

IPC AGRIVOLT s.r.l.

Via Aterno n. 108, 66020 San Giovanni Teatino (CH) - Italy.
P.I. 02714100696 - PEC: ipcagrivolt@igefi.it
REA CH- 415506

Impianto fotovoltaico "Sardinia Agrivolt" 99,972 MWp VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (V.I.A.)

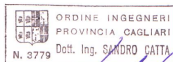


00	01/03/2022	Emissione	Gruppo di progettazione	Ing. Luca DEMONTIS	IPC AGRIVOLT S.R.L.
REV.	DATA	OGGETTO	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. Luca DEMONTIS
(coordinatore)

Ing. Sandro CATTÀ



Arch. Valeria MASALA (consulenza ambientale)

Arch. Alessandro MURGIA (consulenza urbanistica)

Geol. Alberto PUDDU (consulenza geologica)

Dott. Agr. Riccardo Giuseppe LODDO (consulenza agronomica)

TITOLO:

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**IDENTIFICAZIONE ELABORATO
SIA**

NOTE:

PAGINA:

1 di 239

FORMATO:

A4

INDICE

INTRODUZIONE.....	6
1. DEFINIZIONE E DESCRIZIONE DELL'OPERA E ANALISI MOTIVAZIONI E COERENZE.....	7
1.1 MOTIVAZIONI E SCELTA TIPOLOGICA DELL'INTERVENTO	7
1.1.1 PANORAMA DELLO STATO DELLE AREE	8
1.1.2 BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA AGRICOLA	12
1.1.3 BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA	15
1.2 CONFORMITÀ DELLE POSSIBILI SOLUZIONI PROGETTUALI RISPETTO A NORMATIVA, VINCOLI, TUTELE	17
1.2.1 PIANIFICAZIONE REGIONALE.....	17
1.2.1.1 Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR).....	17
1.2.1.2 Piano Stralcio di Assetto idrogeologico (PAI).....	28
1.2.1.3 Aree sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923.....	32
1.2.1.4 Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF).....	33
1.2.1.5 Piano di Gestione del Distretto Idrografico (PdG).....	35
1.2.1.6 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)	38
1.2.1.7 Piano di Tutela delle Acque (PTA)	41
1.2.1.8 Aree percorse da incendio (D.G.R. 23.10.2001 n. 36/46 – artt. 3 e 10 L. 353/2000)	43
1.2.1.9 Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR).....	44
1.2.2 PIANIFICAZIONE PROVINCIALE.....	50
1.2.2.1 Il Piano Urbanistico Provinciale (PUP/PTC).....	50
1.2.2.2 Il Piano Regolatore Territoriale dell'Area di Sviluppo Industriale di Cagliari (CASIC)	51
1.2.2.3 Il Piano Strategico Comunale della città di Cagliari	53
1.2.3 PIANIFICAZIONE COMUNALE	54
1.2.3.1 Piano Urbanistico Comunale del Comune di Uta.....	54
1.2.4 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE SETTORIALE	56
1.2.4.1 Piano Regionale di qualità dell'aria ambiente	56
1.2.4.2 Piano regionale di Gestione dei Rifiuti – Sezione Bonifica delle Aree Inquinata (PRB).....	59
1.2.4.3 Il sito di interesse nazionale Sulcis-Iglesiente-Guspinese	60
1.2.4.3 Il Piano di caratterizzazione dell'agglomerato industriale di Macchiareddu.....	62
1.2.4.4 Piano delle attività estrattive.....	66
1.2.4.5 Piano Regionale dei trasporti	67
1.2.4.6 Verifica dei potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea	68
1.2.5 AREE PROTETTE.....	69
1.2.5.1 Rete Natura 2000.....	69
1.2.5.2 Important Bird Areas (IBA)	72

1.2.5.3 Altre aree protette	72
1.2.6 CONCLUSIONI	74
2. ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE (SCENARIO DI BASE).....	76
2.1 FATTORI AMBIENTALI	76
2.1.1 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA.....	76
2.1.2 BIODIVERSITÀ.....	81
2.1.2.1 Flora e vegetazione.....	81
2.1.2.2 Fauna	82
2.1.2.3 Ecosistemi.....	86
2.1.3 SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE	88
2.1.3.1 I suoli sulle alluvioni oloceniche	91
2.1.3.2 I suoli sulle alluvioni del Pleistocene	92
2.1.3.3 Carta dei suoli.....	92
2.1.3.4 Land Evaluation.....	94
2.1.3.5 Classificazione del territorio secondo le classi di capacità d'uso.....	95
2.1.3.6 Classificazione del territorio secondo le classi della suscettività d'uso.....	98
2.1.3.7 Desertificazione.....	104
2.1.3.8 Analisi morfologica.....	106
2.1.4 GEOLOGIA E ACQUE.....	110
2.1.4.1 Stratigrafia locale	110
2.1.4.2 Acque	112
2.1.5 ATMOSFERA: ARIA E CLIMA	114
2.1.5.1 Aria.....	114
2.1.5.2 Clima	116
2.1.6 SISTEMA PAESAGGISTICO.....	121
2.2 AGENTI FISICI	121
2.2.1 RUMORE E VIBRAZIONI	121
2.2.2 CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI ED ELETTROMAGNETICI	123
2.2.3 RADIAZIONI IONIZZANTI	125
2.2.4 CONSUMO DI RISORSE	127
2.2.5 RIFIUTI.....	128
2.2.6 CUMULO CON ALTRI PROGETTI.....	129
3. ANALISI DELLA COMPATIBILITÀ DELL'OPERA	132
3.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO NELLA SUA COMPONENTE AGRICOLA.....	132
3.1.1 LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA MESSA IN COLTURA	133

3.1.2 COPERTURA CON MANTO ERBOSO E PRODUZIONI FORAGGERE	134
3.1.3 CANAPA INDUSTRIALE	137
3.1.4 SPECIE OFFICINALI.....	138
3.1.5 SPECIE ARBOREE NELLA FASCIA PERIMETRALE.....	141
3.1.6 RIEPILOGO DEL RIPARTO COLTURALE	147
3.1.7 TECNICHE E MEZZI PREVISTI PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA	150
3.1.8 OMBREGGIAMENTO.....	153
3.1.9 PRESENZA DI CAVIDOTTI INTERRATI.....	153
3.1.10 ANALISI DEI FABBISOGNI IRRIGUI	153
3.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO NELLA SUA COMPONENTE FOTOVOLTAICA	156
3.2.1 MODULI FOTOVOLTAICI	157
3.2.2 TRACKER	158
3.2.3 INVERTER.....	159
3.2.4 STRING BOX.....	160
3.2.5 TRASFORMATORI	161
3.2.6 CABINE ELETTRICHE	162
3.2.7 CABINE SERVIZI.....	163
3.2.8 IMPIANTO GENERALE DI TERRA.....	163
3.2.9 OPERE CIVILI E SERVIZI AUSILIARI	163
3.3 DESCRIZIONE COSTI - BENEFICI	166
3.3.1 ANALISI DEI COSTI	166
3.3.2 ANALISI DEI BENEFICI.....	166
3.3.2.1 Benefici economici	167
3.3.2.2 Benefici energetici.....	167
3.3.2.3 Benefici ambientali	168
3.3.2.4 Manodopera impiegata.....	169
3.3.2.5 Benefici occupazionali indiretti	172
3.4 RAGIONEVOLI ALTERNATIVE	172
3.4.1 ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE.....	172
3.4.2 ALTERNATIVE PROGETTUALI E DI LAYOUT	174
3.4.3 ALTERNATIVE TECNOLOGICHE.....	174
3.4.4 ALTERNATIVA "ZERO"	176
4. INTERAZIONE OPERA AMBIENTE E RELATIVE MITIGAZIONI E COMPENSAZIONI AMBIENTALI	177
4.1 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA.....	179
4.2 COMPONENTE SOCIO-ECONOMICA	181

4.3 BIODIVERSITÀ	182
4.3.1 FLORA E VEGETAZIONE.....	182
4.3.2 FAUNA.....	184
4.4 SUOLO E SOTTOSUOLO.....	186
4.5 GEOLOGIA E ACQUE	188
4.6 ATMOSFERA: ARIA E CLIMA.....	190
4.7 SISTEMA PAESAGGISTICO	192
4.8 ULTERIORI ASPETTI IN APPROFONDIMENTO	196
4.8.1 RIFIUTI.....	196
4.8.2 IMPATTI CUMULATIVI.....	197
5. PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	198
5.1 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA.....	198
5.2 FLORA E VEGETAZIONE.....	199
5.3 FAUNA	201
5.4 SUOLO E SOTTOSUOLO.....	203
5.5 AMBIENTE IDRICO	204
5.6 ATMOSFERA.....	207
6. REPERTORIO FOTOGRAFICO E FOTOSIMULAZIONI	209
6.1 FOTO STATO ATTUALE DELLE AREE DI PROGETTO	209
6.2 FOTOSIMULAZIONI AREE DI PROGETTO.....	227

INTRODUZIONE

Il presente Studio di Impatto Ambientale è relativo al Progetto denominato "Sardinia Agrivolt" presentato dalla società IPC AGRIVOLT S.r.l. per la realizzazione e gestione di un nuovo impianto agro-fotovoltaico, da realizzarsi nel Comune di Uta (CA) in località "Su coddu de Sa Feurra (ex Prugneto)" in un'area prevalentemente agricola ed in parte ricadente all'interno della Zona Industriale gestita dal Consorzio Industriale della Provincia di Cagliari (CACIP), in località Macchiareddu.

L'iniziativa progettuale si pone il proposito di unire la produzione agricola con la produzione di energia rinnovabile in una sinergia collaborativa. L'aspetto della produzione agricola prevede l'introduzione e la successiva gestione di essenze comunemente coltivate in Sardegna. Sullo stesso terreno coltivato è poi prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra, di potenza nominale pari a **99,792 MWp**.

L'articolo 31 comma 6 del D.L. n. 77 del 31 maggio 2021 sulla "Semplificazione per gli impianti di accumulo e fotovoltaici" aggiunge all'Allegato II alla Parte seconda del decreto legislativo 3 aprile 2006 n. 152, al paragrafo 2) il seguente punto: "impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza superiore a 10 MW". L'opera in progetto è pertanto sottoposta alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs 152/2006.

Il presente Studio di Impatto Ambientale è stato predisposto ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. nonché secondo le indicazioni e i contenuti di cui all'allegato VII della Parte seconda del suddetto decreto nonché sulla base del parere espresso dall'Autorità competente. Infatti l'opera in progetto è già stata sottoposta alla procedura di verifica di assoggettabilità a VIA, a mezzo della quale la Regione Autonoma della Sardegna (Autorità competente) con Deliberazione della Giunta Regionale n. 36/63 del 31/08/2021 ha stabilito di sottoporlo all'ulteriore procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

Il presente Studio è quindi articolato secondo il seguente schema, definito nel documento "Valutazioni di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale ISBN 978-88-448-0995-9 ©Linee Guida SNPA, 28/2020":

1. definizione e descrizione dell'opera e analisi delle motivazioni e delle coerenze;
2. analisi dello stato dell'ambiente (scenario di base);
3. analisi della compatibilità dell'opera;
4. mitigazioni e compensazioni ambientali;
5. progetto di monitoraggio ambientale (P.M.A.).

Lo Studio comprende anche una Sintesi Non Tecnica che, predisposta ai fini della consultazione e della partecipazione, ne riassume i contenuti con un linguaggio comprensibile per tutti i soggetti potenzialmente interessati.

Il gruppo di lavoro che ha contribuito alla redazione del presente studio è composto dai seguenti professionisti:

- Ing. Luca DEMONTIS (coordinamento e progettazione);
- Ing. Sandro CATTÀ (progettazione);

e dai seguenti consulenti:

- Arch. Valeria MASALA (consulenza ambientale);
- Arch. Alessandro MURGIA (consulenza urbanistica);
- Geol. Alberto PUDDU (consulenza geologica);
- Dott. Agr. Riccardo Giuseppe LODDO (consulenza agronomica).

1. DEFINIZIONE E DESCRIZIONE DELL'OPERA E ANALISI MOTIVAZIONI E COERENZE

1.1 MOTIVAZIONI E SCELTA TIPOLOGICA DELL'INTERVENTO

La società proponente è **IPC AGRIVOLT S.r.l.** con sede legale a San Giovanni Teatino (CH), in Via Aterno 108, CAP 66020 iscritta al Registro delle imprese di Chieti Pescara con codice fiscale, P. Iva e numero d'iscrizione 02714100696, in possesso dei requisiti di capacità economico-finanziaria e tecnico-organizzativa per la realizzazione, l'esercizio e la dismissione del progetto in esame.

La società ha per oggetto sociale: *"a) la costruzione, la compravendita e la gestione di impianti destinati alla produzione elettrica da fonti rinnovabili (eolico, fotovoltaico e biomasse); b) la produzione, l'utilizzo e la vendita di energia elettrica; c) la ricerca, la promozione, lo sviluppo e il perfezionamento delle tecnologie e/o Knowhow, prestazioni di consulenze nei settori delle attività sopra elencate, con esclusione di tutte quelle operazioni che sono riservate alla competenza degli ordini professionali; d) la realizzazione di tutte le strutture ed infrastrutture utili e necessarie per il raggiungimento dei predetti scopi sociali"*.

Alla base delle motivazioni della presente proposta di intervento vi è la volontà di produrre energia rinnovabile in maniera sostenibile e in armonia con il territorio.

Analizzando i dati di Terna relativi al 2020 sulla produzione di energia elettrica in Italia per fonte, l'energia termoelettrica ha coperto il 66,7% della produzione di energia elettrica, seguita dall'energia idroelettrica con il 17,6%, dall'energia fotovoltaica con l'8,9% e dall'energia eolica con 6,7%. Se da un lato la capacità di generazione del termoelettrico è rimasta pressoché stabile negli ultimi anni la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è continuata ad aumentare, proseguendo anche nel 2020 nonostante la crisi sanitaria. Il numero complessivo di impianti green è arrivato a 948.979 nel 2020, con un incremento del 3,8% per gli impianti fotovoltaici (21,65 GW), dell'1,8% per le turbine eoliche (10,91 GW) e dello 0,7% per le centrali idroelettriche (19,11 GW). Da qui al 2030, l'Italia dovrà ulteriormente incrementare la quota in capo alle tecnologie rinnovabili ed il fotovoltaico rappresenta oggi la soluzione più semplice ed economica.

Allo stesso tempo l'Italia è un Paese all'interno del quale l'economia agricola riveste un ruolo di fondamentale importanza, è infatti ai primissimi posti in Europa per valore della produzione di beni e servizi.

Una delle maggiori criticità legate agli impianti solari, sta nel fatto che sottraggano spazi significativi allo sviluppo agricolo. Per cambiare visione su questo approccio si sostiene un nuovo concetto: l'**agro-fotovoltaico**.

Con il termine agro-fotovoltaico si indica un settore, ancora poco diffuso, caratterizzato da un utilizzo "ibrido" dei terreni agricoli tra produzione agricola e produzione di energia elettrica, attraverso l'installazione, sullo stesso terreno coltivato o adibito ad allevamento, di impianti fotovoltaici.

La realtà aziendale della Proponente trova le sue fondamenta in questo tipo di approccio basato sulla consapevolezza che i due obiettivi di produzione di energia e agricoltura, sono entrambi raggiungibili, tra loro complementari e che permetteranno di ottenere una buona remunerazione nel sito interessato.

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e la parallela messa in coltura delle superfici agricole previste porterà ad una riqualificazione sostenibile dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, semine, piantagioni, impianto di irrigazione ecc.), sia tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo. Obiettivo finale rimane la creazione di un modello di integrazione agricolo-energetico che sia in grado di produrre per la parte agricola pur in presenza dei moduli fotovoltaici.

Si tratta di un intento ambizioso, che può essere raggiunto solo grazie alla profonda conoscenza del contesto ambientale e sociale, implementando azioni di mitigazione specifiche, creando valore condiviso e applicando i principi dell'economia circolare. Il modo di agire della Proponente per tradurre l'impegno in risultati concreti, duraturi e misurabili, si muove seguendo le tre tipiche dimensioni della sostenibilità:

- **Ambientale.** La Proponente si pone come obiettivo il sostegno alla salvaguardia dell'ambiente nelle diverse fasi del processo di sviluppo, costruzione e gestione degli impianti ponendo attenzione alla riduzione degli impatti e sviluppando il principio di **circular economy**;

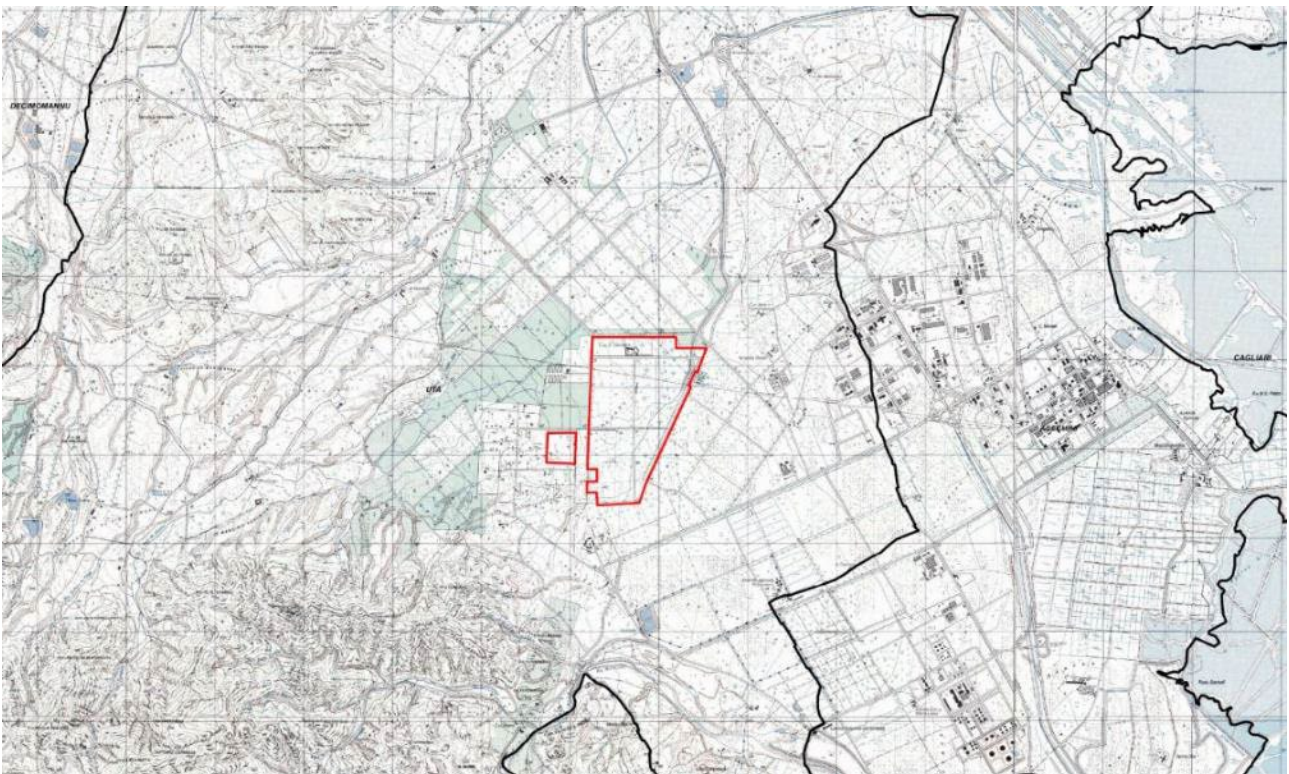
- **Sociale.** L'approccio della Proponente parte dalla volontà di un ascolto attento e da un'analisi accurata degli *stakeholder* e dei contesti, per costruire e massimizzare il valore condiviso, stabilendo ciò che è rilevante per entrambi, intervenendo proattivamente per anticipare i bisogni e i possibili conflitti con una visione di lungo periodo.
- **Governance.** Il modello di *governance* a cui tende la Proponente si ispira alle migliori pratiche internazionali ed implica l'adozione di strumenti allineati ai requisiti dei principali indici di sostenibilità.

1.1.1 PANORAMA DELLO STATO DELLE AREE

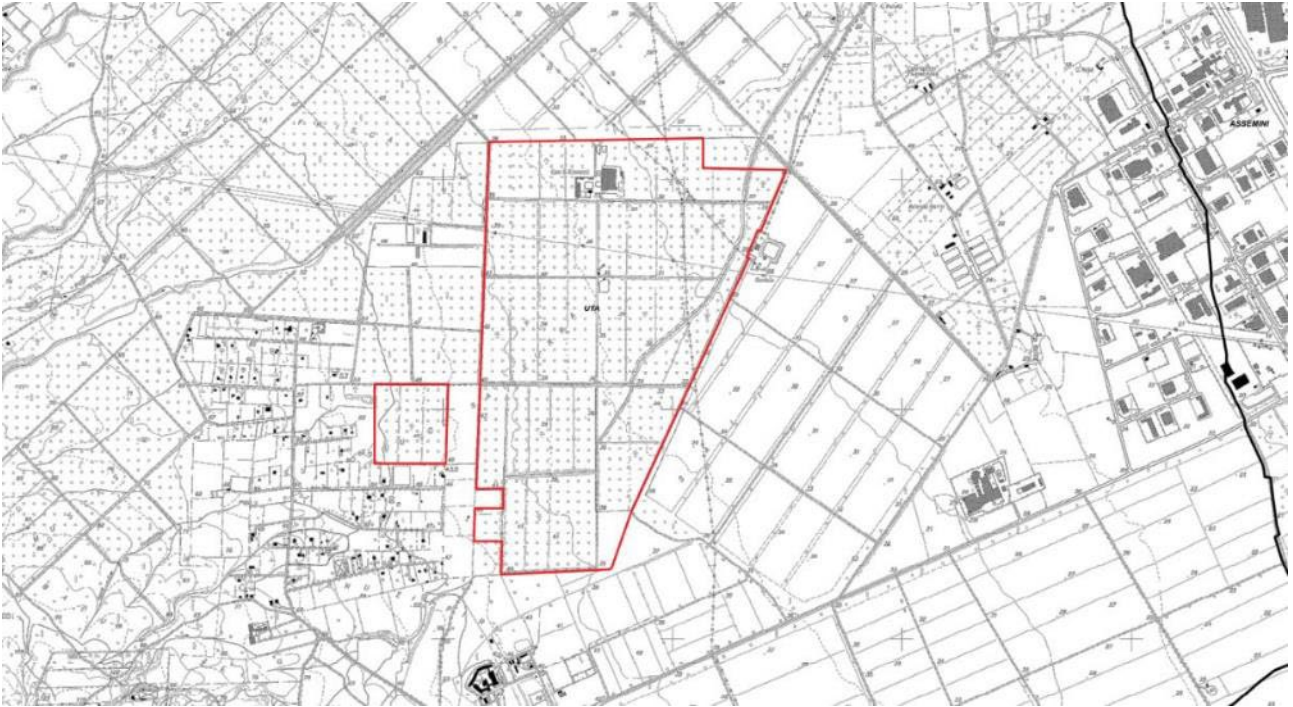
L'area dell'intervento è localizzata in zona agricola, limitrofa alla Zona Industriale di Macchiareddu, all'interno del territorio comunale di Uta (CA) in località "Su Coddu de Sa Feurra", per una superficie totale di circa 179,53 ha, distribuita in 2 aree: lotto A (155,24 ha) e lotto B (24,29 ha).

Il sito è ubicato in un terreno in zona agricola limitrofa alla Zona Industriale di interesse Regionale di Macchiareddu. I dati per l'individuazione sono i seguenti:

- Latitudine di 39° 13' 45.67" N e Longitudine 8° 56' 55.22" E.
- Altezza media di 35 m s.l.m.
- Carta d'Italia in scala 1:25.000 edita dall'IGM fogli n. 556 sez. II Ass. – n. 557 sez. III Cagliari – n. 565 sez. I Capoterra – n. 566 sez. IV La Maddalena.
- Carta Tecnica Regionale della Sardegna in scala 1:10.000 foglio 556 – 160, 557 – 130, 565 – 140, 566 – 030.
- Carta Geologica d'Italia foglio n. 234 – Cagliari.



Inquadramento delle aree di progetto su IGM 1:25k.



Inquadramento delle aree di progetto su CTR 1:10k.



Inquadramento delle aree di progetto su ortofoto.

L'area in esame è stata utilizzata per l'attività agricola di tipo industriale: tra l'anno 1989 e l'anno 1992 sui terreni è stata messa a dimora una piantagione intensiva di susine e albicocca da industria, successivamente espantata (anni 2012-2013). A partire dall'anno 2013 si sono avviati dei lavori di bonifica, sistemazione idraulico-agraria e di ripristino di potenziale agronomico dei terreni, conclusi nell'autunno del 2015. Da quel momento sono state impiantate colture seminate estensive, in particolare cereali.

Per comprendere le condizioni attuali del sito sono stati fatti numerosi sopralluoghi per un esame diretto della situazione. L'azienda, che un tempo costituiva una realtà produttiva significativa, è oggi in stato di semiabbandono.

Tutta l'area è recintata, anche se la recinzione è caduta in più punti e consente l'accesso dall'esterno, tanto che in alcuni punti lungo la strada vicinale perimetrale sono stati scavati dei solchi per evitare ingressi inopportuni. Gli accessi sono chiusi da cancelli metallici in buone condizioni.

I terreni sono nudi o in alcuni dei campi coperti da una vegetazione rada, costituita da semine di erbai per foraggiere, con un generale senso di abbandono e di desolazione.

All'interno del perimetro aziendale sono ancora visibili le strutture dell'impianto di irrigazione attualmente in condizioni di abbandono (il sistema delle tubazioni principali dovrebbe essere ancora in buone condizioni e dovrebbe esserne possibile un ripristino), insieme ad alcuni fabbricati contenenti quadri elettrici e pompe di rilancio.

L'azienda possiede una viabilità intrapoderale in buone condizioni di manutenzione, che permette una facile movimentazione all'interno della stessa.

È presente un laghetto di accumulo idrico della dimensione di alcune migliaia di metri cubi.

Tutti i manufatti presenti (recinzione, ponticelli, cabine quadri elettrici, ecc.) si presentano in cattivo stato di manutenzione, e anche il centro aziendale (in cui un tempo venivano realizzate le attività di condizionamento e trasformazione delle susine) è in abbandono.



Sono ancora evidenti i terminali e le bocchette dell'impianto di irrigazione.



Le colture erbacee sono rade anche per la presenza di una evidente pietrosità che limita l'ordinaria gestione colturale e favorisce ampie fallanze.



Il centro aziendale, così come tutti manufatti, si presentano in cattivo stato di manutenzione.



1.1.2 BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA AGRICOLA

L'utilizzo ibrido dei terreni agricoli tra produzione agricola e produzione di energia elettrica permette di generare una competizione tra la produzione energetica e agricola, creando una virtuosa sinergia da cui entrambe traggono beneficio.

Per sostenere l'agro-fotovoltaico è necessario ripensare l'impianto fotovoltaico e, nello sviluppo attuale del settore, si sono delineate due diversi approcci:

- nuovo impianto a terra con moduli al suolo le cui fila sono poste ad una distanza maggiore rispetto al tradizionale impianto a terra;
- impianto agro-fotovoltaico con moduli sopraelevati ad una altezza che permette la pratica agricola sull'intera superficie (sotto i moduli e tra le fila dei moduli).

Nella scelta delle colture da inserire per la realizzazione dell'impianto agro - fotovoltaico, si è avuto cura di considerare quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da ridurre il più possibile eventuali danni da ombreggiamento ed impiegando sempre delle essenze comunemente coltivate in Sardegna.

Per la mitigazione visiva dell'area di installazione dell'impianto, è prevista una fascia arborea perimetrale a 10 metri delle strutture, per la realizzazione della quale si è optato per una coltura compensativa realizzata in modo tale da poter essere gestita alla stessa maniera di un impianto arboreo intensivo tradizionale.

La disponibilità di tecnici specializzati (dottori agronomi), che seguiranno la realizzazione degli impianti colturali e la messa a punto delle modalità di gestione agricola dell'azienda sarà indispensabile a garantire una corretta integrazione fra la produzione agricola e quella di energia rinnovabile. La scelta delle colture potrà essere adattata successivamente al fine di ottimizzare l'efficacia produttiva, anche attraverso una serie di sperimentazioni di campo. Obiettivo finale rimane la creazione di un modello di integrazione agricolo-energetico che sia in grado di produrre per la parte agricola senza particolari limitazioni, pur in presenza dei moduli fotovoltaici.

In conclusione, i vantaggi per l'attività agricola dell'ipotesi di integrazione agro-energetica sono così riassumibili:

- rimessa in uso a fini di produzione agricola di superfici abbandonate e a rischio desertificazione;
- valorizzazione di specie vegetali sciafile e adattate a una ridotta insolazione/luminosità;
- riduzione dell'evapotraspirazione delle colture;
- riuso dei fabbricati e di tutte le infrastrutture aziendali presenti nel sito, con rivalorizzazione complessiva dell'area anche a fini paesaggistici;

- miglioramento delle condizioni di stabilità del suolo, riduzione dell'erosione;
- miglioramento dell'infiltrazione e del drenaggio, della capacità di ritenzione idrica del suolo e nel complesso dell'assetto idraulico dell'area;
- miglioramento dei suoli per effetto degli interventi di miglioramento fondiario (spiетramento) da attuare prima della messa in coltura, e per l'utilizzo di tecniche di coltivazione biologica e rigenerativa come l'inerbimento e l'uso di cover crop;
- occupazione di addetti agricoli nell'azienda;
- possibilità di effettuare sperimentazioni agrarie che permettano un miglioramento dell'efficienza produttiva agricola nelle aziende agro energetiche, al fine della messa a punto di un modello di agro-energy farm ad elevata funzionalità e produttività agricola.

Le aree da adibire a coltivazione sono definite come segue:

Descrizione	Tipo di coltivazione	Note
Aree posizionate fra le strutture di sostegno dei tracker (interfile)	Colture erbacee o arbustive anche intensive a limitato sviluppo in altezza	Colture asciutte e irrigue
Superficie lungo le file delle strutture di sostegno dei tracker (file)	Copertura erbacea semiestensiva	Limitatissima possibilità di intervento colturale - colture asciutte
Fasce perimetrali	Colture arboree	Colture irrigue

Per la definizione del layout, si è effettuata una stima delle superfici interessate. La superficie totale dell'azienda è stata suddivisa sulla base della tipologia di trackers e soprattutto della relativa distanza fra le file degli stessi. Dal punto di vista del riscontro sulla superficie agricola, il sistema dei trackers costituirà un ingombro semicontinuo sulla proiezione del suolo, ad eccezione dell'interfilare, dove, a seconda della tipologia di pannelli, resteranno liberi circa 4 e circa 6 m di larghezza. Tale superficie, pertanto, risulta quella utilizzabile.

Per utilità rispetto all'organizzazione agricola le superfici sono state suddivise con un criterio differente rispetto all'organizzazione in Lotto A, Lotto B est e lotto B ovest relativa al progetto fotovoltaico, in:

- Zona A1 – comprende le aree con interasse 9.2 m nel corpo principale dell'azienda.
- Zona B1 – comprende le aree con interasse 11.2 m nel corpo principale dell'azienda.
- Zona B2 – comprende le aree con interasse 11.2 m nel corpo secondario dell'azienda (quello posto a W).
- Fascia perimetrale: una zona utile lungo il bordo aziendale che avrà lo scopo anche di favorire la creazione di una barriera vegetale che faccia da filtro verde visivo all'azienda.

Le superfici coltivabili espresse in termini di superficie agricola utilizzabile (SAU) risultano perciò le seguenti:

	Distanza fra le file	Larghezza utile coltivabile	% utile netta	% complessiva stimata	Superficie		SAU stimata di progetto
					mq	ha	
	m	m					
Zona A1	9.2	4	43.5%	47.5%	777337	77.7337	36.92
Zona B1	11.2	6	53.6%	56.0%	768690	76.8690	43.05
Zona B2	11.2	6	53.6%	49.0%	93552	9.3552	4.58
Fascia perimetrale			66.7%	66.7%	107990	10.7990	7.2
TOTALE					1639579	163.9579	87.27

In tale conteggio non sono comprese le superfici poste lungo la fila dei trackers, che saranno comunque inerbite con specie a ciclo autunno-primaverile e gestite senza apporti irrigui e con limitatissime operazioni colturali.

Sulla base di tale calcolo, la superficie coltivabile complessiva risulterà pari a circa 87 ha per tutta l'azienda.

Per la scelta colturale sono stati presi in esame alcuni fattori critici da considerare:

- la possibile (seppur limitata, anche in considerazione della tipologia orientale dei trackers) riduzione dell'irraggiamento solare sulle colture;
- le caratteristiche di suscettività dei suoli e le rispettive limitazioni;
- i consumi idrici;
- le opportunità economiche delle diverse soluzioni colturali.

La riduzione dell'irraggiamento potrà favorire una limitazione della produzione fotosintetica delle piante, entro limiti ancora da sperimentare ma comunque con riduzione delle produzioni che in generale non si stima particolarmente significativa. In ogni modo si è considerato di preferire specie sciafile (che si sviluppano meglio in condizioni di ombreggiamento).

Le considerazioni sulle caratteristiche dei suoli riportate nei capitoli di descrizione tassonomica e di analisi di suscettività dei suoli sono invece molto importanti. Il suolo in esame, pur di buone caratteristiche generali, è caratterizzato da una elevata pietrosità (anche con la presenza di clasti di dimensioni significative) e da un basso tenore di sostanza organica. Le scelte colturali – al netto di eventuali operazioni di bonifica e miglioramento agrario che saranno descritti più avanti, devono tenere conto di questa condizione pedologica.

I consumi idrici possono condizionare significativamente la gestione delle colture, in considerazione delle rilevanti estensioni di superficie in gioco e dei possibili significativi corpi d'acqua necessari per l'irrigazione (e i relativi costi), orientando almeno una parte dell'azienda verso una gestione in asciutto o in aridocoltura.

Infine, le rese attese e l'andamento dei prezzi dei prodotti agricoli sono altresì importanti nella determinazione delle scelte di opportunità relative alla messa a dimora delle colture.

Le colture ortive e/o floreali, ad esempio, sono state considerate poco adatte per la coltivazione tra le interfile dell'impianto fotovoltaico per i seguenti motivi:

- necessitano di molte ore di esposizione diretta alla luce;
- richiedono l'impiego di molta manodopera specializzata;
- hanno un fabbisogno idrico elevato;
- la gestione della difesa fitosanitaria è molto complessa.

Anche i cereali e leguminose da granella sono state reputate poco indicate per le seguenti motivazioni:

- la raccolta richiede l'impiego di una mietitrebbiatrice. Tecnicamente gli spazi disponibili tra le interfile consentirebbero il passaggio di una mietitrebbiatrice, ma si avrebbero dei problemi in fase di manovra a fine schiera, in prossimità della recinzione, rischiando di danneggiare accidentalmente i moduli;
- l'enorme quantità di polveri che vengono scaricate insieme alla paglia dalla mietitrebbiatrice durante il suo funzionamento comporterebbe il deposito sui pannelli fotovoltaici durante la trebbiatura, riducendo drasticamente la produttività e richiedendo pertanto un importante intervento di pulizia dei moduli;
- l'elevatissimo rischio di incendi del prodotto in campo in fase di pre-raccolta, quindi secco e facilmente infiammabile: un evento del genere potrebbe causare danni irreparabili all'impianto fotovoltaico;

- lo scarso interesse economico, considerato che i redditi ritraibili dalla coltivazione sarebbero modestissimi;
- vi è la necessità di alternare la produzione di cereali con quella di leguminose (da foraggio o da granella), che in alcune annate spuntano prezzi molto interessanti (ad es. nell'annata 2016 il prezzo del cece era arrivato anche a 73,00 €/q), ma con produzioni di granella molto incostanti e fortemente dipendenti dall'andamento climatico senza contare che, per le caratteristiche morfologiche della pianta, la maggior parte delle leguminose da granella presentano elevate perdite di prodotto durante la raccolta (fruttificazione troppo vicina al suolo, cadute di prodotto durante la maturazione, ecc.).

Per le ragioni su esposte e in considerazione dell'elevata estensione dell'area, la scelta è andata su colture ad elevato grado di meccanizzazione quali:

- copertura con manto erboso e produzioni foraggere;
- colture aromatiche e officinali;
- colture arboree intensive (fascia perimetrale);
- canapa industriale.

1.1.3 BREVE DESCRIZIONE DELL'OPERA DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

L'utilizzo ibrido dei terreni agricoli tra produzione agricola e produzione di energia elettrica ha reso necessario ripensare il tradizionale impianto fotovoltaico optando per un impianto a terra con moduli al suolo le cui fila sono poste ad una distanza maggiore rispetto al tradizionale impianto a terra al fine di consentire l'accesso di mezzi agricoli e la coltivazione del fondo delle interlinee.

L'analisi delle alternative progettuali ha portato alla definizione di un impianto fotovoltaico costituito da 181.440 moduli in silicio monocristallino con tecnologia half cell che saranno posizionati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, per una superficie captante di circa 525.200 m².

