D. Lgs. 50/2016 (Codice degli Appalti Pubblici), secondo i criteri di cui al DPCM 14 febbraio 2022 "*Approvazione delle linee guida per la procedura di verifica preventiva dell'interesse archeologico*".

Al fine di ottenere uno screening archeologico completo, l'indagine preliminare, descritta nella "*Valutazione preventiva dell'impatto archeologico*", cui si rimanda per tutti i dettagli, è stata svolta sull'area circostante ai terreni interessati dall'impianto e dalle opere di connessione, ed è consistita:

- nell'analisi dell'edito;
- nello studio delle foto aeree e della cartografia storica;
- nella ricognizione archeologica sul campo (*survey*).

La ricognizione, effettuata tra il 3 ed il 4 marzo 2024, ha interessato l'intera area destinata all'opera, comprendente i campi destinati al parco fotovoltaico, il tracciato del cavidotto e le adiacenze.
Durante tali sopralluoghi non è stata registrata la presenza di alcuna traccia archeologica in superficie o elemento archeologico reimpiegato in strutture moderne.

L'analisi dell'edito e della documentazione di archivio ha permesso di ricostruire per il territorio esaminato un quadro archeologico articolato, con attestazioni inquadrabili dal Neolitico in poi, indicativamente localizzate a una distanza superiore ai 2 km dall'area destinata al progetto.

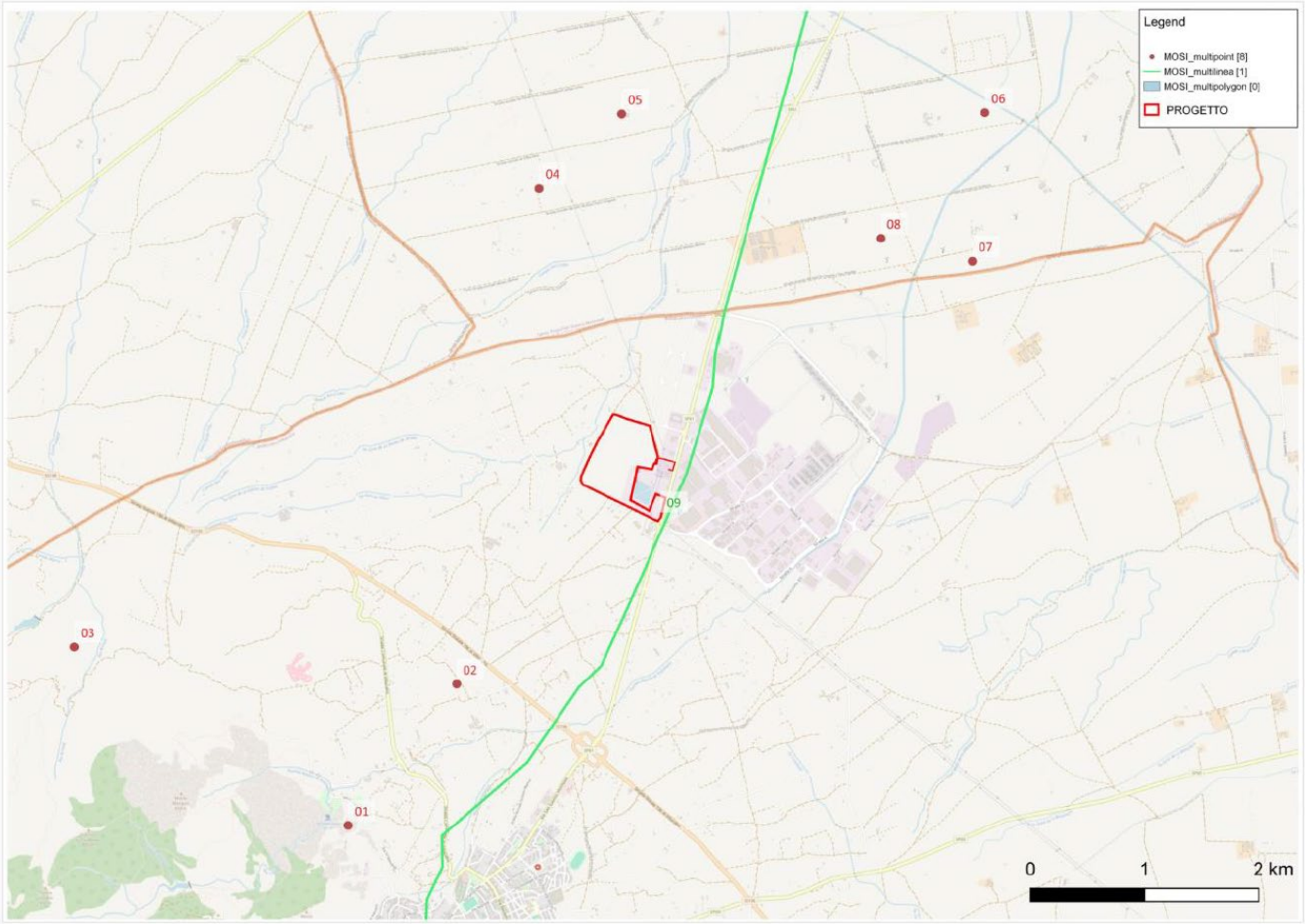

Figura 53 Carta delle presenze archeologiche

Tabella 15 Siti di interesse storico-archeologico

Sito	Localizzazione	Tipologia	Datazione
01	Villacidro, Sa Spendula	materiali sporadici	Età preistorica
02	Villacidro, loc. Seddanus	materiali sporadici, area funeraria	Età preistorica, età romana
03	Villacidro, Nuraghe Cuccuru 'e Crabas	fortificazione	Età protostorica
04	San Gavino Ionreale, Nuraghe Nieddu	fortificazione	Età protostorica
05	San Gavino Ionreale, Nuraghe S'-\ba Ioi	fortificazione	Età protostorica
06	San Gavino Ionreale, Nuraghe Ortillonis	fortificazione	Età protostorica
07	San Gavino Ionreale, Figu Niedda	fortificazione, materiali sporadici	Età protostorica, età romana
08	San Gavino Ionreale, Nuraghe Is Pillonis	fortificazione	Età protostorica
09	Villacidro, S.P. 61	viabilità storica	Età moderna-contemporanea

In funzione dei risultati dell'indagine preliminare sulle fonti storiche, della distanza dei siti d'interesse dall'opera e del grado d'invasività del progetto, è stato possibile realizzare una Carta del Rischio Archeologico relativo, considerato come un indice di maggiore o minore probabilità di intercettare evidenze archeologiche.

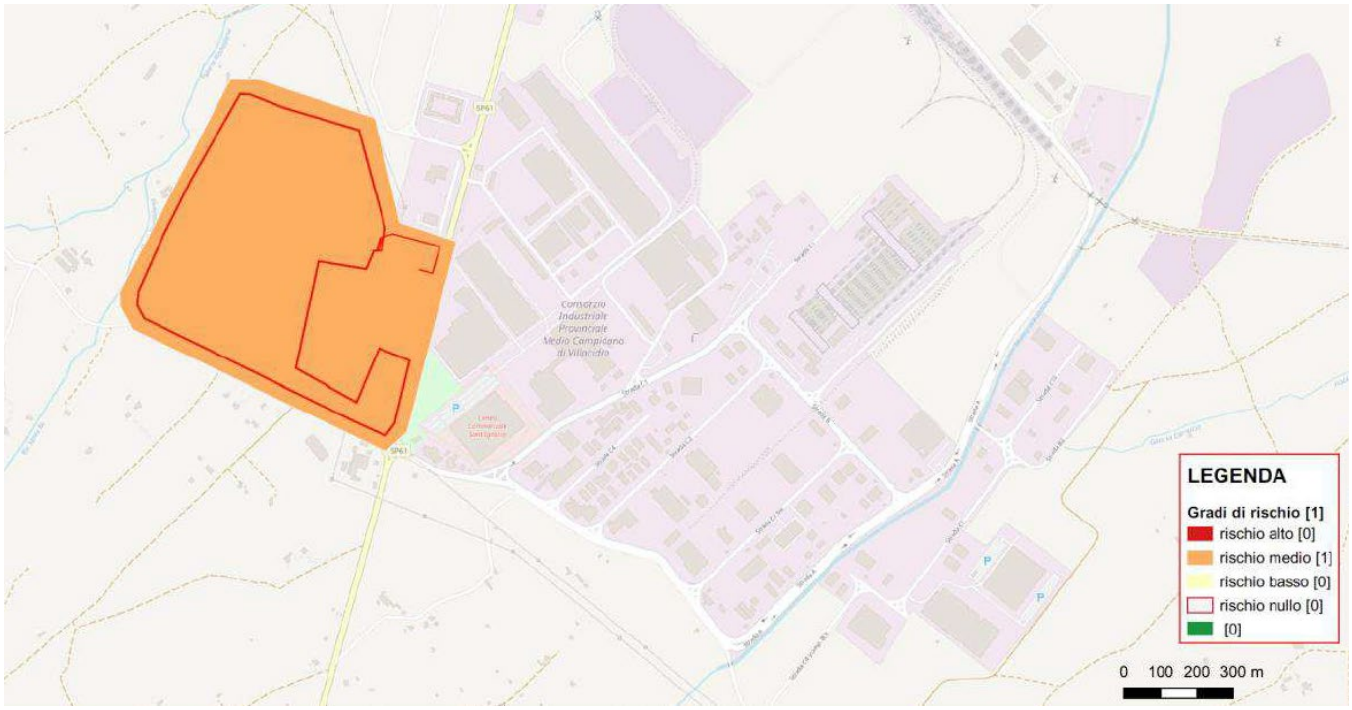

Figura 54 Carta del Rischio Archeologico relativo

Il progetto si colloca fuori dal nucleo di antica formazione di Villacidro, in una zona già fortemente antropizzata. Analizzando un areale allargato, il territorio conserva però varie testimonianze di epoca preistorica, protostorica e romana, le quali si collocano a buona distanza dall'area di progetto (indicativamente oltre i 2000 m), ma che attestano la presenza di una frequentazione stabile di questa zona sin dalla Preistoria.

Inoltre, l'area di progetto è lambita da un percorso stradale di collegamento tra gli abitati di San Gavino e di Villacidro già rappresentato sulla cartografia storica, oggi ricalcato dalla S.P. 61 (sito 09). Questi dati suggeriscono per l'area destinata al progetto un potenziale, o rischio archeologico assoluto, di livello MEDIO.