La potenza di picco prevista dell'impianto è di 99,792 MWp, ottenuta utilizzando moduli aventi ciascuno una potenza di picco totale di 550 Wp.

La soluzione tecnologica proposta prevede un sistema ad inseguitore solare in configurazione monoassiale che alloggia file da 36 moduli, per un totale di 5.040 trackers, con altezza al mozzo delle strutture di circa 2,80 m dal suolo. In questo modo nella posizione a +/-55° i pannelli raggiungono un'altezza minima dal suolo di 0,70 m e un'altezza massima di circa 4,95 m. La distanza prevista tra gli assi delle strutture di supporto sarà variabile tra 9,20 m e 11,20 m.



Definizioni delle dimensioni (D = 0,70 m, H = 4,953 m, I = variabile tra 9,20 m e 11,20 m).

I moduli saranno installati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e tilt massimo variabile tra -55° e +55°.

I 18 sottocampi che compongono la centrale, costituiti ognuno da una "cabina inverter" saranno suddivisi in 5 gruppi funzionali. Ogni gruppo sarà costituito da massimo 4 cabine interconnesse in entra-esce tramite un collegamento in MT alla tensione nominale di 30 KV, per un totale dunque di 5 dorsali di potenza nominale rispettivamente pari a: A) 22,97 MWp; B) 17,23 MWp; C) 17,19 MWp; D) 21,98 MWp; E) 20,43 MWp.

Ciascuna "cabina inverter" di ogni sottocampo sarà costituita da una sezione di raccolta DC, un inverter per la conversione DC/AC, un quadro AC in bassa tensione, un trasformatore BT/MT e un quadro MT costituito da due o tre celle (in particolare: protezione trasformatore, arrivo linea - assente nella cabina terminale - e partenza linea).

Tutte le dorsali confluiranno in una cabina di raccolta MT, collocata in adiacenza alla sottostazione elettrica MT/AT per la connessione alla RTN a 220 KV.

In linea con gli obiettivi energetici europei e nazionali, finalizzati tra l'altro ad un importante incremento della capacità di accumulo per limitare il fenomeno dell'overgeneration da rinnovabili e quindi facilitare il raggiungimento degli obiettivi di consumo di energia rinnovabile mediante lo stoccaggio elettrochimico distribuito e centralizzato e la stabilità della rete, il progetto prevede anche l'individuazione di aree da destinare a cabine di accumulo.

In considerazione del fatto che la tecnologia dei sistemi di accumulo è in continua evoluzione sia in termini di componenti, di parametri prestazionali che di modalità di integrazione nella rete elettrica, l'identificazione della tipologia di sistema di accumulo specifico da implementare per il progetto in esame è demandata ad una fase successiva, una volta definita la fattibilità tecnico-progettuale ed economica.

È stata individuata un'area destinata ad ospitare il sistema di accumulo in adiacenza a ciascuna cabina di trasformazione BT/MT. Tale area è stata dimensionata tenendo conto di n. 40 container di dimensioni in pianta di circa 6,0 x 2,4 m ed altezza pari a circa 2,6 m, disposti su n. 2 piani.

La progettazione dell'impianto ha tenuto conto della presenza dei sistemi di accumulo in termini di ingombro in pianta, affinché la superficie coperta, inclusiva degli stessi, non eccedesse il limite imposto dalle NTA del Consorzio recepito dal PUC del Comune di Uta (40% della superficie complessiva). Ugualmente la progettazione dei cabinati, che dovranno ospitare il sistema, è stata considerata anche in termini di ingombro volumetrico; la distanza dei trackers dalle aree destinate ad ospitarli è stata infatti fissata in modo che il cabinato non generi effetti di ombreggiamento sui moduli con conseguente perdita di producibilità dell'impianto.

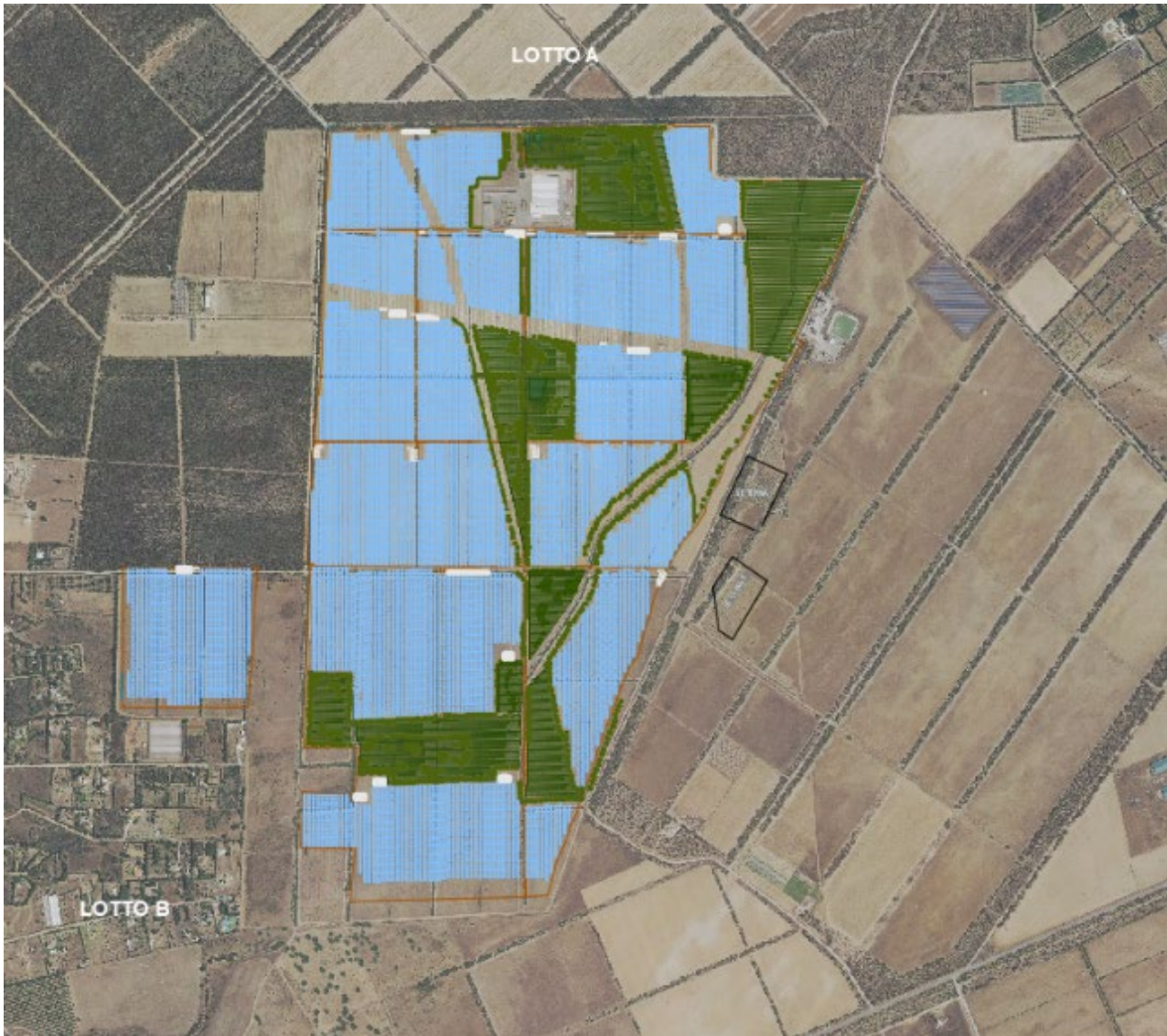
La superficie coperta in progetto (impianto, cabine ed eventuale futuro sistema di accumulo) è dunque di 53,24 ettari, per un indice di copertura del 29,65%.

Sono previste fasce di distacco dai confinanti di 12 m, fasce di distacco dalle strade locali di accesso ai terreni agricoli dell'area e dagli edifici di 15 m.

Le strade interne ai lotti (strada perimetrale e strade interne di raccordo dei filari di pannelli) hanno una larghezza minima di 5m.

Il progetto prevede che sia nella fase di cantiere che in quella di esercizio l'accesso al campo fotovoltaico consenta un transito agevolato dei mezzi di lavoro e degli autoveicoli addetti alla manutenzione.

Si riporta a seguire un'immagine con il layout progettuale proposto.



Fotosimulazione dello stato di progetto.

1.2 CONFORMITÀ DELLE POSSIBILI SOLUZIONI PROGETTUALI RISPETTO A NORMATIVA, VINCOLI, TUTELE

Nel presente capitolo vengono analizzati gli aspetti relativi all'inquadramento del progetto in relazione con gli strumenti della pianificazione territoriale e di settore, verificandone la coerenza rispetto alle norme, alle prescrizioni e agli indirizzi previsti dai vari strumenti di programmazione esaminati, nonché ai vincoli presenti nell'area. Lo scopo è quello di definire il livello di compatibilità delle opere con il quadro pianificatorio che regola il territorio di intervento ed evidenziare eventuali criticità che possano emergere da tale analisi.

1.2.1 PIANIFICAZIONE REGIONALE

1.2.1.1 Il Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

Lo strumento vigente di pianificazione paesaggistica a livello regionale è il Piano Paesaggistico Regionale (PPR). Attraverso il PPR (L.R. 8/2004) la Regione riconosce i caratteri, le tipologie, le forme e gli innumerevoli punti di vista del paesaggio sardo, nel suo intreccio tra natura e storia, tra luoghi e popoli. Tali elementi vengono ritenuti fondamentali per lo sviluppo della regione stessa.

Pertanto, il PPR si propone di tutelare il paesaggio, con la duplice finalità di conservarne gli elementi di qualità e di testimonianza mettendone in evidenza il valore sostanziale (valore d'uso, non valore di scambio), e di promuovere il suo miglioramento attraverso restauri, ricostruzioni, riorganizzazioni, ristrutturazioni anche

profonde là dove appare degradato e compromesso. Il Piano è perciò alla base di un'opera di respiro ampio e di lunga durata.

Il PPR è stato approvato in via definitiva con Deliberazione della Giunta Regionale n. 36/7 del 5 settembre 2006 ed ha subito una serie di aggiornamenti, l'ultimo dei quali con Deliberazione della Giunta Regionale n. 28/11 del 13/06/2017. Il PPR è rivolto a tutti i soggetti che operano nella pianificazione e gestione del territorio sardo, in particolare alla Regione, alle Province, ai Comuni e loro forme associative, agli Enti pubblici statali e regionali, comprese le Università e i Centri di ricerca, ai privati; assicura nel territorio regionale un'adeguata tutela e valorizzazione del paesaggio e costituisce il quadro di riferimento e di coordinamento per gli atti di programmazione e di pianificazione regionale, provinciale e locale e per lo sviluppo sostenibile. Pertanto, il P.P.R. persegue le seguenti finalità:

- a) preservare, tutelare, valorizzare e tramandare alle generazioni future l'identità ambientale, storica, culturale e insediativa del territorio sardo;
- b) proteggere e tutelare il paesaggio culturale e naturale e la relativa biodiversità;
- c) assicurare la salvaguardia del territorio e promuoverne forme di sviluppo sostenibile, al fine di conservarne e migliorarne le qualità.

Il PPR risulta essere, da una parte, il catalogo perennemente aggiornato – tramite il sistema informativo territoriale – delle risorse del territorio sardo e del suo paesaggio e delle regole necessarie per la sua tutela e, dall'altra parte, il centro di promozione e di coordinamento delle azioni che, a tutti i livelli, gli operatori pubblici pongono per una concreta gestione del territorio.

Il Piano nella presente stesura riguarda essenzialmente la fascia costiera, dove la sua normativa è immediatamente efficace, sebbene sia esteso anche al restante territorio regionale, quale orientamento generale per la pianificazione settoriale e sottordinata.

Come definito al TITOLO II - Disciplina generale, art. 6 commi da 1 a 6 dalla L.R. 8/2004 e ss.mm.ii. è possibile individuare all'interno del territorio regionale ambiti di paesaggio, beni e componenti.

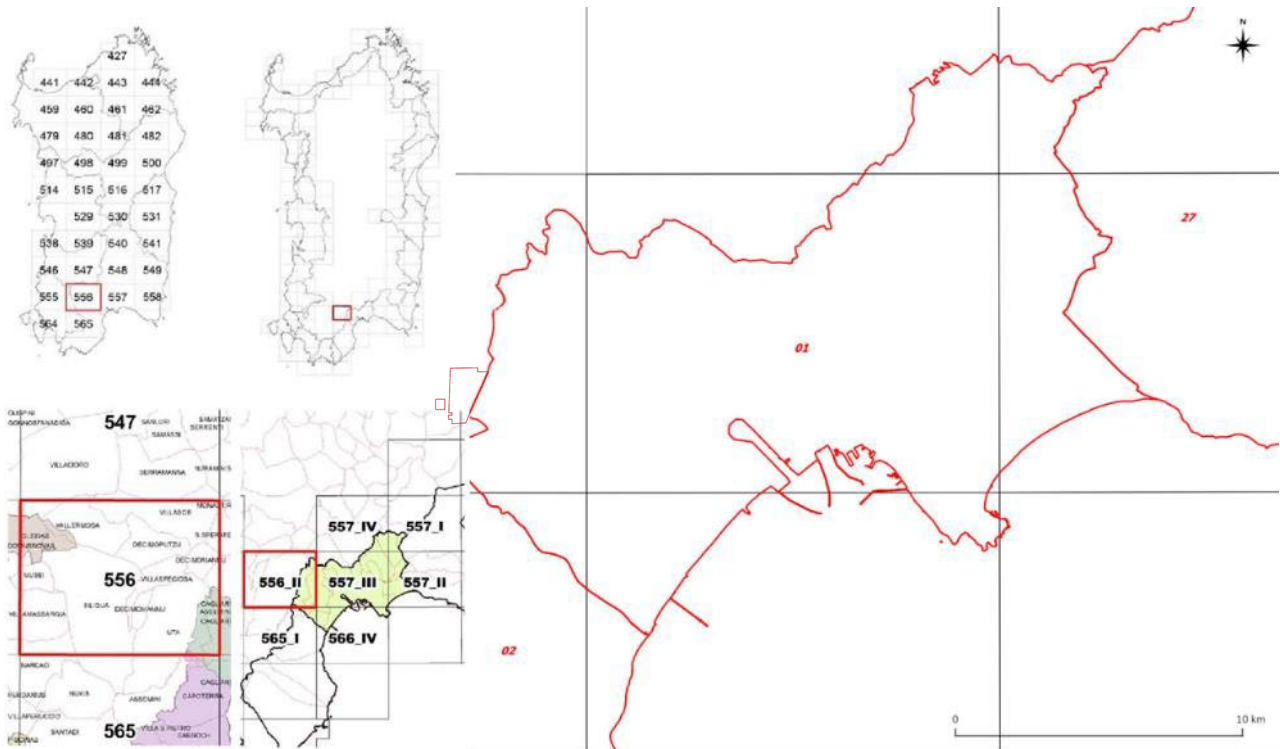
Il PPR individua 27 ambiti di paesaggio costieri, che delineano il paesaggio come risultato della composizione di più aspetti, sintesi tra elementi naturali ed elementi derivanti dell'azione dell'uomo. Questi, rappresentano l'area di riferimento delle differenze qualitative del territorio regionale, sono perciò individuati sia in virtù dell'aspetto e della "forma" che ne rendono una prima riconoscibilità; sia come luoghi d'interazione delle risorse del patrimonio ambientale, naturale, storico-culturale e insediativo; che come luoghi del progetto del territorio.

Gli ambiti di paesaggio costiero si aprono alle relazioni con gli ambiti di paesaggio interni, in una prospettiva unitaria di conservazione attiva del paesaggio ambientale della regione. Non si deve infatti intendere la delimitazione degli ambiti come un confine, una cesura o una discontinuità, ma bensì come una "saldatura" tra territori diversi caratterizzati dalle proprie peculiarità ed identità.

Ogni ambito viene identificato con un "nome e cognome" riferito alla toponomastica dei luoghi o della memoria, che lo identifica come unico e irripetibile. Sono caratterizzati dalla presenza al loro interno di specifici beni paesaggistici individuati e d'insieme, ossia da quelle categorie di beni immobili aventi caratteri di individualità che ne permettono una identificazione puntuale, e da quei beni immobili aventi caratteri di diffusività spaziale, composti da una pluralità di elementi identitari coordinati in un sistema territoriale relazionale. Sono inoltre individuabili le componenti di paesaggio, che costituiscono la trama ed il tessuto connettivo dei diversi ambiti, e i beni identitari, ossia quelle categorie di immobili, aree e/o valori immateriali, che consentono il riconoscimento del senso di appartenenza delle comunità locali alla specificità della cultura sarda.

L'area di intervento, che interessa il comune Uta, è adiacente al limite dell'Ambito di Paesaggio costiero n. 1 "Golfo di Cagliari", ma ne risulta completamente esterna. Non ricadendo nella fascia costiera, si fa riferimento quindi agli ambiti di paesaggio interni, focalizzando l'attenzione sulla cartografia relativa al territorio interno della Regione Sardegna. Questa prevede la suddivisione in fogli in scala 1:50.000. Nello

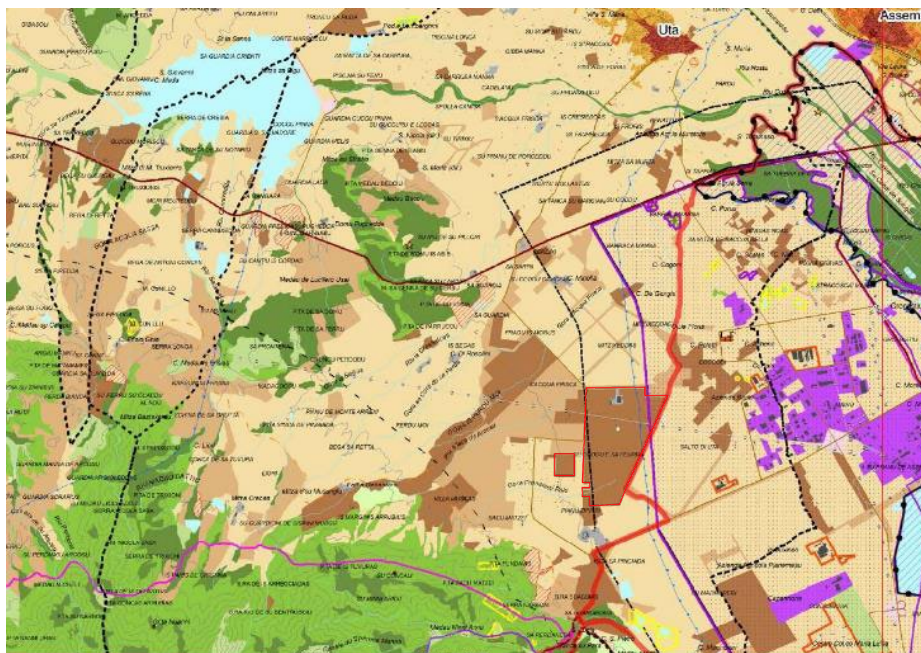
specifico l'area di intervento, facente parte del territorio extraurbano del comune di Uta ricade all'interno del Foglio 556 - Provincia di Cagliari.



Inquadramento del progetto nel Foglio 556 Sezione II dell'Ambito di Paesaggio costiero n. 1.

L'ambito è caratterizzato da un complesso sistema paesistico territoriale unitario in cui si riconoscono almeno tre grandi componenti tra loro strettamente interconnesse:

- il sistema costiero dello Stagno di Cagliari-Laguna di Santa Gilla;
- la dorsale geologico-strutturale dei colli della città di Cagliari;
- il compendio umido dello stagno di Molentargius, delle saline e del cordone sabbioso del Poetto.



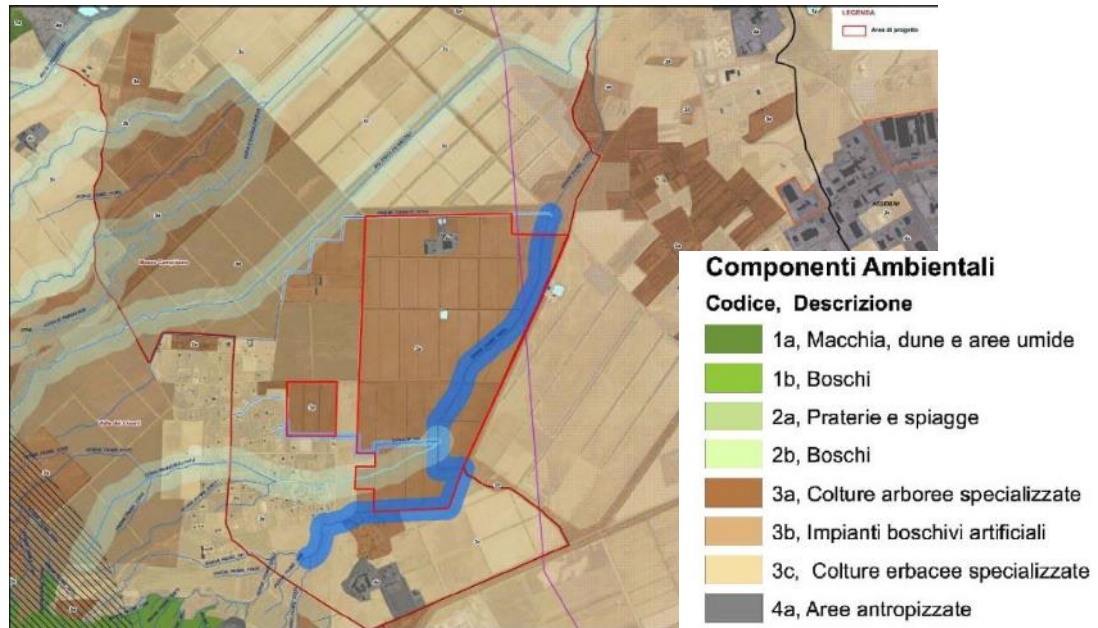
PPR Piano Paesaggistico Regionale - stralcio Foglio 556.

Assetto ambientale.

I caratteri paesaggistici rintracciabili sono quelli individuati dalle componenti ambientali prettamente legate alle colture specializzate e arboree.

L'art. 17 delle Norme Tecniche di Attuazione definisce l'assetto ambientale come l'insieme degli elementi territoriali di carattere biotico (flora, fauna e habitat) e abiotico (geologico e geomorfologico) con particolare riferimento alle aree naturali e semi-naturali, alle emergenze geologiche di pregio e al paesaggio forestale e agrario.

Dall'analisi della cartografia del PPR, emerge che l'area di progetto è interamente classificata come "area ad utilizzazione agro – forestale" e nello specifico "colture specializzate ed arboree" così come indicate al punto 3a dell'art. 28 delle NTA del PPR.



PPR Piano Paesaggistico Regionale_Componenti Ambientali.

All'art. 29 delle NTA del PPR sono date le prescrizioni delle aree ad utilizzazione agro-forestale. Al punto a) vietano: "trasformazioni per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole di cui non sia dimostrata la rilevanza pubblica economica e sociale e l'impossibilità di localizzazione alternativa, o che interessino suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, fatti salvi gli interventi di trasformazione delle attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agro-forestale o necessarie per l'organizzazione complessiva del territorio".

Un ulteriore approfondimento dell'assetto ambientale è stato effettuato in funzione dei dati estrapolati dal Sardegna Geoportale, nella sezione mappe PPR, dove l'area di interesse viene inquadrata con l'ulteriore declinazione di "Area di rispetto del sito inquinato".



Area recupero ambientale e componente insediativo_Sardegna Geoportale_PPR.

L'area è pertanto assimilabile alle "Aree di recupero ambientale" per le quali le stesse NTA del PPR agli articoli 41, 42, 43 ne danno puntuale definizione, prescrizione ed indirizzi.

L'art. 41 definisce le Aree di recupero ambientale come "aree degradate o radicalmente compromesse dalle attività antropiche pregresse, quali quelle interessate dalle attività minerarie dismesse e relative aree di pertinenza, quelle dei sedimenti e degli impianti tecnologici industriali dismessi, le discariche dismesse e quelle abusive, i siti inquinati e i siti derivanti da servitù militari dismesse. Sono da comprendere tra le aree soggette a recupero ambientale anche le aree a eccessivo sfruttamento a causa del pascolo brado o a processi d'abbandono, aree desertificate anche da processi di salinizzazione delle falde acquifere".

L'art. 42 vieta "interventi, usi o attività che possano pregiudicare i processi di bonifica e recupero o comunque aggravare le condizioni di degrado. Per i siti inquinati di cui al D.Lgs. 5 febbraio 1997, n° 22 e al D.M 25 ottobre 1999, n° 471, valgono le disposizioni ivi riportate".

L'art. 43 elenca gli indirizzi e tra questi: "promuove azioni di riqualificazione o rinaturalizzazione che prevedano gli interventi e le ridefinizione delle destinazioni d'uso più opportune per rimuovere le cause del degrado, tenuto conto delle potenzialità di sviluppo economico e delle risorse presenti in tali aree e nel loro contesto ambientale... gli interventi devono promuovere il ripristino dello stato originario dei luoghi, ovvero la creazione di nuovi paesaggi compatibili con il contesto ambientale".

L'iniziativa progettuale ha come effetto il recupero di un'area abbandonata ai margini del polo industriale di Macchiareddu, il quale nel tempo ne ha fortemente influenzato i valori agricoli condizionandone la loro possibilità di utilizzo proficuo.

Il presente intervento trae la sua forza dalla sinergia tra la produzione agricola e la produzione di energia verde. L'aspetto relativo alla coltivazione dei terreni è alla base di tutto il layout di progetto e lo rende pertanto coerente con le prescrizioni dell'art. 29 delle NTA del PPR che riservano una destinazione agricola all'area di interesse.

Risulta inoltre coerente con gli indirizzi indicati nell'art. 43 delle stesse NTA che promuove azioni di riqualificazione e rinaturalizzazione tenuto conto delle potenzialità di sviluppo economico che saranno sviluppate nei successivi capitoli.

La Regione Sardegna, in collaborazione con il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, provvede al costante aggiornamento del Repertorio del Mosaico dei Beni a seguito della procedura di cui all'art. 49 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesaggistico Regionale. Il Repertorio infatti,

dall'approvazione di cui alla D.G.R. n. 23/14 del 16 aprile 2008 è stato aggiornato con le deliberazioni della Giunta regionale n. 39/1 del 10 ottobre 2014, n. 70/22 del 29 dicembre 2016 e 18/14 del 11 aprile 2017.

Nel Mosaico dei Beni Paesaggistici, sono classificati e distinti:

- i beni paesaggistici e identitari individuati e tipizzati nel PPR 2006;
- i beni culturali vincolati ai sensi della parte II del D.Lgs. n. 42/2004;
- i risultati delle co-pianificazioni tra Regione, Comuni e Ministero comprensivi degli ulteriori elementi con valenza storico culturale e delle proposte di insussistenza di vincolo.

L'area in esame non interessa nessuno dei beni paesaggistici individuati all'art. 17, comma 4 delle NTA (categorie di beni paesaggistici, ai sensi dell'art. 142 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e succ. mod.):

- a) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'art. 2, c. 2 e 6, del decreto legislativo 18/05/2001, n. 227;*
- b) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;*
- c) le aree gravate da usi civici;*
- d) i vulcani.*

È invece evidente, dagli estratti cartografici del Geoportale della Regione Sardegna, che all'interno ed in prossimità dell'area di intervento sono presenti due corsi d'acqua: il Riu S'Isca de Arcosu ed il Gora Franciscu Palu.



Sardegna Geoportale aree vincolate layer art. 17 – 136 - 142 e 143 – 157 del D.Lgs 42/2004.

Il **Riu S'Isca de Arcosu** risulta vincolato ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs 42/2004 comma 1 lettera c: "*i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna...*" nonché dell'art. 143 del D. Lgs. 42/2004.

Come si evince dalla cartografia sopra riportata, la perimetrazione delle aree in progetto rispetta la fascia di 150 metri risultando così conforme alle prescrizioni del vincolo.

All'interno dell'area di progetto è invece presente il **Gora Franciscu Palu**, un alveo inciso soggetto a tutela ai sensi dell'art. 143 del D.Lgs 42/2004 il quale fa riferimento al PPR. Le NTA del PPR al titolo I art. 17 punto 3

elencano i beni paesaggistici. Alla lettera *h*) si trovano; "Fiumi torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 m ciascuna...". Si può concludere che anche per il Gora Franciscu Palu, il vincolo paesaggistico si estende alle relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna. Tale fascia di tutela attraversa in senso longitudinale l'area di progetto.

Le prescrizioni per tali aree di cui all'art. 18 delle NTA sono le seguenti:

1. *Nei fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e nelle relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna, con valore di prescrizione sono vietati:*

- a) interventi che comportino la cementificazione degli alvei e delle sponde e l'eliminazione della vegetazione riparia;*
- b) opere di rimboschimento con specie non autoctone;*
- c) prelievi di sabbia in mancanza di specifici progetti che ne dimostrino la compatibilità e la possibilità di rigenerazione.*

Il layout di progetto è stato studiato in modo tale da rispettare integralmente le prescrizioni sopra elencate e nello specifico:

- i tracker hanno la caratteristica di poter essere infissi attraverso i pali nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in cls, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva. I pali, che avranno un profilo in acciaio omega per massimizzare la superficie di contatto con il terreno - la cui profondità di posa dipende dal tipo di terreno - saranno infissi nel terreno per mezzo di apposito "battipalo". L'altezza al mozzo delle strutture è di circa 2.80 m dal suolo, così come consigliato nel "Prontuario per la valutazione dell'inserimento del fotovoltaico nel paesaggio e nei contesti architettonici" redatto dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali in associazione con la Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Veneto. In questo modo nella posizione a 55° i pannelli raggiungono un'altezza minima dal suolo di 0.70 m e un'altezza massima di 4.95 m, consentendo un'adeguata circolazione dell'aria ed impedendo l'effetto terra bruciata dovuto alla scarsa areazione e drenaggio. **Pertanto nella fascia tutelata, non è presente nessun tipo di intervento che comporti la cementificazione degli alvei e delle sponde o l'eliminazione della vegetazione riparia come vietato dal punto a) comma 1 dell'art. 18 delle NTA del PPR;**
- in progetto è previsto il reimpianto degli esemplari arborei, già presenti all'interno delle aree interessate dall'intervento e che dovranno essere espianati, lungo il bordo dei lotti, in modo da creare una schermatura visiva e a mitigazione degli impatti paesaggistici del campo fotovoltaico. Tale fascia arborea di mitigazione, compresa all'interno della fascia di rispetto dalle strade della larghezza di 15 m, verrà poi completata con l'impianto di altre specie autoctone. Inoltre è prevista la realizzazione di una fascia arborea e arbustiva costituita con le specie esistenti e di nuovo impianto, con il mantenimento delle siepi e alberature esistenti (dove presenti) o di nuovo impianto lungo la viabilità, che contribuirà a non compromettere la connessione ecologica tra le aree agricole e boschive circostanti le aree di impianto e l'impianto stesso. **Pertanto tutti i nuovi impianti o reimpianti prevedono esclusivamente l'uso di specie comunemente coltivate in Sardegna come previsto al punto b) comma 1 dell'art. 18 delle NTA del PPR;**
- non sono previsti prelievi di sabbia nelle aree vincolate, vietati al punto c) comma 1 dell'art. 18 delle NTA del PPR.

Si ritiene che le suddette opere di progetto consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sia durante la fase di esercizio sia durante quella di dismissione a fine vita dell'impianto e che ottemperino alle prescrizioni di cui all'art. 18 delle NTA.

Data la presenza del vincolo paesaggistico, la documentazione della procedura di verifica in oggetto, è corredata dalla prescritta documentazione necessaria alla richiesta di rilascio dell'Autorizzazione Paesaggistica, tra cui specifica "Relazione Paesaggistica".

Ai fini della verifica della compatibilità idraulica dell'intervento è stata inoltre redatta specifica "Relazione idrologica".

Sono inoltre presenti all'interno della proprietà degli "Specchi d'acqua", perlopiù vasche artificiali prive di toponimo, ricadenti nella classificazione "Laghi, invasi e stagni" vincolati ai sensi del D.Lgs 42/2004 art. 143, il quale rimanda alle NTA del PPR dove all'art. 17 sono individuati alla lettera g) i "laghi naturali e gli invasi artificiali".

Il Protocollo d'Intesa stipulato tra Regione e MiBACT nel 2013 definisce i laghi come "i corpi idrici superficiali interni fermi, tra i quali sono compresi anche quelli artificiali" e, ai fini della ricognizione dei laghi quali elementi generatori del vincolo, richiede la sussistenza di almeno due condizioni:

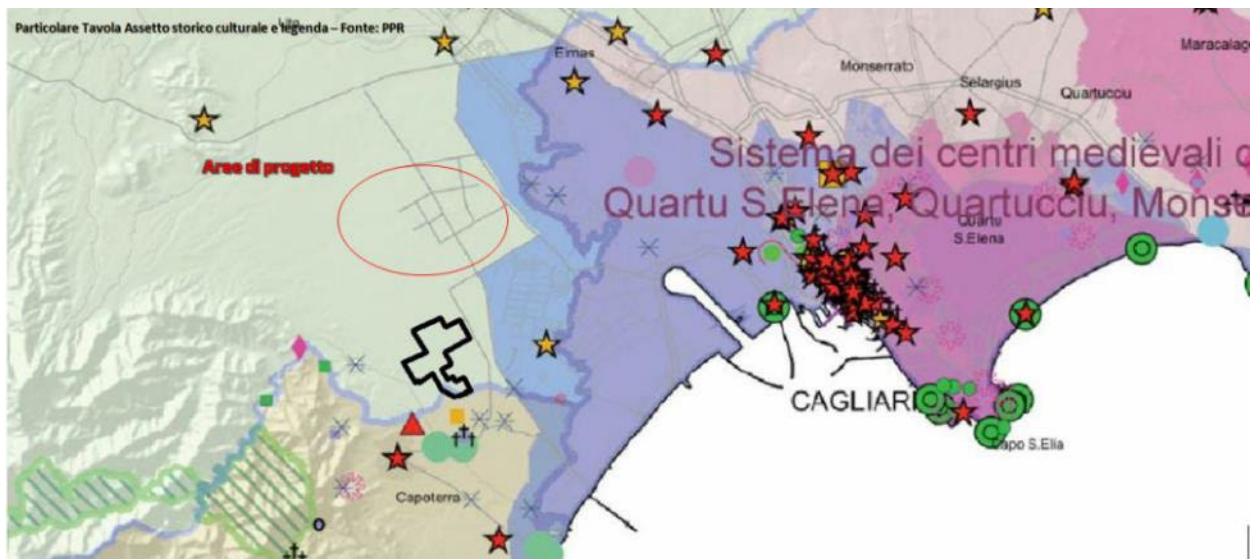
- la riconoscibilità tramite toponimo presente sulla CTR 1:10.000;
- la misura del perimetro superiore ai 500 metri.

Gli specchi d'acqua individuati nell'area di progetto tramite il Geoportale della Regione Sardegna sono tutti privi di toponimo e con un perimetro la cui misura è inferiore i 500 metri, pertanto non si applica il vincolo relativo alla fascia dei 300 metri.

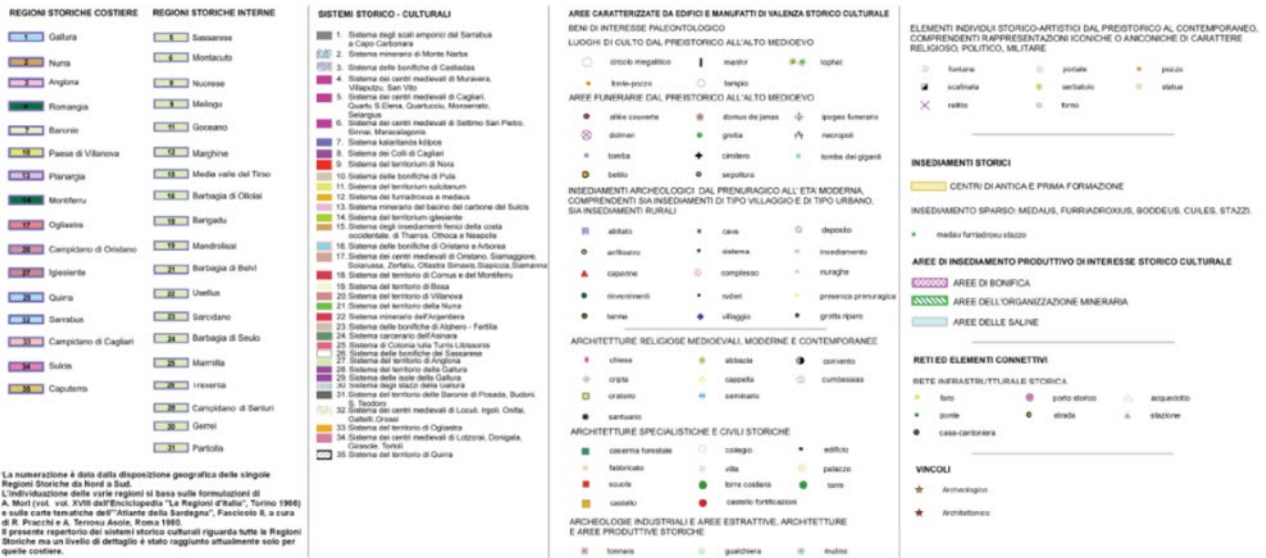
Assetto storico-culturale.

L'art. 47 delle NTA riporta che "l'assetto storico culturale è costituito dalle aree, dagli immobili (edifici o manufatti) che caratterizzano l'antropizzazione del territorio a seguito di processi storici di lunga durata".

Rientrano in questa categoria beni di interessi paleontologico, luoghi di culto, aree funerarie, insediamenti archeologici, architetture religiose, industriali, specialistiche civili e militari storiche etc.



LEGENDA



Particolare Assetto storico culturale e legenda_Geoportale del Ministero dell'Ambiente.

Come si evince dalla cartografia sopra riportata, l'area di progetto non è interessata da nessuno dei beni paesaggistici individuati dagli artt. 47, 48, 51, 53, 54 e 57 delle NTA come facenti parte dell'assetto storico culturale.

Con la deliberazione della Giunta regionale n. 23/14 del 16 aprile 2008 è stato approvato il Repertorio del Mosaico dei beni paesaggistici e beni identitari; nel Repertorio sono opportunamente distinti i beni paesaggistici e identitari individuati e tipizzati nel PPR 2006, i beni culturali vincolati ai sensi della parte II del D.Lgs. n. 42/2004, nonché i risultati delle copianificazioni tra Regione, Comuni e Ministero comprensivi degli ulteriori elementi con valenza storico culturale e delle proposte di insussistenza vincolo.

La Regione Sardegna, in collaborazione con il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo, provvede al costante aggiornamento del Repertorio del Mosaico dei Beni a seguito della procedura di cui all'art. 49 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Paesaggistico Regionale. Il Repertorio infatti, dall'approvazione di cui alla D.G.R. n. 23/14 del 16 aprile 2008 è stato aggiornato con le deliberazioni della Giunta regionale n. 39/1 del 10 ottobre 2014, n. 70/22 del 29 dicembre 2016 e 18/14 del 11 aprile 2017 (Addendum con le copianificazioni dal 1° ottobre 2016 al 31 marzo 2017).

Come risulta dalla figura seguente, nell'area di progetto non sono presenti Beni Paesaggistici e Culturali Archeologici e Architettonici come individuati dal Repertorio beni 2017.



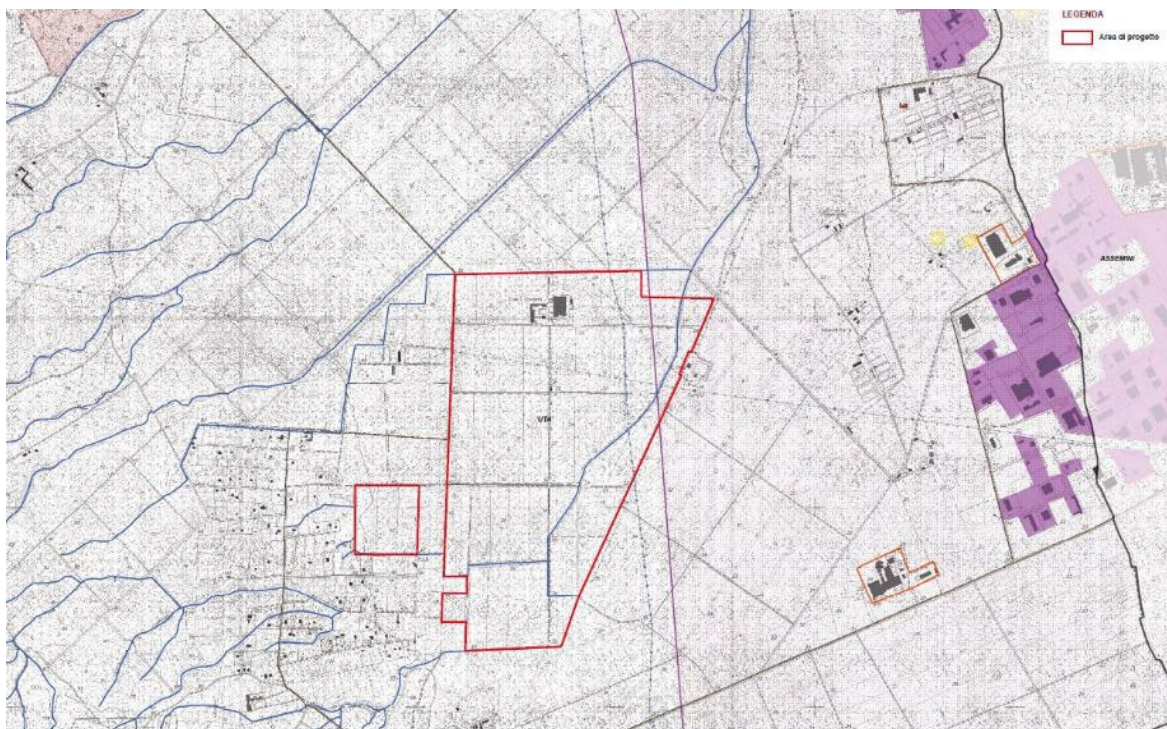
Sardegna Geoportale aree vincolate_Repertorio beni 2017.

Inoltre, le aree di progetto non interessano nessuno dei beni paesaggistici – repertorio 2017 – di cui all’art. 143 del D.Lgs 42/2004, fatta eccezione per il Gora Franciscu Palu per il quale è stata redatta specifica Relazione idraulica e la prescritta Relazione Paesaggistica.

Per gli "Specchi d'acqua" presenti valgono le considerazioni già affrontate nel paragrafo precedente.

Assetto insediativo.

L’art. 60 delle NTA definisce l’assetto insediativo come “l’insieme degli elementi risultanti dai processi di organizzazione del territorio funzionali all’insediamento degli uomini e delle attività”.



Inquadramento della Componente Assetto Insediativo nell’area di progetto_SardegnaGeoportale.

Nell’assetto territoriale insediativo rientrano le seguenti categorie di aree e immobili:

- a) edificato urbano;
- b) edificato in zona agricola;

- c) insediamenti turistici;
- d) insediamenti produttivi;
- e) aree speciali (servizi);
- f) sistema delle infrastrutture.

L'inquadramento del progetto nell'assetto insediativo fa rilevare che esso è ubicato per una piccola parte all'interno dell'agglomerato industriale di Macchiareddu (CACIP); in particolare, l'area interessata è inserita nel perimetro delle Grandi aree industriali, definite all'art. 92 comma 2 come rappresentative del tessuto produttivo delle "aree industriali attrezzate, di maggiore dimensione, urbanisticamente strutturate e dotate di impianti e servizi".

Sono inoltre rilevabili all'interno dell'area di progetto "nuclei e case sparse nell'agro", definiti all'art. 82 delle NTA del PPR: "1. I nuclei e case sparse sono caratterizzati dalla presenza di unità abitative, per lo più unifamiliari, in appezzamenti di terreno di varie dimensioni che, talvolta, hanno conservato sostanzialmente inalterata la configurazione tipica della originaria modalità di conduzione agricola del fondo, presentando un assetto equilibrato tra gli episodi edilizi e l'ambiente naturale e agricolo. 2. Appartengono a questa categoria anche tipologie realizzate nei periodi più recenti in maniera non armonizzata nel contesto, spesso totalmente estranee al paesaggio rurale ed alle finalità agricole, che hanno alterato gli equilibri naturali degli spazi rurali". Non sono previsti interventi negli edifici esistenti.

Gli indirizzi del PPR di cui all'art. 93 delle NTA per gli insediamenti produttivi a carattere industriale, artigianale e commerciale riportano:

1. I Comuni e le Province nell'adeguamento degli strumenti urbanistici al P.P.R. si conformano ai seguenti indirizzi:
 - a) favorire la delocalizzazione delle attività produttive causanti inquinamento acustico, atmosferico e idrico esistenti all'interno dei centri abitati, verso apposite aree attrezzate;
 - b) omissis
 - c) favorire la concentrazione delle attività produttive, anche con diverse specializzazioni, in aree tecnologicamente ed ecologicamente attrezzate, di iniziativa intercomunale esterne ai centri abitati,
 - d) favorire la redazione di piani di riqualificazione ambientale, urbanistica, edilizia, e architettonica, dei complessi esistenti al fine di mitigare l'impatto territoriale e migliorare l'accessibilità delle aree e migliorare la qualità della vita negli ambienti di lavoro.
 - e) favorire la redazione di piani bonifica, recupero, riuso, trasformazione e valorizzazione dei complessi dismessi e delle relative infrastrutture, oltre che per riconversione produttiva, anche a scopo culturale, museale, ricreativo e turistico.

Uno degli indirizzi del PPR per l'Ambito n. 1 Golfo di Cagliari inoltre è rivolto alla riqualificazione del paesaggio cagliaritano anche attraverso la "riqualificazione della piana alluvionale-costiera e del territorio infrastrutturato del polo industriale di Macchiareddu-Grogastu, rivolta al riequilibrio delle funzioni idrogeologiche e al recupero delle aree degradate anche attraverso la ricostituzione dell'assetto vegetazionale e fisico-ambientale, in relazione all'utilizzazione mista agricola-industriale ed alla connessione ecologica tra gli habitat dello Stagno di Cagliari e del Rio Santa Lucia".

Si può concludere che il progetto in esame, inserito in un'area vasta agro-forestale ed in parte all'interno di un'area industriale, non presenta interferenze con beni di tutela paesaggistica, ad eccezione dei beni soggetti a tutela ai sensi dell'art. 17 comma 3 lettera h) per i quali è stata redatta specifica Relazione di Compatibilità Idraulica e la prescritta Relazione Paesaggistica, né con edifici e manufatti di valenza storico-culturale, non è caratterizzato da suoli ad elevata capacità d'uso, o da paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, risulta pertanto coerente con il Piano Paesaggistico Regionale.

1.2.1.2 Piano Stralcio di Assetto idrogeologico (PAI)

Il Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino unico regionale è stato approvato con Delibera n. 54/33 del 30 dicembre 2004, successivamente integrato e modificato con specifiche varianti.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore e, poiché persegue finalità di salvaguardia di persone, beni ed attività dai pericoli e dai rischi idrogeologici, prevale su piani e programmi di settore di livello regionale e infra-regionale e sugli strumenti di pianificazione del territorio previsti dall'ordinamento urbanistico regionale, secondo i principi indicati nella Legge n. 183/1989.

Il PAI, secondo quanto previsto dall'art. 67 del D.Lgs 152/2006, rappresenta un Piano stralcio del Piano di Bacino Distrettuale, che è esplicitamente finalizzato alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato; esso si propone, dunque, ai sensi del D.P.C.M. del 29 settembre 1998, sia di individuare le aree su cui apporre le norme di salvaguardia a seconda del grado di rischio e di pericolosità, sia di proporre una serie di interventi urgenti volti alla mitigazione delle situazioni di rischio maggiore.

Le Norme di Attuazione dettano linee guida, indirizzi, azioni settoriali, norme tecniche e prescrizioni generali per la prevenzione dei pericoli e dei rischi idrogeologici nel bacino idrografico unico regionale e nelle aree di pericolosità idrogeologica e stabiliscono, rispettivamente, interventi di mitigazione ammessi al fine di ridurre le classi di rischio, e la disciplina d'uso delle aree a pericolosità idrogeologica.

Con D.P.R. n. 121 del 10/11/2015 - pubblicato sul BURAS n. 58 del 19/12/2015 in conformità alla D.G.R. n. 43/2 del 01/09/2015 - sono state approvate le modifiche agli articoli 21, 22 e 30 delle N.A. del PAI, l'introduzione dell'articolo 30-bis e l'integrazione alle stesse N.A. del PAI del Titolo V recante "Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)".

In recepimento di queste integrazioni, come previsto dalla Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 27/10/2015, è stato pubblicato sul sito dell'Autorità di Bacino il Testo Coordinato delle N.A. del PAI.

Con D.P.R. n. 35 del 27/04/2018, pubblicato sul BURAS n. 23 del 03/05/2018 e con D.G.R. n. 13/12 del 13/03/2018, che recepisce la Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 27/02/2017, sono state approvate ulteriori modifiche e integrazioni alle Norme di Attuazione del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico.

Il PAI, attraverso le sue NTA, prevede una serie di limitazioni sulla pianificazione per le aree a pericolosità idraulica e da frana molto elevata, elevata, media e moderata.

Con l'esclusiva finalità di identificare ambiti e criteri di priorità tra gli interventi di mitigazione dei rischi idrogeologici, nonché di raccogliere e segnalare informazioni necessarie sulle aree oggetto di pianificazione di protezione civile, il PAI delimita le seguenti tipologie di aree a rischio idrogeologico ricomprese nelle aree di pericolosità idrogeologica:

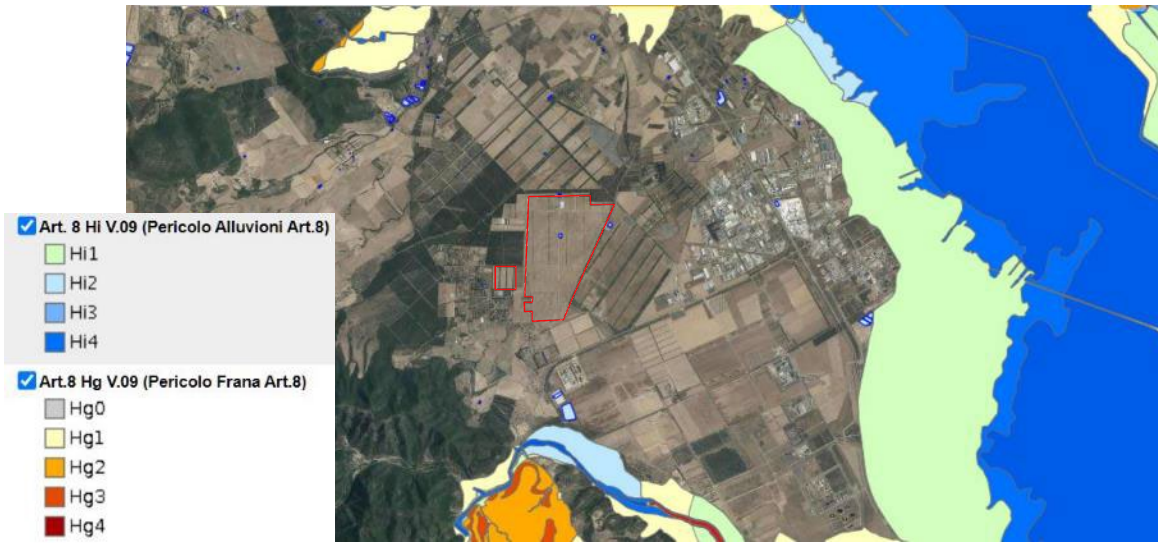
- le aree a rischio idraulico molto elevato (Ri4), elevato (Ri3), medio (Ri2) e moderato (Ri1) perimetrate nei territori comunali;
- le aree a rischio da frana molto elevato (Rg4), elevato (Rg3), medio (Rg2) e moderato (Rg1) perimetrate nei territori comunali.

Il PAI disciplina, inoltre, zone non delimitate nella cartografia di piano ma caratterizzate da pericolosità idrogeologica significativa.

Ai sensi della Deliberazione della Giunta regionale n. 45/57 del 30/10/1990 il bacino idrografico unico regionale è suddiviso in 7 sub-bacini: sub-bacino n. 1 Sulcis, sub-bacino n. 2 Tirso, sub-bacino n. 3 Coghinas-Mannu-Temo, sub-bacino n. 4 Liscia, sub-bacino n. 5 Posada-Cedrino, sub-bacino n. 6 Sud-Orientale, sub-bacino n. 7 Flumendosa-Campidano-Cixerri.

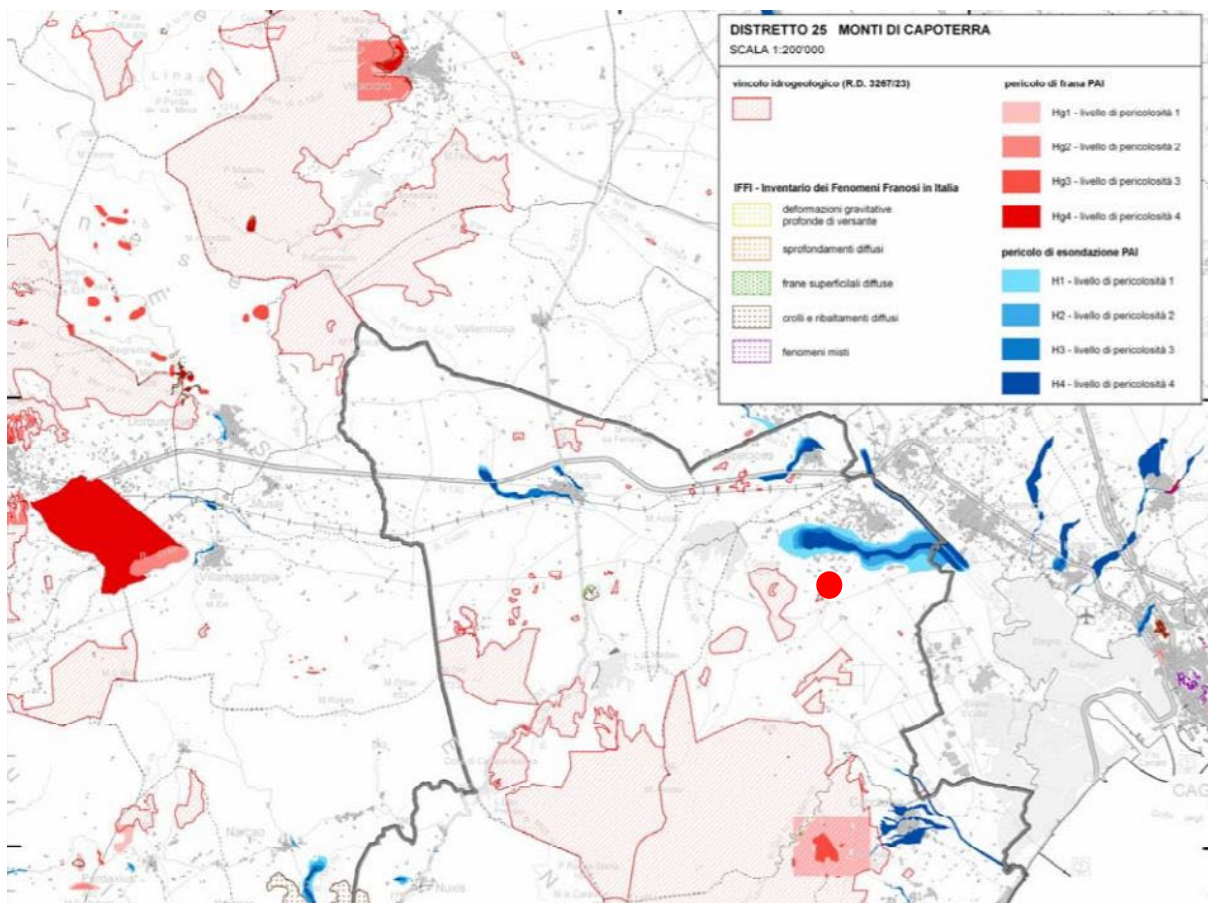
Il Comune di Uta è ricompreso all'interno del bacino unico della Sardegna, sub-bacino n. 7 "**Flumendosa-Campidano-Cixerri**" così come individuato dal P.A.I. Sardegna e dal P.S.F.F. Sardegna. Nella fattispecie la zona

in cui dovrà realizzarsi l'intervento ricade all'interno della fascia di prima salvaguardia stabilita dall'art 30 ter delle NTA del PAI.



Piano di Assetto Idrogeologico – Art. 8_Sardegna Geoportale.

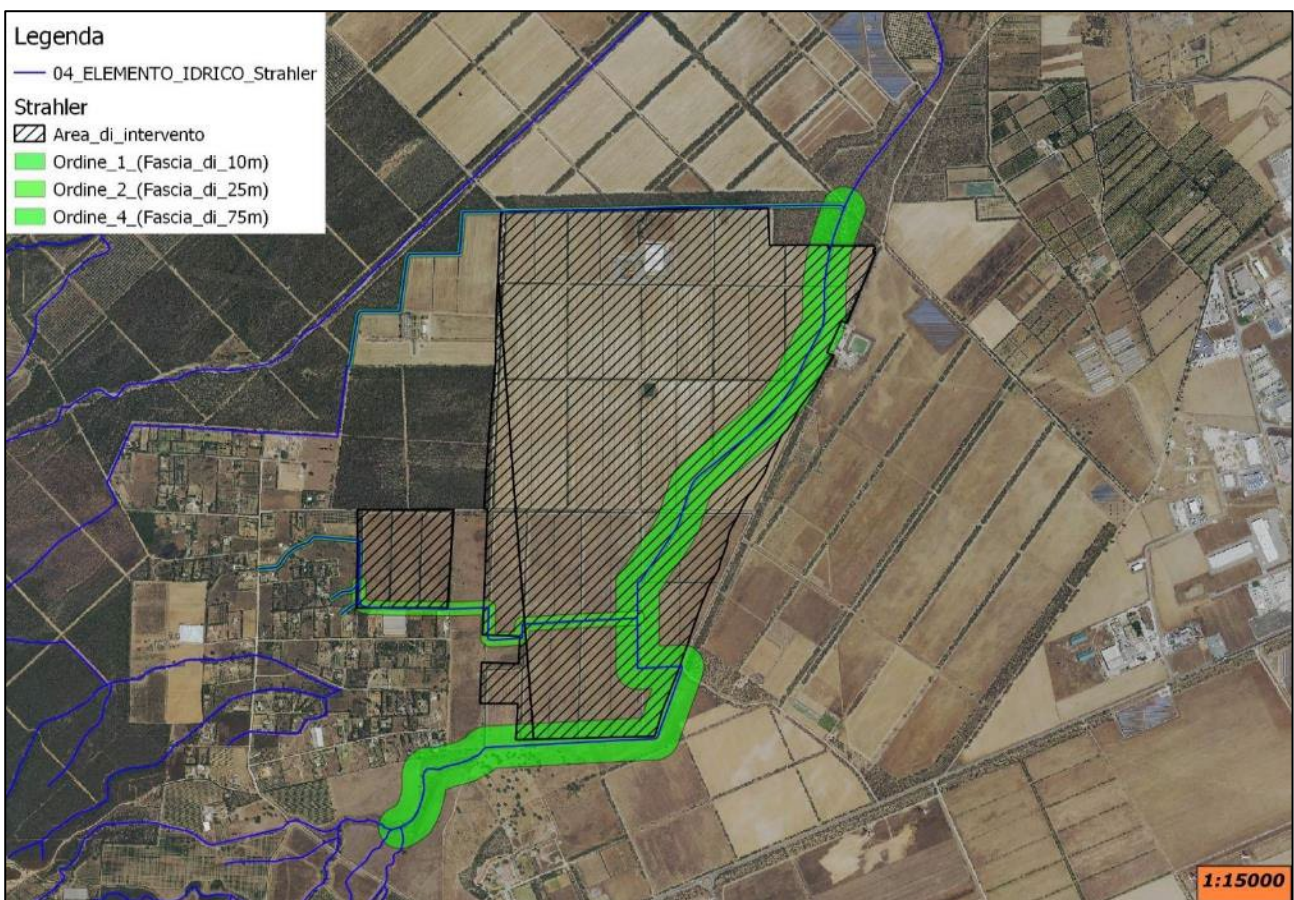
Come si evince dalla figura, il progetto in esame insiste in aree completamente esterne a quelle perimetrare a rischio idraulico e a rischio frane dal PAI, come confermato anche dalla cartografia del PFAR, Tav. 7 Vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23), aree a pericolosità idrogeologica (L. 267/98) e fenomeni franosi, della quale si riporta un estratto nella figura seguente.



Estratto Tav. 7 del PFAR Distretto 25.

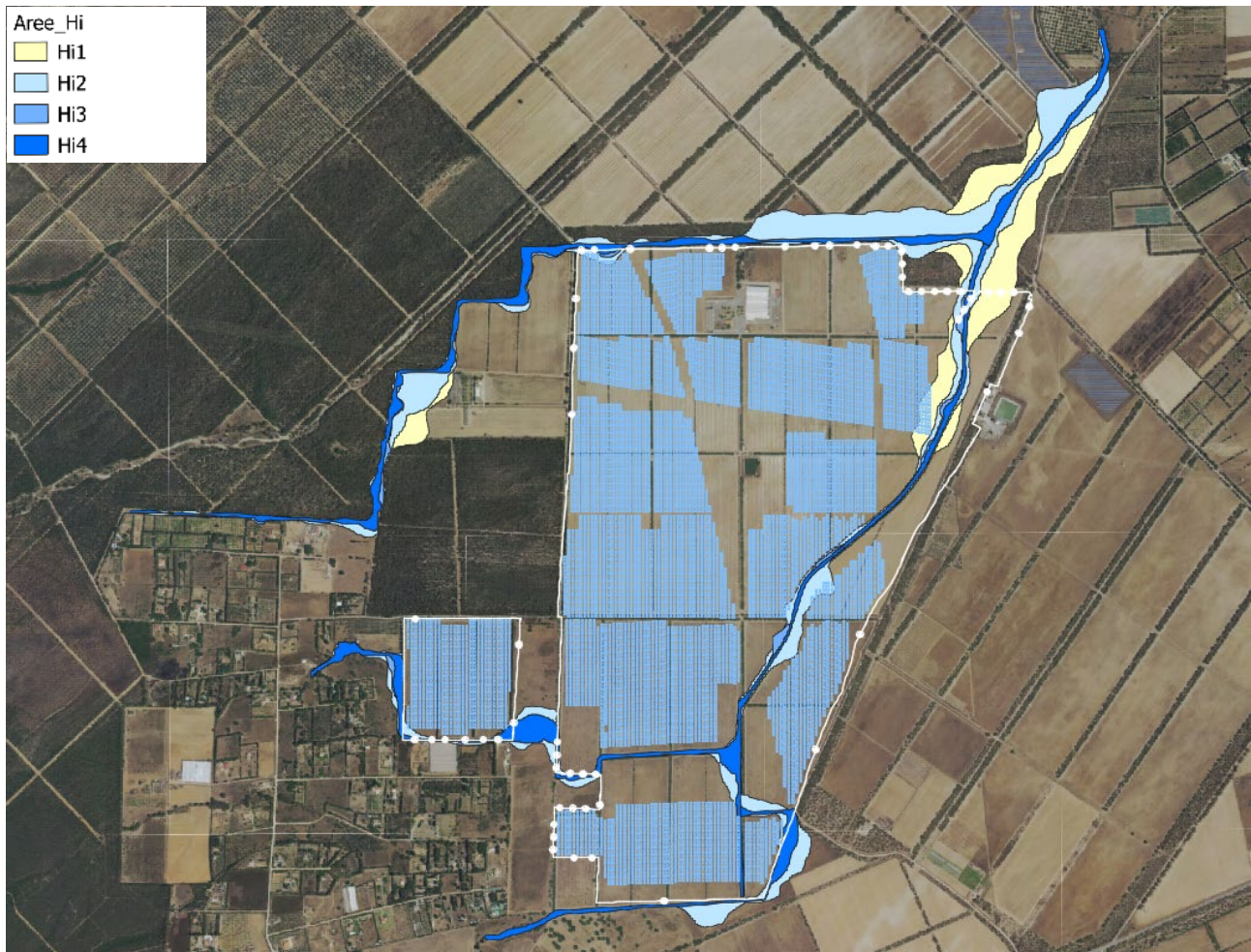
Relativamente all'analisi del Pericolo Geomorfologico e del Pericolo Idraulico, con la deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 1 del 27 febbraio 2018, sono state modificate ed integrate le norme di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Sardegna ed è stato introdotto l'art. 30-ter, avente per oggetto "Identificazione e disciplina delle aree di pericolosità quale misura di prima salvaguardia". Con l'articolo 30 ter, per i tratti dell'intero reticolo idrografico regionale per i quali non sono state ancora individuate aree di pericolosità idraulica a seguito di modellazione, e con l'esclusione delle aree di pericolosità determinate con il solo criterio geomorfologico, è stata istituita una fascia di prima salvaguardia, su entrambi i lati a partire dall'asse del corso d'acqua, di ampiezza variabile in funzione dell'ordine gerarchico dello stesso tratto di corso d'acqua.

Al fine di permettere l'applicazione di quanto stabilito dalla norma, è stata effettuata la gerarchizzazione del reticolo idrografico ufficiale della Regione Sardegna, approvato con deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 3 del 30/07/2015. Ad ogni tratto di corso d'acqua è stato assegnato un ordine gerarchico, secondo la metodologia Horton – Strahler, applicata attraverso gli strumenti di classificazione semi-automatica messi a disposizione dai più comuni client GIS.



Art.30 Ter NTA PAI Sardegna (n° Strahler 1,2 e 4).

Per l'area oggetto di intervento, pur non essendo stata studiata dal PAI, ricadendo all'interno della fascia di rispetto (del limitrofo reticolo) definita dall'art. 30ter delle NTA del PAI è stato redatto apposito studio idrologico-idraulico volto a determinare le effettive aree di pericolosità idraulica.



Studio idraulico delle aree di progetto.

A seguito dello studio idrologico e idraulico, redatto in applicazione dell'art.30 ter, è risultato che gran parte dell'area di intervento non risulta essere interessata da nessun fenomeno di allagamento relativo agli eventi di piena considerati, che sono quelli stabiliti dal PAI (Tr 50, 100,200 e 500 anni).

Risulta inoltre che, tranne che per limitate aree site alla confluenza tra le aste analizzate, tutta la portata relativa alla piena dei 50 anni è contenuta all'interno dell'alveo.

La perimetrazione dell'Hi4 (solo nelle sezioni in cui le portate relative ai diversi TR sono interamente contenute in alveo) è stata spesso cautelativamente estesa all'Hi3 ed Hi2, in quanto risultavano molto prossime, quasi coincidenti con l'Hi4.

A seguito dello studio, la Proponente prevede l'installazione dell'impianto fotovoltaico solamente nei lotti ricadenti al massimo in area a pericolosità idraulica media "Hi2".

L'intervento è quindi regolamentato dall'art. 29 comma 2 lettera "f" che indica *"le nuove costruzioni, le nuove attrezzature e i nuovi impianti previsti dagli strumenti urbanistici"* tra gli interventi permessi.

Contestualmente all'installazione dell'impianto fotovoltaico si prevede la realizzazione di una recinzione, a protezione dei lotti di terreno interessati, in rete metallica di tipo "a maglia romboidale" 50 x 50 mm plastificata di colore verde, che ricadrà in parte in Hi4.

L'intervento relativo alla recinzione è regolamentato dall'art.27 comma 2 lettera "l" che include *"le opere di sistemazione e manutenzione di superfici inedificate o scoperte di edifici, compresi rampe di accesso, recinzioni, muri a secco, contenimenti in pietrame, terrazzamenti, siepi, impianti a verde, pergole e coperture;"* tra gli interventi permessi.

Sulla base dello studio di compatibilità condotto ed in seguito alle verifiche effettuate, considerando la situazione ante e post-intervento, sulla realizzazione dell'opera, si può affermare quanto segue:

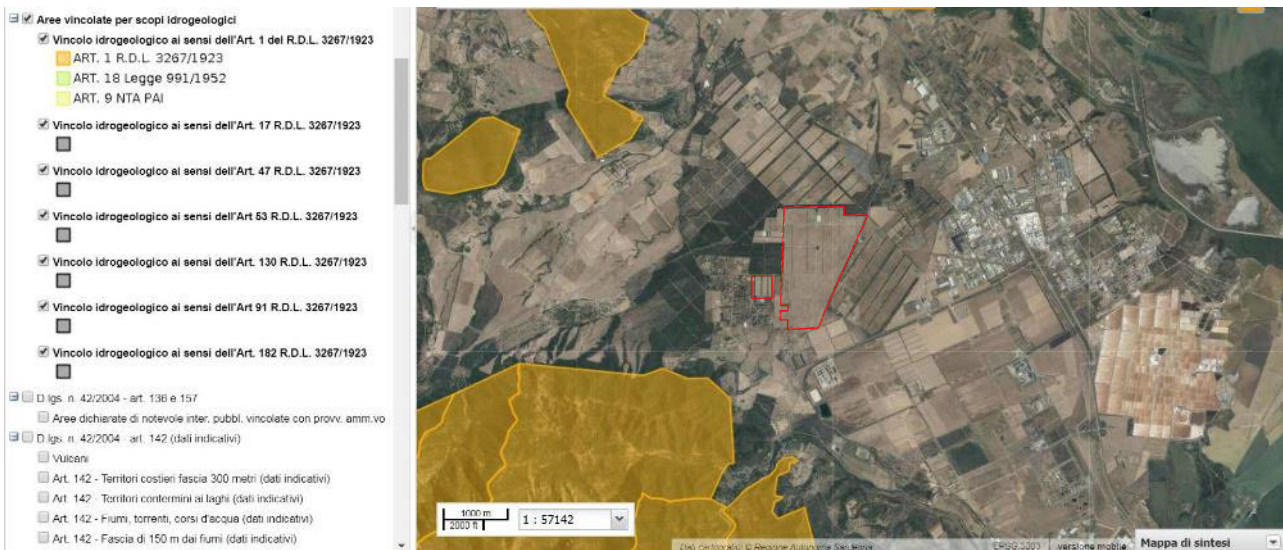
- ✓ non aumenta il livello di pericolosità idraulica e di rischio poiché l'opera non comporta variazioni nell'assetto idraulico e nel dissesto idraulico, senza variare la permeabilità e la risposta idrologica della stessa area;
- ✓ non preclude la possibilità di eliminare o ridurre le condizioni di pericolosità e rischio dalle aree limitrofe;
- ✓ non presenta una vulnerabilità tale da renderlo inadeguato rispetto alle finalità per il quale è stato progettato;
- ✓ garantisce condizioni di sicurezza durante l'apertura del cantiere, in quanto i lavori si svolgeranno senza creare, neppure temporaneamente, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;
- ✓ l'intervento è coerente con gli strumenti urbanistici vigenti.

In conclusione si può affermare che le opere di che trattasi non determinano alcuna variazione del grado di pericolosità e/o di rischio rispetto alla situazione esistente e pertanto l'intervento in progetto risulta compatibile con lo stato dei luoghi e con le norme e prescrizioni del PAI Sardegna.

Per tutti gli approfondimenti si rimanda allo specifico Studio di Compatibilità Idraulica

1.2.1.3 Aree sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/1923

Il Vincolo Idrogeologico, istituito con il Regio Decreto 30 dicembre 1923 n. 3267 e il successivo regolamento di attuazione Regio Decreto 1126/1926, hanno come scopo principale quello di preservare l'ambiente fisico e quindi di impedire forme di utilizzazione del territorio che possano determinare denudazione, innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità, turbamento del regime delle acque ecc., con possibilità di danno pubblico e pertanto costituisce uno strumento di prevenzione e difesa del suolo limitando il territorio ad un uso conservativo.



Stralcio aree sottoposte a vincolo idrogeologico_Sardegna Geoportale.

Come si evince dalla precedente figura, le aree interessate dalle opere in progetto non ricadono in settori vincolati ai sensi del R.D. 3267/23. Il progetto in esame pertanto non va ad incidere su aspetti critici di carattere idrogeologico delle aree interessate.

Dall'analisi delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico e dallo specifico studio di compatibilità idraulica condotto, non emergono elementi ostativi alla realizzazione delle opere in progetto.