15.1.2 Verifica Preventiva dell'interesse archeologico - opere comuni

Anche per gli interventi legati al potenziamento della rete locale è stato condotto apposito studio archeologico ("*B.7 Relazione archeologica*"), che ha permesso di evidenziare:

- le emergenze archeologiche presenti sull'area interessata dall'opera in progetto e sulle aree limitrofe, comprese in una fascia di ampiezza minima di m 2000 a nord e a sud;
- il grado di Rischio Archeologico Assoluto della suddetta fascia di ampiezza minima di 2000 m;
- il grado di Rischio Archeologico Relativo su tutta la porzione territoriale direttamente interessata dall'intervento.

L'analisi della documentazione bibliografica e archivistica, integrata con i dati rilevati sul campo e con quelli acquisiti dallo studio archeologico, ha consentito di censire, entro una fascia di ampiezza minima di 2000 metri a nord e a sud del progetto, 24 siti di età medievale, preistorica e romana, come da figura e tabella seguenti.
Si precisa che i beni archeologici n. 20, n. 23 e n. 24 corrispondono, rispettivamente, ai siti n. 06, n. 02 e n. 01 individuati nella *Valutazione preventiva* condotta per l'impianto fotovoltaico.

Tabella 16 Siti di interesse storico-archeologico – linea aerea

Sito	Denominazione	Cronologia	Sito	Denominazione	Cronologia
1	Tempio a megaron	Età preistorica	**13**	Nuraci	Età preistorica
2	Nuraci	Età romana	**14**	Zuddas	Età preistorica
3	S'Acqua Sassa	Età romana	**15**	Nuraci	Età preistorica
4	Perda 'e Quaddu	Età romana	**16**	Perdas Longas	Età preistorica
5	Cuccuru Zeppara	Età romana	**17**	S'Acqua Sassa	Età preistorica
6	Su Ziru	Età romana	**18**	Cuccuru Zeppara	Età preistorica
7	Sattai	Età romana	**19**	Maistus	Età preistorica
8	Maistus Età preistorica	Età romana	**20**	Ortillonis	Età preistorica
9	Nuraci Zuddas	Età romana	**21**	Cuccuru Mattoni	Età preistorica
10	Terra Frissa	Età romana	**22**	S. Maria	Età medievale
11	Ruinas	Età romana	**23**	Seddanus	Età preistorica
12	Murera	Età romana	**24**	Sa Spendula	Età preistorica

Figura 55 Carta delle presenze archeologiche – linea aerea

Nei terreni interessati dall'opera in progetto, entro una fascia minima di 25 m e massima di 60 m, è stata condotta una ricognizione che ha permesso di definire il rischio archeologico relativo, come riportato in figura seguente.

In particolare, si rileva la presenza di 10 aree a rischio BASSO e 3 aree a rischio MEDIO.

Sono state indicate a rischio archeologico relativo medio le aree, o porzioni di esse, che, sebbene l'esame autoptico dei suoli abbia restituito scarsi o nulli elementi di natura archeologica, sono direttamente oggetto di lavori di movimentazione terra.

Sono state invece designate a rischio basso le aree ubicate in prossimità di aree con testimonianze archeologiche, o immediatamente limitrofe agli interventi di scavo e movimentazione terra.

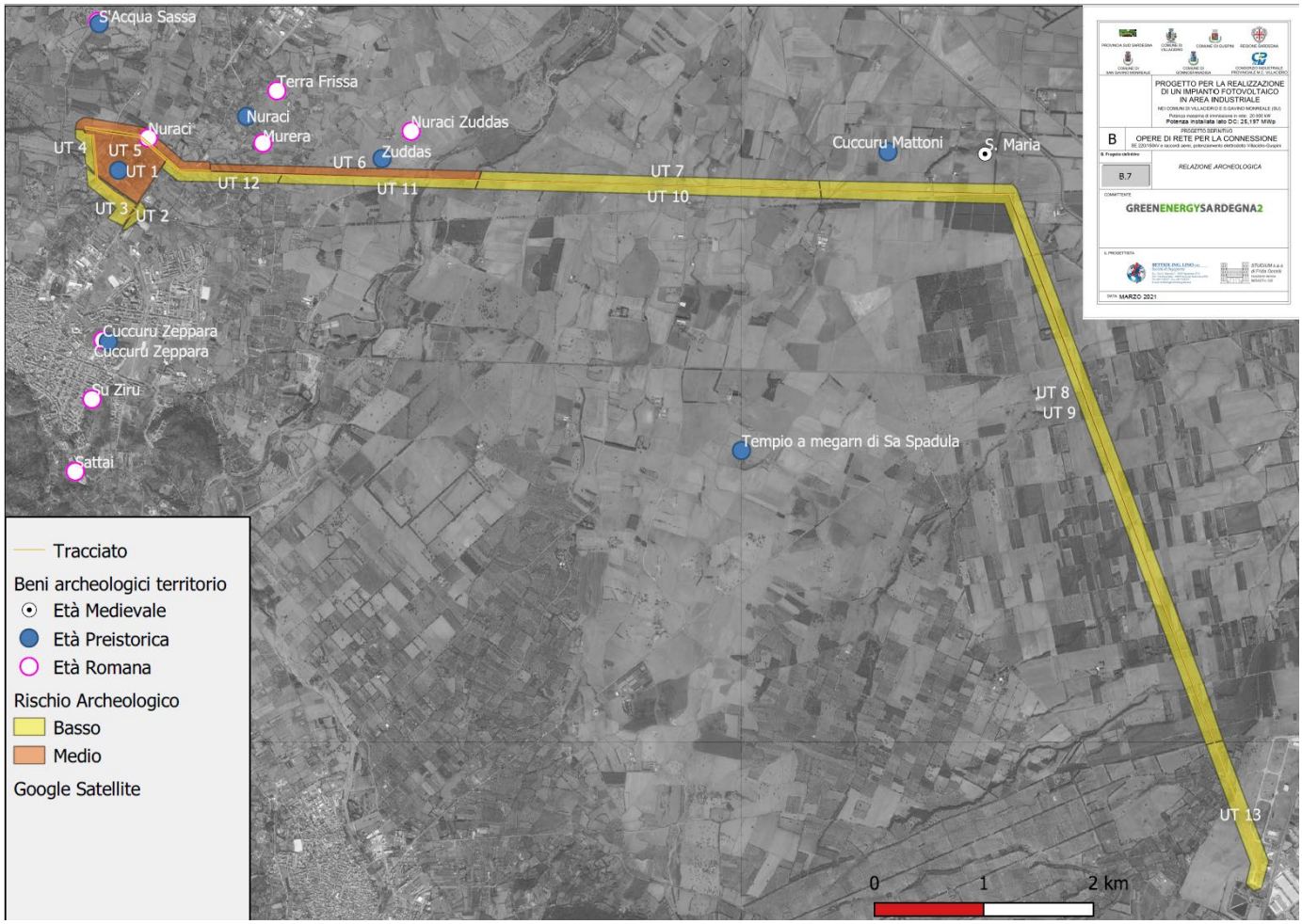

Figura 56 Carta del Rischio Archeologico relativo – linea aerea

15.2 Impatti potenziali

15.2.1 Impianto fotovoltaico e opere comuni

- Fase di cantiere

Le indagini archeologiche hanno permesso di evidenziare la ricchezza del patrimonio storico-archeologico della zona ed il potenziale in questo senso dell'area di progetto, pur ricadendo all'esterno dei nuclei storici presenti.
Le caratteristiche delle opere, ed in particolare gli scavi in profondità per la posa dei cavi elettrici MT, non permettono di escludere completamente la possibilità di rinvenire testimonianze archeologiche durante la fase di cantiere.
Si segnala, comunque, che le condizioni di visibilità hanno consentito di verificare l'assenza di materiale mobile in superficie o riutilizzato in altre strutture.

- Fase di esercizio

Non si prevedono ulteriori impatti su tale componente durante la fase di esercizio.
Il nuovo impianto fotovoltaico salvaguarda il territorio dell'ambito, poiché la sua realizzazione non compromette le relazioni funzionali esistenti dai punti di vista storico, visivo, culturale, simbolico ed ecologico.
Alla dismissione delle opere, infine, l'area di interesse verrà completamente ripristinata allo stato di fatto.

16 AMBIENTE ANTROPICO

16.1 Stato di fatto

16.1.1 Aspetti demografici

Nel presente paragrafo si analizza la popolazione potenzialmente esposta al progetto fotovoltaico in termini di "composizione" della cittadinanza.
La struttura di una popolazione è direttamente correlabile all'andamento di alcuni macro-fenomeni occorsi nell'arco temporale di una generazione che, a loro volta, dipendono da fattori economici, politici, ambientali:

- Natalità;
- Mortalità;
- Flussi migratori passivi e attivi.

Il comune di Villacidro presenta in particolare una superficie di 183,48 km^2 ed una popolazione di 13'210 abitanti, per una densità di 72,00 ab/ km^2. Si osserva, in riferimento alle elaborazioni di tuttitalia.it, un trend in calo a partire dai primi anni 2000, che sembra essersi accentuato negli ultimi anni.

TREND POPOLAZIONE		
Anno	**Popolazione (n.)**	**Variazione % su anno prec.**
2016	356.014	-
2017	353.830	-0,61

2018	347.732	-1,72
2019	344.195	-1,02
2020	338.264	-1,72
2021	337.178	-0,32
Variazione % Media Annua (2016/2021): -1,08 **Variazione % Media Annua (2018/2021): -1,02**		

Figura 57 Villacidro - Trend popolazione

Sulla base dei dati Urbistat, gli stranieri residenti a Villacidro al 1° gennaio 2022 sono 5384e rappresentano l'1,60% della popolazione residente.
Il saldo migratorio positivo ha giocato un ruolo importante nel ventennio 2000-2020, in controtendenza rispetto ad un saldo naturale negativo.
Negli ultimi anni ha permesso di sopperire, in parte, all'ulteriore aumento delle morti rispetto alle nascite rispetto a quanto osservato nei primi anni 2000, anche a causa della pandemia.

16.1.2 Aspetti economici

In riferimento ai dati espressi dalla Banca d'Italia nel Report 20/2023 "*Economie Regionali - L'economia della Sardegna, Rapporto annuale*", nel 2022 l'economia della Sardegna ha continuato a crescere, anche se l'espansione è stata più contenuta rispetto a quella osservata nel 2021. Le stime basate sull'indicatore trimestrale dell'economia regionale della Banca d'Italia (ITER) evidenziano un incremento marcato del PIL fino a giugno, poi proseguito in misura minore dai mesi estivi fino alla fine dell'anno, come da figura seguente. Il prodotto perso in regione durante la crisi pandemica non sarebbe stato ancora del tutto recuperato, mentre nel complesso del Paese l'attività economica avrebbe superato di poco i livelli del 2019.

Secondo i dati della Rilevazione sulle forze di lavoro dell'Istat (RFL) il numero degli occupati è cresciuto dello 0,5 per cento rispetto all'anno prima, come in figura precedente. La variazione è stata sensibilmente più contenuta di quella registrata per l'Italia e per il Mezzogiorno (rispettivamente del 2,4 e 2,5 per

cento), e non sufficiente a riportare l'occupazione ai livelli del 2019, che invece sono stati superati nelle altre due aree. L'aumento del numero degli addetti nella prima parte dell'anno, in recupero dal calo che aveva caratterizzato l'inizio del 2021, è stato seguito da una diminuzione nell'ultimo semestre, a fronte della crescita marcata registrata nello stesso periodo l'anno prima. La contrazione a partire dai mesi estivi è stata guidata unicamente dal calo dell'occupazione autonoma, mentre ha continuato a crescere quella alle dipendenze.

Il tasso di occupazione è cresciuto di 1,3 punti percentuali (al 54,9 per cento nella media dell'anno; 60,1 in Italia). L'incremento è quasi interamente attribuibile alla componente maschile, a fronte di un miglioramento significativamente più contenuto per quella femminile (rispettivamente di 2,3 e 0,4 punti percentuali).

Occupati e forza lavoro (1)
(variazioni percentuali sul periodo corrispondente; valori percentuali)

PERIODI	Occupati						In cerca di occupazione (2)	Forze di lavoro	Tasso di occupazione (3) (4)	Tasso di disoccupazione (2) (3)	Tasso di attività (3) (4)
	Agricoltura	Industria in senso stretto	Costruzioni	Servizi		Totale					
					di cui: commercio, alberghi e ristoranti						
2020	3,0	1,3	15,7	-7,9	-10,2	-5,2	-17,8	-7,1	51,7	13,2	59,8
2021	0,2	-4,5	8,8	2,4	2,8	2,1	5,0	2,5	53,6	13,5	62,1
2022	-8,9	22,3	9,0	-1,8	-2,6	0,5	-16,1	-1,7	54,9	11,5	62,2
2021 – 1° trim.	12,0	-10,7	0,4	-7,9	-8,2	-6,5	28,2	-1,9	49,9	17,3	60,8
2° trim.	7,2	0,9	4,2	3,9	16,7	3,9	53,0	8,8	53,4	14,3	62,6
3° trim.	3,8	-11,5	20,8	7,1	1,8	6,1	-20,6	2,5	56,9	10,5	63,7
4° trim.	-18,4	4,6	10,5	7,0	1,1	5,3	-23,1	0,8	54,0	12,0	61,4
2022 – 1° trim.	-19,0	24,2	17,7	0,8	4,1	2,7	-26,5	-2,3	52,9	13,0	61,0
2° trim.	-8,3	23,3	11,3	-1,1	-4,3	1,5	-19,4	-1,5	55,8	11,7	63,4
3° trim.	-16,2	29,8	11,3	-4,0	-4,9	-1,1	-9,4	-2,0	57,2	9,7	63,5
4° trim.	9,8	12,0	-1,4	-2,8	-4,3	-0,8	-2,8	-1,0	53,6	11,7	60,9

Fonte: Istat, *Rilevazione sulle forze di lavoro*.
(1) Dal 1° gennaio 2021 è stata avviata la nuova *Rilevazione sulle forze di lavoro* dell'Istat che recepisce le indicazioni del regolamento UE/2019/1700 introducendo cambiamenti nella definizione di occupato e nei principali aggregati di mercato del lavoro. I dati riferiti ad anni precedenti il 2021 sono ricostruiti da Istat per tenere conto dei cambiamenti introdotti e potrebbero discostarsi da precedenti pubblicazioni. – (2) Dati riferiti alla popolazione di età compresa tra 15 e 74 anni. – (3) Valori percentuali. – (4) Dati riferiti alla popolazione di età compresa tra 15 e 64 anni.

Figura 58 Banca d'Italia - Rilevazione sulle forze di lavoro (RFL)

16.2 Impatti potenziali

16.2.1 Impianto fotovoltaico

- Fase di cantiere

Il progetto porterà indubbi vantaggi socio-occupazionali alle comunità locali per tutta la durata dei lavori di costruzione, quantificabili in circa 370 giorni totali, in quanto sarà necessario l'impiego di risorse e professionalità che, compatibilmente con l'offerta, saranno reperiti nell'ambito locale.
In fase di cantiere sarà difatti necessario l'impiego sia di tecnici specializzati che di maestranze per la realizzazione di tutte le opere previste (civili, elettriche, elettromeccaniche, a verde), in aggiunta a tutte le attività collegate (fornitura acque, gestioni reflui, trasporto di materiali e personale, attività di sorveglianza…). È facile prevedere un indotto positivo anche per i fornitori di materiali ed attrezzature e per le attività terziarie presenti sul territorio.
In fase esecutiva si farà affidamento in questo senso il più possibile ad imprese e fornitori locali.

Relativamente ai potenziali impatti negativi legati all'ambiente antropico, essendo l'area di intervento situata a grande distanza dai centri più vicini (circa 3 Km dal comune di Villacidro) e data l'assenza di ricettori isolati prossimi ai cantieri, l'attenzione va posta sui lavoratori del cantiere stesso e della vicina zona industriale.
È inoltre necessario osservare il carattere trasversale della componente rispetto ad altri fattori già discussi in precedenza, legati cioè direttamente o indirettamente alla salute umana.
In particolare, in riferimento al progetto in analisi, si sono valutati:

- la produzione di rifiuti;
- la qualità dell'aria e delle acque;
- l'impatto sul traffico veicolare;
- i potenziali rischi legati alle attività di cantiere ed all'accesso di persone non autorizzate;
- l'aumento del disturbo luminoso.

Seguono alcune considerazioni per tali fattori, in aggiunta a quanto già espresso nei rispettivi capitoli.

Relativamente alla produzione di rifiuti in fase di cantiere, si precisa che è rappresentata principalmente dal materiale di scavo, che verrà in buona parte reimpiegato in loco, se giudicato idoneo all'utilizzo.
Come espresso nel paragrafo 7.2.1, su di un totale di 9116 mc prodotti, solo 6 mc, derivanti dal taglio dell'asfalto per la posa del cavidotto di connessione alla SE, saranno in esubero. Tale materiale, contenente il conglomerato bituminoso della pavimentazione stradale, è classificato come rifiuto non pericoloso e sarà trasportato presso un Centro di Recupero Autorizzato dei materiali inerti.
Lo smaltimento delle acque nere, comunque di limitata entità e legato alle maestranze presenti in media nel cantiere, sarà affidato in fase esecutiva a ditte locali specializzate nel prelievo e trasporto di rifiuti di tipo liquido, di modo da evitare scarichi puntuali di reflui e l'inquinamento dei corpi idrici.

La realizzazione dell'opera comporterà costanti spostamenti di uomini e mezzi, ed andrà ad aumentare il traffico veicolare nell'area di interesse. La zona risulta comunque relativamente isolata, distante dai centri urbani e senza recettori sensibili nelle immediate vicinanze.
L'area appare comunque ben servita in termini di viabilità, grazie alla presenza dell'adiacente zona industriale.
Eventuali adeguamenti e sistemazioni delle aree stradali, utili al passaggio dei mezzi d'opera, avranno carattere il più possibile definitivo e non provvisionale. Questi interventi faciliteranno le operazioni di manutenzione durante l'esercizio dell'opera, ma potranno rappresentare anche un potenziale impatto positivo per la viabilità locale.
A questo proposito, la manutenzione impiegherà pochi uomini e mezzi in modo saltuario, per cui un potenziale aumento del traffico stradale si ritiene assolutamente trascurabile.

Riguardo ai potenziali rischi legati alle attività di cantiere, si verificherà il rispetto delle misure generali di prevenzione e protezione, e che i lavoratori siano formati sulle regole da rispettare.
Si precisa che, durante la fase di installazione degli elementi elettrici, al fine di evitare potenziali rischi dovuti alla presenza di personale non autorizzato, si procederà a recintare completamente le aree d'impianto e ad installare l'impianto di sicurezza ed antintrusione.
La recinzione sarà costituita da una rete metallica plastificata, fissata con pali in tubi zincati infissi nel terreno, e sarà dotata di cancelli carrai e pedonali per permettere l'accesso dei mezzi di manutenzione e agricoli e del personale operativo.
L'impianto di illuminazione sarà infine dotato di sensori di movimento ed interruttore temporizzato, di modo da scattare di notte soltanto in caso di intrusione o di accesso alle aree da parte di un operatore.
Si ritengono, di conseguenza, anche questi potenziali impatti trascurabili.

- <u>Fase di esercizio</u>

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico avrà degli impatti positivi in relazione ai seguenti ambiti:

1. Economico: aumenterà la redditività dei terreni sui quali sono collocati i moduli fotovoltaici;
2. Occupazionale: la conduzione del campo fotovoltaico permetterà l'impiego, durante la vita utile della centrale, di personale addetto alle operazioni di gestione, manutenzione (ordinaria e straordinaria) e vigilanza delle opere impiantistiche;
3. Ambientale: aumenterà la quota di energia pulita prodotta all'interno del territorio, contemporaneamente al risparmio in termini di emissioni nocive.

Le attività legate alla conduzione dell'impianto, che richiederanno sia manodopera specializzata che meno specializzata, potranno prevedere la formazione di personale del posto.

16.2.2 Opere comuni

- Fase di cantiere

Anche per la realizzazione delle opere relative alla rete elettrica verranno impiegate ditte, professionalità e fornitori quanto più possibile locali, come verrà definito in fase esecutiva.

In termini di aumento del traffico veicolare e di generazione di rifiuti, si prevedono impatti limitati, analoghi a quelli indotti dall'impianto fotovoltaico.
La maggior parte dei materiali recuperati dalla demolizione degli elementi esistenti, quali in particolare i conduttori, i tralicci metallici e gli inerti prodotti dalla frantumazione del calcestruzzo delle fondazioni, potrà essere riciclata ed utilizzata per la realizzazione di altre opere.
Eventuali esuberi di materiale di scavo verranno gestiti come rifiuto e, come tali, conferiti a vicini impianti di recupero/smaltimento.