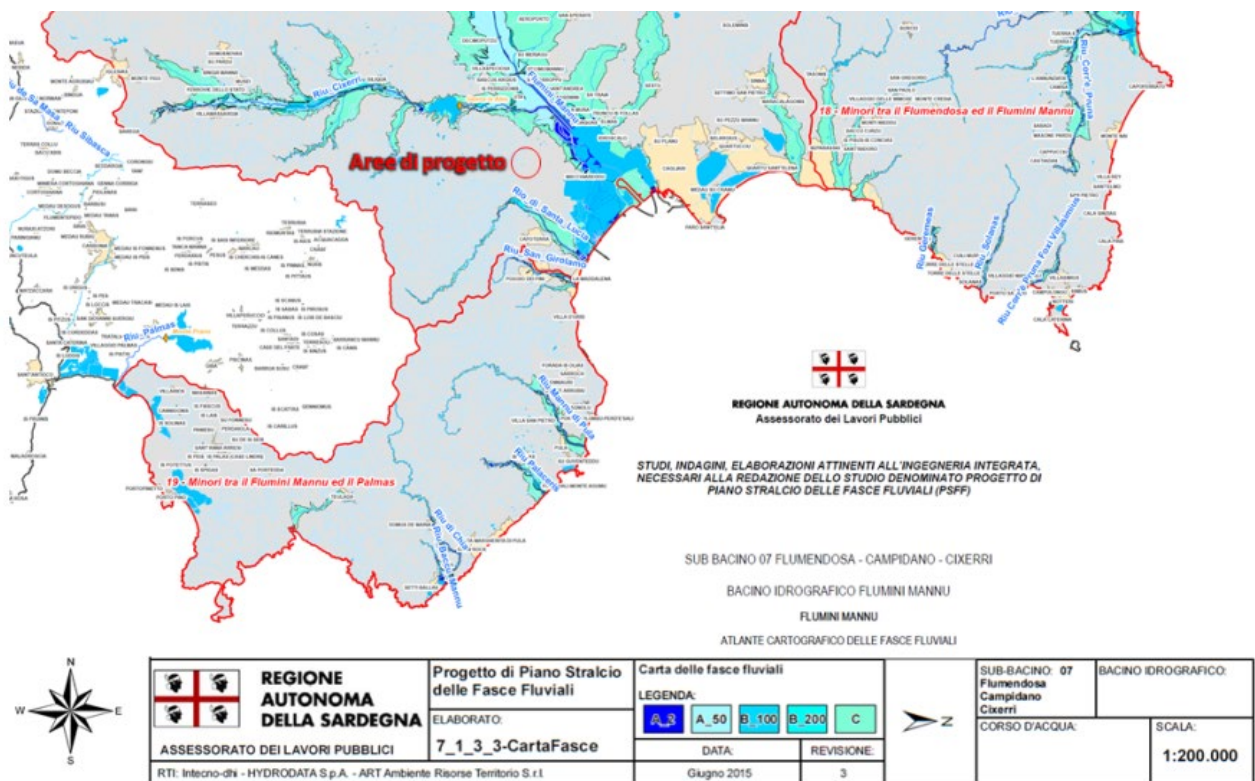
1.2.1.4 Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF)

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 9 maggio 1989 n. 183 quale Piano Stralcio di Bacino Regionale relativo ai settori funzionali individuati al comma 3 della stessa legge; ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Tale Piano costituisce un approfondimento ed una integrazione al Piano di Assetto Idrogeologico in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di opere, vincoli e direttive, il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli e industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali.

Con Delibera n. 2 del 17/12/2015 il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino ha approvato in via definitiva il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 della L.R. 19/2006 come modificato con la L.R. 28/2015.

Il territorio in esame ricade nel sub-bacino 7 Flumendosa – Campidano – Cixerri e nel bacino idrografico Flumini Mannu.

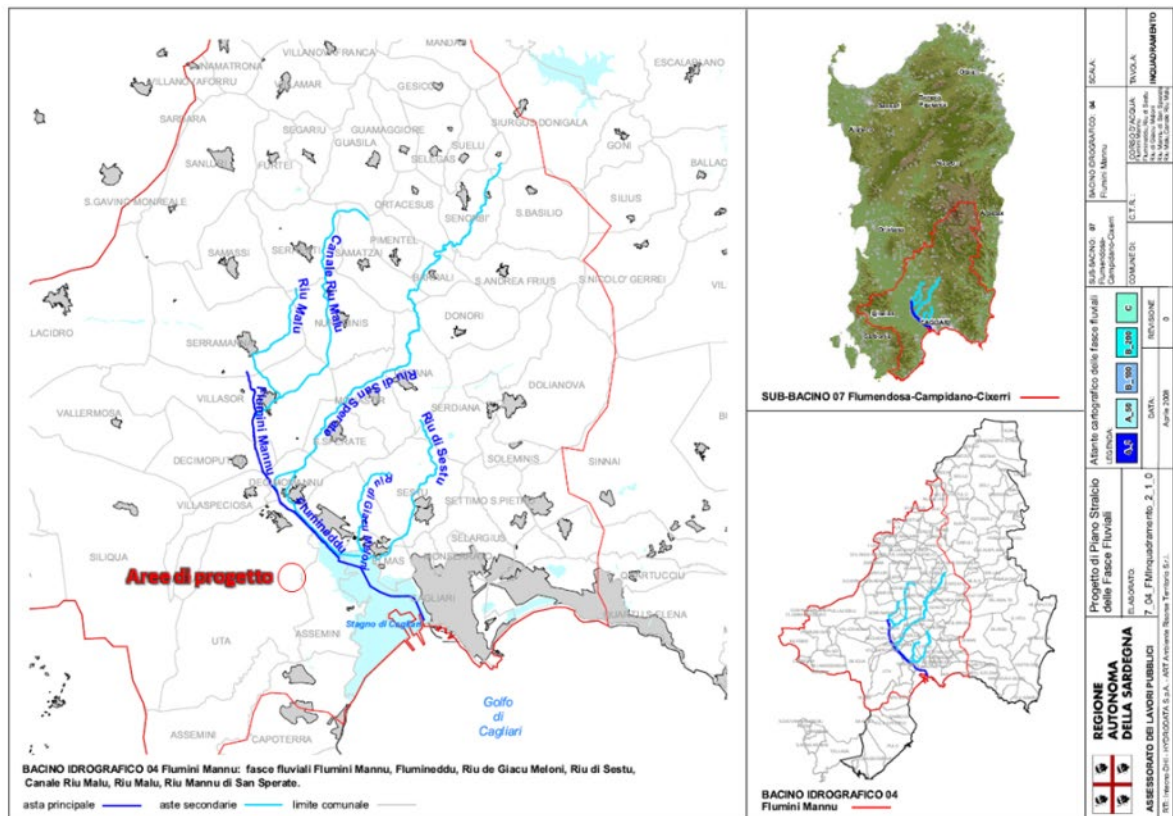


Estratto tavola 7.1.3.3. dell'Atlante Cartografico delle Fasce Fluviali con aree di progetto.

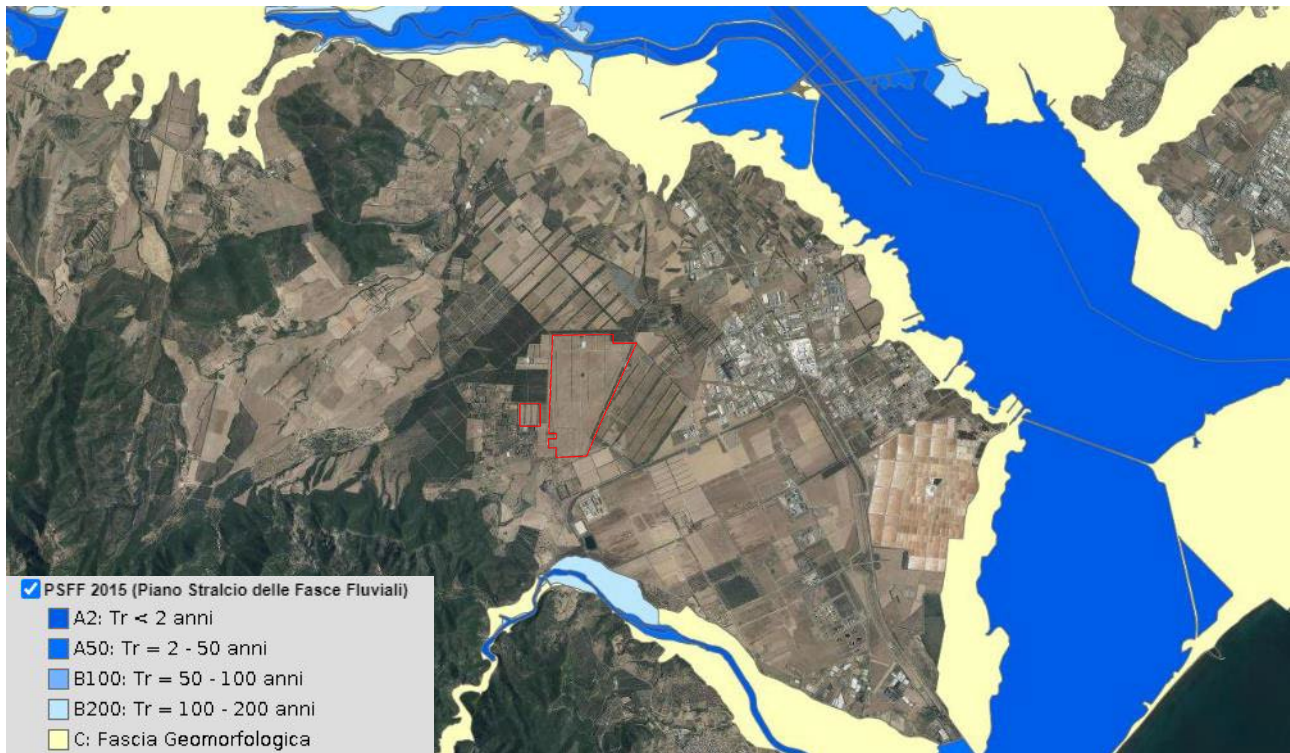
Dalla consultazione della Tavola n. 7_04_FM Inquadramento dell'Atlante Cartografico delle Fasce Fluviali, di cui uno stralcio è riportato nella figura seguente, emerge che il sito individuato per il progetto risulta esterno alle fasce di deflussi individuate in caso di piena:

- **fascia A_2** o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 2 anni, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, individua l'alveo a sponde piene del corso d'acqua, definito solitamente da nette scarpate che lo limitano;
- **fascia A_50** o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 50 anni, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;

- fascia B_100 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 100 anni, individuata in base all'analisi idraulica eseguita, rappresenta le aree interessate da inondazione al verificarsi dell'evento citato; il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici;
- fascia B_200 o fascia di deflusso della piena con tempo di ritorno 200 anni, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata; la delimitazione sulla base dei livelli idrici è stata integrata con le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate alla dinamica fluviale che le ha generate;
- fascia C o area di inondazione per piena catastrofica, tracciata in base a criteri geomorfologici ed idraulici, rappresenta l'involuppo esterno della fascia C geomorfologica (involuppo delle forme fluviali legate alla propagazione delle piene sulla piana alluvionale integrate con la rappresentazione altimetrica del territorio e gli effetti delle opere idrauliche e delle infrastrutture interferenti) e dell'area inondabile per l'evento con tempo di ritorno 500 anni (limite delle aree in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici di piena).



Estratto tavola 7_04_FM Inquadramento_2_1_0 dell'Atlante Cartografico delle Fasce Fluviali con le aree di progetto.



Estratto PSFF_Sardegna Geoportale.

Dalla cartografia sopra riportata è evidente che l'area in progetto non è interessata dalla perimetrazione del PSFF. Le aree di interesse sono state tuttavia oggetto di studio di compatibilità idraulica redatto in applicazione dell'art. 30 ter del PAI. Da tale studio è risultato che gran parte dell'area di intervento non risulta essere interessata da nessun fenomeno di allagamento relativo agli eventi di piena considerati, che sono quelli stabiliti dal PAI (Tr 50, 100, 200 e 500 anni). Risulta inoltre che, tranne una piccola area sita alla confluenza tra le aste analizzate, tutta la portata relativa alla piena dei 50 anni è contenuta all'interno dell'alveo.

Dall'analisi del PSFF, ed a seguito delle valutazioni derivanti dallo studio di compatibilità idraulica, non emergono elementi ostativi alla realizzazione delle opere in progetto.

1.2.1.5 Piano di Gestione del Distretto Idrografico (PdG)

La Direttiva 2000/60/CE (DQA) ha istituito un quadro uniforme a livello comunitario per la protezione delle acque superficiali interne, delle acque di transizione, delle acque costiere e sotterranee.

L'obiettivo fondamentale della Direttiva 2000/60/CE è quello di raggiungere lo stato buono per tutti i corpi idrici entro il 2015 e a tal fine individua nel Piano di Gestione dei bacini idrografici (PdG) lo strumento per la pianificazione, l'attuazione e il monitoraggio delle attività del programma di misure di cui all'art. 11 della Direttiva necessarie per il raggiungimento degli obiettivi ambientali e di sostenibilità nell'uso delle risorse idriche; all'art.13 c. 7 inoltre prevede che, nel rispetto di specifiche procedure di informazione e consultazione pubblica, i piani di gestione e i programmi di misure siano riesaminati e aggiornati entro il 2015 e, successivamente, ogni sei anni.

A marzo 2016 è stato pubblicato il "Riesame e Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna" – 2° ciclo di pianificazione 2016-2021 riportante gli esiti del riesame ed aggiornamento del Piano di Gestione del distretto idrografico della Sardegna (PdG DIS), approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 17 maggio 2013.

La Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (Direttiva) prevede per ogni distretto idrografico l'effettuazione di una prima caratterizzazione dei corpi idrici identificati. Per ciascuna categoria di corpo idrico superficiale (fiumi, laghi, acque di transizione, acque costiere) devono essere identificati i diversi "tipi" e per ciascun tipo

devono essere fissate le condizioni di riferimento. Per le acque sotterranee il processo di caratterizzazione passa attraverso l'individuazione degli acquiferi (delimitati sulla base di limiti geologici e idrogeologici) e quindi dei corpi idrici (delimitati sulla base di limiti idrogeologici, stato di qualità ambientale e analisi di pressioni e impatti).

A seguito della caratterizzazione devono essere elaborati e resi operativi programmi di monitoraggio dei corpi idrici e loro classificazione per lo stato ecologico e chimico (acque superficiali) e per lo stato chimico e quantitativo (acque sotterranee). La classificazione fornisce lo stato qualitativo dei vari corpi idrici consentendo di valutarne il grado di alterazione rispetto agli obiettivi ambientali.

Le attività di tipizzazione e caratterizzazione, monitoraggio e classificazione sono finalizzate ad inquadrare lo stato dei corpi idrici identificati nel Distretto e il quadro delle misure necessarie al perseguimento degli obiettivi di qualità definite in base al grado di alterazione dello stato qualitativo dei corpi idrici.

Secondo quanto previsto dall'art. 30 comma 3 della Legge Regionale n. 19/2006, il territorio regionale è stato ripartito in sette zone idrografiche denominate "Sistemi":

- Sistema 1 – SULCIS, 1.646 km²
- Sistema 2 – TIRSO, 5.372 km²
- Sistema 3 – NORD OCCIDENTALE, 5.402 km²
- Sistema 4 – LISCIA, 2.253 km²
- Sistema 5 – POSADA-CEDRINO, 2.423 km²
- Sistema 6 – SUD ORIENTALE, 1.035 km²
- Sistema 7 – FLUMENDOSA-CAMPIDANO-CIXERRI, 5.960 km²

Il progetto in esame ricade nel Sistema 7 **Flumendosa-Campidano-Cixerri**.

All'interno di ogni sistema le infrastrutture idrauliche esistenti sono state accorpate in diversi "schemi idraulici" in relazione all'uso della risorsa. Si è stabilito di attribuire al medesimo schema idrico tutte le opere idrauliche che, pur se non direttamente interconnesse tra loro, concorrono al soddisfacimento dei fabbisogni idrici del medesimo territorio.

Le aree in progetto rientrano nello schema idraulico 7E "Schema Idraulico Basso Cixerri – Fluminimannu – S. Lucia. Lo schema idraulico Basso Cixerri realizza lo sfruttamento delle risorse dei bacini vallivi del Rio Cixerri e del Fluminimannu, integrate da quelle derivate dalle traverse sul rio Fanaris e sul rio Santa Lucia.

La configurazione delle opere esistenti consente, tramite l'interconnessione con le opere dello schema Campidano, di incrementare l'erogabilità del sistema complessivo e la razionalizzazione del sistema di approvvigionamento delle utenze potabili, industriali ed irrigue dei territori da esso dominati.

La presa ad acqua fluente sul tratto vallivo del rio Monti Nieddu in agro di villa San Pietro contribuisce ad incrementare la risorsa disponibile per le utenze industriali e potabili di Sarroch.

Nella tabella seguente si riporta la classificazione dei corpi idrici fluviali dello Schema idraulico 7E Basso Cixerri – Fluminimannu - S. Lucia, che ricomprende le aree del progetto in esame.

Denominazione			Classificazione da EQ			Classificazione finale
Bacino idrografico	Denominazione	Classe di Rischio	Classificazione EQB 2015	LIMeco 2011-2014	Stato 2011-2014 NP	Stato Ecologico
Flumini Mannu	Flumini Mannu	R	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO
Flumini Mannu	Flumini Mannu	R	N.C.	N.C.		N.C.

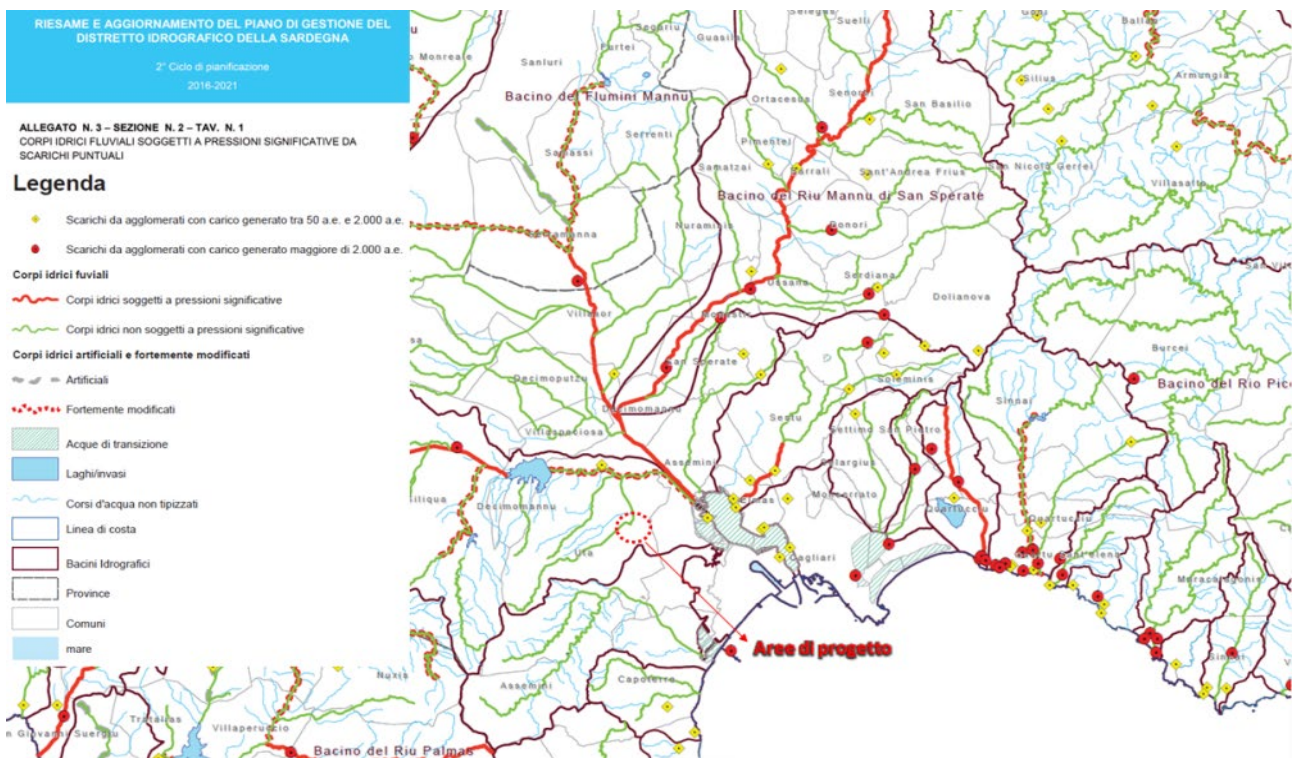
Flumini Mannu	Flumini Mannu	R	N.C.	SUFFICIENTE	BUONO	N.C.
Rio di Santa Lucia	Rio di Santa Lucia	R	BUONO	ELEVATO	BUONO	BUONO
Riu Cixerri	Riu Cixerri	R	SUFFICIENTE	SUFFICIENTE	BUONO	SUFFICIENTE
Riu Cixerri	Riu Cixerri	R	SCARSO	SCARSO	BUONO	SCARSO
Riu Cixerri	Riu Cixerri	R	SUFFICIENTE	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE

Legenda:

- EQ Elementi di qualità
- EQB Elementi di Qualità Biologica
- LIMeco Livello di Inquinamento dai Macrodescriptors per lo stato ecologico
- N.C. Non classificato
- NP Nonilfenolo
- R a Rischio

Classificazione dei corpi idrici fluviali dello Schema idraulico 7E.

Come si evince anche dalla cartografia della Tav. 1 dell'Allegato n. 3 – Sezione n. 2 del Riesame ed Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sardegna – 2° Corso di Pianificazione 2016-2021, le aree di progetto non sono interessate da corpi idrici fluviali soggetti a pressioni significative da carichi puntuali.



Inquadramento delle aree di progetto nella cartografia del PdG – Riesame ed Aggiornamento 2° corso di pianificazione 2016-2021.

Nella tabella seguente si riporta la classificazione dello stato chimico dei corpi idrici fluviali dello Schema idraulico 7E Basso Cixerri – Fluminimannu - S. Lucia, nel quale rientra l'area del progetto in esame. La classificazione dello Stato Chimico deriva dalla verifica del superamento degli Standard di qualità ambientale (SQA) e la verifica è effettuata sulla base del valore medio o massimo (dove previsto) annuale delle concentrazioni di ogni sostanza monitorata secondo le seguenti indicazioni:

- Buono: media dei valori di tutte le sostanze monitorate < SQA-MA (media annua) e massimo dei valori (dove previsto) <SQA-CMA (concentrazione massima ammissibile) nell'anno di monitoraggio
- Non Buono: media di almeno una delle sostanze monitorate > SQA-MA o massimo (dove previsto) >SQA-CMA nell'anno di monitoraggio.

Le sostanze che determinano lo stato "NON BUONO" per i corpi idrici a rischio a causa del superamento della media annuale sono: Cd, Ni, Pb, Hg, Clorpirifos, Triclorometano, 4 nonilfenolo.

Bacino idrografico	Denominazione	Classe di Rischio	Sostanze che superano lo SQA-MA	Stato per SQA-CMA 75° percentile	Stato chimico
Flumini Mannu	Flumini Mannu	R	BUONO	BUONO	BUONO
Flumini Mannu	Flumini Mannu	R	N.C.	N.C.	N.C.
Flumini Mannu	Flumini Mannu	R	BUONO	BUONO	BUONO
Rio di Santa Lucia	Rio di Santa Lucia	R	BUONO	BUONO	BUONO
Riu Cixerri	Riu Cixerri	R	Cd	Cd	NON BUONO
Riu Cixerri	Riu Cixerri	R	BUONO	BUONO	BUONO
Riu Cixerri	Riu Cixerri	R	BUONO	BUONO	BUONO

Legenda:

- SQA Standard di qualità ambientale
 MA Media annua
 N.C. Non classificato
 R a Rischio

Classificazione dello Stato chimico corpi idrici fluviali dello Schema idraulico 7E.

Come si evince dalle tabelle sopra riportate, i corpi idrici dell'area nella quale è prevista la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto non presentano situazioni di criticità.

Il Piano di Gestione del Distretto Idrografico non contiene elementi ostativi alla realizzazione delle opere in progetto.

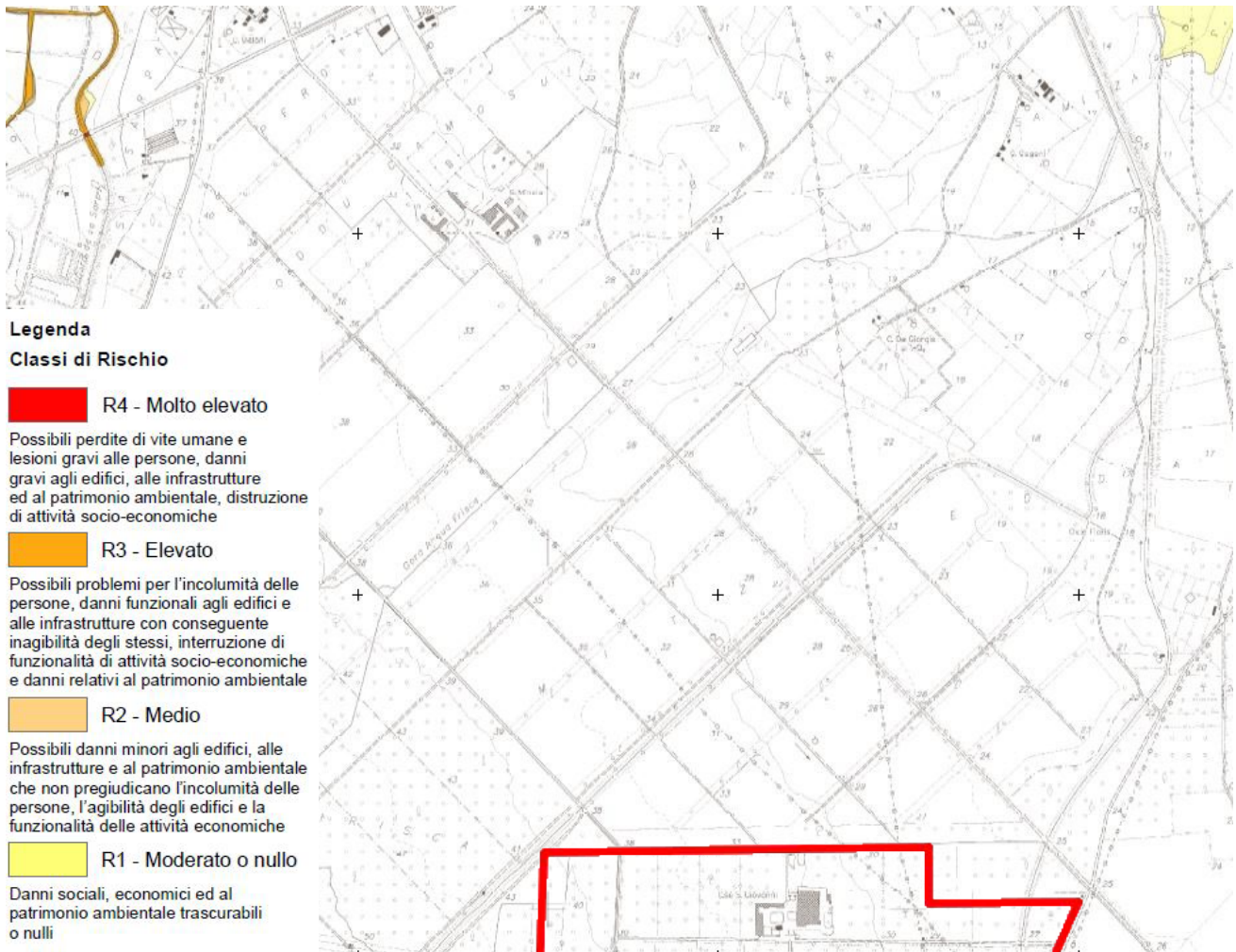
1.2.1.6 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni della Sardegna è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 e con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/10/2016. In recepimento della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e gestione del rischio alluvioni e del relativo decreto di attuazione D.Lgs 23 febbraio 2010 n. 49, il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni individua strumenti operativi e di governance finalizzati a ridurre le conseguenze negative delle alluvioni: azioni di pianificazione della prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi degli eventi alluvionali. Dall'analisi delle tavole allegate al Piano relative alla pericolosità e al rischio di alluvione è emerso che le aree nelle quali sono ubicate le opere in progetto risultano esterne all'area a pericolosità e quindi di rischio, come era già emerso dall'esame della cartografia del P.A.I..

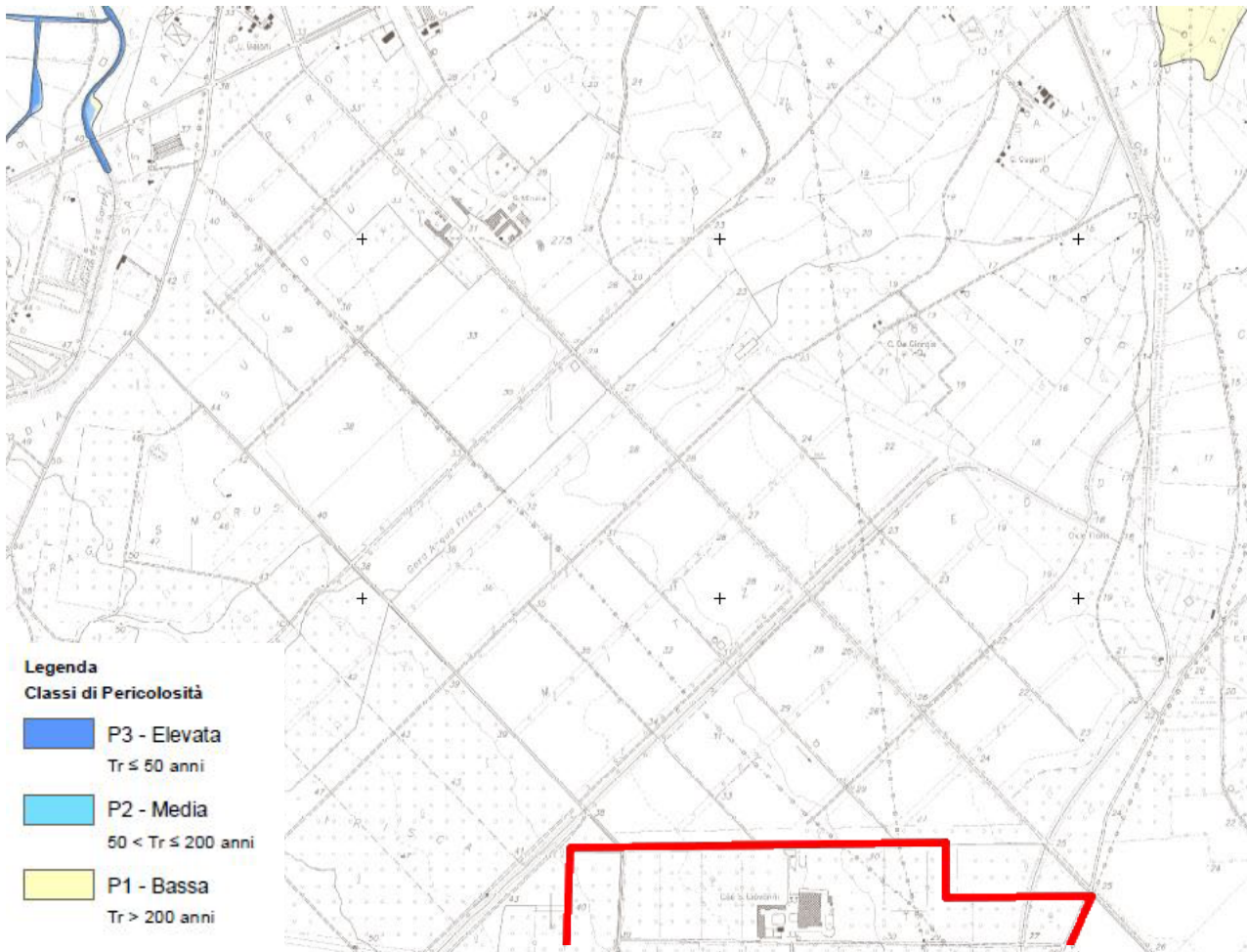
Con le seguenti Deliberazioni del Comitato Istituzionale sono stati effettuati alcuni aggiornamenti agli elaborati del PGRA del 2016:

- Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 17/05/2017, che aggiorna il Repertorio dei canali tombati e approva lo studio degli Scenari di intervento strategico e coordinato per il Rio Budoni;
- Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 11/12/2018 pubblicata sul BURAS n. 1 del 03/01/2019 che approva gli studi per gli Scenari di intervento strategico e coordinato per il Rio Palmas, Rio Mannu di Fluminimaggiore, Fiume Tirso, Fluminimannu di Pabillonis, Rio Mogoro, Fiume Temo, Rio San Giovanni, Riu di San Teodoro, Rio di Siniscola, Riu Foddeddu, Riu Pelau e Riu Cixerri;

- Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 del 05/03/2019 pubblicata sul BURAS n. 13 del 21.03.2019 che approva lo studio per gli Scenari di intervento strategico e coordinato per il Flumini Mannu.

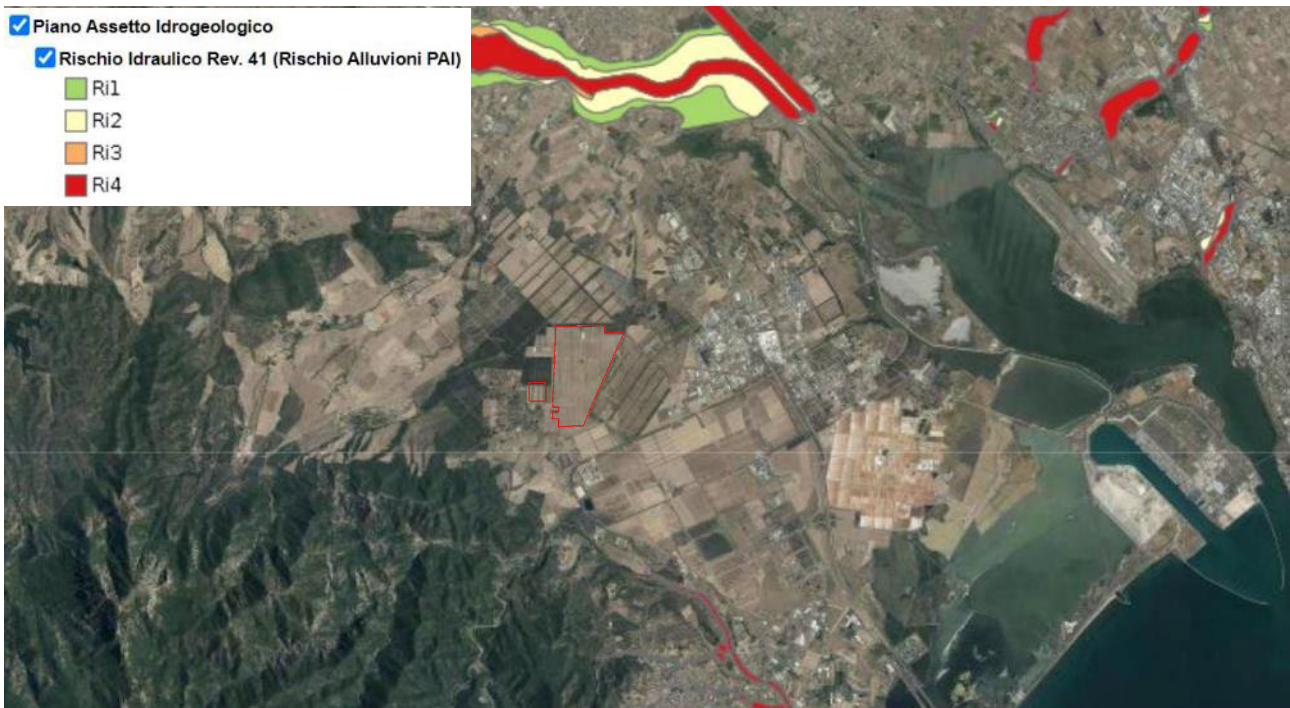


Carta PGRA con aree di progetto – Mappa del rischio da alluvione Ri 0181.



Carta PGRA con aree di progetto – Mappa della pericolosità da alluvione Hi0181.

Dall'analisi delle tavole allegate al Piano relative alla pericolosità e al rischio di alluvione è emerso che le aree nelle quali sono ubicate le opere in progetto risultano esterne all'area a pericolosità e di rischio, come era già emerso dall'esame della cartografia del P.A.I. in quanto rimasto esente dagli effetti degli studi relativi ai vari piani e pertanto soggetto alle azioni di salvaguardia dell'art. 30 ter delle NTA del PAI. A tal proposito è stato redatto apposito studio di compatibilità idraulica al quale si rimanda per gli approfondimenti di settore.



Dall'analisi della documentazione del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni emerge che i territori interessati dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto risultano esterni all'area a pericolosità e quindi di rischio di alluvione, pertanto il PGRA non contiene elementi ostativi alla realizzazione delle opere in progetto.

1.2.1.7 Piano di Tutela delle Acque (PTA)

Il Piano di Tutela delle Acque (PTA) è stato approvato con D.G.R. n. 14/16 del 4 aprile 2006. La finalità fondamentale del Piano di Tutela delle Acque è quella di costituire uno strumento conoscitivo,

programmatico e dinamico attraverso azioni di monitoraggio, programmazione, individuazione di interventi, misure, vincoli, finalizzati alla tutela integrata degli aspetti quantitativi e qualitativi della risorsa idrica. Inoltre contiene i risultati dell'attività conoscitiva, l'individuazione degli obiettivi ambientali e per specifica destinazione, l'elenco dei corpi idrici a specifica destinazione e delle aree richiedenti specifiche misure di prevenzione dall'inquinamento e di risanamento; contiene inoltre le misure di tutela qualitative e quantitative tra loro integrate e coordinate per bacino idrografico ed il programma di attuazione e verifica dell'efficacia degli interventi previsti.