- Fase di esercizio

Come già espresso, il potenziamento della rete elettrica porterà indubbi vantaggi in termini di capacità di immissione e di gestione della linea, con conseguenze tangibili dal punto di vista economico ed ambientale per il territorio.

In primo luogo, consentirà la connessione dell'impianto fotovoltaico in progetto e di altri impianti ad energia rinnovabile di altri produttori, incrementandone la capacità di immissione.
L'aumento della potenza trasportabile aiuterà inoltre a ridurre le perdite e ad eliminare le congestioni della rete.
L'intervento contribuirà ad aumentare la ridondanza della rete attuale, consentendo una più uniforme distribuzione dei flussi di potenza, un aumento dei margini di sicurezza e di flessibilità, anche in condizioni di sistema non integro.

Per le attività di gestione e manutenzione durante la vita utile delle opere vi potrà inoltre essere un positivo impatto in termini di occupazione, seppur limitato.

La Stazione Elettrica, l'elettrodotto e la Cabina Primaria saranno infatti costantemente governati e monitorati in remoto, dal Centro Operativo Terna di riferimento.

In caso di malfunzionamenti e/o guasti, sono previste protezioni che metteranno immediatamente fuori servizio la linea.

La manutenzione, ordinaria e straordinaria, avrà invece carattere saltuario.

Tali attività richiederanno sia manodopera specializzata che meno specializzata, e potranno prevedere la formazione di personale del posto.

17 IMPATTI CUMULATIVI FOTOVOLTAICO

In conformità a quanto indicato nelle linee guida SNPA 28/2020, si sono indagati i possibili effetti cumulativi dell'impianto fotovoltaico nel contesto ambientale e territoriale di riferimento.

I criteri per la corretta analisi dell'effetto cumulo sono proposti nel Decreto del Ministero dell'Ambiente n. 52 del 30/03/2015, recante le "*Linee Guida per la verifica di assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale dei progetti di competenza delle Regioni e delle Province autonome (Allegato IV alla Parte Seconda del D.Lgs. 152/2006)*".

Tali criteri sono descritti al paragrafo 4.1 delle suddette Linee Guida:

Il criterio del «cumulo con altri progetti» deve essere considerato in relazione a progetti relativi ad opere o interventi di nuova realizzazione:

- *appartenenti alla stessa categoria progettuale indicata nell'allegato IV alla parte seconda del decreto legislativo n. 152/2006;*
- *ricadenti in un ambito territoriale entro il quale non possono essere esclusi impatti cumulati sulle diverse componenti ambientali;*
- *per i quali le caratteristiche progettuali, definite dai parametri dimensionali stabiliti nell'allegato IV alla parte seconda del D.Lgs. n.152/2006, sommate a quelle dei progetti nel medesimo ambito territoriale, determinano il superamento della soglia dimensionale fissata nell'allegato IV alla parte seconda del D.Lgs. n.152/2006 per la specifica categoria progettuale.*

Le medesime Linee Guida porgono, come dimensioni dell'ambito territoriale cui riferire il cumulo con altri progetti, in assenza di specifiche direttive regionali:

- *una fascia di 1 km per le opere lineari (500 m dal tracciato)*
- *una fascia di 1 km per le opere areali (a partire dal perimetro esterno dell'area occupata dal progetto proposto)*

In virtù della tipologia di progetto in analisi e del contesto in cui è calato, per la valutazione dell'effetto cumulo con altri progetti si è scelto di allargare l'analisi entro un ambito di raggio pari a 3 km.

Sono stati, di conseguenza, al suo interno considerati gli altri impianti i cui effetti possano cumularsi con quelli indotti dall'opera proposta, sia in termini di distribuzione spaziale che temporale. Come di seguito esposto, nell'area indagata si sono rilevati altri impianti FER esistenti di grandi dimensioni, ricadenti entro l'area industriale di Villacidro.

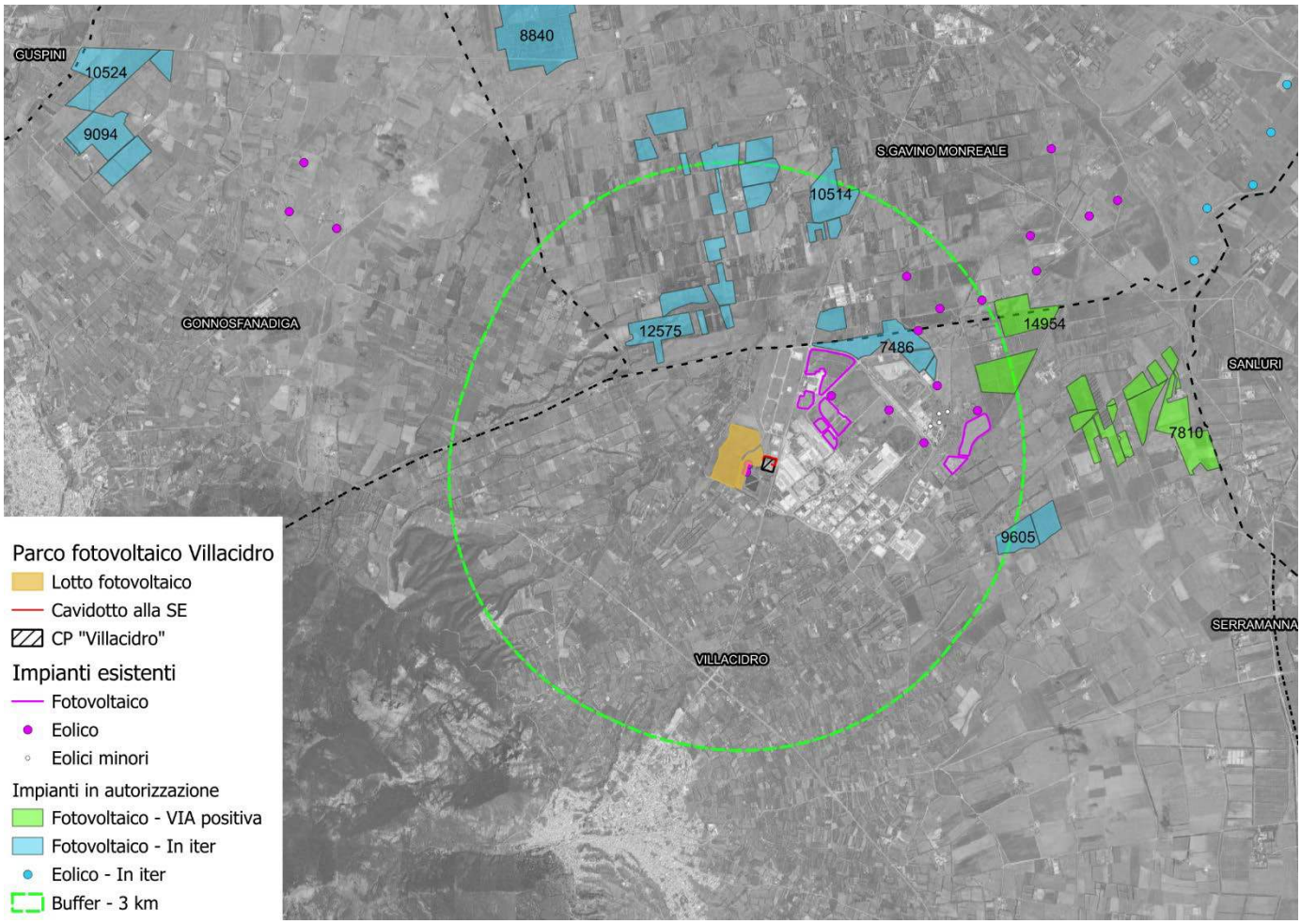

Figura 59 Impianti FER esistenti nei pressi del progetto

Si segnalano in particolare alcuni parchi fotovoltaici di grandi dimensioni esistenti e prossimi alla Zona Produttiva, lungo i lati Nord ed Ovest.

Tra gli eolici, si riscontra entro l'area di indagine la presenza dell'impianto della società Green Energy Sardegna S.r.l., che conta 14 torri installate da 2.2 MW ciascuna tra i comuni di Villacidro e San Gavino Monreale, per una potenza totale di 30.8 MW, in aggiunta ad alcune torri di dimensioni minori.
A Nord-Ovest del progetto, comunque esterno al buffer indagato, si trova il Parco Eolico del Medio Campidano, che conta 35 torri distribuite tra i comuni di Guspini, Pabillinis, Gonnosfanadiga e San Gavino Monreale, per una potenza installata totale di 70 MW.

Tramite ricerca nel portale nazionale (del MiTE), allo stato attuale entro l'area di indagine è emerso un impianto agrivoltaico con procedura di VIA chiusa positivamente, mentre altri quattro agrivoltaici/fotovoltaici sono allo stato attuale in corso di valutazione.

Tabella 17 Progetti entro il buffer analizzato

Procedura	Codice	Stato	Proponente	Tipo
VIA nazionale	7486	Analisi pareri	Green energy Sardegna 2	Fotovoltaico
VIA nazionale	9605	Istruttoria tecnica	EDPR Sardegna S.r.l.	Agrivoltaico
VIA nazionale	10514	Istruttoria tecnica	Pacifico Ossidiana S.r.l.	Agrivoltaico
VIA nazionale	12575	Procedimento in corso CdM	ICA SOLAR TRE S.R.L.	Agrivoltaico
VIA nazionale	14954	Concluso - positivo	Green energy Sardegna 2	Agrivoltaico

Le valutazioni che seguono distinguono lo scenario attuale (impianti esistenti), lo scenario ragionevolmente prevedibile (esistenti e autorizzati) e lo scenario cautelativo di massimo sviluppo (comprensivo dei progetti in iter).

17.1 Impatto cumulativo sulle visuali paesaggistiche

L'analisi cartografica seguente considera l'intervisibilità del progetto in riferimento agli impianti FER individuati con la ricognizione territoriale.

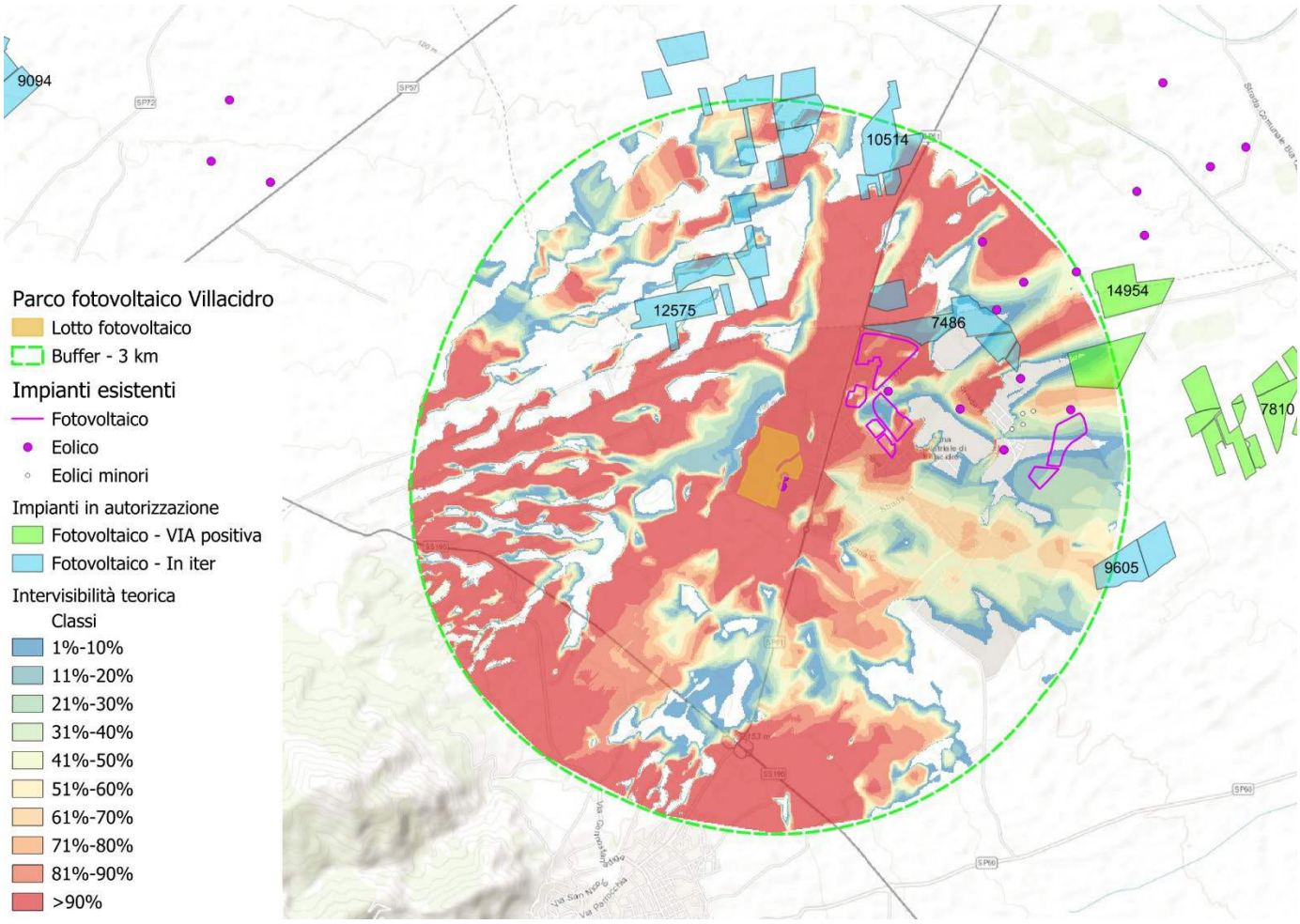

Figura 60 Intervisibilità di progetto e altri impianti FER

Si tenga conto del fatto che l'intervisibilità così calcolata descrive condizioni teoriche, sulla base del DTM disponibile: la visibilità effettiva può variare per l'interposizione di fabbricati, filari, vegetazione, micro-rilievi e per l'altezza dell'osservatore. È pertanto una base

Il progetto prevede strutture fotovoltaiche di altezza contenuta e una fascia di mitigazione a verde perimetrale, composta da leccio (*Quercus ilex*), ulivo (*Olea europaea*), mirto (*Myrtus communis*) e ginestra (*Spartium junceum*), efficace nel ridurre le visuali radenti dal piano di campagna,

La presenza di ulteriori impianti fotovoltaici e di aerogeneratori di progetti terzi può tuttavia determinare una sequenza visiva di superfici tecniche e di elementi tecnologici lungo gli itinerari di osservazione, anche qualora ogni singolo campo fotovoltaico risulti poco emergente dalla pianura.

L'approfondimento cartografico ha pertanto considerato le componenti paesaggistiche e insediative riconosciute dal PPR e la distribuzione degli impianti già rilevati, come illustrato nelle figure seguenti.

Per l'ambito di Villacidro e San Gavino Monreale i principali recettori da verificare comprendono la viabilità di accesso e attraversamento (in particolare la S.P. 61), i nuclei e i punti di osservazione sopraelevati di Villacidro.

Sulla base dei risultati dell'analisi paesaggistica, l'effetto cumulativo diretto del campo fotovoltaico sulle visuali ravvicinate può risultare attenuabile con le mitigazioni previste.