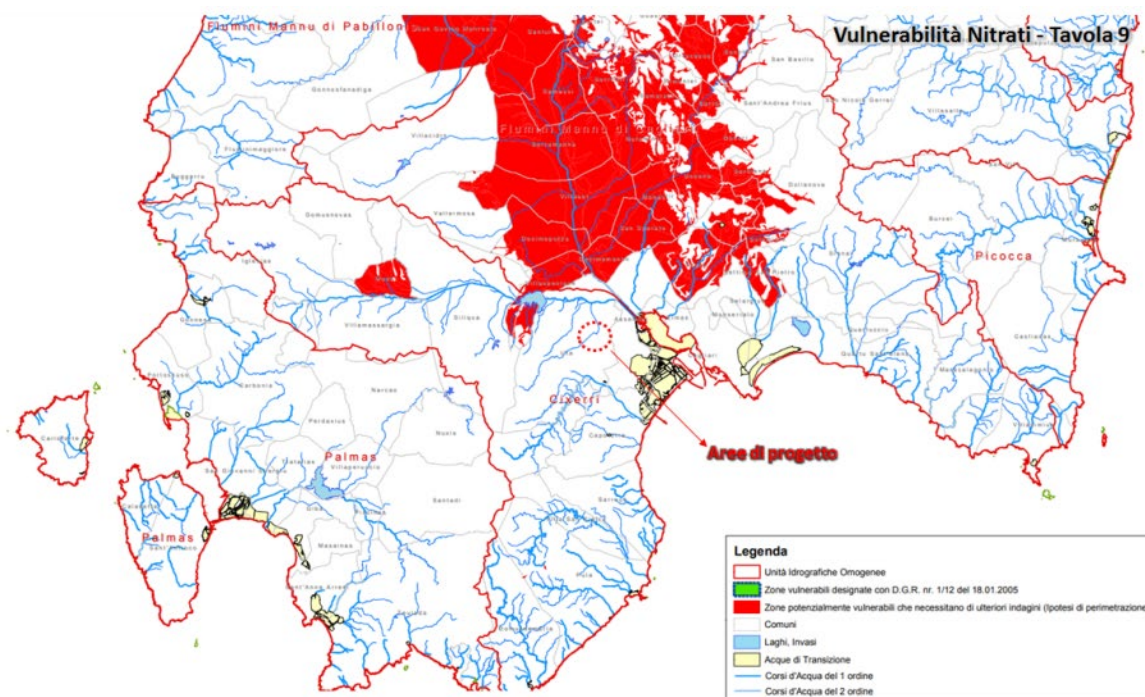
Il Piano suddivide il territorio regionale in Unità Idrografiche Omogenee (UIO) costituite da uno o più bacini idrografici limitrofi. Le aree del progetto in esame risultano ubicate nella U.I.O. denominata "Rio Cixerri" e, come emerge dalla cartografia di Piano, risultano comprese negli Acquiferi Plio Quaternari.

Nell'ambito delle attività propedeutiche alla redazione del Piano di Tutela delle Acque, è stata effettuata una valutazione della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi dove, ai sensi dei criteri dell'Allegato 7/A-I del D.Lgs. 152/99, sono state definite "vulnerabili le zone del territorio che scaricano direttamente o indirettamente composti azotati in acque già inquinate o che potrebbero esserlo in considerazione di tali scarichi".

Dall'esame dei dati analitici dei campionamenti preliminari e del monitoraggio, per quanto riguarda la vulnerabilità da nitrati, sono state distinte quattro tipologie di acquiferi:

- 1) Acquiferi con contaminazione da nitrati rilevante ed estesa territorialmente;
- 2) Acquiferi con contaminazione da nitrati accertata, per i quali deve essere definita l'importanza dell'inquinamento e/o la sua estensione territoriale;
- 3) Acquiferi con presenza significativa di nitrati, per i quali deve essere accertata l'eventuale contaminazione diffusa;
- 4) Acquiferi senza evidenti segnali di compromissione da nitrati.

Dall'analisi della cartografia allegata al PTA emerge che le aree in progetto non sono comprese nelle Zone vulnerabili da nitrati di origine agricola riportate nella Tavola 9, né risultano potenzialmente vulnerabili e quindi soggette ad ulteriori analisi.

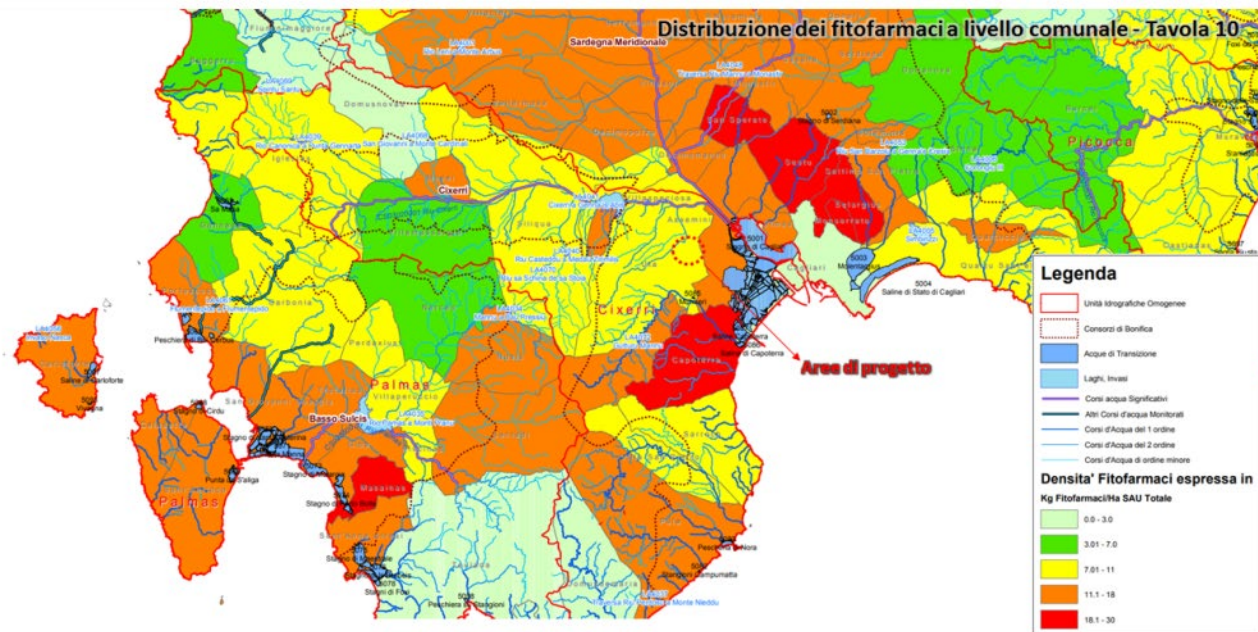


Inquadramento del progetto nella Tav. 9 del PTA – Zone vulnerabili nitrati.

Per quanto riguarda la densità da fitofarmaci rispetto alla Superficie Agricola Utilizzata invece, come emerge dalla Tav. 10, le aree del progetto risultano ubicate in una fascia media (tra 7.01 e 11 Kg fitofarmaci/Ha SAU

totale) e non risultano tra le aree individuate come critiche, che presentano cioè i valori più elevati di densità di carico potenziale da prodotti fitosanitari, le quali sono essenzialmente concentrate nelle seguenti aree:

- nella zona del Campidano e di Arborea, con densità che arrivano fino a 30 kg/ha SAU anno;
- nella zona del basso cagliaritano, in corrispondenza dei comuni di Masainas, Capoterra, Nuxis, Santadi e Pula con valori attestati tra 11 e 18 kg/ha SAU anno;
- nella zona del sassarese, in corrispondenza dei comuni di Alghero e Putifigari con valori compresi tra 11 e 18 kg/ha SAU anno.



Inquadramento del progetto nella Tav. 10 del PTA – Zone vulnerabili fitofarmaci.

Il Piano di Tutela delle Acque non contiene elementi ostativi alla realizzazione delle opere in progetto.

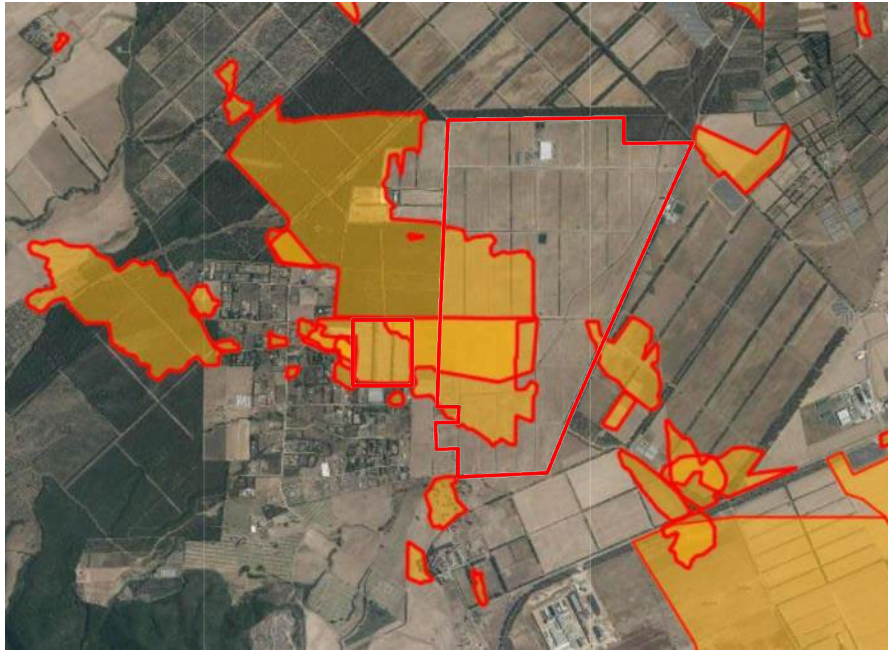
1.2.1.8 Aree percorse da incendio (D.G.R. 23.10.2001 n. 36/46 – artt. 3 e 10 L. 353/2000)

La Legge 21/11/2000 n. 353, "Legge-quadro in materia di incendi boschivi", che contiene divieti e prescrizioni derivanti dal verificarsi di incendi boschivi, prevede l'obbligo per i Comuni di censire le aree percorse da incendi, avvalendosi anche dei rilievi effettuati dal Corpo Forestale dello Stato, al fine di applicare i vincoli che limitano l'uso del suolo solo per quelle aree che sono individuate come boscate o destinate a pascolo.

La norma prevede per i soprassuoli con tale destinazione:

- la conservazione degli usi preesistenti l'evento per 15 anni;
- il divieto di pascolo per 10 anni;
- il divieto dell'attuazione di attività di rimboscimento o di ingegneria ambientale con fondi pubblici per 5 anni.

Come emerge dalle figure seguenti, alcune delle aree di progetto ricadono all'interno di zone interessate da eventi incendiari accaduti negli anni 2009, 2017 e 2019.



Localizzazione del progetto nelle aree interessate da eventi incendiari anni 2014-2017.

In dettaglio queste aree, non interessano né boschi né pascoli e pertanto le suddette norme non si applicano alle opere in progetto.

1.2.1.9 Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR)

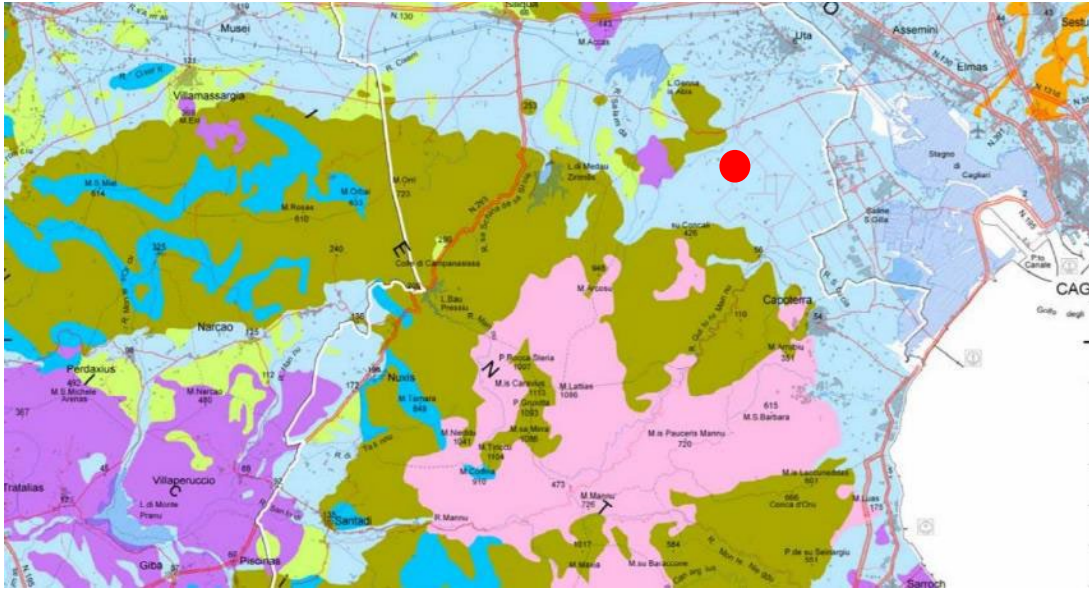
Approvato con Delibera n. 53/9 del 27/12/2007, il Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR) ha come obiettivi generali la salvaguardia dell'ambiente relativamente alla conservazione, incremento e valorizzazione del patrimonio forestale, alla tutela della biodiversità, al rafforzamento delle economie locali ed al miglioramento degli strumenti conoscitivi attraverso attività di ricerca ed educazione ambientale.

Il PFAR ha previsto la compartimentazione della regione in 25 distretti territoriali intesi come porzioni di territorio entro i quali è riconosciuta una omogeneità di elementi fisico-strutturali, vegetazionali, naturalistici e storico culturali. Il 58% del territorio comunale di Assemini ricade nel distretto 20 Campidano; la superficie restante così come la totalità del territorio comunale di Uta ricadono nel distretto 25 Monti del Sulcis.

Il distretto 20 si estende in forma allungata in direzione SE-NO all'interno della fossa campidanese, racchiudendo al suo interno il basso ed il medio campidano; il distretto 25 comprende al suo interno il complesso montuoso del Sulcis ed ha un esteso sviluppo costiero che dal promontorio di Porto Pino a Ovest si chiude ad Est presso lo Stagno di Santa Gilla.

DISTRETTO 25 MONTI DI CAPOTERRA

1 paesaggi su calcari e dolomie	6 paesaggi su calcari organogeni e calcareniti
2 paesaggi su metamorfici	7 paesaggi su marna e calcari marnosi
3 paesaggi su rocce intrusive	8 paesaggi su alluvioni antiche
4 paesaggi su rocce effusive acide	9 pianure aperte, costiere e di fondovalle
5 paesaggi su rocce effusive basiche	

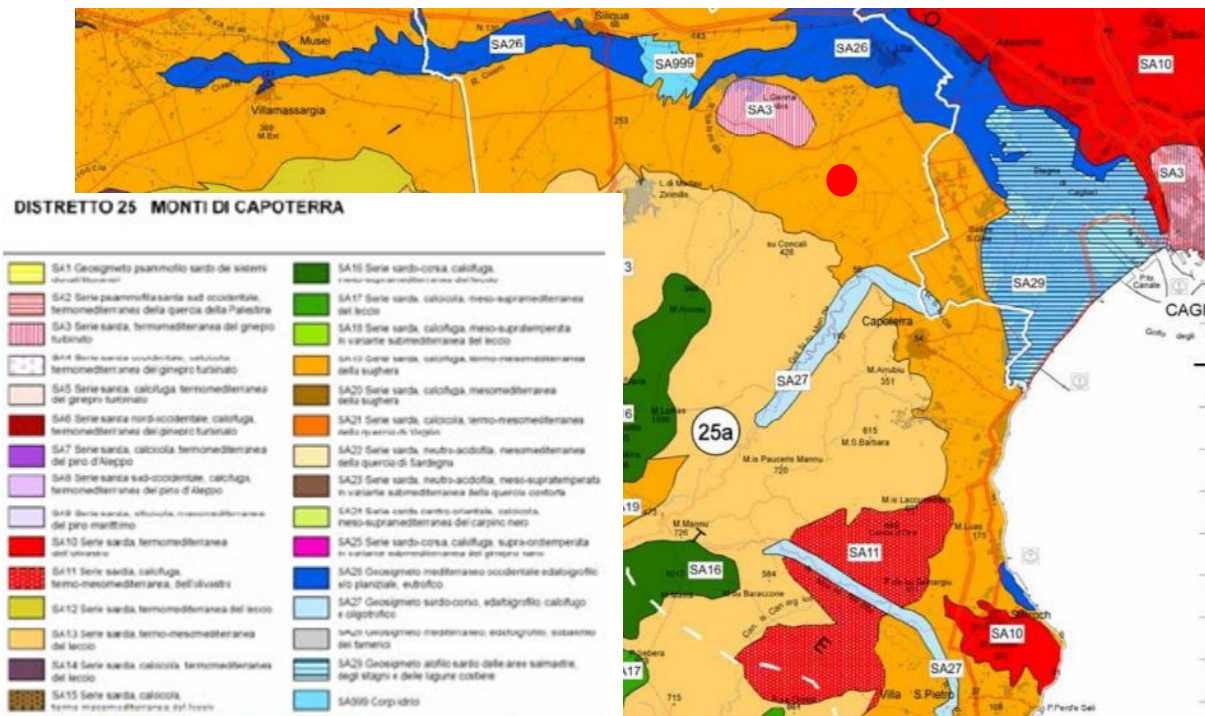


Estratto area di progetto su Tav. 2 Carta delle Unità di Paesaggio – PFR Distretto 25 Monti del Sulcis.

Il territorio interessato dall'impianto agro - fotovoltaico in esame risulta classificato nella carta dei sistemi del paesaggio come "pianure aperte, costiere e di fondovalle".

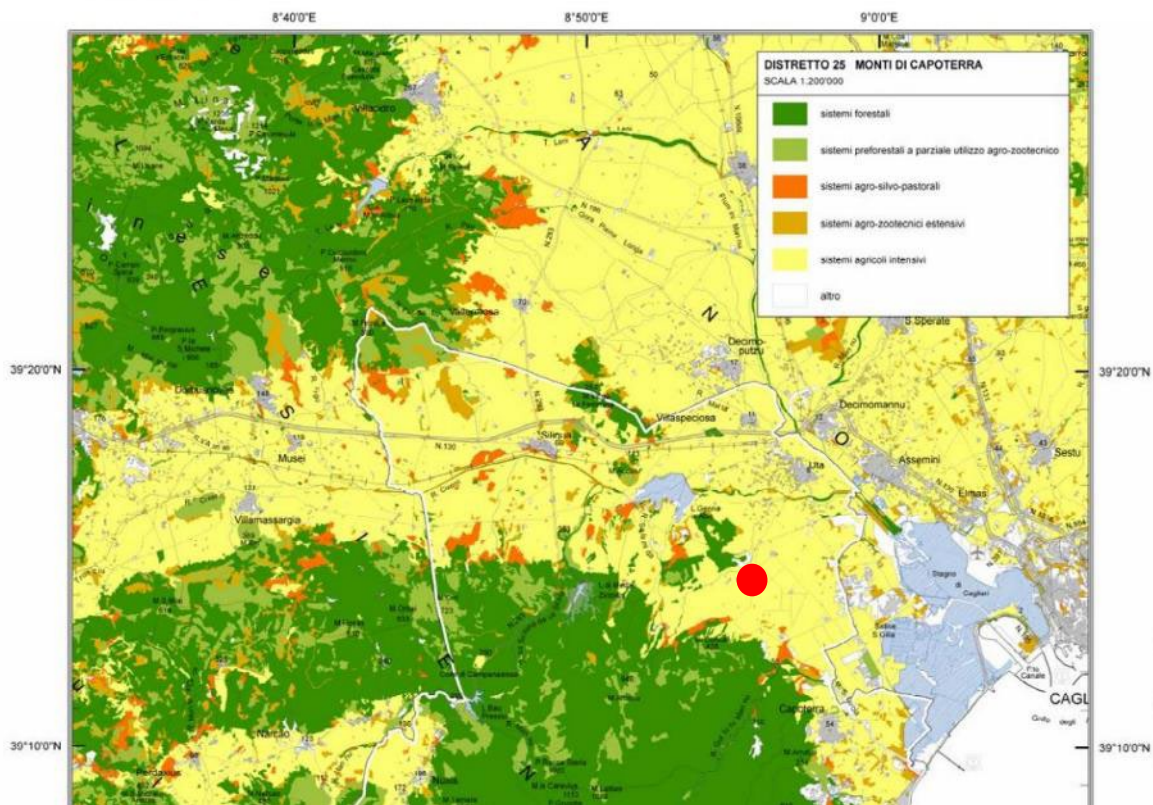
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
PIANO FORESTALE AMBIENTALE REGIONALE

Tav. 3 CARTA DELLE SERIE DI VEGETAZIONE



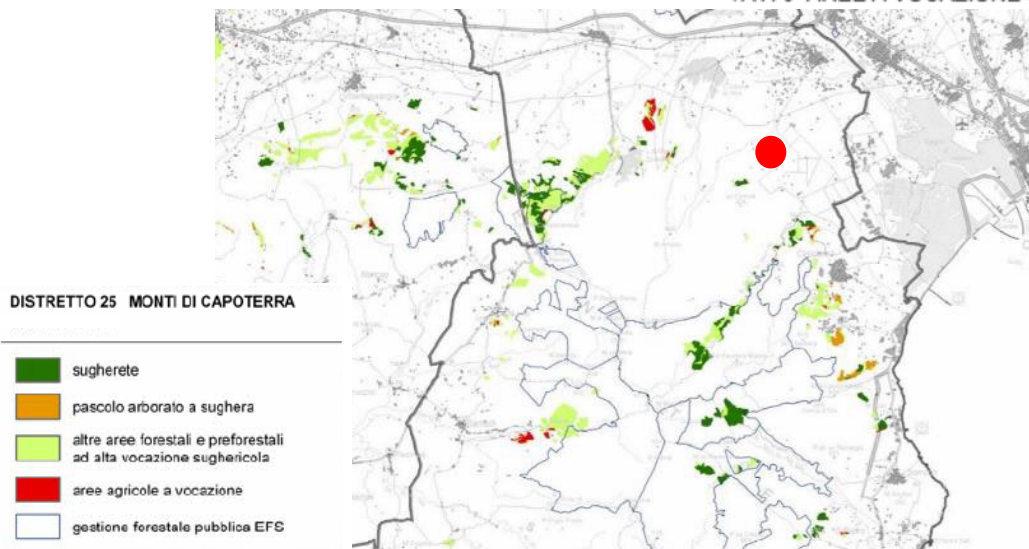
Estratto Tav. 3 Carta delle Serie di Vegetazione – PFR Distretto 25 Monti del Sulcis.

Nella Carta delle serie di vegetazione il progetto risulta ubicato nella "Serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della Sughera". Una descrizione di dettaglio relativa alla vegetazione potenziale dell'area in esame viene fornita al paragrafo relativo al quadro ambientale del presente Studio di Impatto Ambientale.



Relativamente alle classi di uso del suolo, come si evince dall'estratto della Tavola 4 del PFAR – Distretto 25, l'area di progetto risulta interessata da "Sistemi agricoli intensivi", che comprendono le classi dei seminativi, delle colture arboree permanenti e gli impianti di arboricoltura localizzati in contesti agricoli, classificabili come sistemi arborei fuori foresta.

L'area del progetto in esame, limitrofa al Polo Industriale di Macchiareddu, è interessata da attività agricole, pascolo ed aree incolte in un contesto di tipo industriale, come evidente dalle foto riportate al capitolo 9 del presente elaborato.



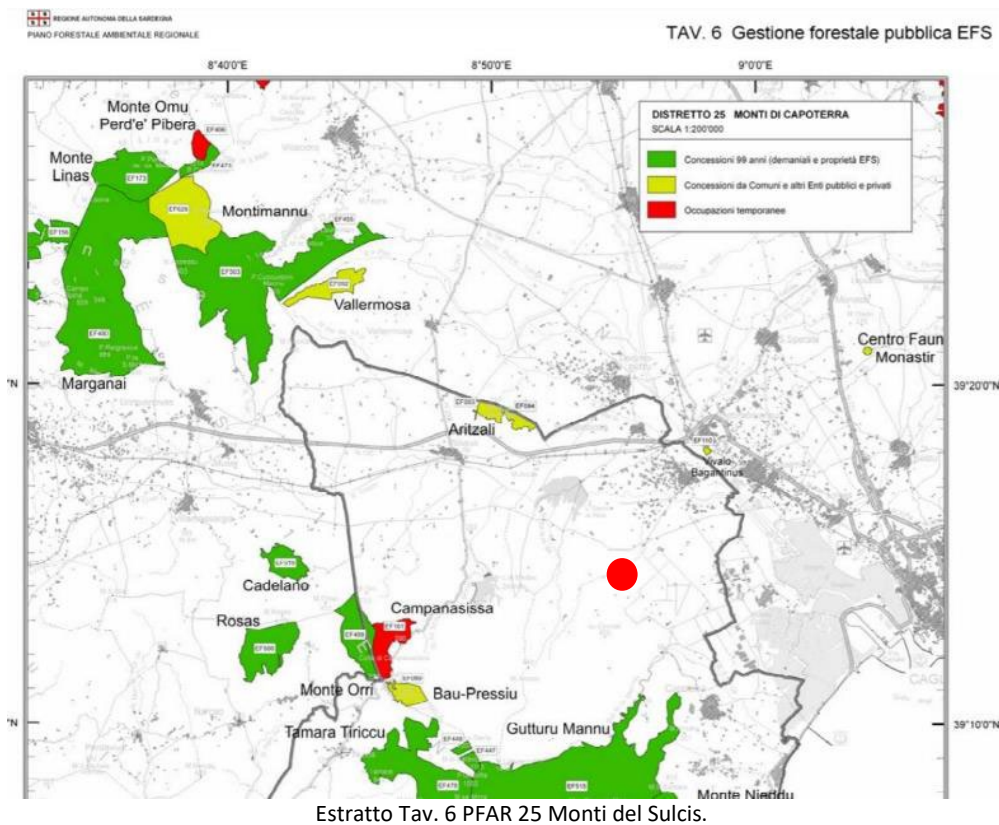
Nella Tavola 9 del PFAR relativa alle aree a vocazione sughericola risulta che le aree in progetto in realtà non ne sono interessate. I territori a gestione forestale pubblica EFS sono di proprietà regionale e comprendono le foreste di Pixinamanna, Is Cannoneris, Monte Nieddu, Gutturu Mannu, Pantaleo e Tamara Tiriccu che costituiscono un corpo unico non interrotto da insediamenti o infrastrutture di rilievo.

Come si evince dalla tabella seguente, il territorio comunale di Uta non è ricompreso tra quelli a gestione forestale pubblica EFS, come evidenziato anche nella Tav. 5 Aree istituite di tutela naturalistica del PFAR.

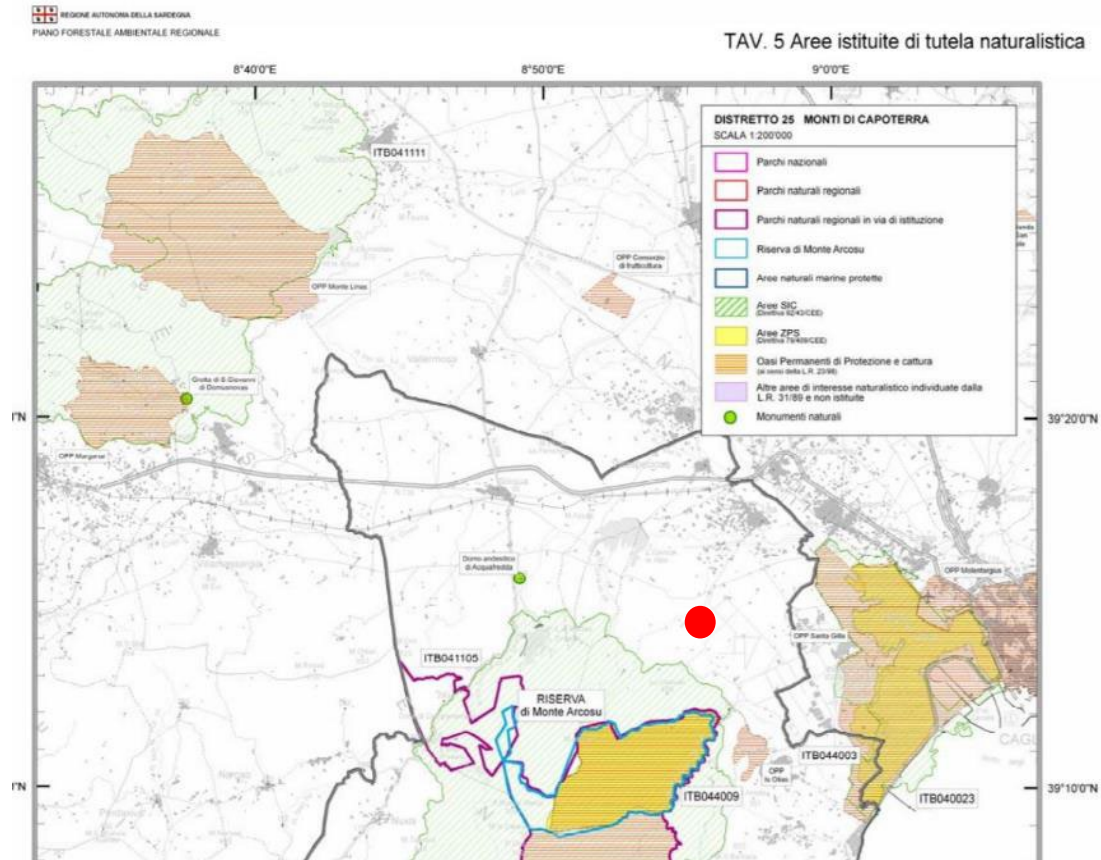
cod.	denominazione	titolo gest.	comuni	sup. tot [ha]	sup. in distretto [ha]
EF040	Monte Maria	Concessione30	Domus De Maria	73	73
EF089	Bau - Pressiu	Concessione30	Siliqua	175	175
EF093	Aritzali	Concessione30	Siliqua	114	113
EF094	Aritzali	Concessione30	Siliqua	97	93
EF161	Campanasissa	Occupazione	Siliqua	379	379
EF447	Tamara Tiriccu	Concessione99	Nuxis	67	67
EF448	Tamara Tiriccu	Concessione99	Nuxis	43	43
EF453	Pixinamanna	Concessione99	Pula - Villa San Pietro - Sarroch	4'726	4'726
EF454	Pantaleo	Concessione99	Santadi	4'319	4'319
EF478	Tamara Tiriccu	Concessione99	Nuxis	1'396	1'396
EF486	Monte Maria	Concessione99	Domus De Maria	200	200
EF489	Monte Nieddu	Concessione99	Sarroch - Villa San Pietro	2'291	2'291
EF490	Is Cannoneris	Concessione99	Pula - Domus De Maria	4'684	4'684
EF515	Gutturu Mannu	Concessione99	Assemini - Capoterra	4'766	4'766

Aree a Gestione Forestale Pubblica.

La foresta di Gutturu Mannu (cod. EF515) interessa in parte anche il Comune di Assemini; come si evince dalla cartografia seguente però appare evidente che le aree interessate dal progetto non interferiscono in alcun modo con tale foresta, ubicata a oltre 5,5 km di distanza.



Estratto Tav. 6 PFAR 25 Monti del Sulcis.



Gli istituti di tutela naturalistica previsti dalle iniziative di protezione ambientale comprendono:

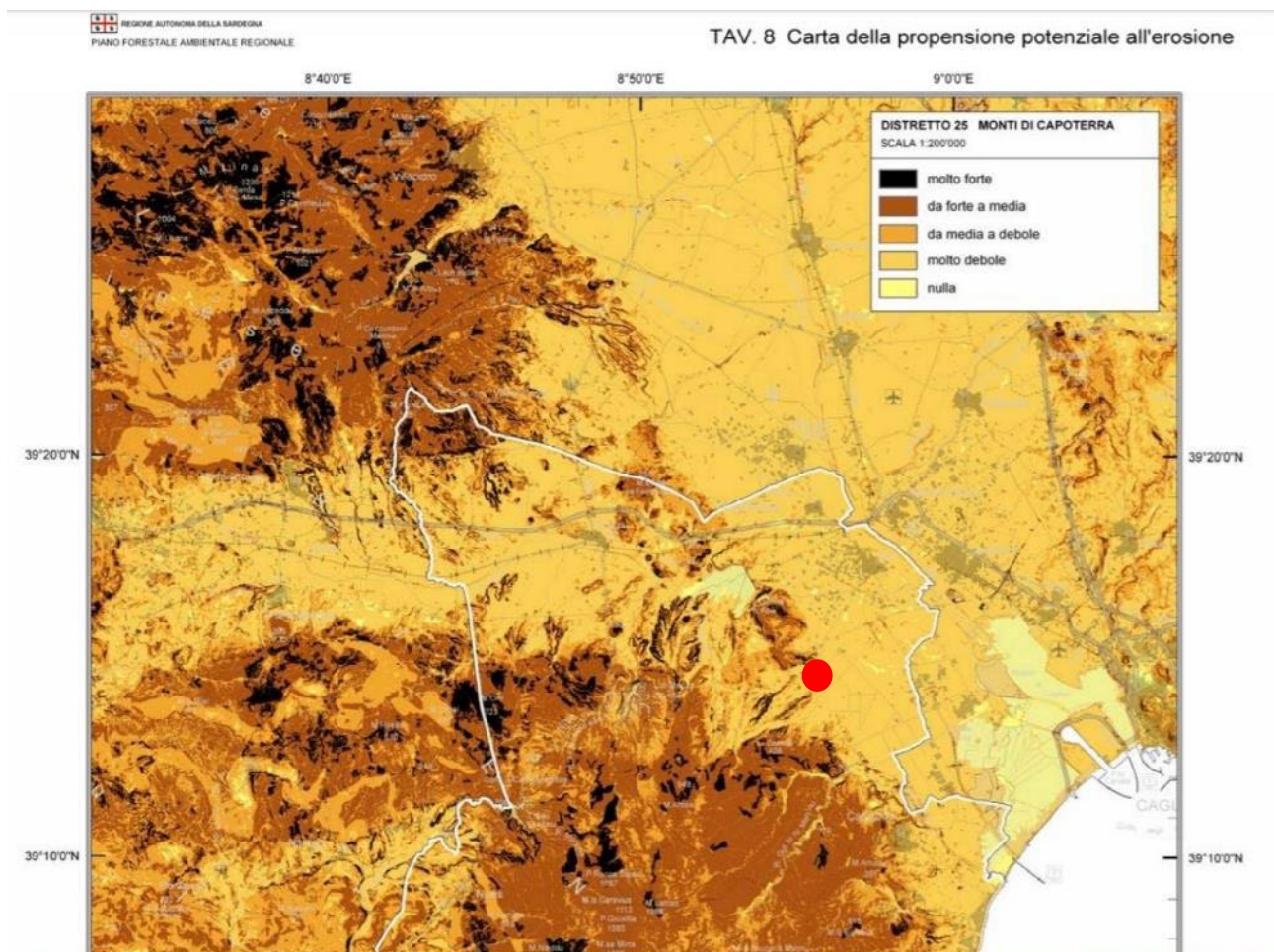
- i Parchi Nazionali;
- i Parchi Regionali;
- le Aree Marine Protette;
- i Monumenti Naturali Istituiti;
- le aree della Rete Natura 2000 (SIC, ZPS);
- le Oasi di Protezione Permanente e cattura OPP (L.R. 23/98);
- altre aree regionali protette.

Gli istituti di tutela naturalistica ricompresi anche solo parzialmente nel Distretto 25 sono i seguenti:

- Riserva di Monte Arcosu, gestito dall'Associazione di protezione ambientale WWF Italia
- Tra i SIC (Direttiva 92/43/CEE "habitat"):
 - ITB040024 Isola Rossa e Capo Teulada
 - ITB040025 Promontorio, Dune e Zona Umida di Porto Pino
 - ITB041105 Foresta di Monte Arcosu
 - ITB042207 Canale di Longuvresu
 - ITB042216 Sa Tanca e Sa Mura – Foxi Durci
 - ITB042218 Stagno di Piscinni
 - ITB042230 Porto Campana
 - ITB040023 Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla
 - ITB042231 Tra Forte Village e per la Marina
- Tra le ZPS (Direttiva 79/409/CEE "uccelli"):
 - ITB044003 Stagno di Cagliari

- ITB044009 Foresta di Monte Arcosu
- Tra le Oasi Permanenti di Protezione e Cattura (L.R. 23/98):
 - Is Olias
 - Piscina Manna – Is Cannoneris
 - Gutturu Mannu – Monte Arcosu
 - Pantaleo
 - Santa Gilla
 - Santa Margherita
- Parco naturale regionale delle Foreste di Gutturu Mannu (DDL approvato con DGR 54/21 del 21/11/2005) – istituito con Legge Regionale 24 ottobre 2014, n. 20.

Come si evince dall'estratto della Tavola 5 del PFAR, le aree in progetto non interferiscono con nessuno degli istituti di tutela sopra elencati.



Estratto Tav. 8 Carta della propensione potenziale all'erosione – PFAR Distretto 25 Monti del Sulcis.

Nella Carta della Propensione potenziale all'erosione, il cui indice risulta calcolato su un'indagine basata su fattori di pendenza, litologia, copertura ed uso del suolo e aggressività climatica, le aree di progetto risultano ubicate in zona con propensione molto debole o nulla, come si evince dalla figura sopra riportata.

Dall'analisi della cartografia del PFAR emerge che gli interventi in progetto non sono in contrasto con gli indirizzi del Piano Forestale Ambientale Regionale.