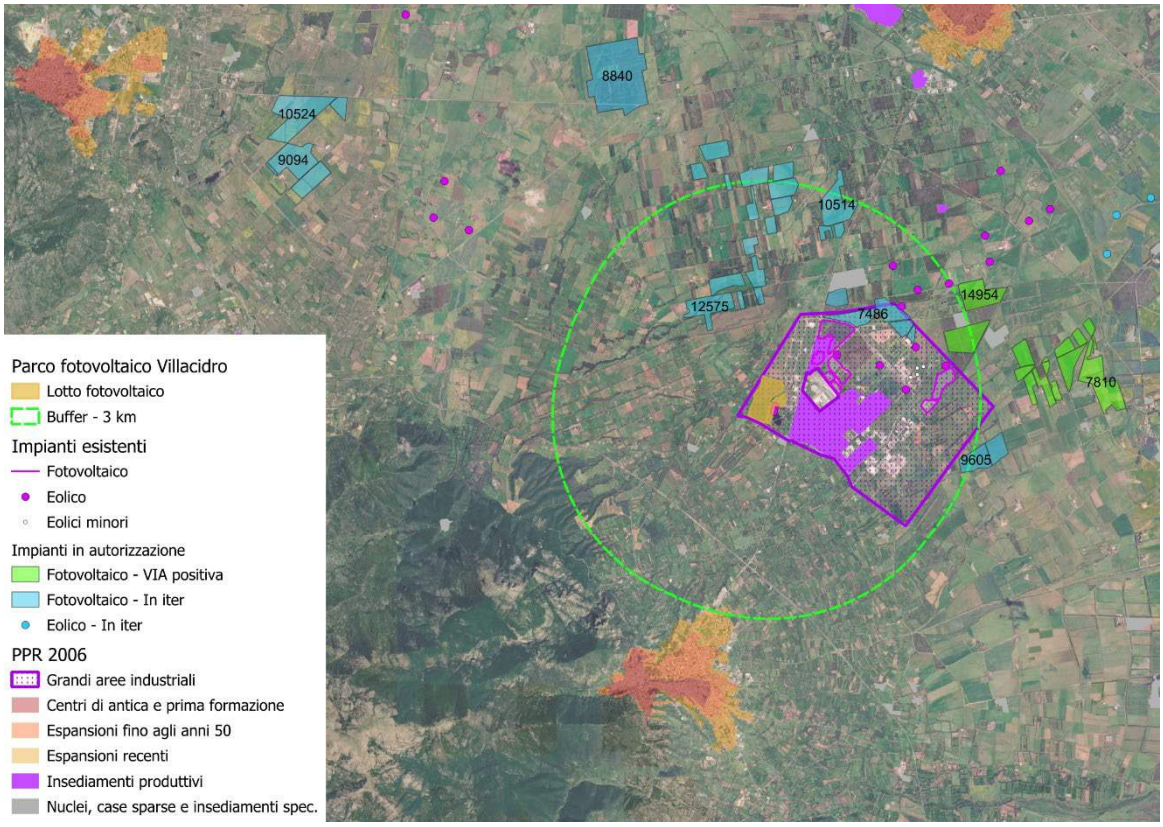

Figura 61 Centri storici e nuclei sparsi

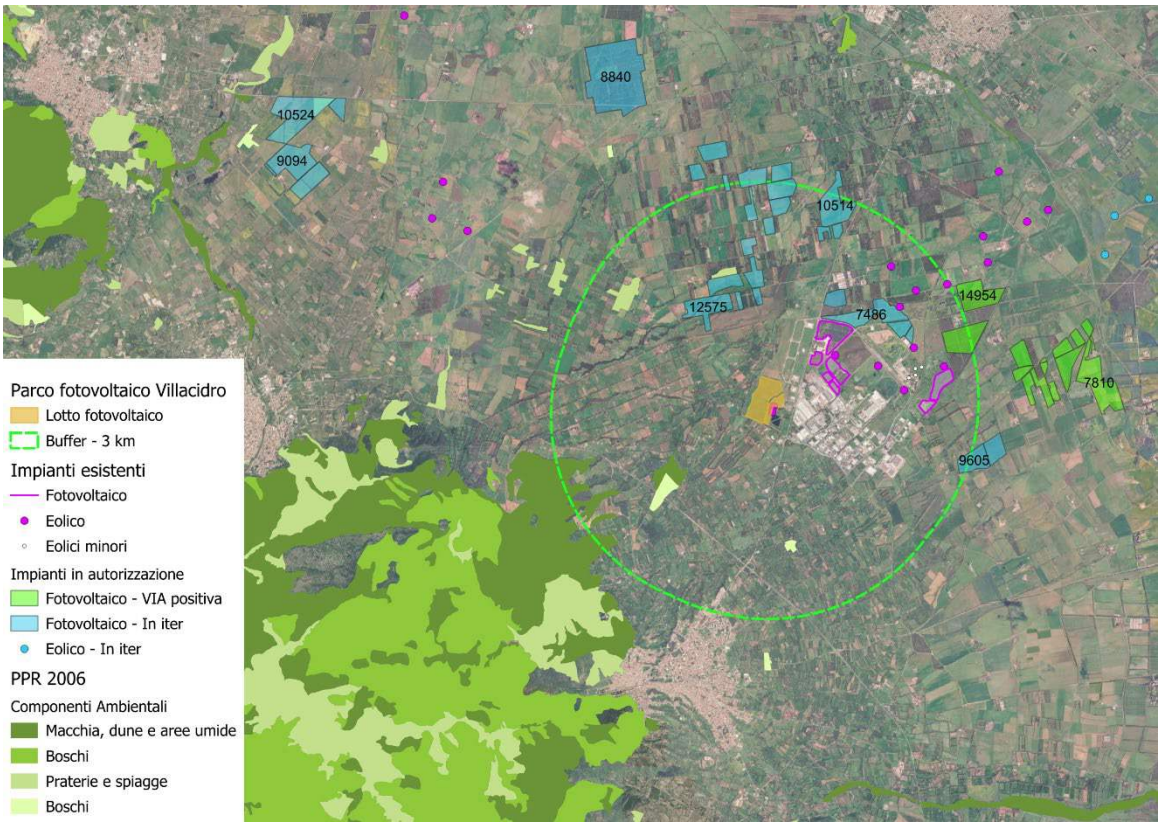

Figura 62 Componenti ambientali

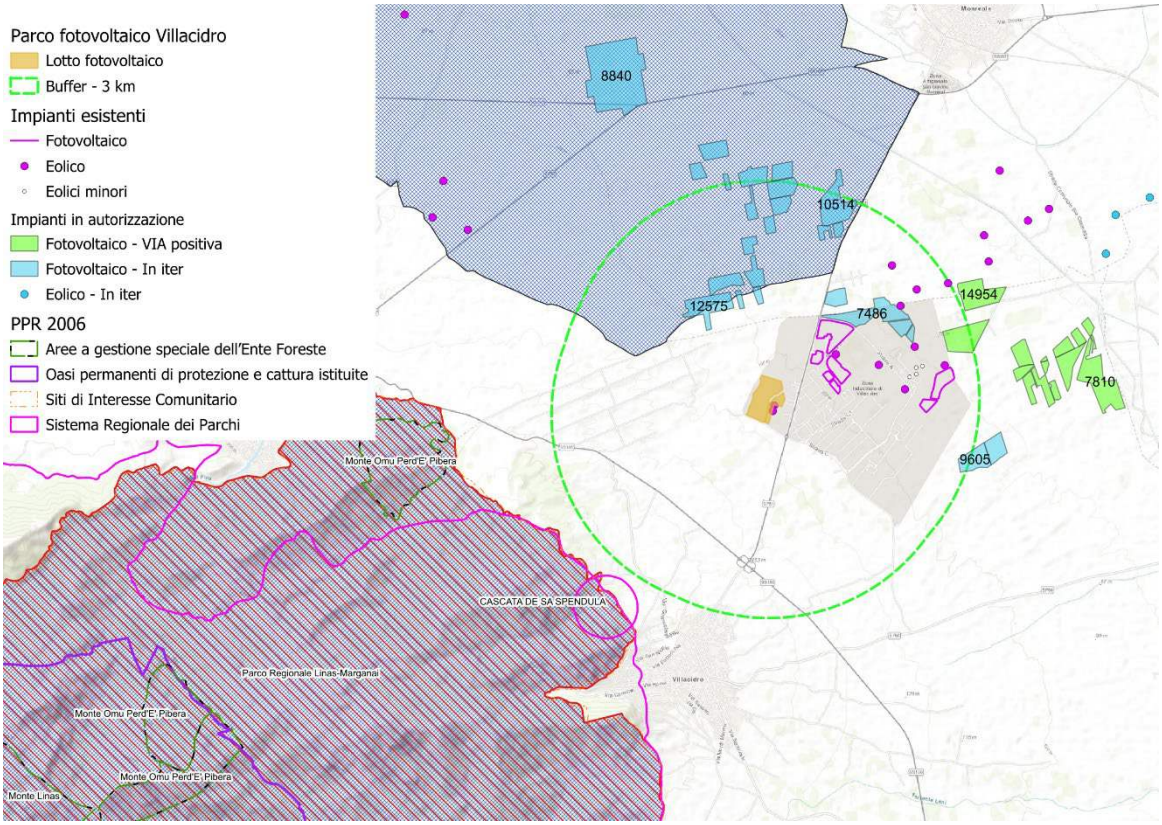

Figura 63 Aree tutelate

La trasformazione paesaggistica non coincide con la sola altezza delle strutture, ma interessa forma e percezione del territorio: dalla continuità di seminativi, viabilità interpoderale, filari e visuali aperte verso la pianura e i rilievi, a un mosaico caratterizzato da trame regolari di moduli fotovoltaici, recinzioni e dotazioni tecniche interne ai campi. La collocazione del progetto ai margini di una zona produttiva attenua l'introduzione di un carattere industriale del tutto nuovo, ma non elimina la progressiva espansione di tale carattere sulle superfici agricole contigue.
L'effetto cumulativo può essere additivo (estensione complessiva delle superfici visibili) o sinergico (perdita della leggibilità del paesaggio rurale attraverso la saldatura visiva di più complessi energetici). Nei percorsi dinamici, come le strade tra Villacidro e San Gavino Monreale, l'osservatore può percepire una successione di impianti apparentemente separati che, nel loro insieme, determina una maggiore artificializzazione del paesaggio.
Come risultante dalla Relazione Paesaggistica, le fasce di mitigazione previste rendono meno leggibili le recinzioni e i moduli nelle viste a quota stradale. La presenza di aerogeneratori sullo skyline costituisce un ulteriore elemento di sovrapposizione percettiva tra impianti tecnologicamente differenti.

I cumulo sulle visuali paesaggistiche è valutabile come basso, in ragione dell'altezza contenuta dei moduli, della collocazione ai margini della zona produttiva, dell'interposizione di manufatti e vegetazione e della mitigazione perimetrale prevista. La compresenza di altri impianti resta percepibile soprattutto da punti sopraelevati, ma non equivale, di per sé, a una sostituzione continua del paesaggio rurale, essendo presenti superfici e filari interposti.

17.2 Impatto cumulativo sul patrimonio culturale ed identitario

La valutazione riguarda non soltanto il rischio di interferenza con i beni, ma anche l'alterazione delle loro relazioni di contesto: riconoscibilità dei manufatti nel paesaggio rurale, percezione lungo i percorsi storici, integrità delle visuali di avvicinamento e qualità dell'esperienza di fruizione, considerate insieme agli altri impianti FER presenti e ipotizzati nell'area vasta.

La ricognizione archeologica censisce, fra gli altri: Sa Spendula, Seddanus, Nuraghe Cuccuru 'e Crabas, Nuraghe Nieddu, Nuraghe Ortillonis, Figu Niedda, Nuraghe Is Pillonis e il tracciato storico lungo la S.P. 61.
La presenza nel contesto di altre superfici fotovoltaiche e di aerogeneratori può modificare il fondale visivo dei beni o l'immagine complessiva dei percorsi di accesso. Tuttavia, la morfologia pianeggiante, l'altezza ridotta dei tracker dell'impianto in esame e le mitigazioni concorrono a limitarne l'emergenza verticale.

17.3 Impatto cumulativo su biodiversità ed ecosistemi

- *Impatto cumulativo sugli habitat e sulle aree protette*

Come definito nel Quadro Programmatico, il progetto è esterno alle aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate ed alle aree di recupero ambientale, come perimetrato dal PPR.
Il più vicino sito RN2000 è il “Monte Linas – Marganai”, distante circa 3,3 km a Ovest rispetto ai pannelli. La più vicina area di rilevante interesse naturalistico risulta invece essere la cascata di Sa Spendula, generata dal rio Coxinas e situata nell’area protetta di Monti Mannu, situata 3.2 km a Sud-Est rispetto al progetto.
Non sono stati rilevati impianti FER esistenti tra tali aree ed il progetto in analisi.

Il sito di installazione dell’impianto in progetto presenta un ecosistema agrario, già antropizzato e di limitato interesse ambientale. Le formazioni che conservano lembi di naturalità sono limitate ed escluse dalle lavorazioni.
In riferimento a quanto riscontrato nel progetto Carta della Natura, ad opera di ISPRA, il progetto è prevalentemente calato entro l’habitat *Colture estensive e sistemi agricoli complessi* (cod. 82.3), ed in piccola parte entro *Siti industriali attivi* (cod. 86.3). Questi biotipi non corrispondono, neanche in via potenziale, ad habitat comunitari ai sensi della Direttiva Habitat.

Lo stesso dicasi per gli altri progetti esistenti, con VIA positiva e in itinere: nella successiva tabella viene riportato il contributo determinato dall'impianto in termini di sottrazione di habitat a confronto con la sottrazione determinata dagli impianti esistenti e autorizzati, stimata in ambiente gis.
Si precisa che la stima è estremamente prudenziale, in quanto si tiene conto del perimetro di tutti i progetti senza distinzione né dell'effettiva occupazione territoriale, né della natura agrivoltaica di alcuni.

Tabella 18 Occupazione delle superfici dei biotopi da parte degli impianti FER presenti (esistenti e in autorizzazione) entro 3 km rispetto all'impianto in progetto (Fonte: ns. elaborazione su Carta Natura)

CODICE	DESCRIZIONE	IMPIANTI ESISTENTI	IMPIANTI IN AUTORIZZAZIONE	IMPIANTI AUTORIZZATI	IMPIANTO IN PROGETTO	OCCUPAZIONE TOTALE PREVISTA
		HA		HA	HA	HA
82.3	Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi	42,4693	95,3349	0	24,1255	161,9297
83.322	Piantagioni di eucalipti	0,0217	50,6058	14,9001	0	65,5276
83.11	Oliveti	0	0,5241	0	0,3203	0,8444
86.41	Cave	0,0091	0,0142	0	0	0,0233
86.3	Siti industriali attivi	1,9257	0	0	0	1,9257
	Totale complessivo	44,4258	146,4790	14,9001	24,4458	230,2507

Si considerino in proposito recenti sentenze, come quella del Consiglio di Stato Sezione IV del 30 agosto 2023 n. 8029, che hanno chiarito come un impianto agrivoltaico non dovrebbe essere classificato come consumatore di suolo in senso tradizionale. Questi impianti sono progettati per coniugare la produzione di energia con le attività agricole, permettendo la coesistenza di entrambe. Gli impianti agrivoltaici utilizzano strutture sollevate che consentono la coltivazione o l'allevamento al di sotto dei pannelli solari, mantenendo la produttività agricola e, in alcuni casi, recuperando terreni abbandonati.

Inoltre non è detto che tutti i progetti in iter di autorizzazione si concludano con esito positivo, né senza modificazioni.