1.2.2 PIANIFICAZIONE PROVINCIALE

1.2.2.1 Il Piano Urbanistico Provinciale (PUP/PTC)

Il Piano Urbanistico Provinciale di Cagliari, predisposto ai sensi dell'art. 16 della L.R. 45/1989 ("Norme per l'uso e la tutela del territorio" e successive modifiche e integrazioni), ha valore di Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PUP/PTC), ai sensi dell'art. 15 della L. 142/1990, ed è stato approvato dalla Giunta Provinciale con Deliberazione C.P. n. 133 del 19/12/2002. È vigente dal 19/02/2004, data della sua pubblicazione sul BURAS.

Le Norme di Attuazione del Piano Paesaggistico regionale (PPR), approvato con Deliberazione G.R. n. 36/7 del 05/09/2006, impongono ai Comuni e alle Province di adeguare i propri strumenti di pianificazione alla normativa paesaggistica introdotta dal PPR, e uno dei temi principali che la pianificazione regionale ha affidato alle province riguarda proprio gli insediamenti industriali e il tessuto produttivo. L'art.106 comma 1 punti 9 e 10 delle NTA del PPR, affida all'Ente provinciale i compiti specifici di *"coordinare le iniziative comunali finalizzate alla localizzazione dei distretti produttivi"* e *"individuare gli ambiti per la pianificazione dei nuovi insediamenti industriali..."*.

Con Deliberazione C.P. n. 37 del 12/04/2010 è stata adottata la Variante al PUP in adeguamento al PPR relativa all'ambito omogeneo costiero e successivamente è stata approvata con Deliberazione C.P. n. 44 del 27.06.2011 e inviata al Comitato Tecnico Regionale dell'Urbanistica (CTRU) per la verifica di coerenza e l'approvazione definitiva.

Il PUP/PTC rappresenta il quadro di riferimento per l'elaborazione ed il coordinamento della pianificazione comunale; il piano assume una serie di direttrici di politica territoriale che servono come indirizzo ed orientamento delle pratiche progettuali, dei processi di pianificazione e di gestione del territorio - nel rispetto della pianificazione regionale - individuando specifiche normative di coordinamento con riferimento ad ambiti territoriali omogenei:

- per l'uso del territorio agricolo e costiero;
- per la salvaguardia attiva dei beni ambientali e culturali;
- per l'individuazione e la regolamentazione dell'uso delle zone destinate ad attività produttive industriali, artigianali e commerciali di interesse sovracomunale;
- per le attività ed i servizi che per norma regionale necessitano di coordinamento sovracomunale;
- per la viabilità di interesse provinciale;
- per le procedure relative alla determinazione della compatibilità ambientale dei progetti che prevedono trasformazioni del territorio.

Il Piano Urbanistico Provinciale si articola sostanzialmente nell'individuazione dei seguenti 4 fasi:

- analisi dello stato di fatto o "conoscenza di sfondo", ovvero formazione della base conoscitiva del piano attraverso la raccolta di tutti i dati necessari suddivisi per settori di studio definiti "geografie", che descrivono le forme e i processi del territorio provinciale;
- ecologie, definita come "una porzione del territorio che individua un sistema complesso di relazioni tra processi ambientali, insediativi, agrario-forestali e del patrimonio culturale. I processi vengono definiti all'interno delle componenti elementari che formano l'ecologia stessa";
- "sistemi di organizzazione dello spazio", che rappresentano delle linee guida per la gestione dei servizi pubblici quali sistemi di mobilità pubblica, infrastrutture ecc.;
- "campi del progetto ambientale", ovvero aree rilevanti per il progetto del territorio e loro caratteristiche principali.

L'art. 25 della Normativa del Piano è relativo al Campo dell'Approvvigionamento di Energia da Fonti Integrative (rinnovabili); viene fornito un inquadramento generale circa le diverse forme di produzione di energie alternative e si prende atto del fatto che *"per limitare le emissioni inquinanti nell'atmosfera è dunque indispensabile ridurre l'uso dei combustibili fossili ed individuare fonti energetiche diverse e con più basso impatto ambientale"*.

In merito agli impianti fotovoltaici, viene riconosciuto che offrono grandi vantaggi ambientali in quanto non producono emissioni chimiche, termiche o acustiche, che sono affidabili, a bassa manutenzione e che possono essere usati per diverse applicazioni sia nel settore residenziale che in quello industriale.

La realizzazione del progetto dell'impianto fotovoltaico in esame risulta conforme agli obiettivi del P.U.P./P.T.C. della Provincia di Cagliari di ridurre l'uso di combustibili ed individuare fonti energetiche con più basso impatto ambientale.

1.2.2.2 Il Piano Regolatore Territoriale dell'Area di Sviluppo Industriale di Cagliari (CASIC)

Il Comune di Uta rientra nell'area di Sviluppo Industriale di Cagliari, istituita con Decreto del Presidente della Repubblica n. 1410 del 04/11/1961, ai sensi dell'art. 21 della legge 29/07/1957 n. 634, con la denominazione CASIC (oggi CACIP). Nel 1991, per effetto della legge 5 ottobre 1991 n. 317 si trasforma in ente pubblico economico. Nel novembre 2008 il CASIC evolve nel Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari, istituito con la legge regionale 25 luglio 2008 n. 10.

Sin dalle sue origini il Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari ha svolto una funzione di supporto allo sviluppo economico e produttivo del sistema industriale dell'area metropolitana di Cagliari, attraverso la gestione dell'Area Industriale di Cagliari. Questa si articola su tre zone di agglomerazione: Elmas, Macchiareddu e Sarroch, per un totale di 9.244 ettari, riconosciuti e attrezzati in base al Piano Regolatore Territoriale della stessa area.

Il Piano Regolatore dell'Area di sviluppo industriale di Cagliari interessa 25 comuni: Cagliari, Assemini, Capoterra, Decimomannu, Decimoputzu, Dolianova, Elmas, Maracalagonis, Monastir, Monserrato, Nuraminis, Quartu Sant'Elena, Quartucciu, San Sperate, Sarroch, Selargius, Serdiana, Serramanna, Sestu, Settimo San Pietro, Sinnai, Ussana, Uta, Villasor, Villaspeciosa.

In virtù dell'articolo 146, sesto comma, del T.U. 30 giugno 1967, n. 1523, sostituito dall'articolo 51 del TU. 6 marzo 1978, n. 218, il Piano Regolatore dell'Area di sviluppo industriale produce gli stessi effetti giuridici del piano territoriale di coordinamento di cui alla legge 17 agosto 1942, n. 1150. I Comuni sopraelencati devono uniformare al Piano Regolatore dell'Area i rispettivi strumenti urbanistici generali, nonché gli eventuali piani regolatori intercomunali, secondo quanto prescritto nell'articolo 6 della legge 17 agosto 1942, n. 1150.

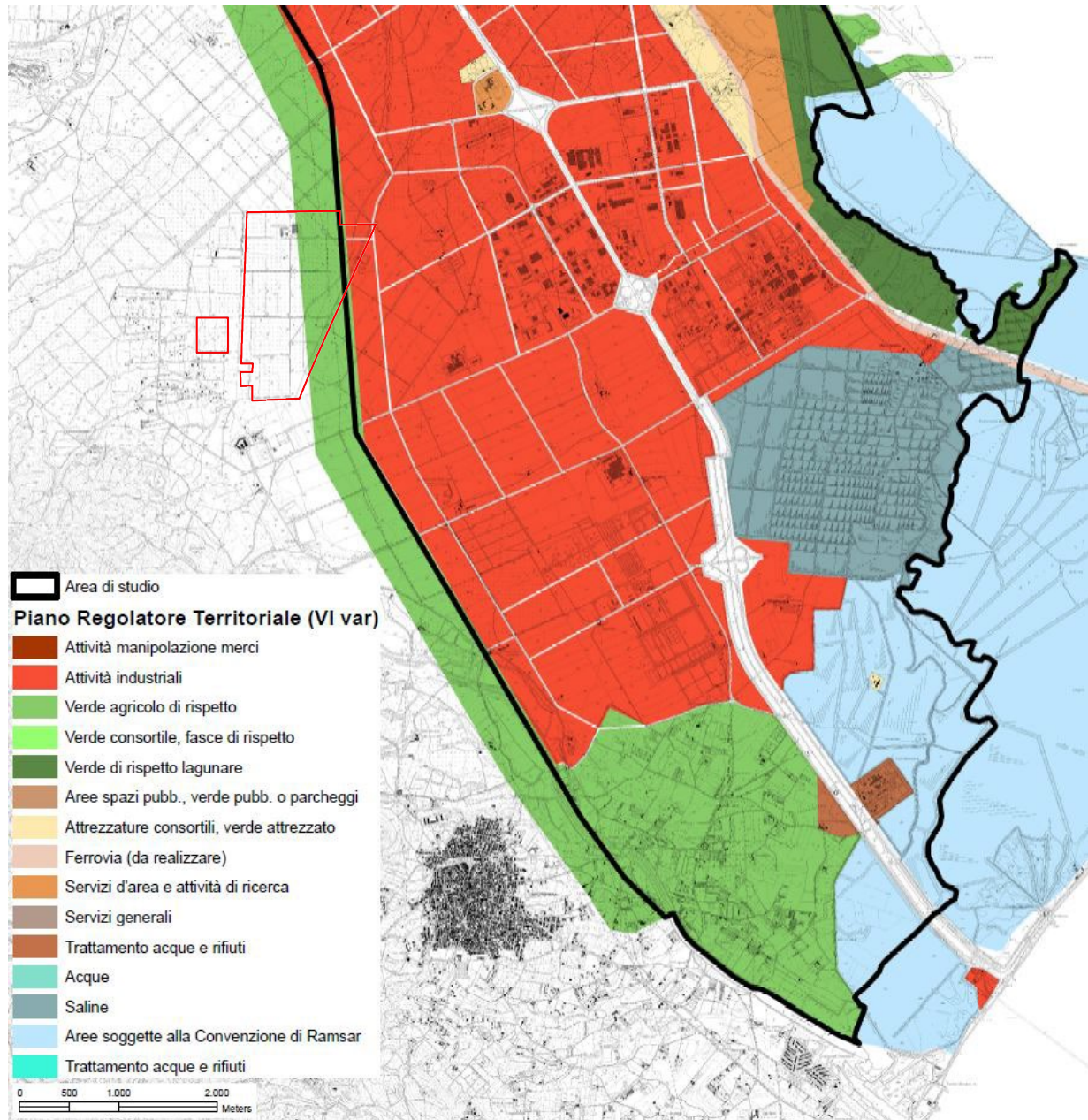
In particolare, i Comuni del Comprensorio devono recepire le destinazioni a zona "Agricola" e a "Verde agricolo speciale di rispetto" previste dal Piano Regolatore dell'Area, ambedue con i limiti derivanti all'edificazione dall'applicazione del Decreto dell'Assessore regionale degli Enti Locali, Finanze ed Urbanistica del 20.12.1983, n. 2266IU, ai sensi dell'articolo 17, ultimo comma, della legge 6.8.1967, n. 765, e dell'articolo 5, commi 3 e 4, della legge regionale 22.12.1989, n. 45.

Come si evince dalla figura seguente, le aree del progetto sono per la maggior parte localizzate nelle aree destinate a "verde agricolo di rispetto" per le quali l'art. 14 delle NTA della 6° Variante al P.R.T. definitivo del CASIC, stabiliscono che in dette aree "sono consentiti gli insediamenti edilizi per le necessità di conduzione e di sviluppo delle aziende agricole, nel rispetto delle disposizioni contenute nel Decreto dell'Assessore regionale degli Enti Locali, Finanze ed Urbanistica del 20 dicembre 1983 n.2266/U e del DPGR 3 agosto 1994 n.228.

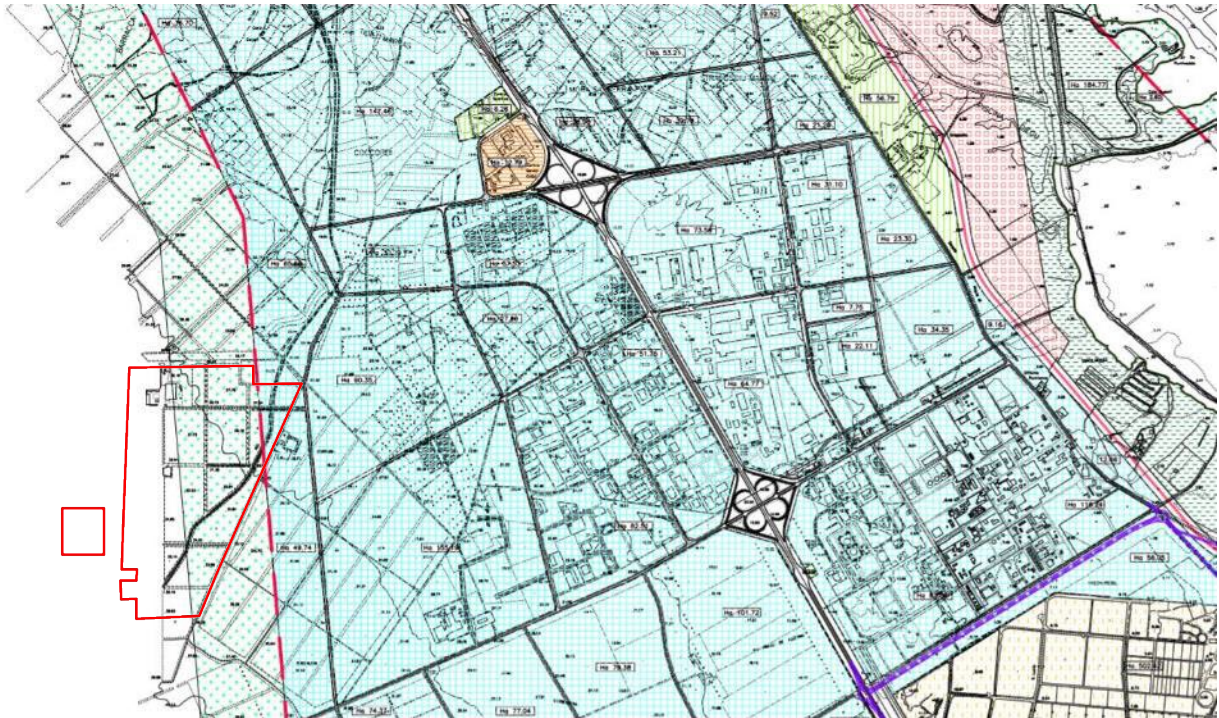
L'area di progetto ricade in minima parte anche in aree classificate ad "attività industriali", per le quali si riportano le prescrizioni principali indicate nell'art. 11 bis 6 delle NTA:

- destinazione d'uso principale: Industriale;
- indice di copertura: 40%
- indice di sfruttamento: 0,6 m²/m²;
- distacco dai confini nei lotti con sup. superiore ai 10.000 m²: 12 metri;
- distacco dalle strade nei lotti con sup. superiore ai 10.000 m²: 15 metri.

Il Piano indica che la concessione ad edificare gli impianti industriali e di servizio è rilasciata dalle competenti amministrazioni comunali solo dopo l'approvazione del relativo progetto da parte del Consorzio.



Stralcio aree in progetto su Tav. 6 del Piano Regolatore Territoriale (VI var.) del CACIP.



Stralcio aree in progetto su Tav. 2 del Piano Regolatore Territoriale (VI var.) del CACIP Area Macchiareddu Nord.

Per quanto riguarda la dimostrazione della sussistenza dei requisiti relativi alla superficie di utilizzo (massimo 40% della superficie totale dell'intero comparto industriale), i calcoli sono stati effettuati considerando la dimensione complessiva del progetto di 1.795.380 mq (1.552.443 mq lotto A + 242.937 mq lotto B), come da visure catastali dei lotti oggetto di compravendita allegate.

Come si evince dalla Planimetria di progetto generale, la superficie coperta è data dalla somma della proiezione al suolo dei moduli fotovoltaici nella posizione di dimensioni massime (orizzontale) e dalla superficie delle varie cabine ed eventuali stazioni di accumulo, per un totale di 531.090 mq, che corrisponde ad una superficie coperta pari al 29,58% (< 40%) della superficie a disposizione.

Inoltre le NTA relative alla 6° variante al Piano Regolatore Territoriale Definitivo del CASIC, al titolo II elenca le norme specifiche di zona; all'art. 11 sono descritti i vincoli relativi ai distacchi dell'intervento dai confini. Si rimanda agli elaborati grafici di progetto per tutte le verifiche in merito.

Per consentire lo sfruttamento massimo della superficie in rapporto alla potenza installata, e di conseguenza ridurre l'occupazione del suolo per unità di potenza, il progetto prevede l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili sul mercato in termini di efficienza dei moduli fotovoltaici aventi ciascuno una potenza di picco di circa 555 Wp.

Gli standard urbanistici imposti dal CACIP risultano pertanto soddisfatti.

1.2.2.3 Il Piano Strategico Comunale della città di Cagliari

L'Amministrazione comunale, con deliberazione n. 57 del 29 Settembre 2009 ha approvato il Piano Strategico Comunale della Città di Cagliari, composto dai seguenti documenti:

- un primo rapporto, denominato "Verso il Piano. Temi rilevanti e assi strategici", che riassume i principali risultati della Prima Conferenza Strategica della Città di Cagliari, nel corso del quale sono stati condivisi i temi chiave del Piano Strategico, articolati in cinque assi strategici sui quali si è deciso di costruire la visione della città del futuro;
- un secondo rapporto, denominato "Piano Strategico. Il contributo degli attori locali", che ha come principale finalità la presentazione del "punto di vista" della città e dei suoi principali attori sul futuro desiderabile per il territorio cagliaritano;
- un terzo rapporto, denominato "Piano Strategico. Progetti guida ed ambiti progettuali", che ha come obiettivo preminente quello di presentare l'articolazione finale dei principali macro-interventi,

definiti progetti guida, che esplicitano ed interpretano la coerenza fra la strategia e le modalità attuative della stessa. Il terzo rapporto è corredato da un "Allegato 1. Primi interventi", all'interno dei quali trovano spazio le proposte di intervento, puntuali o integrate, pervenute dagli attori locali e dall'interno dell'amministrazione.

A seguito dell'approvazione del Piano Strategico Intercomunale, così come concordato e sottoscritto dall'intesa del Forum dei Sindaci dell'Area Vasta in data 10 settembre 2012, l'Amministrazione comunale ha avviato una revisione del Piano Strategico Comunale che ha trovato la sua prima manifestazione nella deliberazione del Consiglio Comunale n. 92 del 19 dicembre 2012. In tale revisione sono stati sviluppati importanti profili di efficientamento energetico, rivolti specificatamente al patrimonio pubblico, che persegue da un lato l'obiettivo del risparmio energetico e dall'altro consenta la riduzione delle emissioni climalteranti. È stato altresì inserito un programma di intervento teso alla realizzazione di interventi infrastrutturali in aree periferiche della città.

Gli indirizzi strategici del Piano prevedono di sostenere il ricorso a fonti di energia rinnovabili, nei più disparati settori. Con particolare riferimento al settore produttivo, essi prevedono, come strategia per l'innovazione tecnologica e la sostenibilità ambientale, di "incentivare la produzione di energia alternativa e rinnovabile, puntando sull'incremento degli impianti fotovoltaici", ed in particolare di "incentivare la produzione di energia rinnovabile sulle aree CASIC".

Il Piano, inoltre precisa che in merito alla conformità urbanistica "l'installazione di pannelli solari, fotovoltaici e termici o comunque la messa in opera di dispositivi per il risparmio energetico su ampie aree è conforme alla destinazione d'uso (produttivo/industriale) già presente nell'area CASIC".

Il Piano Strategico Comunale prevede l'incentivazione della produzione di energia rinnovabile e l'incremento degli impianti fotovoltaici, in particolare nell'area ASI, in cui ricade l'agglomerato industriale di Macchiareddu in cui si colloca il sito.

Pertanto il progetto in analisi risulta coerente con il Piano.

1.2.3 PIANIFICAZIONE COMUNALE

1.2.3.1 Piano Urbanistico Comunale del Comune di Uta

Il Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Uta è stato approvato definitivamente con deliberazione del Consiglio Comunale, n. 4 del 21 febbraio 1997, dichiarata esente vizi dal CO.RE.CO., ordinanza n. 1328/01/97 del 15 aprile 1997 e pubblicata nel BURAS, parte terza, n. 16 del 6 maggio 1997.

Successivamente il PUC è stato adeguato al Piano Territoriale Paesistico (PTP). L'approvazione definitiva è avvenuta con deliberazione del Consiglio Comunale, n. 49 del 29 novembre 2002, dichiarata coerente col quadro normativo sovraordinato con determinazione n. 502/DG in data 9 settembre 2003 dal Direttore Generale dell'Assessorato Regionale degli EE.LL. Finanze ed Urbanistica. L'avviso è stato pubblicato nel BURAS, parte terza, n. 35 del 10 novembre 2003.

Sulla cartografia del PUC di Uta le opere in progetto ricadono nel territorio extraurbano in Zona E – Agricola, e in particolare nella sub-zona E1.2a – Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata ed in minima parte in Zona D – Sviluppo industriale, artigianale e commerciale, ed in particolare nella sub-zona D2.

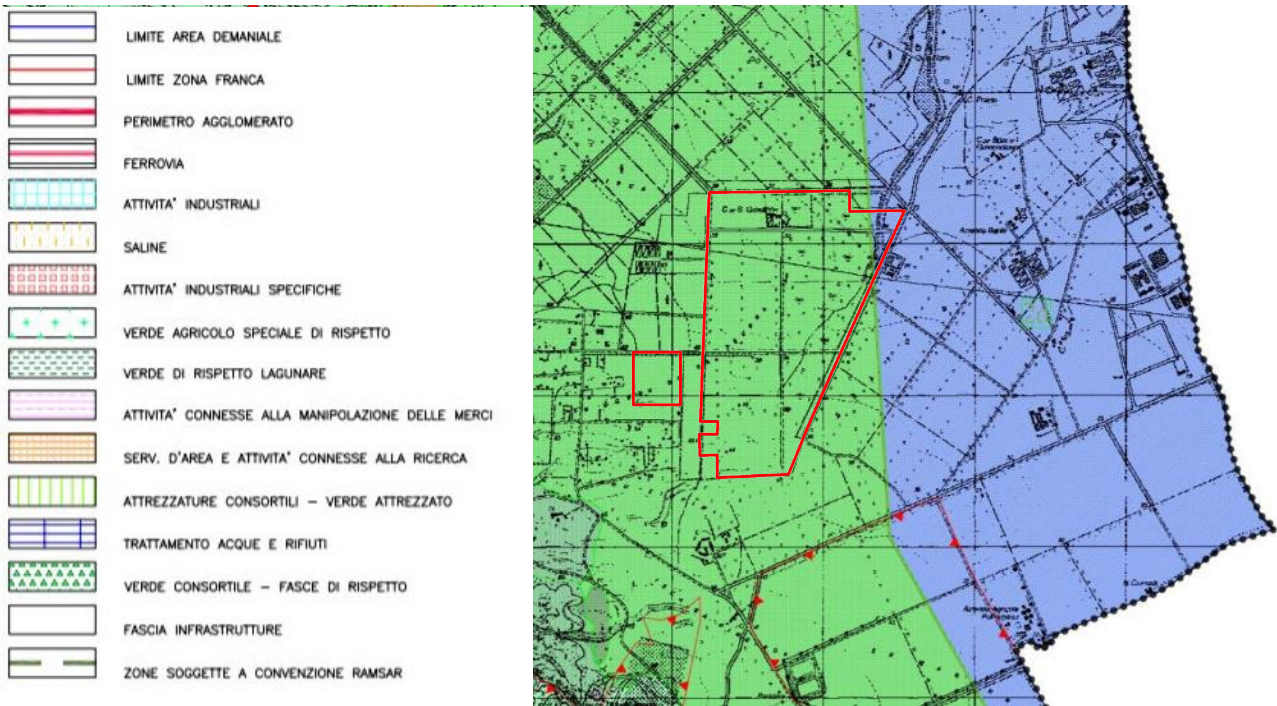
La quasi totalità delle aree di progetto ricade in Zona E – Agricola definita come *"la parte del territorio destinato all'agricoltura, alla pastorizia, alla zootecnica, alla itticoltura, alle attività di conservazione e di trasformazione dei prodotti aziendali, all'agriturismo, alla silvicoltura e alla coltivazione del legno. La zona è suddivisa in 3 sottozone: E1, E2, E5"*.

Le aree del progetto in esame interessano in particolare la **Sottozona E1**, definita all'art. 17 delle Norme di Attuazione del PUC come *"... aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata"*, nella sub-zona E1.2a.

L'art. 10 delle Norme di Attuazione del PUC definisce la Zona D - Industriali, artigianali e commerciali come: *"E' la parte del territorio destinata ad insediamenti esistenti e nuovi di natura industriale, artigianale e*

commerciale, di conservazione, trasformazione e commercializzazione dei prodotti. La zona è suddivisa in tre sottozone: D1, D2 e D3".

Le aree del progetto in esame interessano in particolare la **Sottozona D2**, definita all'art. 16 delle Norme di Attuazione del PUC come "... aree comprese nell'agglomerato industriale di Macchiareddu per il quale è vigente il Piano Regolatore Territoriale dell'Area di sviluppo industriale di Cagliari, al quale si rimanda per la normativa di attuazione".



Stralcio 1 avoia "Zonizzazione territorio extraurbano – zonizzazione Tavola 1.b" del Piano Urbanistico Comunale di Uta.

La DGR n. 27/16 del 01/06/2011, all'art. 9 dell'Allegato A recita: "Nei casi di impianti ubicati al di fuori di apposite aree individuate dagli strumenti urbanistici comunali per la realizzazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili oppure nel caso di impianti di potenza superiore o pari a 1 MW collocati in aree diverse dalla zona urbanistica D o G specifica e che non consentono il mantenimento degli usi tipici, con particolare riferimento a quelli agro-silvopastorali, della zona urbanistica nella quale ricadono, è necessaria la variazione dello strumento urbanistico".

A tale proposito si precisa che la Regione Sardegna ha competenza primaria in materia urbanistica. Si fa riferimento ai contenuti del DPGR 3 agosto 1994, n. 228, Direttive per le zone agricole ex art. n. 8 della L.R. n. 22 dicembre 1989, n. 45, in cui all'art. 3 "Criteri per l'edificazione nelle zone agricole", comma 1, si stabilisce che, nelle zone agricole, "sono ammesse le seguenti costruzioni: a) fabbricati ed impianti connessi alla conduzione agricola e zootecnica del fondo, all'orticoltura, alla valorizzazione e trasformazione dei prodotti aziendali, con esclusione degli impianti classificabili come industriali;...". La validità e l'applicabilità delle citate Direttive a tutte le zone urbanistiche omogenee E del territorio regionale sono state inoltre recentemente ribadite con l'art. 26 della L.R. n. 8/2015.

In conclusione, a seguito dell'analisi del Piano, si può affermare che l'impianto in progetto nel quale coesistono gli impianti rinnovabili e l'attività agricola appare perfettamente coerente con le norme tecniche di attuazione dello stesso.

1.2.4 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE SETTORIALE

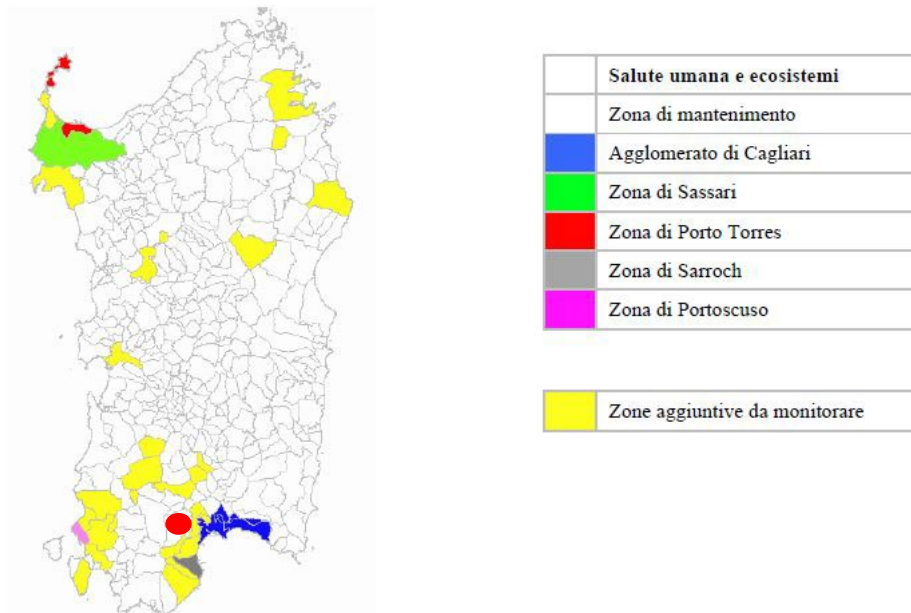
1.2.4.1 Piano Regionale di qualità dell'aria ambiente

Il Piano di Prevenzione, Conservazione e Risanamento della Qualità dell'Aria è stato approvato dalla Regione Sardegna con DGR 55/6 del 29/11/2005.

Il progetto si è svolto in tre fasi:

- la prima fase ha riguardato la realizzazione dell'inventario regionale sulle sorgenti di emissione in atmosfera;
- la seconda fase ha riguardato una prima valutazione della qualità dell'aria ambiente e l'individuazione delle aree potenzialmente critiche per la salute umana e per gli ecosistemi, fornendo una preliminare proposta di zonizzazione;
- la terza fase ha riguardato un approfondimento dei risultati della fase precedente, fornendo una valutazione conclusiva sulla qualità dell'aria ambiente, una proposta definitiva di zonizzazione e l'individuazione delle possibili misure da adottare per il raggiungimento degli obiettivi di risanamento di cui al D.Lgs n. 351/99.

Le zone da risanare e quelle da sottoporre a opportune forme di controllo sono mostrate nella figura seguente.



Agglomerati e zone per la protezione della salute umana e degli ecosistemi e zone aggiuntive da monitorare_Novembre 2005.

Nel 2013 la Giunta Regionale ha provveduto, con delibera n. 52/19, al riesame della zonizzazione e classificazione delle zone della Sardegna attraverso l'adozione di apposito documento denominato "Zonizzazione e classificazione del territorio regionale" che prevede l'adeguamento della rete regionale di misura sulla base dei nuovi criteri stabiliti dal D.Lgs. n. 155/2010 e s.m.i..

La Regione ha quindi provveduto a predisporre il progetto di adeguamento della rete di misura e del programma di valutazione in conformità alla zonizzazione e classificazione risultanti dal primo riesame, che nel 2015 ha ottenuto apposito parere di conformità da parte del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Il decreto stabilisce, inoltre, i criteri che le Regioni devono seguire per la gestione della qualità dell'aria a seguito della valutazione annuale delle concentrazioni degli inquinanti atmosferici.

Con deliberazione della Giunta Regionale 1/3 del 10 gennaio 2017 è stato emanato il nuovo "Piano regionale di qualità dell'aria ambiente". Predisposto ai sensi del D.Lgs 155/2010 e s.m.i., individua le misure da adottarsi

per ridurre i livelli degli inquinanti nelle aree con superamenti dei valori limite di legge, nonché le misure aggiuntive per preservare la migliore qualità dell'aria in tutto il territorio regionale.

La zonizzazione individuata ai sensi del decreto legislativo 155/2010 e ss.mm.ii., adottata con D.G.R. n. 52/19 del 10/12/2013 e approvata in data 11/11/2013 (protocollo DVA/2013/0025608) dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, suddivide il territorio regionale in zone omogenee ai fini della gestione della qualità dell'aria ambiente. L'identificazione delle zone è stata effettuata sulla base delle caratteristiche del territorio, dei dati di popolazione e del carico emissivo distribuito su base comunale. Le zone individuate ai fini della protezione della salute sono riportate nella seguente tabella.

Codice zona	Nome zona
IT2007	Agglomerato di Cagliari
IT2008	Zona urbana
IT2009	Zona industriale
IT2010	Zona rurale
IT2011	Zona per l'ozono

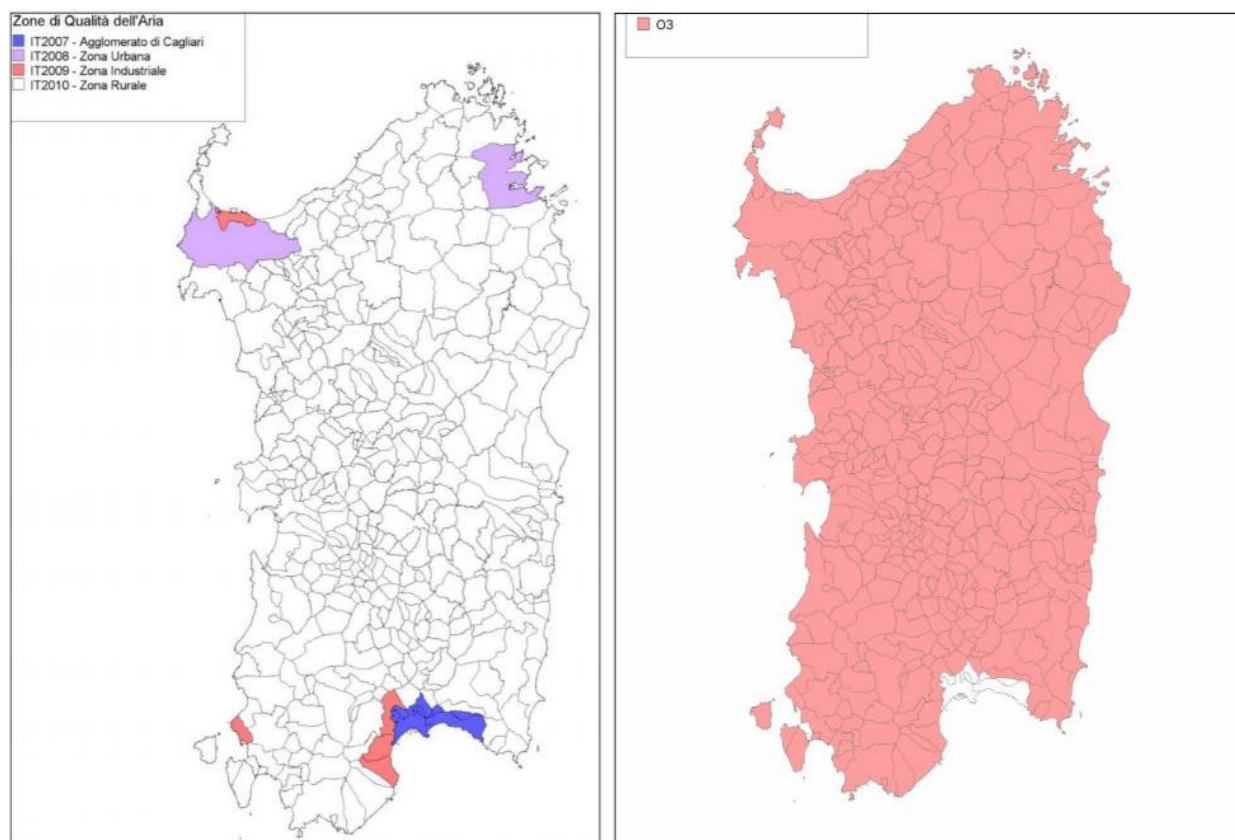
Zone e agglomerati di qualità dell'aria individuati ai sensi del D. Lgs. 155/2010.

- L'**agglomerato di Cagliari** include i Comuni di Cagliari, Elmas, Monserrato, Quartucciu, Quartu S. Elena e Selargius.
- La **zona urbana** è costituita dalle aree urbane rilevanti (Olbia e Sassari), ossia quelle che, tolto l'agglomerato di Cagliari, hanno una popolazione superiore ai 30.000 abitanti e sul cui territorio si registrano livelli emissivi significativi, principalmente prodotti dal trasporto stradale e dal riscaldamento domestico. Nel Comune di Olbia, in particolare, a tali sorgenti emissive si aggiungono le attività portuali.
- La **zona industriale** è invece costituita da aree prettamente industriali (Assemini, Portoscuso, Porto Torres e Sarroch), su cui il carico emissivo è determinato prevalentemente da più attività energetiche e/o produttive, situate nel territorio dei Comuni che ne fanno parte. Ad esse si aggiunge il Comune di Capoterra che è stato inserito a fini cautelativi nella zona industriale poiché il suo territorio è compreso tra le aree industriali di Sarroch ed Assemini-Macchiareddu.
- La rimanente parte del territorio è stata accorpata nella **zona rurale** dal momento che, nel complesso, risulta caratterizzata da livelli emissivi dei vari inquinanti piuttosto contenuti e dalla presenza di poche attività produttive isolate. Una zona unica, infine, che copre tutto il territorio a meno dell'agglomerato di Cagliari, è definita ai fini della protezione della salute dall'ozono.

Codice ISTAT Comune	Nome Comune	Popolazione
092009	Cagliari	156.951
092108	Elmas	8.949
092109	Monserrato	20.556
092105	Quartucciu	12.635
092051	Quartu S. Elena	71.430
092068	Selargius	29.050
Totale		299.571

Composizione dell'agglomerato di Cagliari.

Sulla base delle indicazioni della normativa, le zone sono state individuate nel rispetto dei confini amministrativi comunali, a meno di poche eccezioni relative ai Comuni di Sassari, Porto Torres, Assemini ed Olbia, per cui sono state ritagliate delle aree con caratteristiche disomogenee.