In ogni caso, tramite l'analisi in ambiente Gis, le superfici impegnate dagli impianti FER individuati entro l'area di indagine sono, nell'ipotesi più gravosa, pari all'incirca a 205.25 ettari (44.43 quelli esistenti), vale a dire circa il 5.91% del totale dell'area indagata (circa 3483 ettari).
Sommando a questa quota quella dell'impianto in analisi occupata dai pannelli (circa 24.45 ha), il consumo di suolo cumulativo equivale a circa 230 ettari, valore corrispondente al 6.61% dell'area indagata.

Le misure di mitigazione previste favoriranno l'inserimento del progetto, limitando potenziali interferenze sulla biodiversità.
Al fine di limitare l'effetto barriera per la fauna di piccola taglia, le aperture ai piedi della recinzione previste dal progetto ne permetteranno il transito e dovranno essere mantenute efficaci nel tempo.
La vegetazione perimetrale potrà rappresentare anche un rifugio ed una fonte di cibo per l'entomofauna e altre specie animali, quali gli uccelli.
Al termine della vita utile dell'impianto fotovoltaico (30 anni), è previsto il totale ripristino del sito allo stato originario. Date le caratteristiche del progetto, esso non pregiudicherà possibili futuri interventi di riqualificazione della rete ecologica.

La capacità di carico è intesa come possibilità del sistema territoriale di mantenere, anche in presenza delle trasformazioni prospettate, le funzioni ecologiche, agronomiche e idrologiche essenziali, senza superare soglie di alterazione incompatibili con il recupero e la resilienza locale.
L'ambito del campo fotovoltaico è riconducibile principalmente a colture estensive e sistemi agricoli complessi, in un contesto confinante con insediamenti produttivi. Si tratta di habitat con valore naturalistico generalmente inferiore a quello di formazioni seminaturali più integre, ma non privi di servizi ecosistemici: infiltrazione e immagazzinamento idrico, regolazione microclimatica, alimentazione e rifugio per specie legate agli agroecosistemi.

Nel complesso, sulla base delle pressioni individuate cartograficamente e dei caratteri locali del lotto, il contributo cumulativo del solo impianto fotovoltaico alla capacità di carico dell'ambiente naturale è classificabile come basso, in quanto saranno mantenute la permeabilità del suolo, la continuità delle fasce vegetate e dei corridoi ecologici.

- *Impatto cumulativo sulla fauna*

L'impatto provocato consiste in due tipologie:

- Impatto diretto, dovuto alla sottrazione di habitat (sia trofico che riproduttivo) ed alla fase di cantiere;
- Impatto indiretto, dovuto all'aumento del disturbo antropico con conseguente allontanamento e/o scomparsa degli individui.

A livello di sottrazione cumulativa di habitat di specie, come già analizzato per la componente vegetazionale, sia il progetto che gli altri impianti FER individuati interessano quasi totalmente ambienti agricoli, molto diffusi all'interno dell'area esaminata, non inclusi tra le aree tutelate.
Tali ambienti possono essere utilizzati da fauna comune e, in funzione di stagione e gestione colturale, da specie di avifauna legate agli spazi aperti.

La sottrazione di habitat di origine naturale dovuta al progetto sarà limitata all'eventuale asportazione di individui arborei ai fini dell'adeguamento della viabilità per il transito dei veicoli per il trasporto delle componenti, che non prefigurerebbero quindi effetti cumulativi, così come per flora e vegetazione spontanea, in quanto il progetto prevederà il massimo riutilizzo della viabilità esistente.

Un potenziale impatto indiretto è costituito dal cosiddetto "effetto lago", descritto per la prima volta da Horvath et al. (2009). Questo fenomeno si riferisce all'inquinamento luminoso polarizzato (PLP), dovuto alla riflessione orizzontale della luce da superfici artificiali come asfalto, automobili, lapidi o pannelli fotovoltaici. Tale riflessione può alterare i modelli di luce polarizzata

presenti naturalmente negli ecosistemi, inducendo gli uccelli migratori, specialmente quelli acquatici e limicoli, a percepire le superfici riflettenti dei pannelli come corpi d'acqua. Questo errore di percezione li porta a tentare di atterrare sui pannelli, provocando collisioni. Tuttavia, le interazioni tra la fauna e gli impianti fotovoltaici non sono ancora ben comprese e le evidenze attuali si basano solo su episodi aneddotici, in mancanza di studi empirici conclusivi (Hathcock et al., 2018).

Nonostante ciò, è possibile affermare che la mortalità avifaunistica legata alla presenza degli impianti fotovoltaici su larga scala risulta significativamente inferiore rispetto ad altre cause di origine antropica, come le collisioni con edifici o la mortalità stradale, nonché rispetto agli impatti dovuti all'energia eolica o fossile (Walston et al., 2016). Inoltre, non vi sono evidenze di un'incidenza maggiore di mortalità per determinate specie di avifauna, come gli uccelli acquatici obbligati o i passeriformi notturni migratori (Hathcock, 2018; Kosciuch et al., 2021).

Gli impianti che mostrano una maggiore incidenza di mortalità per impatto, secondo quanto rilevato, sono quelli situati in ambienti particolarmente isolati o aridi, come le aree desertiche (Kagan et al., 2014; Kosciuch et al., 2021). Questi contesti rappresentano un rischio più elevato per la fauna locale, e in tali casi sono necessarie ulteriori misure di tutela.

Si può concludere che il progetto non rappresenterà un aggravio significativo per la fauna locale, grazie alle misure di mitigazione previste, alla distanza tra i pannelli ed al basso indice di riflettanza, che riduce l'effetto "lago". Si tenga conto, inoltre, che la bassa riflettanza dei pannelli e l'integrazione dell'attività agricola garantiscono un impatto minimo sull'ecosistema, assicurando una coesistenza sostenibile tra l'impianto e l'ambiente circostante.

- *Impatto cumulativo sulla flora*

L'impatto sulla flora sarà sostanzialmente legato all'occupazione di suolo necessaria per la realizzazione delle opere previste, che coinciderà quasi totalmente con l'area di cantiere.

Infatti, durante le fasi di cantiere e di esercizio, come da buone pratiche progettuali, non si prevede:

- l'utilizzo o la gestione in loco di sostanze inquinanti in forma liquida (ad esempio, acque di scarico) o solide;
- l'apporto di nitrati o altri composti in grado di modificare la composizione chimica dei suoli circostanti rispetto alla condizione attuale;
- l'alterazione dei regimi idrici superficiali o di falda (ad esempio, emungimenti);
- l'impiego di pesticidi, biocidi e diserbanti chimici;
- la realizzazione di opere a verde ornamentale con l'utilizzo di materiale vegetale alloctono o specie esotiche o comunque estranee al contesto ambientale circostante.

Data inoltre la natura delle fondazioni dei tracker, la sottrazione di suolo interesserà esclusivamente la viabilità permanente e l'area di installazione delle cabine. Considerazioni analoghe valgono per gli impianti FER esistenti e futuri.

Vista anche la precedente analisi in ambiente Gis, l'aggravio determinato dal progetto in termini di occupazione territoriale appare **trascurabile**.

17.4 Impatto cumulativo su salute e pubblica incolumità

- *Impatto cumulativo acustico*

L'emissione sonora del campo fotovoltaico in esercizio è associata principalmente agli apparati elettrici presenti nel lotto, mentre il relativo cantiere può generare disturbi temporanei da mezzi e lavorazioni.

Dal momento che non vi sono impianti FER in costruzione o di cui sia stata approvata la realizzazione nelle immediate vicinanze, si esclude la possibilità di cumulo delle emissioni sonore.

Analogamente, dai risultati dell'analisi previsionale acustica (riportati al paragrafo 12.1.1), l'esercizio del parco fotovoltaico produrrà un impatto trascurabile in termini di rumore, non avendo organi meccanici in movimento.

- *Impatto cumulativo elettromagnetico*

Sulla base dei risultati delle simulazioni effettuate nell'ambito della valutazione preventiva dei campi elettromagnetici, le DPA calcolate per gli elementi più gravosi delle dotazioni del campo risultano ricomprese nell'area dell'impianto.

Data dunque la distanza degli elementi progettuali a rischio rispetto a quelli degli altri impianti rilevati nell'area, si ritiene di poter considerare separatamente gli impatti elettromagnetici, senza effetti cumulati.

Inoltre, per i nuovi elettrodotti, costituiti da linee interrate, gli effetti d'impatto elettromagnetico (ossia le zone nelle quali si hanno valori di campo magnetico superiori ai limiti di legge) si esauriscono in distanze che vanno da poche decine di centimetri a pochi metri, dipendentemente dalla tensione e dalla potenza trasportata dalla linea.

Data dunque l'assenza di problematiche relative all'impatto elettromagnetico, si ritiene tale cumulo trascurabile.

Sarà comunque cura della società proponente, una volta iniziati i lavori e una volta riscontrata la presenza di altri cavidotti che possano trovarsi in posizione di parallelismo o incrocio rispetto ai quelli di progetto, adottare le opportune modalità esecutive per far sì che l'obiettivo di qualità risulti comunque rispettato.

17.5 Impatto cumulativo su suolo e sottosuolo

I fattori di impatto in grado di interferire con la componente suolo e sottosuolo sono tipicamente rappresentati da:

- occupazione territoriale e rimozione di suolo
- impermeabilizzazione di suolo;
- rischio idrogeologico.

- *occupazione territoriale e rimozione di suolo*

I meccanismi di deterioramento del suolo in un campo fotovoltaico, anche cumulabili con quelli dei campi vicini, comprendono rimozione e rimescolamento degli orizzonti fertili, compattazione da mezzi e piste interne, formazione di croste e riduzione della porosità, concentrazione del gocciolamento al piede dei moduli, erosione localizzata e perdita di fertilità o sostanza organica in caso di inadeguata gestione della copertura.

In aggiunta a quanto espresso in precedenza, il cumulo connesso alla sottrazione e al deterioramento del suolo agricolo e zootecnico attribuibile al solo campo fotovoltaico è valutabile di bassa entità.

L'occupazione funzionale del lotto per la vita utile dell'impianto costituisce una limitazione reale dell'uso agricolo, ma va distinta dall'impermeabilizzazione permanente, confinata alle opere puntuali e alla viabilità strettamente necessaria.

L'assenza di estese fondazioni continue, la conservazione dello strato vegetale, la gestione separata dell'orizzonte fertile durante gli scavi e il ripristino finale riducono il rischio di deterioramento.