A sinistra le Zone di qualità dell'aria individuate ai sensi del D.Lgs. 155/2010.
A destra la Zona di qualità dell'aria individuata per l'ozono ai sensi del D.Lgs. 155/2010.

Sulla base della zonizzazione del Piano, la proposta progettuale ricade nella Zona IT 2010 Rurale, ma data la stretta vicinanza alla Zona IT2009 Industriale si ritiene opportuno fare riferimento a quest'ultima zona per le analisi sulla qualità dell'aria ambiente, la quale presenta criticità potenzialmente maggiori rispetto alla zona rurale.

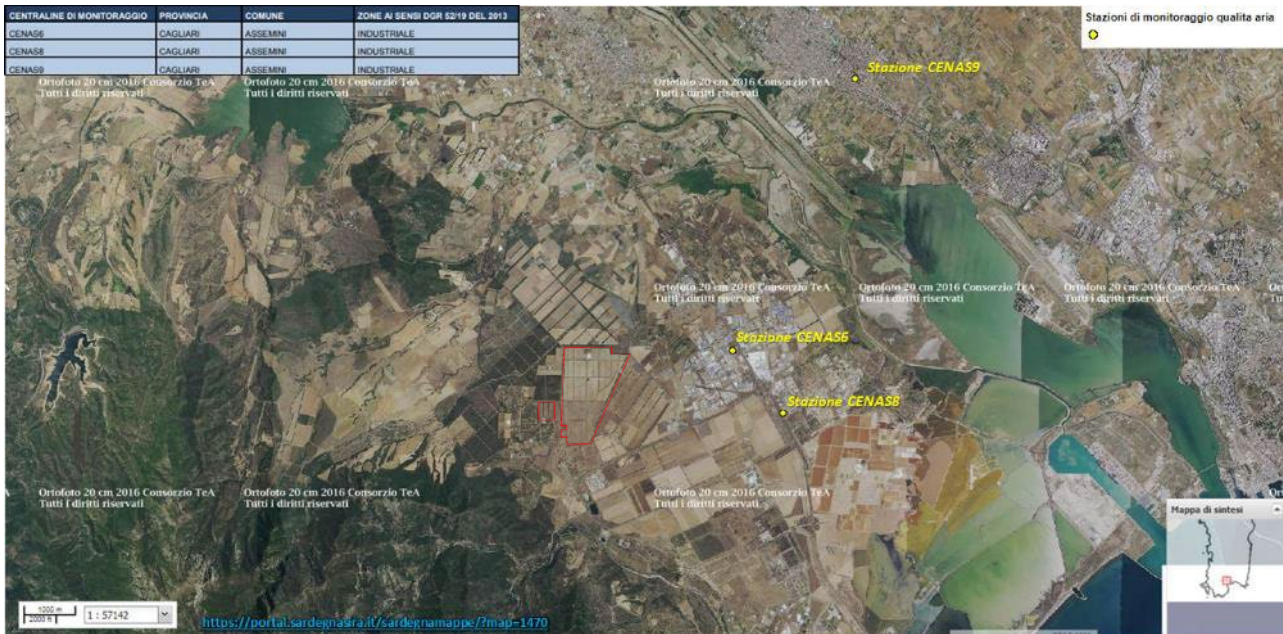
Le stazioni di monitoraggio più vicine all'area di progetto sono ubicate nel Comune di Assemini e sono le stazioni denominate CENAS6, CENAS8, che fanno parte della Rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria e la stazione di fondo CENAS9 ubicata nel centro urbano di Assemini.

Area	Stazione	C6H6	CO	H2S	NMHC	NO2	O3	PM10	SO2	PM2,5
Assemini	CENAS6					✓		✓	✓	
	CENAS8		✓			✓	✓	✓	✓	
	CENAS9					✓	✓	✓	✓	

Stazioni di monitoraggio vicine all'area di progetto e inquinanti monitorati.

Dai dati di sintesi nell'area di Assemini emerge che persistono le criticità relative all'anidride solforosa, con registrazione di concentrazioni orarie sostenute e superamenti del limite giornaliero, ma anche una riduzione significativa della criticità PM₁₀ rispetto agli anni 2014-2015. Si evidenzia inoltre una criticità per l'O₃, con diversi superamenti della soglia di informazione.

La distribuzione piuttosto omogenea delle concentrazioni di ozono su tutto il territorio regionale, inducono la necessità di adottare delle misure volte alla riduzione su tutto il territorio delle emissioni dei precursori dell'ozono. L'obiettivo generale del piano è dunque la riduzione delle concentrazioni di ozono al di sotto del valore bersaglio su tutto il territorio e la progressiva riduzione delle concentrazioni mirata al raggiungimento ovunque dell'obiettivo a lungo termine.



Ortofoto dell'area di progetto e delle stazioni di monitoraggio.

La proposta progettuale contribuirebbe al raggiungimento degli obiettivi del Piano regionale di qualità dell'aria ambiente evitando ingenti emissioni di gas di altre fonti di produzione energetica a parità di produzione di energia elettrica e quindi anche al miglioramento generale della qualità dell'aria.

Il progetto in esame risulta coerente con quanto disposto dal Piano regionale di qualità dell'aria ambiente (ai sensi del D.Lgs. 155/2010 e ss.mm.ii.)

1.2.4.2 Piano regionale di Gestione dei Rifiuti – Sezione Bonifica delle Aree Inquinare (PRB)

Il primo Piano di bonifica di siti inquinati della Regione Sardegna venne elaborato nel 2003 (**PRB 2003**), finalizzato al risanamento ambientale delle aree del territorio regionale inquinate da una non corretta attività industriale o civile, gravate da situazioni di rischio sanitario e ambientale. Fu effettuato un censimento di siti inquinati ed attivato un programma di caratterizzazione ambientale e, a partire dal 2006, di analisi del rischio prima di procedere agli interventi veri e propri di bonifica e/o messa in sicurezza.

Negli anni si è reso necessario un aggiornamento del PRB 2003, in considerazione sia delle novità normative sia dello stato di avanzamento dei procedimenti relativi ai siti contaminati censiti nel 2003, dell'individuazione di nuovi siti e della ridefinizione dei perimetri di altri.

Il nuovo Piano Regionale delle Bonifiche è datato luglio 2018 (**PRB 2018**) ed è allegato alla Deliberazione G.R. n. 38/34 del 24/7/2018; con Deliberazione n. 8/74 del 19/02/2019 è stato approvato un aggiornamento del Piano regionale della Bonifica delle aree inquinate della Sardegna (PRB).

Il nuovo PRB raccoglie ed organizza tutte le informazioni relative alle aree inquinate presenti sul territorio regionale, ricavate dalle indagini e dagli studi effettuati negli anni precedenti, delinea le azioni da adottare

per gli interventi di bonifica e messa in sicurezza permanente, definisce le priorità di intervento, effettua una ricognizione dei finanziamenti erogati e definisce una prima stima degli oneri necessari per la bonifica delle aree pubbliche.

Gli obiettivi perseguiti dal Piano di bonifica sono i seguenti:

- la realizzazione di bonifiche e messa in sicurezza secondo le priorità di intervento individuate nello stesso Piano;
- il risanamento delle zone contaminate sia di proprietà privata che pubblica;
- lo sviluppo delle attività di prevenzione;
- l'implementazione del sistema informativo sui siti contaminati attraverso l'Anagrafe dei siti inquinati;
- il miglioramento delle conoscenze territoriali e lo sviluppo della ricerca di eventuali nuovi siti contaminati in collaborazione con gli organi di controllo territoriali e l'ARPAS;
- l'individuazione di sinergie con le altre sezioni in cui si articola il Piano regionale di gestione dei rifiuti al fine di garantire una gestione integrata dei rifiuti provenienti dalle attività di bonifica.

Stando ai dati dell'anagrafe dei siti inquinati, risultano censiti complessivamente n. 364 siti, di cui:

- 157 attività minerarie pregresse o in atto;
- 45 attività industriali;
- 59 attività di smaltimento controllato o incontrollato di rifiuti solidi urbani o assimilabili di cui è prioritaria la bonifica;
- 98 stoccaggi o perdite accidentali di idrocarburi;
- 3 stoccaggi abusivi di rifiuti contenenti amianto;
- 2 sversamenti accidentali non riconducibili ad alcuna attività industriale.

Il Piano ha dunque determinato le priorità di intervento sulla base dell'applicazione di diversi criteri di valutazione e modelli di calcolo, in modo tale da tenere conto delle specificità delle varie tipologie di siti inquinati.

Le aree da bonificare risultano concentrate essenzialmente nelle Province di Cagliari, Sassari e Carbonia-Iglesias. Tale fatto è imputabile alla presenza in queste aree dei poli industriali di Macchiareddu, Sarroch, Portovesme e Porto Torres e delle vecchie aree minerarie del Sulcis-Iglesiente.

Sono inoltre presenti due siti contaminati di interesse nazionale:

- il Sulcis-Iglesiente-Guspinese, che comprende 40 Comuni ubicati nella parte sudoccidentale della Sardegna
- l'Area Industriale di Porto Torres.

In particolare l'area di progetto rientra per una piccolissima percentuale, nella perimetrazione del SIN del Sulcis-Iglesiente-Guspinese, le cui caratteristiche sono descritte nel successivo paragrafo.

1.2.4.3 Il sito di interesse nazionale Sulcis-Iglesiente-Guspinese

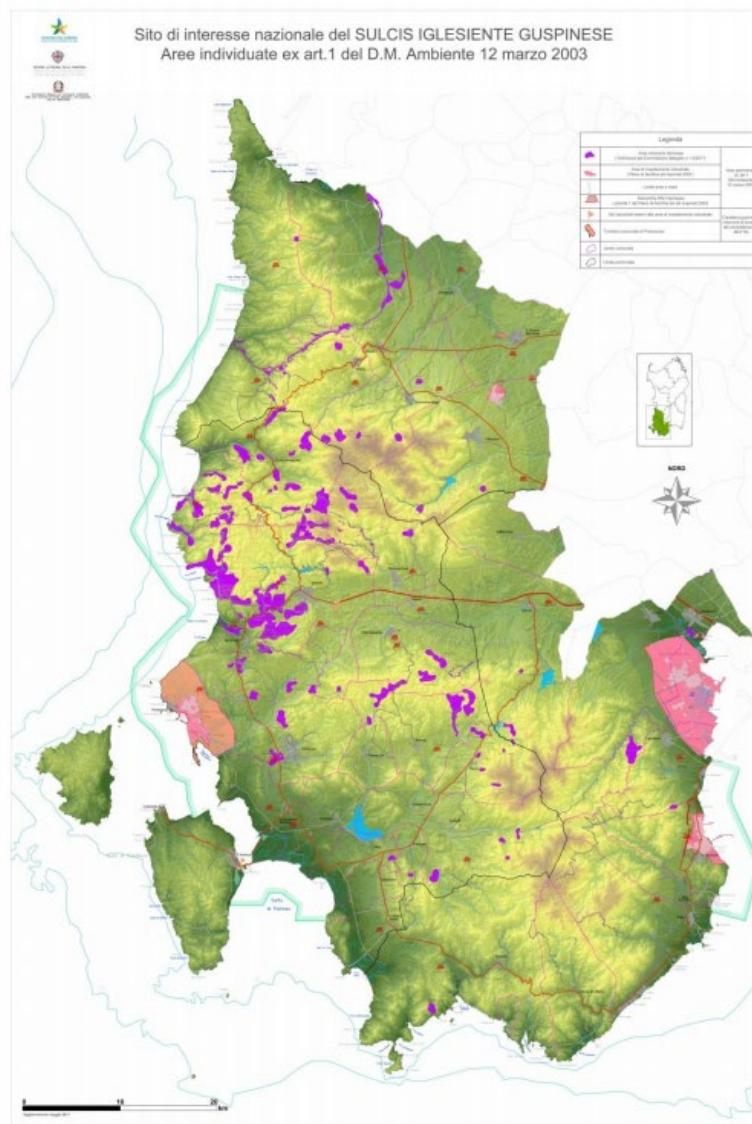
I Siti di Interesse Nazionale (SIN) sono aree del territorio nazionale identificate come contaminate in relazione alla quantità e alla pericolosità degli agenti inquinanti presenti e all'impatto che possono avere sull'ambiente circostante, in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali. I SIN sono individuati e perimetrati dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare che ne controlla anche la procedura di bonifica. Lo stato di contaminazione è associato all'utilizzo storico di queste aree, in particolare ad attività antropiche potenzialmente inquinanti che vi sono state effettuate.

Il SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese ricomprende gli agglomerati industriali di Portovesme con tutto il territorio comunale di Portoscuso, Sarroch, le aree industriali di Macchiareddu, San Gavino Monreale e Villacidro e le aree minerarie dismesse individuate all'interno dello stesso Sito di interesse nazionale.

Il SIN è stato istituito con il D.M. n. 468/2001; perimetrato in via provvisoria con il D.M. 12 marzo 2003, la perimetrazione definitiva di cui alla D.G.R. n. 27/13 del 01/06/2011 è stata infine approvata con Decreto del Ministro dell'Ambiente n. 304 del 28 ottobre 2016.

Il SIN comprende aree a terra (minerarie, industriali ed altre aree) e a mare; all'interno delle aree a terra, sono comprese le seguenti aree e agglomerati industriali: Area Industriale di San Gavino Monreale, Area Industriale di Villacidro, Agglomerato Industriale di Portovesme, Agglomerato Industriale di Sarroch e Agglomerato Industriale di Macchiareddu.

Si tratta di un territorio che per lunghissimi anni ha avuto una vocazione quasi esclusivamente legata all'attività mineraria, alla quale si sono associate le attività industriali legate alla trasformazione dei minerali estratti; a tale tipologia di industria, a partire dagli anni '60, limitatamente all'agglomerato di Sarroch e all'area industriale di Macchiareddu, si è aggiunta l'industria della raffinazione del petrolio e quella petrolchimica.

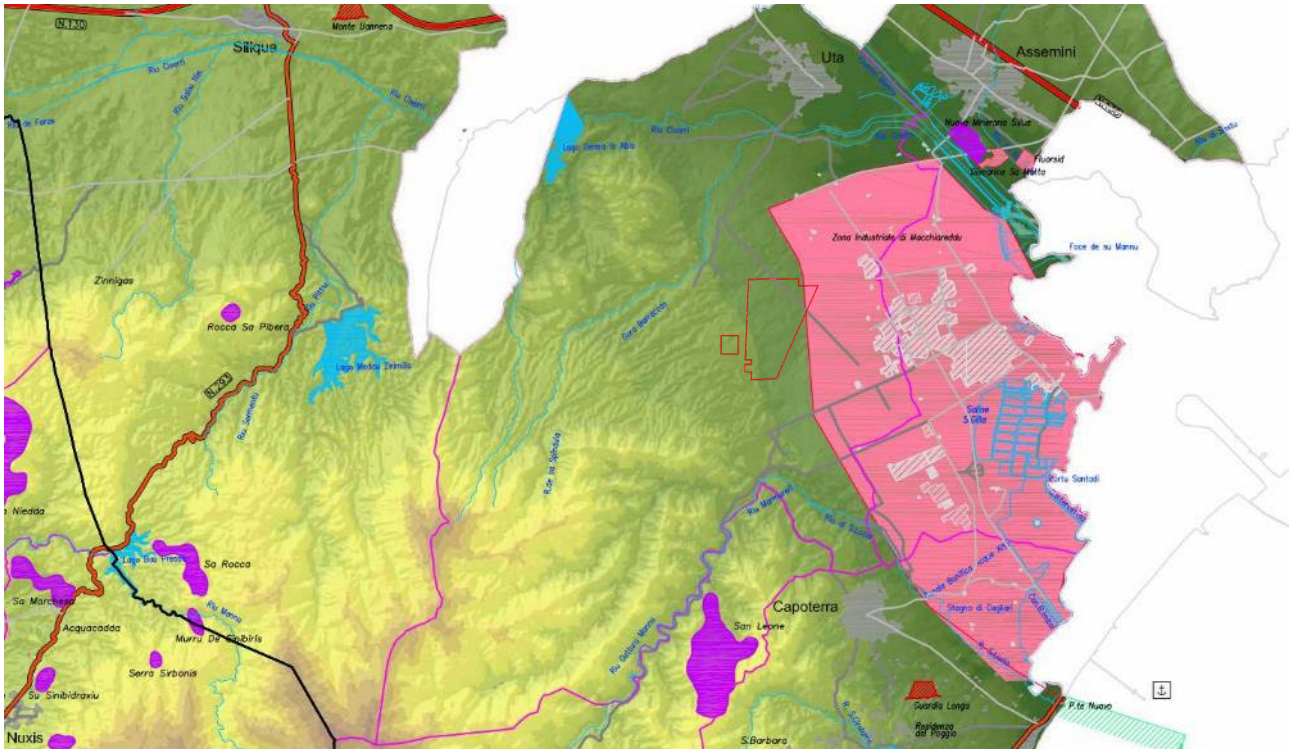


Perimetrazione di dettaglio del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese approvata.

Con Deliberazione del Consiglio di Amministrazione n. 17/2016 del 14/03/2016 il CACIP aveva approvato il Regolamento delle assegnazioni dei lotti industriali; allo scopo di favorire il più possibile l'insediamento di nuove imprese negli spazi colpiti dalla problematica della caratterizzazione in quanto inseriti nei perimetri dei siti di interesse nazionale di bonifica come previsti dalla deliberazione della Giunta Regionale n. 27/13 del 1/6/2011, il citato regolamento è stato integrato con un nuovo articolo 9 denominato "Agevolazioni per aree

sottoposte a procedimento di caratterizzazione" di cui alla delibera del Consiglio di Amministrazione n. 32/2016.

Le aree di progetto sono ubicate in piccolissima parte nel perimetro del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese.



Legenda		
	Aree minerarie dismesse (Ordinanza del Commissario delegato n. 13/2011)	Aree perimetrate ex art.1 DM Ambiente 12 marzo 2003
	Aree di insediamento industriale (Piano di bonifica siti inquinati 2003)	
	Limite aree a mare	
	Discariche RSU dismesse (priorità 1 del Piano di bonifica dei siti inquinati 2003)	Caratterizzazione ed interventi di bonifica dei competenza del MATM
	Siti Industriali esterni alle aree di insediamento industriale	
	Territorio comunale di Portoscuso	
	Limite comunale	
	Limite provinciale	

Stralcio della localizzazione del progetto nel perimetro del SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese.

Il progetto proposto non presenta incoerenze con il sito di interesse nazionale Sulcis-Iglesiente- Guspinese; saranno tuttavia ottemperate le norme di legge relative alla caratterizzazione dei suoli potenzialmente inquinati.

1.2.4.3 Il Piano di caratterizzazione dell'agglomerato industriale di Macchiareddu

L'agglomerato industriale di Macchiareddu, con le zone industriali di Elmas e Sarroch, costituisce area di competenza per il Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari (CACIP), regolata urbanisticamente già dal

1967 attraverso l'emanazione dello specifico Piano Regolatore Territoriale dell'Area di Sviluppo Industriale di Cagliari.

Nell'area industriale di Macchiareddu sono insediate numerose industrie di varie dimensioni, nonché attività di servizio alla produzione. Sono presenti, in particolare, rilevanti realtà produttive che hanno avuto un significativo impatto sul territorio e sull'ambiente, tra le quali:

- Syndial S.p.A. (ex Enichem, ex Rumianca) - produzione e commercializzazione settore chimico e petrolchimico;
- Ecotec S.r.l. – piattaforma di trattamento di rifiuti speciali, impianto di soil washing per la bonifica di suoli;
- Bridgestone Metalpha Italia S.p.A. (Ex Gencord) - lavorazione e produzione di cordicelle di acciaio ottonate quali: steel cord, hose wire, cavi metallici ecc. per la realizzazione di pneumatici;
- Sanac S.p.A. - fabbricazione di mattoni refrattari;
- Fluorsid S.p.A. - produzione di derivati chimici del fluoro;
- Enel Produzione S.p.A. - centrale termoelettrica;
- Tecnocasic S.c.p.A – piattaforma di trattamento rifiuti.

L'industrializzazione dell'area industriale di Macchiareddu risale all'inizio degli anni '60 con la produzione ripartita tra diversi impianti di etilene, polietilene ad alta e bassa pressione, cloruro di vinile, dicloroetano, PVC, tricloroetilene, percloroetilene e acrilonitrile; alla produzione tipica dell'industria petrolchimica si aggiunse quella di Cloro gassoso, soda e idrogeno a partire dal cloruro di sodio proveniente dalle saline Contivecchi, che occupano un'area di circa 2.700 ettari e che producono annualmente circa 320.000 tonnellate di sale di differenti tipologie, gran parte utilizzato dall'impianto cloro-soda della Syndial.

L'industria petrolchimica fu il motore trainante dello sviluppo dell'area almeno sino alla fine degli anni '70 del secolo scorso quando la crisi mondiale legata al prezzo del greggio e il cosiddetto "risveglio ambientale" produssero un sostanziale cambiamento di approccio verso tali attività produttive.

Nel 2008 il sito industriale di Macchiareddu è stato oggetto di indagini ambientali nell'ambito del progetto promosso dalla Regione Autonoma della Sardegna denominato "Interventi di indagine preliminare e realizzazione del sistema di monitoraggio siti inquinati: aree industriali di Assemini, Sarroch, Ottana e Porto Torres" (2009).

Il progetto regionale si è articolato nelle seguenti attività di indagine ed elaborazione principali:

- Fase 1: ricognizione ed analisi della documentazione messa a disposizione dall'Amministrazione Regionale;
- Fase 2: aggiornamento ed integrazione della suddetta documentazione;
- Fase 3: indagine preliminare delle varie matrici ambientali (suolo, acque sotterranee, acque e sedimenti fluviali), realizzazione della rete di monitoraggio e test di verifica;
- Fase 4: modellazione del flusso idrico sotterraneo dei siti industriali monitorati e del trasporto advettivo degli inquinanti.

La rete di monitoraggio per il piano di indagine è stata progettata con la finalità di valutare l'impatto ambientale potenzialmente generato dagli insediamenti industriali e dagli ulteriori centri di pericolo individuati per il sito di Macchiareddu sulle matrici suolo, sottosuolo, acque sotterranee, acque e sedimenti fluviali nelle aree limitrofe agli stessi stabilimenti industriali.

Attualmente l'agglomerato industriale di Macchiareddu si caratterizza per la presenza di attività industriali, situate principalmente a cavallo della cosiddetta dorsale consortile, molto diversificate tra loro: petrolchimica, agricoltura, industria della trasformazione, terziario, edilizia, ecc. Le attuali tendenze di sviluppo in atto nell'area di Macchiareddu sono correlabili al mercato delle energie rinnovabili, fortemente sostenuto dalla programmazione di settore, nazionale e internazionale.

Nel periodo 2008-2011 inoltre sono state condotte attività di caratterizzazione e monitoraggio attuate da soggetti diversi (Syndial, Enel S.p.A., Terna S.p.A. ...) per la ricostruzione della qualità ambientale dell'area di Macchiareddu.

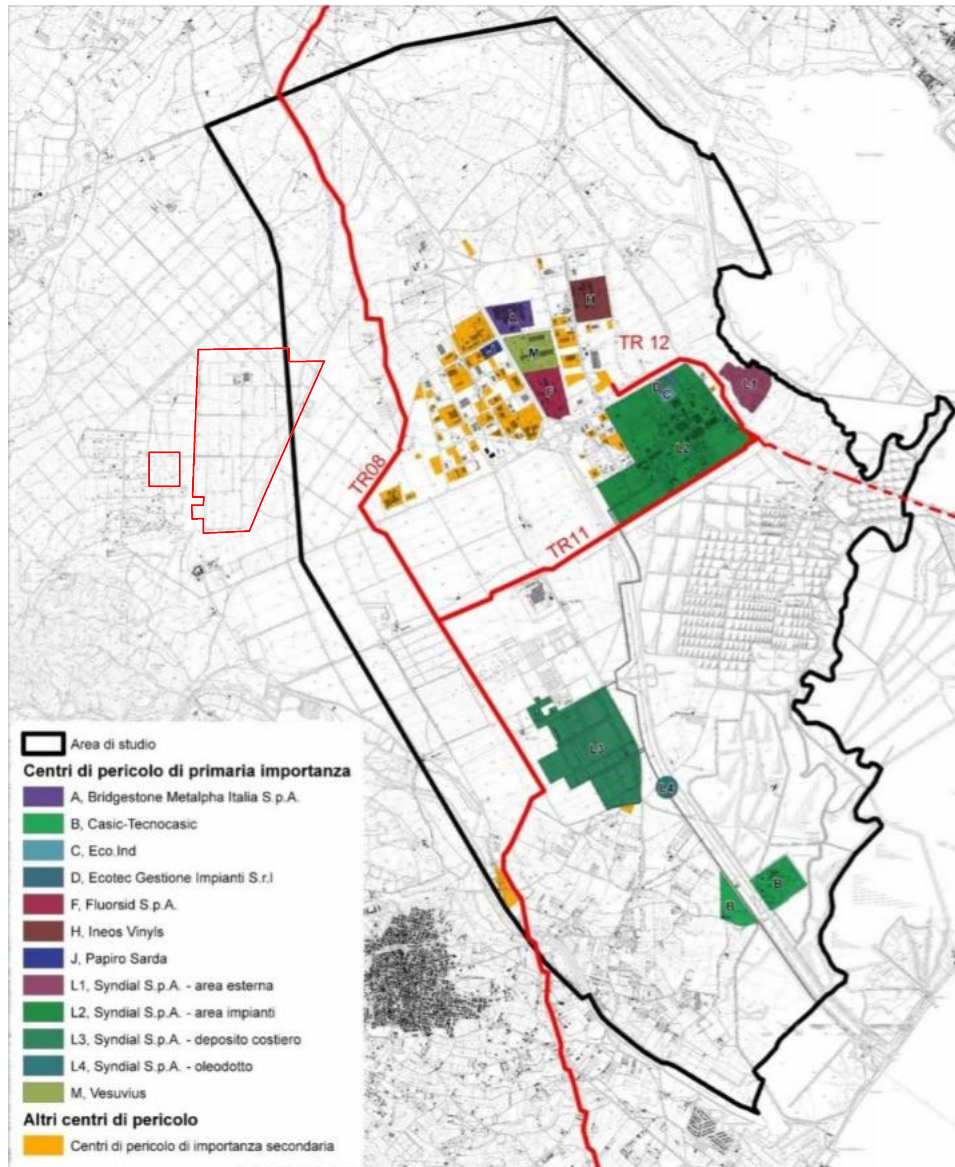
Nel 2012 il CACIP ha ritenuto indispensabile procedere all'esecuzione di una nuova campagna di campionamento ed analisi delle acque di falda, le cui risultanze potessero contribuire a sciogliere le ambiguità interpretative emerse dalla comparazione dei risultati delle analisi condotte dai soggetti privati nel periodo 2008-2011 rispetto a quelle del Progetto Ras del 2008. Presentato dal CACIP nel novembre del 2012, il Piano della Caratterizzazione dell'Agglomerato Industriale di Macchiareddu è stato approvato dal Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare nella Conferenza dei servizi decisoria del 17 aprile 2013. Tale Piano, che copre anche lotti nei quali non si è mai insediata l'attività industriale, si è reso necessario anche per poter svincolare le aree di proprietà del Consorzio non interessate dalla contaminazione e poter consentire l'insediamento di nuove produzioni.

Sulla base dei risultati dei piani di caratterizzazione precedenti, il Piano del CACIP ha previsto la ricostruzione di un Modello Concettuale Preliminare dei siti contaminati sulla base di 3 componenti:

1. Sorgente di contaminazione – definizione delle caratteristiche del sito in termini di stato delle potenziali fonti della contaminazione (attive, non attive, in sicurezza...);
2. Grado ed estensione della contaminazione del suolo, del sottosuolo, delle acque superficiali e sotterranee del sito e dell'ambiente da esso influenzato;
3. Percorsi di migrazione delle sorgenti di contaminazione ai bersagli individuati nello scenario attuale (siti in esercizio) o nello scenario futuro (in caso di riqualificazione dell'area).

Il Piano Cacip ha inoltre definito una mappatura delle aree che possono costituire Centri di Pericolo (CdP) di potenziale contaminazione:

- insediamenti produttivi di tipo industriale, quali la Syndial S.p.A., (ex Enichem), la Bridgestone Metalpha Italia S.p.A., la Fluorsid S.p.A., Enel Distribuzione S.p.A. e Tecnocasic S.c.p.A.;
- aree interessate da attività di possibile minor impatto, ma che per tipologia di produzione sono comunque considerate fonti potenziali di contaminazione di suolo e acque sotterranee, come le realtà produttive di INEOS, Papiro Sarda e Sanac Vesuvius.



Insedimenti Industriali di Primaria Importanza (Fonte PdC CACIP, Ottobre 2012).

Sulla base delle risultanze del PDB 2003 e delle analisi condotte successivamente, il Piano di Caratterizzazione del CACIP ha previsto la "zonizzazione ambientale" del sito di Macchiareddu secondo i parametri sopra menzionati, finalizzata all'individuazione delle priorità di indagine.

Le più marcate criticità sono state evidenziate in corrispondenza del settore centro-orientale dell'area industriale, esposto ai fenomeni di contaminazione conclamata del Centro di pericolo rappresentato dalla discarica "Area esterna" Syndial e, localmente, nella fascia infrastrutture consortile, lungo il tracciato della pipeline Syndial. Accanto a tali macro-settori, alcune potenziali problematiche, sotto il profilo della qualità dei terreni, sono state riscontrate anche nel settore mediano dell'area industriale, a nord del deposito costiero Syndial, in località Contoniosa.

L'analisi dei dati di qualità ambientale disponibili per le matrici terreni e acque sotterranee, riferibili alle risultanze del citato progetto RAS del 2009, dei piani di indagine condotti da soggetti privati nel periodo 2008-2011 nonché della più recente campagna di indagine sulle acque di falda condotta dal CACIP (2012) hanno consentito, infine, di perimetrare un'estesa porzione dell'area industriale entro cui non si è avuto riscontro di eccedenze delle CSC per la matrice terreni, con riferimento alla specifica destinazione d'uso. In tale macro-comparto, inoltre, gli unici riscontri di superamento delle CSC per le acque sotterranee possono riferirsi

prevalentemente ad alcuni metalli di probabile origine naturale ed ubiquitari nel sito di Macchiareddu nonché alla presenza di nitriti di verosimile provenienza zootecnica. Relativamente ai terreni, il quadro di potenziale contaminazione riscontrato per quest'area evidenzia la presenza di alcuni metalli (Sb, As, Se, Hg) in concentrazioni superiori alle CSC per la specifica destinazione d'uso (industriale). Detti metalli, in particolare, sono stati riscontrati nella porzione di comparto a nord del Deposito costiero. Più a sud, le superfici comprese tra il Deposito costiero e la fascia infrastrutture si ritengono prudenzialmente esposte al rischio di contaminazione di composti organici di sintesi, come evidenziabile dai riscontri analitici delle attività di caratterizzazione pregresse eseguite da Syndial sulla pipeline.

Come emerge dalla tabella e dalla figura seguenti, il progetto in esame non interessa i siti censiti all'interno dell'agglomerato industriale di Macchiareddu.



Inquadramento dei siti censiti all'interno dell'area industriale di Macchiareddu (Fonte Piano regionale di gestione dei rifiuti – Sezione Bonifica delle aree inquinate (PRB) – Relazione di Piano-luglio 2018).

Il CACIP, sulla base del Piano approvato, ha presentato prioritariamente il piano di indagine dei comparti per cui è previsto l'utilizzo per la realizzazione di infrastrutture dedicate al ciclo regionale dei rifiuti; inoltre ha presentato un piano di indagini nell'area industriale di Macchiareddu in Agro di Uta e Assemini.

Le aree del progetto in esame non interessano i siti censiti all'interno dell'agglomerato industriale di Macchiareddu, pertanto, si procederà nelle successive fasi di progettazione, alla caratterizzazione delle aree non censite.

1.2.4.4 Piano delle attività estrattive

Fino alla pubblicazione del Piano Paesaggistico Regionale con D.P.R. n. 82 del 7/9/2006, l'esercizio dell'attività estrattiva di cava in Sardegna era regolamentata dallo "Stralcio del Piano regionale delle attività estrattive di cava" approvato dal Consiglio Regionale in data 30/6/1993. Con Deliberazione della Giunta Regionale n. 37/14 del 25/9/2007 sono stati approvati gli Atti di indirizzo programmatico per il settore estrattivo nell'ambito della procedura di approvazione del Piano Regionale delle Attività Estrattive.

Nel Piano viene stabilito che è da privilegiare - rispetto all'apertura di nuove miniere e cave (anche in aree non vincolate in modo totalmente ostativo) - la prosecuzione e l'ampliamento di attività già esistenti, e che per i successivi cinque anni non sono da autorizzare le aperture di cave e miniere non interessate da pregresse

attività estrattive (fatta eccezione per quelle che hanno completato il procedimento amministrativo e per le quali la Giunta regionale ha già deliberato positivamente).

Come si evince dalle figure seguenti, il progetto in esame non interferisce con le cave in esercizio nel Comune di Uta.



Inquadramento del progetto rispetto alle attività estrattive "Miniere" e "Cave" nell'areale del progetto_PRAE.

Il progetto dell'impianto agro - fotovoltaico è ubicato in aree non interessate da cave in esercizio pertanto il PRAE non introduce elementi ostativi alla realizzazione del progetto in esame.

1.2.4.5 Piano Regionale dei trasporti

Il PRT, Piano Regionale dei Trasporti è lo strumento di pianificazione di medio lungo termine della politica dei trasporti della Regione Sardegna e costituisce il riferimento strategico per individuare una serie di interventi di natura infrastrutturale, gestionale e istituzionale, finalizzati al conseguimento di un sistema integrato dei trasporti regionali.

L'ultima edizione del Piano risale al 2008 e, tuttavia, non ha completato l'intero iter di approvazione essendosi fermato alla sola approvazione in Giunta. A rigore il Piano di riferimento dovrebbe quindi essere quello approvato nel 1993 su elaborazione dati del 1989 ma oltre 25 anni di tempo trascorso lo rendono del tutto inadatto a costituirne un quadro di riferimento.

Gli interventi previsti dal PRT (edizione 2008) hanno le seguenti finalità:

- "garantire elevati livelli di accessibilità per le persone e per le merci che intendono spostarsi sulle relazioni interregionali e intraregionali";
- "rendere più accessibile il sistema a tutte le categorie fisiche e sociali";
- "assicurare elevata affidabilità e sicurezza al sistema";
- "assicurare lo sviluppo sostenibile del trasporto riducendo il consumo energetico, le emissioni inquinanti, gli impatti sul territorio";
- contribuire a governare le trasformazioni legate ai riasseti territoriali.

Relativamente alla mobilità intraregionale, viene definita la cosiddetta: "rete a maglie larghe" di corridoi plurimodali, su cui si attestano i principali centri di interscambio, i porti, le stazioni, gli aeroporti, gli interporti, ecc., in parte esistenti, in parte da realizzare, che consentono l'interconnessione con l'esterno e l'integrazione interna". Dello schema a maglie larghe che interessa la città di Uta fanno parte la SS 130 (Cagliari - Decimogliesias - Carbonia) e il sistema di Circonvallazione di Cagliari che nella parte occidentale si completa con l'itinerario S.S.195 – Dorsale Casic.

Il Comune di Uta è dotato dal 2018 di un Piano Urbano della Mobilità Sostenibile, redatto conformemente alle Linee Guida del Decreto n. 4 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 4 agosto 2017. Con la redazione del PUMS, il Comune di Uta si dota dello strumento pianificatorio che ha individuato obiettivi, strategie ed interventi di breve-medio e lungo periodo per il sistema della mobilità.

Data la natura delle opere non si riscontrano interferenze tra il progetto e gli interventi previsti dal Piano Regionale dei Trasporti né tra il progetto ed il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile del Comune di Uta.