Si tenga inoltre conto che le superfici territoriali riferite ad altri progetti descrivono uno scenario cautelativo, e non provano la sottrazione simultanea di tutto il suolo agricolo censito.

- *Impermeabilizzazione di superfici*

Si ritiene tale impatto assolutamente **trascurabile** in virtù delle scelte progettuali, che prevedono il mantenimento di uno strato vegetale permanente sottostante le strutture.

Si eviterà comunque l'impermeabilizzazione di aree estese, in quanto le strade di nuova generazione saranno realizzate in modo da permettere l'infiltrazione delle acque meteoriche.

Al termine della vita utile dell'impianto, tutte le aree occupate saranno dismesse e riportate allo stato di fatto.

Considerazioni analoghe valgono per gli impianti FER esistenti e futuri.

- *Rischio idrogeologico*

La morfologia generalmente pianeggiante e le soluzioni di drenaggio previste limitano il potenziale effetto delle singole opere. L'impianto in analisi provocherà un sovraccarico sul terreno trascurabile, e le attività in progetto non andranno ad aumentare il rischio idrogeologico delle aree di interesse. Non si ritiene, per questo motivo, di dover estendere la valutazione degli impatti cumulativi a riguardo.

18 CONCLUSIONI

Nell'ambito del presente Studio di Impatto Ambientale sono stati analizzati accuratamente tutti gli aspetti ambientali, sociali ed economici inerenti alla realizzazione ed all'esercizio delle opere in progetto.
È stato in questo modo possibile evidenziare sia gli impatti ritenuti potenzialmente critici, che gli elementi positivi che si potrebbero generare a seguito della realizzazione del progetto.

Il progetto fotovoltaico risulta caratterizzato da alcuni impatti negativi di bassa entità e legati principalmente alla fase di cantiere, di natura dunque temporanea.
In via cautelativa, è stato valutato come moderato il solo impatto paesaggistico dell'opera in esercizio, anche se le analisi svolte hanno permesso di verificare come il progetto risulti visibile sostanzialmente solo dalle persone che si avvicinano al lotto dalle stradine private interpoderali, mentre dalla viabilità provinciale e comunale risulta appena percettibile.

A fronte di ciò, si ritiene che l'esercizio dell'opera possa portare a numerosi potenziali benefici, diretti ed indiretti, in termini sia economici che ambientali, e comunque da leggersi su scala vasta e sul lungo termine, difficilmente quantificabili ma inquadrabili in scelte di sostenibilità ormai sempre più necessarie.

L'impianto fotovoltaico, infatti, presenta una potenza installata di 24'045 kWp, che consentirà una produzione media annua di circa 40'021 MWh, tenendo conto delle perdite per vetustà. Ipotizzando un consumo medio annuo per una famiglia di 4 persone pari a 2'700 kWh/y, il progetto genererà dunque energia sufficiente a soddisfare la richiesta energetica di circa 14'800 famiglie.
Al termine della vita utile dell'impianto, pari a 30 anni, l'energia prodotta sarà pari a circa 1'200'640 MWh.

È possibile stimare la quantità risparmiata di emissione di anidride carbonica e di altre sostanze inquinanti, contribuenti all'innalzamento dell'effetto serra, per ogni kWh prodotto mediante un sistema a generazione fotovoltaica, tramite i seguenti fattori emissivi.

Tabella 19 Stima emissioni evitate a parità di produzione elettrica

INQUINANTE	FATTORE EMISSIVO [g/kWh]	ENERGIA PRODOTTA MEDIA [kWh/anno]	VITA IMPIANTO [anni]	EMISSIONI RISPARMIATE	
				T/a	T
$C0_2$	444	40021321,25	30	17769	**533084**
NOx	0,6			24	**720**
SOx	0,59			4	**708**
Polveri	0,12			5	**144**

Le analisi e le valutazioni svolte hanno evidenziato che il progetto ha una sostenibilità ambientale ed economica in perfetta concordanza con le direttive programmatiche de “Il Green Deal europeo”.
Infatti, in linea con quanto disposto dalle attuali direttive europee, si può affermare che con lo sviluppo dell’idea progettuale di “fattoria solare” vengano perseguiti due elementi costruttivi del GREEN DEAL:

- Costruire e ristrutturare in modo efficiente sotto il profilo energetico e delle risorse.
- Preservare e ripristinare gli ecosistemi e la biodiversità.

In conclusione, nell’ottica di un bilancio globale, l’impatto del progetto comporta maggiori positività che negatività grazie alle scelte progettuali effettuate, e permetterà di raggiungere considerevoli obiettivi di miglioramento in termini economici, occupazionali ed ambientali.

19 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 Inquadramento del lotto fotovoltaico....4
Figura 2 Dettaglio delle principali opere previste 5
Figura 3 Inquadramento con opere di connessione 7
Figura 4 Inquadramento della linea aerea "Guspini-Villacidro" in ripotenziamento....8
Figura 5 Dettaglio sulla nuova SE e sui raccordi aerei....9
Figura 6 Layout laterale delle strutture in scala 1:20....15
Figura 7 Esempio di fissaggio delle strutture di supporto 16
Figura 8 Inverter SG320HX 17
Figura 9 Tipologia di trasformatore utilizzabile 18
Figura 10 Dettaglio area di ingresso con cabine di consegna e utente 20
Figura 11 Schema degli angoli di inclinazione dei pannelli 32
Figura 12 Configurazione finale dell'intervento....37
Figura 13 ADAM– Mappa delle temperature minime nel 2021 e anomalie rispetto al periodo 1995 - 2014 55
Figura 14 ADAM– Mappa delle temperature massime nel 2021 e anomalie rispetto al periodo 1995 -2014 56
Figura 15 ARPAS – Zone di qualità dell'aria....58
Figura 16 ARPAS - Riepilogo dei superamenti rilevati nel 2022 nelle zone rurali 59
Figura 17 Classificazione sismica del territorio nazionale al 31 marzo 2023....67
Figura 18 Uso del suolo 2008 - Inquadramento....70
Figura 19 Uso del suolo 2008 - zoom su FV....71
Figura 20 Carta delle pendenze 72
Figura 21 Carta delle pendenze – Inquadramento e dettaglio su SE....76
Figura 22 Fiumi principali nel territorio 81
Figura 23 Geoportale Sardegna - Elementi idrici di Strahler 82
Figura 24 Verifica sezione generica per il bacino 85
Figura 25 Esempio di posa del tubo 86
Figura 26 ISPRA - Carta degli habitat....96
Figura 27 Regione Sardegna - Vincoli dell'assetto ambientale - Estratto....109
Figura 28 Esempio di segnalatore di cavo....117
Figura 29 Recettori nel buffer indagato....121
Figura 30 Punti di misurazione 123
Figura 31 Planimetria con localizzazione delle sorgenti di progetto 126
Figura 32 Isolivello sonoro simulato 127
Figura 33 DPA calcolate e recettori sensibili vicini all'impianto 135
Figura 34 Panoramica dell'area di intervento con individuazione coni visuali....142
Figura 35 Foto 01....143
Figura 36 Foto-02 144
Figura 37 Foto-03 144
Figura 38 Foto-04 145
Figura 39 Foto-05 146
Figura 40 Ulteriori panoramiche dell'area di intervento....147
Figura 41 Ulteriori panoramiche dell'area di intervento....148
Figura 42 Veduta aerea dell'area oggetto di intervento....149

Figura 43 Veduta aerea dell'area oggetto di intervento 150
Figura 44 Coni visuali selezionati per fotoinserimenti 152
Figura 45 Cono visivo 01 - Stato di fatto (sopra) e di progetto (sotto) 153
Figura 46 Cono visivo 01 - Stato di progetto con opere di mitigazione 154
Figura 47 Cono visivo 02 - Stato di fatto (sopra) e di progetto (sotto) 155
Figura 48 Cono visivo 02 - Stato di progetto con opere di mitigazione 156
Figura 49 Cono visivo 03 - Stato di fatto (sopra) e di progetto (sotto) 157
Figura 50 Cono visivo 03 - Stato di progetto con opere di mitigazione 158
Figura 51 Intervisibilità teorica di progetto 159
Figura 52 Carta della natura ISPRA - Valore Culturale 166
Figura 53 Carta delle presenze archeologiche 168
Figura 54 Carta del Rischio Archeologico relativo 169
Figura 55 Carta delle presenze archeologiche – linea aerea 171
Figura 56 Carta del Rischio Archeologico relativo – linea aerea 172
Figura 57 Villacidro - Trend popolazione 175
Figura 58 Banca d'Italia - Rilevazione sulle forze di lavoro (RFL) 176
Figura 59 Impianti FER esistenti nei pressi del progetto 183
Figura 60 Intervisibilità di progetto e altri impianti FER 185
Figura 61 Centri storici e nuclei sparsi 186
Figura 62 Componenti ambientali 187
Figura 63 Aree tutelate 187

20 INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Risultati simulazione anno 1 23
Tabella 2 Fasi di cantiere per la SE 44
Tabella 3 Fasi di cantiere per le linee aeree 45
Tabella 4 Componenti ambientali e fattori di perturbazione indagati 51
Tabella 5 Potenziali impatti ambientali per elemento progettuale - fotovoltaico 52
Tabella 6 Potenziali impatti ambientali per elemento progettuale – opere comuni 53
Tabella 7 Mezzi aggiuntivi impiegati durante la fase di cantiere 60
Tabella 8 Situazione stratigrafica probabile 68
Tabella 9 Prove svolte e profondità di falda (non rilevata) 83
Tabella 10 Classificazione degli interventi ai fini dell'invarianza idraulica 84
Tabella 11 Specie di Uccelli che caratterizzano l'IBA 100
Tabella 12 Limiti di emissione ed immissione, DPCM 14/11/1997 120
Tabella 13 Risultati misurazioni 123
Tabella 14 Recettori sensibili individuati 137
Tabella 15 Siti di interesse storico-archeologico 168
Tabella 16 Siti di interesse storico-archeologico – linea aerea 170
Tabella 17 Progetti entro il buffer analizzato 184
Tabella 18 Occupazione delle superfici dei biotopi da parte degli impianti FER presenti (esistenti e in autorizzazione) entro 3 km rispetto all'impianto in progetto (Fonte: ns. elaborazione su Carta Natura) 190

Tabella 19 Stima emissioni evitate a parità di produzione elettrica 199