1.2.4.6 Verifica dei potenziali ostacoli e pericoli per la navigazione aerea

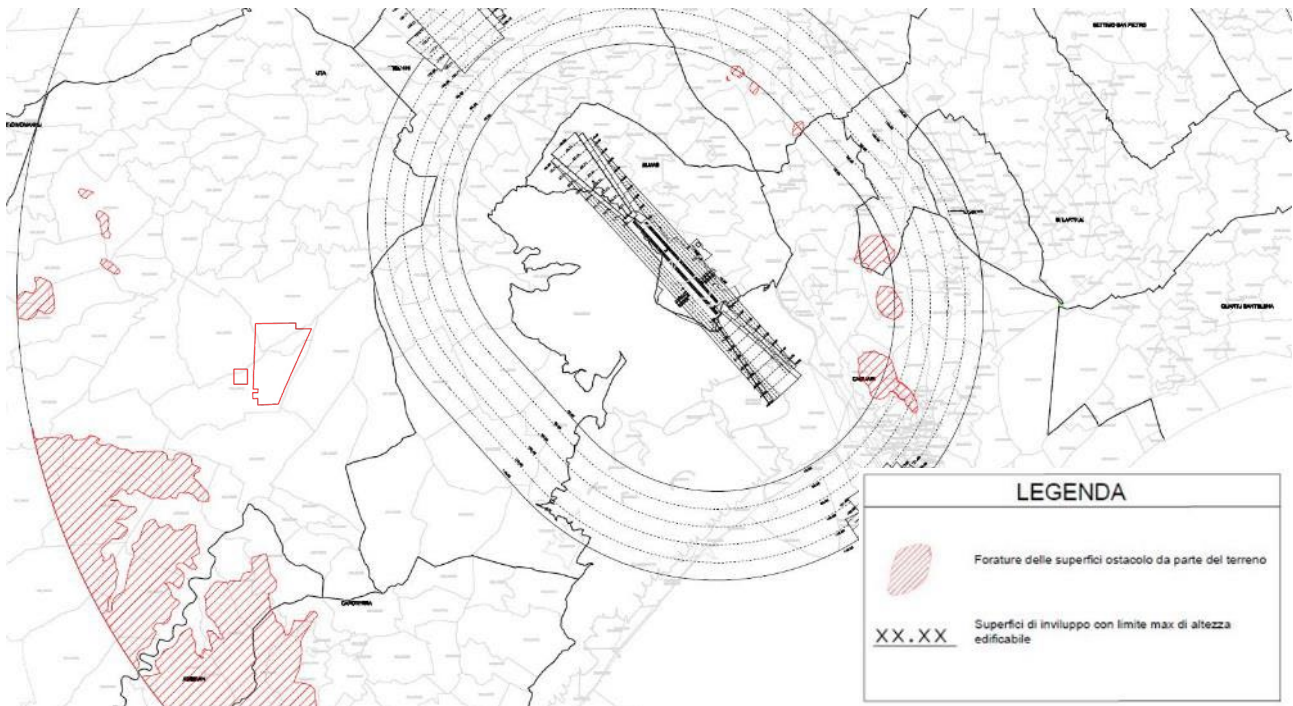
Il Codice di Navigazione Aerea vigente, approvato con R.D. 30 marzo 1942 n. 327, all'art. 707 riporta che *"Al fine di garantire la sicurezza della navigazione aerea, l'ENAC individua le zone da sottoporre a vincolo nelle aree limitrofe agli aeroporti e stabilisce le limitazioni relative agli ostacoli per la navigazione aerea ed ai potenziali pericoli per la stessa, conformemente alla normativa tecnica internazionale. Gli enti locali, nell'esercizio delle proprie competenze in ordine alla programmazione ed al governo del territorio, adeguano i propri strumenti di pianificazione alle prescrizioni dell'ENAC"*.

Con dispositivo dirigenziale ENAC n. 006/IOP/MV/ del 11/10/2011, sono state approvate le mappe di vincolo relative all'aeroporto di Cagliari, costituite da relazione tecnica ed elaborati grafici.

Nella Relazione tecnica-illustrativa delle mappe di vincolo, tra le attività o costruzioni da sottoporre a limitazione il punto 2 riporta "Manufatti con finiture esterne riflettenti e campi fotovoltaici" specificando che "per manufatti di considerevoli dimensioni che presentano estese vetrate o superfici esterne riflettenti e per i campi fotovoltaici di dimensioni consistenti ubicati al disotto della superficie orizzontale interna, dovrà essere effettuato e presentato a ENAC uno studio che valuti l'impatto del fenomeno della riflessione della luce che possa comportare un eventuale abbagliamento ai piloti impegnati nelle operazioni di atterraggio e circuitazione."

Ogni aeroporto definisce la propria superficie orizzontale interna, nella tavola PC01_A di seguito riportata, è rappresentato tale limite con una linea di colore giallo. Sono inoltre visibili, delimitate con linea tratteggiata di colore rosso, le aree in cui sono presenti rilievi del terreno di entità tale da forare le superfici di delimitazione degli ostacoli.

Riportando le aree del progetto in esame sulla citata Tavola della Relazione PC01_A emerge che essi risultano esterni sia alle aree in cui sono presenti rilievi del terreno di entità tale da forare le superfici di delimitazione degli ostacoli, sia al perimetro della Superficie orizzontale interna.



Estratto tavola PC01_A Mappa di vincolo dell'Aeroporto di Cagliari con il perimetro dell'area di intervento.

Il sito di progetto non ricade all'interno dell'area indicata nella mappa di vincolo aeroportuale sopra riportata, pertanto non vi sono restrizioni alla realizzazione del progetto.

Si può pertanto concludere che per la realizzazione del progetto in esame non è necessario richiedere a ENAC la preventiva autorizzazione per la valutazione della sussistenza di condizioni di potenziale pericolo in quanto l'impianto agro fotovoltaico proposto non rappresenta una fonte di disturbo o di pericolo reale per la navigazione aerea essendo ubicato all'esterno della superficie orizzontale interna della pista dell'aeroporto di Cagliari.

1.2.5 AREE PROTETTE

Lo studio dell'assetto ambientale dell'area interessata dal progetto include anche la ricognizione di aree sottoposte a tutela, di interesse faunistico e naturalistico, le aree parco, le riserve regionali e nazionali, i monumenti naturali di cui alla L.R. 231/89 e le zone umide.

1.2.5.1 Rete Natura 2000

La Rete Natura 2000 costituisce la più importante strategia di intervento per la conservazione della biodiversità presente nel territorio dell'Unione Europea ed in particolare la tutela di una serie di habitat e di specie animali e vegetali rari e minacciati. I siti della Rete Natura 2000 sono regolamentati dalle Direttive Europee 79/409/CEE, concernente la conservazione degli uccelli selvatici (Direttiva Uccelli), e 92/43/CEE, relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali della flora e della fauna selvatiche (Direttiva Habitat).

La Rete Natura 2000 è composta prevalentemente da due tipi di aree: i Siti di Importanza Comunitaria (SIC), attualmente proposti e destinati a divenire Zone Speciali di Conservazione (ZSC), previsti dalla Direttiva "Habitat" e le Zone di Protezione Speciale (ZPS), previste dalla Direttiva "Uccelli". Alle suddette aree si applicano le misure di conservazione necessarie al mantenimento o al ripristino in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat naturali e/o delle specie animali e vegetali. Alcuni tra questi ultimi vengono ritenuti prioritari e, poiché rischiano di scomparire, la Commissione europea ha una particolare responsabilità per la loro conservazione.

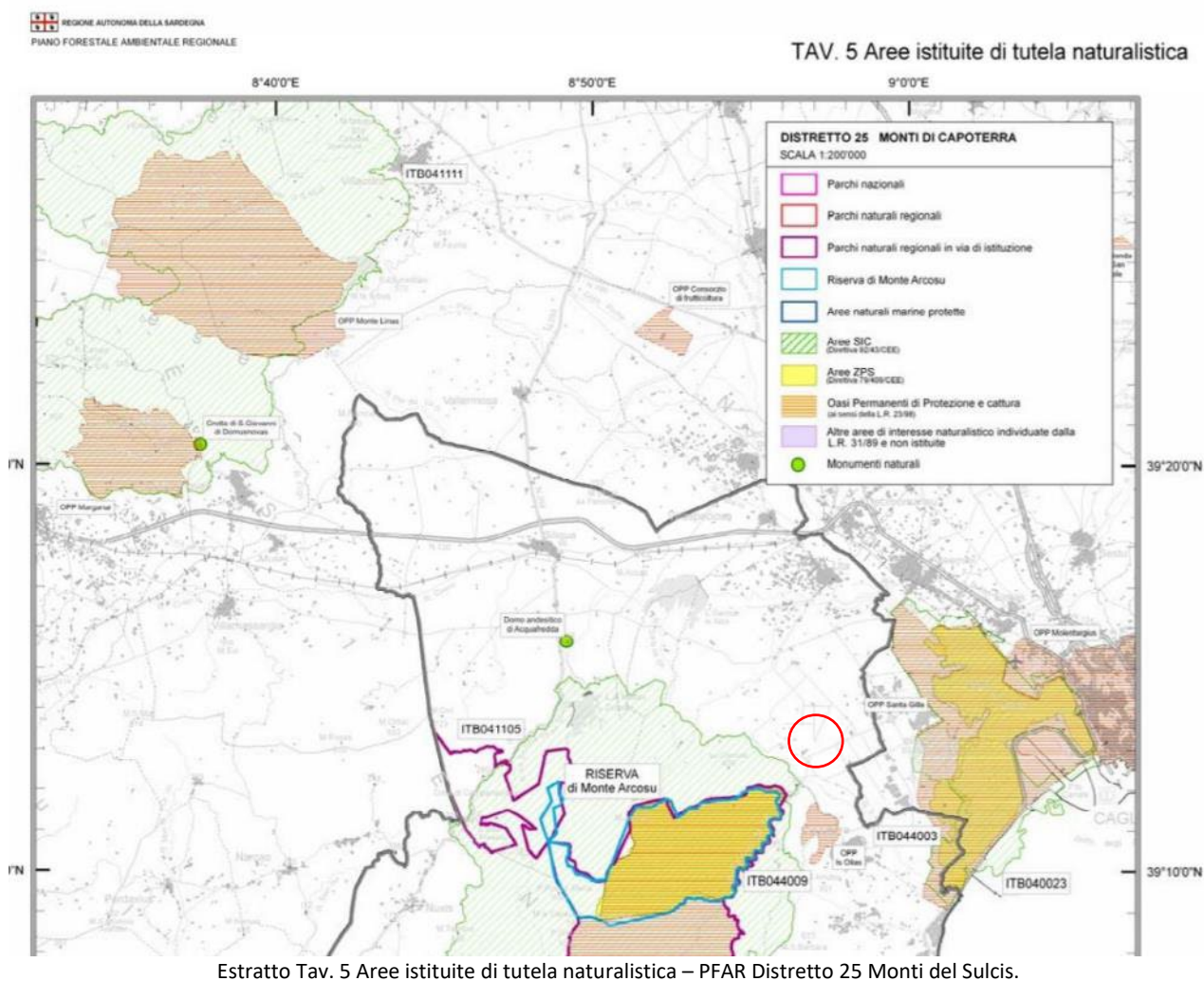
Le **Zone di Protezione Speciale (ZPS)** sono i territori più idonei a garantire, nella loro area di distribuzione, la conservazione, attraverso la protezione, gestione e regolazione, delle specie di uccelli, inserite nell'allegato I della Direttiva "Uccelli", viventi allo stato selvatico nel territorio europeo.

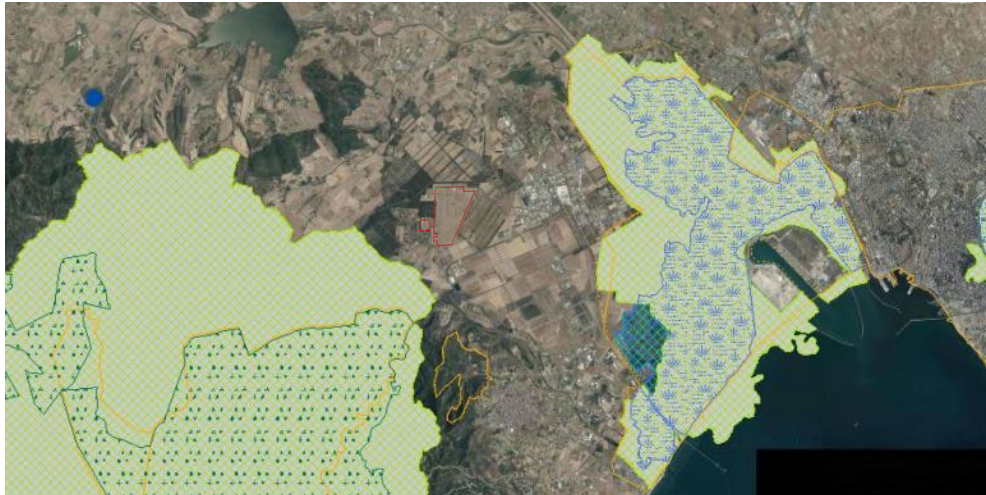
Le **Aree di Collegamento Ecologico Funzionale** sono delle aree che, per la loro struttura lineare e continua (corsi d'acqua con le relative sponde) o il loro ruolo di collegamento (come le zone umide o le aree forestali) sono essenziali per la migrazione, la distribuzione geografica e lo scambio genetico di specie selvatiche.

Le **Oasi di Protezione Faunistica** e di cattura sono istituite allo scopo di proteggere la fauna selvatica e il suo habitat.

Le **Aree umide e le zone Ramsar**, come definite dal D.P.R. 448/76, sono aree di palude, pantano, torbiera, distese di acqua, naturali e artificiali, permanenti o temporanee con acqua ferma o corrente, dolce, salata e salmastra fondamentali per la sopravvivenza di numerose specie di piante e animali. Tra le zone umide censite figurano anche le zone Ramsar, individuate dalla Convenzione omonima del 2 febbraio 1971 per la tutela e la conservazione delle zone umide.

Come si evince dalle figure seguenti, le aree individuate per la realizzazione delle opere in progetto non interessano aree istituite di tutela naturalistica designate SIC, ZPS, SIR, ZSC, Aree di collegamento Ecologico Funzionale, Oasi di Protezione Faunistica, Aree umide, Zone Ramsar e IBA.





Inquadramento del progetto rispetto alle aree tutelate_Geoportale.

Le aree sotto tutela più vicine alla zona di intervento sono:

- **SIC ITB040023 "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiareddu, Laguna di Santa Gilla"**
Istituito con la D.G.R. n. 71 del 30.07.2008, interessa i comuni di Assemini, Cagliari, Capoterra e Elmas.
- **SIC ITB041105 "Foresta di Monte Arcosu"**
Interessa i comuni di Assemini, Capoterra, Decimomannu, Domus de Maria, Nuxis, Pula, Santadi, Sarroch, Siliqua, Teulada, Uta, Villaspeciosa, Villa San Pietro
- **ZPS ITB044009 "Foresta di Monte Arcosu"** – Comuni di Uta, Assemini, Siliqua
- **ZPS IYB0440032 Stagno di Cagliari"** – Comuni di Cagliari, Assemini, Capoterra, Elmas
- **Oasi Permanente di Protezione faunistica e di cattura (OPP) Santa Gilla -**
- **Parco Naturale Regionale di Gutturu Mannu** – Comuni interessati Pula, Villa San Pietro, Siliqua, Domus De Maria, Uta, Assemini, Santadi, Capoterra, Sarroch e Teulada
Istituito con la L.R. 20/2014, il Parco appartiene al complesso delle foreste del Sulcis
- **Riserva WWF di Monte Arcosu** – Comuni Assemini, Uta, Siliqua
Ubicata all'interno del SIC e ZPS Foresta di Monte Arcosu e nel Parco Naturale Regionale di Gutturu Mannu, è stata acquistata dal WWF nel 1985 ed è la più vasta riserva WWF in Italia;
- **Area RAMSAR Stagni di Cagliari.**

- Aree Ramsar
- Monumenti Naturali istituiti L.R. 31_89
- Parchi regionali istituiti L.R. 31_89
- Aree di rilevante interesse naturalistico istituite L.R. 31_89
- Oasi permanenti di Protezione faunistica e di cattura Istituite
- Oasi permanenti di Protezione faunistica e di cattura proposte
- ZPS - Zone Protezione Speciale 2014
- ZPS - Buffer 2 Km
- SIC - Siti Interesse Comunitario 2014
- SIC - Buffer 1 Km
- Aree presenza di specie animali tutelate da convenzioni internazionali
- IBA - Important Bird Area
- Area presenza Chiroterofauna - buffer 1 Km
- Area di attenzione per presenza Chiroterofauna - buffer 5 Km

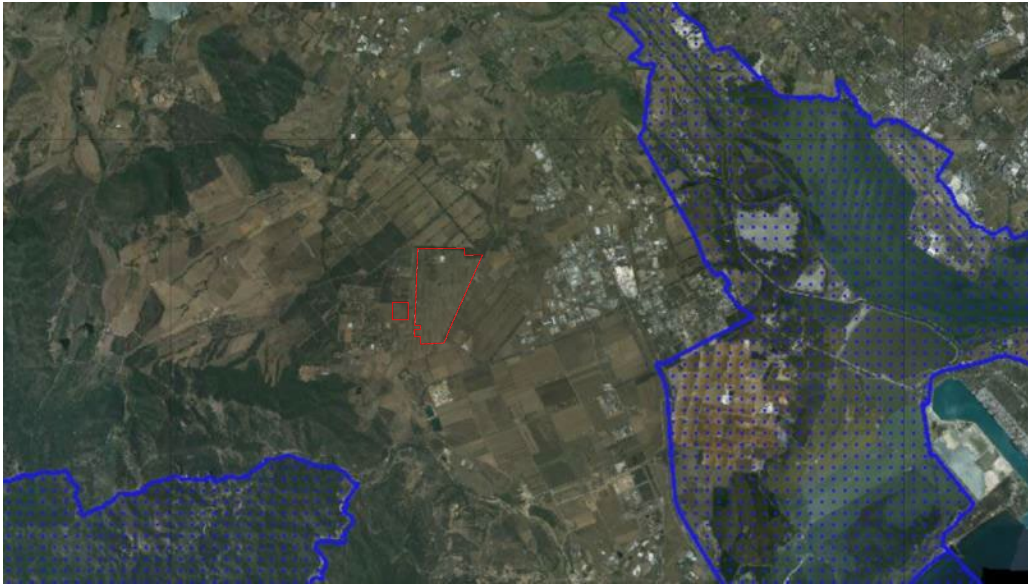


Inquadramento del progetto rispetto alle aree e siti con valore ambientale_Geoportale.

Il sito di localizzazione del campo agro - fotovoltaico risulta estraneo ad aree sottoposte a specifici vincoli di protezione ambientale, collocandosi al di fuori del loro perimetro di definizione.

1.2.5.2 Important Bird Areas (IBA)

L'acronimo IBA, Important Bird Areas, identifica le aree strategicamente importanti per la conservazione delle oltre 9.000 specie di uccelli che vi risiedono stanzialmente o stagionalmente. Tali siti sono individuati in tutto il mondo sulla base di criteri ornitologici applicabili su larga scala da parte di associazioni non governative che fanno parte di BirdLife International, un'associazione internazionale che riunisce oltre 100 associazioni ambientaliste e protezioniste.



Inquadramento del progetto rispetto alle IBA (Fonte cartografie rete natura 2000 e aree protette - "progetto natura").

Le aree sotto tutela più vicine alla zona di intervento sono:

- **IBA188 "Stagno di Cagliari";**
- **IBA189 "Monte Arcosu".**

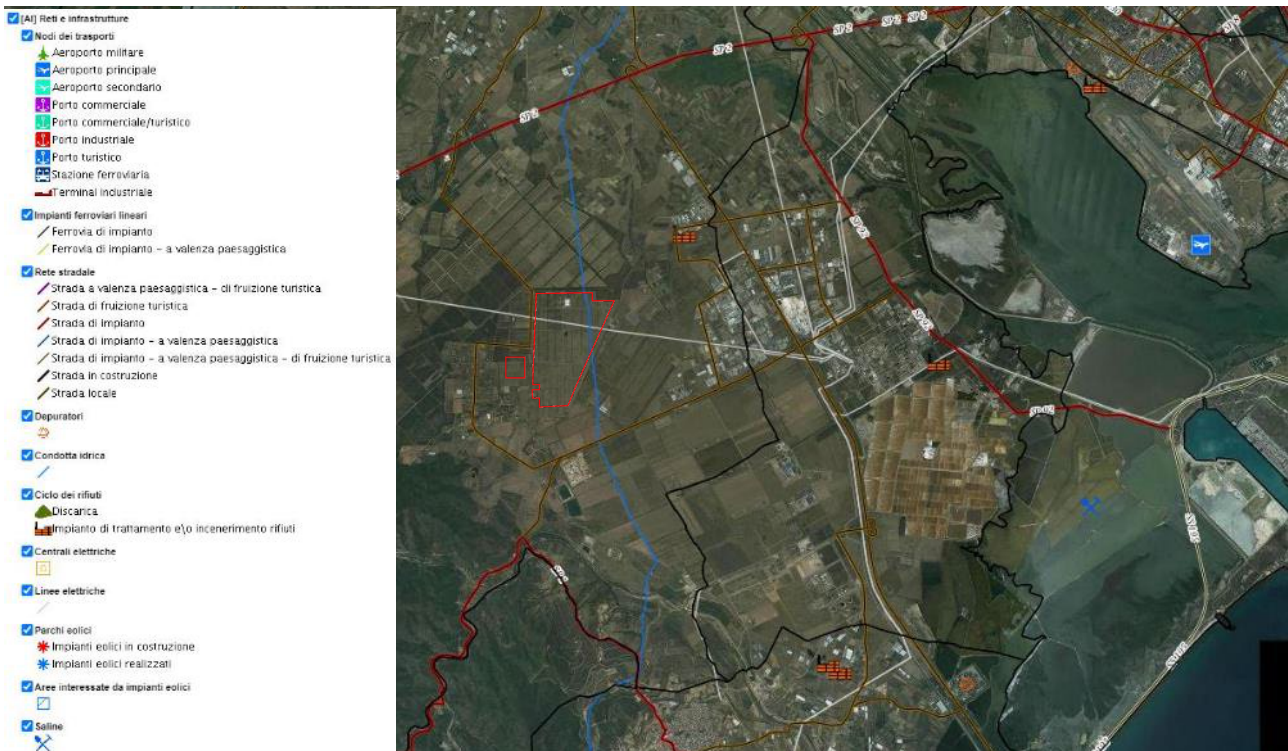
L'area di intervento non ricade direttamente in alcuna area IBA.

1.2.5.3 Altre aree protette

Inoltre, il progetto risulta conforme alla seguente vincolistica:

Zone di rispetto da infrastrutture

Come si evince dalla figura seguente, l'area di progetto non è interessata da infrastrutture.



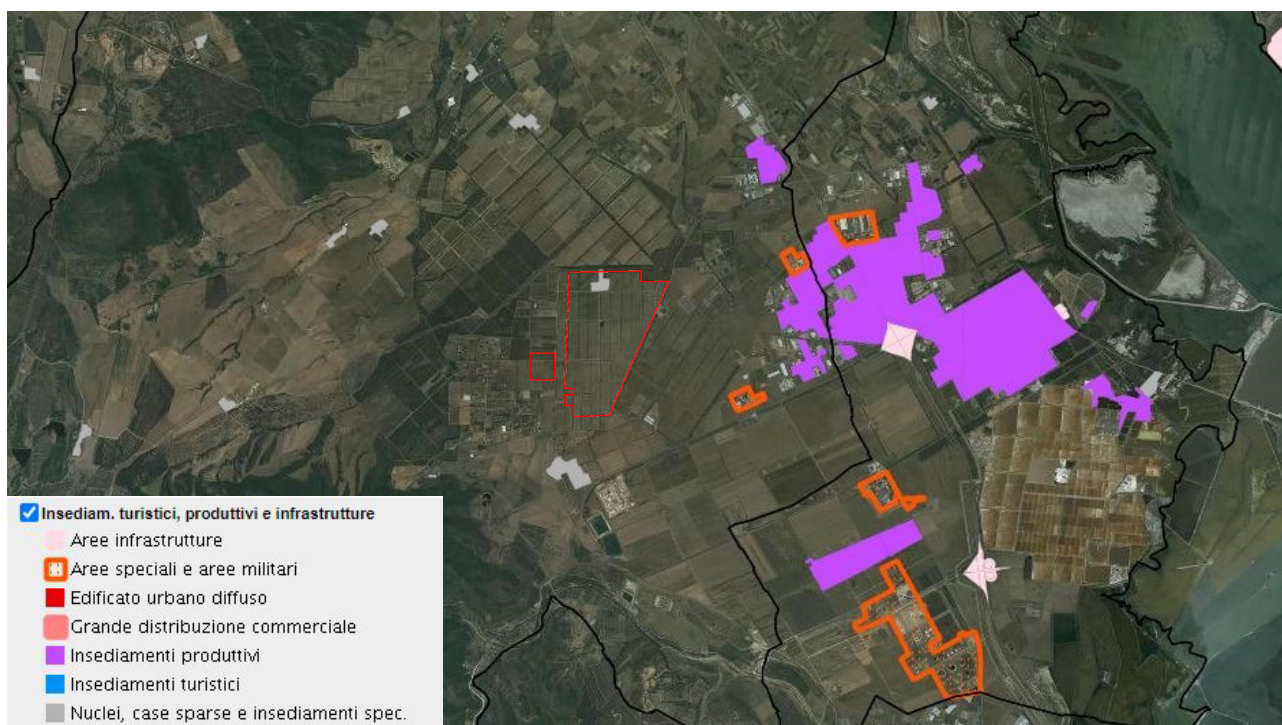
Inquadramento dell'impianto fotovoltaico rispetto alle infrastrutture nell'area di progetto (trasporti, impianti ferroviari, rete stradale, depuratori, condotte elettriche, linee elettriche, parchi eolici)_Geoportale Regione Sardegna.

Zone vincolate agli usi militari

Sul territorio sardo sono dislocate alcune delle basi militari americane più rilevanti del Mediterraneo, per dimensioni e caratteristiche. Dagli anni '50 infatti gli Stati Uniti hanno trasformato l'isola in una grande area strategica di servizi bellici essenziali: esercitazioni, addestramento, sperimentazione di nuovi sistemi d'arma, depositi di carburanti, armi e munizioni nonché controllo dell'intera area mediterranea. Vi sono inoltre svolte prove e collaudi di razzi e relative installazioni.

Intorno ai poligoni e agli impianti vigono servitù militari e limitazioni, sia a mare che a terra.

A partire dal 2008 le aree militari hanno iniziato ad essere oggetto di indagini ambientali per la ricerca di contaminanti nei suoli, nelle acque sotterranee e per la misura di radionuclidi e contaminanti nelle polveri aerodisperse.



Inquadramento dell'impianto fotovoltaico rispetto zone vincolate agli usi militari_Geoportale Regione Sardegna.

L'impianto fotovoltaico in esame risulta coerente con le zone di protezione ambientale istituite, con le zone di rispetto dalle infrastrutture nell'area di progetto e con le zone vincolate agli usi militari.

1.2.6 CONCLUSIONI

Dall'analisi degli strumenti di pianificazione e programmazione territoriale e ambientale esaminati, si può ragionevolmente concludere che il progetto dell'impianto fotovoltaico in esame sia pienamente compatibile con i vincoli, le tutele, i piani e i programmi attualmente vigenti sui terreni e sulle aree coinvolte.

Si evidenzia che ai sensi dell'art. 12, comma 1, del D. Lgs. 387/03, sono considerati di pubblica utilità, indifferibili ed urgenti le opere, comprese quelle connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione ed esercizio, per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.

Si riporta di seguito una sintesi della coerenza dell'intervento proposto con gli strumenti di programmazione e pianificazione analizzati.

Coerenza del progetto rispetto agli obiettivi della pianificazione energetica transnazionale	
	Coerenza
Piano d'Azione del Consiglio Europeo (2007-2009) per la creazione di una Politica Energetica per l'Europa	X
Direttiva 2009/28/CE	X
COM 2016860 "Energia pulita per tutti gli europei"	X
Coerenza del progetto rispetto agli obiettivi della pianificazione energetica nazionale	
Pianificazione Energetica Nazionale	X
Piano d'Azione Nazionale dell'Italia per lo sviluppo delle energie rinnovabili (PAN-FER)	X
Piano d'Azione per l'Efficienza Energetica 2014 (PAEE 2014)	X
Strategia Energetica Nazionale (SEN)	X
Piano nazionale integrato per l'Energia ed il Clima (PNIEC)	X

Coerenza del progetto rispetto agli obiettivi del QUADRO REGIONALE	
Piano d'azione regionale per le energie rinnovabili in Sardegna (PARERS)	X
Piano Energetico Ambientale Regionale (PEARS)	X
Legge Regionale n. 3/25 del 23 gennaio 2018 "Linee Guida per l'Autorizzazione degli Impianti Alimentati da Fonti Rinnovabili"	X
Piano Paesaggistico Regionale (PPR)	X
Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)	X
Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)	X
Piano di Tutela delle Acque (PTA)	X
Piani di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)	X
Piano Forestale Ambientale Regionale (PFAR)	X
Piano Regionale di Qualità dell'Aria Ambiente	X
Coerenza del progetto rispetto agli obiettivi del QUADRO PROVINCIALE e COMUNALE	
Piano Urbanistico Provinciale (PUP/PTC)	X
Piano Regolatore Territoriale dell'Area di Sviluppo Industriale di Cagliari - CACIP	X
Piano Urbanistico Comunale di Uta	X
Coerenza del progetto rispetto al QUADRO VINCOLISTICO	
Aree Naturali Protette di cui alla L. 06.12.1991, n. 394	X
Parchi, riserve, monumenti naturali, aree di particolare rilevanza naturalistica e ambientale di cui alla L.R. 06.07.1989, n. 31	X
Aree di cui alle Direttive 92/43 CEE (SIC) e 147/2009/CE (ZPS)	X
Aree di cui alla L.R. 29 luglio 1998, n. 23 (Oasi)	X
Aree IBA (Important Bird Areas)	X
Fasce di rispetto dai corsi d'acqua, dai laghi e dalla costa marina ai sensi del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 "Codice dei beni culturali"	X ⁽¹⁾
Boschi tutelati ai sensi del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42	X
Zone vincolate ai sensi dell'art. 136 e 142 del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 (ex Leggi n. 1497/39 e n. 1089/39 ora abrogate)	X ⁽¹⁾
Zone di vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/23	X
Fasce di rispetto di sorgenti o captazioni idriche	X
Zone vincolate agli usi militari	X
Zone di rispetto di infrastrutture (strade, oleodotti, cimiteri, etc.)	X
Zone classificate "H" (di rispetto paesaggistico, ambientale, morfologico, etc.) dagli strumenti urbanistici comunali	X
Vincolistica ai sensi del Piano stralcio delle attività estrattive	X
Area ricadente all'interno di un sito contaminato o potenzialmente contaminato, ai termini del Titolo V della parte IV del D. Lgs. 152/2006	X ⁽²⁾
Inserimento dell'intervento in aree inondabili o a rischio di piena, di pericolosità o a rischio per frana così come perimetrate dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).	X ⁽¹⁾
Vincolistica ai sensi della L. 21 novembre 2000, n. 353, art. 10 (incendi)	X

- (1) Come descritto ai paragrafi precedenti, l'area del progetto in esame interessa parzialmente la fascia di tutela di cui all'art. 17 comma 3 lettera h) delle NTA – aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 143 comma 1 lettera i) e dell'art. 142 comma 1 lettera c) del D. Lgs. 42/2004. Per tale motivo, in aggiunta a specifica Relazione Idraulica, la documentazione della procedura verifica in oggetto è corredata anche della prescritta documentazione necessaria alla richiesta di rilascio dell'autorizzazione ai fini del vincolo paesaggistico, tra cui specifica "Relazione Paesaggistica".
- (2) Come previsto, si procederà alla caratterizzazione di tali aree, l'esito della quale consentirà la finalizzazione o meno del contratto di acquisto delle aree medesime e la successiva realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

2. ANALISI DELLO STATO DELL'AMBIENTE (SCENARIO DI BASE)

Il progetto dell'impianto agro - fotovoltaico interessa una superficie di circa 180 ha che ricade nel territorio comunale di Uta in provincia di Cagliari.

L'ambito di influenza potenziale di un progetto può essere definito come l'estensione massima entro cui, allontanandosi gradualmente dall'opera progettata, gli effetti sull'ambiente gradualmente si affievoliscono fino a diventare impercettibili. L'ambito di influenza potenziale, tuttavia, non ha un limite "geografico" definito, valido per ogni componente ambientale, in quanto ogni componente ha sue peculiari caratteristiche di incidenza potenziale.

Gli impianti fotovoltaici, rispetto ad altre fonti di produzione di energia, sono caratterizzati dall'assenza di emissioni solide, liquide o gassose e da emissioni sonore non significative in fase di funzionamento; da un punto di vista paesaggistico invece, l'estensione planimetrica a terra può comportare significativi impatti visivi-percettivi sul paesaggio.

Allo scopo di contenere i potenziali impatti negativi sul paesaggio, si è fatto ricorso ad una progettazione sito-specifica per un corretto inserimento paesaggistico in una zona agricola/industriale ubicata a distanze significative da aree soggette a vincoli o a tutela di qualsiasi tipo.

Come ambito di influenza potenziale del progetto, pertanto, è stato considerato quello dell'areale di percezione visiva del progetto stesso, cautelativamente stabilito in una porzione di territorio di circa 4-5 km intorno all'area vasta dell'impianto.

Nel presente capitolo viene pertanto definito l'ambito territoriale interessato dalle opere in progetto ed i fattori ambientali potenzialmente oggetto d'impatto in conseguenza della loro realizzazione, con particolare riferimento alla popolazione e salute pubblica, alla biodiversità, al suolo, uso del suolo e patrimonio agroalimentare, alla geologia e acque, all'atmosfera, aria e clima, al sistema paesaggio. Saranno inoltre presi in considerazione gli agenti fisici che entrano in gioco con il presente intervento, quali rumore, vibrazioni, campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, radiazioni ottiche, radiazioni ionizzanti.

Le informazioni utilizzate per l'inquadramento ambientale sono state raccolte da indagini analitiche e sopralluoghi effettuati nelle aree di progetto e limitrofe, da dati reperiti su pubblicazioni scientifiche e studi relativi alle aree di progetto effettuati da Enti ed organismi pubblici e privati.

L'elaborazione delle suddette informazioni consente di tracciare il quadro delle differenti componenti ambientali potenzialmente oggetto d'impatto da parte dell'intervento in progetto.

Viene infine definito e valutato, per le fasi di costruzione, esercizio e dismissione, l'impatto ambientale dell'impianto fotovoltaico e delle opere connesse agente su ogni singola componente individuata a valle delle eventuali misure di mitigazione previste.

2.1 FATTORI AMBIENTALI

Nei paragrafi che seguono si è proceduto all'analisi dello stato attuale delle componenti ambientali potenzialmente interferite dalla realizzazione del presente intervento.

2.1.1 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

In linea con quanto stabilito nel 1948 dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), il concetto di salute va oltre la definizione di "assenza di malattia", ossia: "La salute è uno stato di completo benessere fisico, mentale e sociale".

Per analizzare lo stato del benessere e della salute umana è necessario:

- valutare l'eventuale presenza di individui appartenenti a categorie sensibili come bambini, anziani e individui affetti da patologie varie all'interno della popolazione potenzialmente coinvolta dagli impatti dell'intervento proposto e i relativi dati alla mortalità ed alle principali cause di morte e di malattia;
- valutare gli aspetti socio – economici quali il livello di istruzione, il livello di occupazione o disoccupazione, il livello di reddito, le disuguaglianze, il tasso di criminalità ecc;

- valutare l'incidenza dell'intervento proposto sulle altre attività economiche presenti nel sito;
- valutare gli aspetti in corso dovuti al cambiamento climatico collegati con il benessere e la salute umana.

I dati relativi alla popolazione residente nel territorio della Città Metropolitana di Cagliari a gennaio 2020 risultano essere i seguenti:

Maschi	208.785 (48,5%)
Femmine	222.129 (51,5%)
Totale popolazione	430.914 (100%)
Densità media di popolazione per Km ²	345,93

Popolazione residente Città Metropolitana di Cagliari a gennaio 2020_Dati ISTAT.

Dei 17 comuni che costituiscono la Città Metropolitana, solo 6 superano la soglia dei 20 mila abitanti e in essi si concentra una quota complessiva di popolazione pari al 75,31%.

Cod. ISTAT	Comune	Popolazione	Superficie (Km ²)	Densità (Ab/Km ²)
92003	Assemmini	26.901	118,17	228
92009	Cagliari	154.106	85,01	1.813
92011	Capoterra	23.583	68,49	344
92015	Decimomannu	8.234	27,72	297
92108	Elmas	9.546	13,63	701
92037	Maracalagonis	7.980	101,37	79
92109	Monserrato	19.771	6,43	3073
92050	Pula	7.338	138,92	53
92051	Quartu Sant'Elena	70.879	96,41	735
92105	Quartucciu	13.234	27,93	474
92066	Sarroch	5.283	67,83	78
92068	Selargius	28.986	26,67	1.087
92074	Sestu	20.958	48,29	434
92075	Settimo San Pietro	6.760	23,29	290
92080	Sinnai	17.562	223,91	78
92090	Uta	8.696	134,71	65
92099	Villa San Pietro	2.138	39,89	54

Densità abitativa dei comuni della Città Metropolitana_Dati ISTAT.

Se si analizza la ripartizione della popolazione per classi di età al 01/01/2017 emerge una presenza di ultrasessantacinquenni del 21,2%, inferiore rispetto alla media italiana (22,03%) e una maggiore incidenza della fascia 15-64 anni (66,9% rispetto al valore nazionale del 64,47%). In particolare, quest'ultima fa segnare una percentuale, sul totale della popolazione, che costituisce il valore più elevato del paese.

Età	Maschi	Femmine	Totale Città Metropolitana	%	Sardegna	Italia
0-39	85.755	80.741	166.496	38,6	38,4	40,9
40-64	83.732	89.558	173.290	40,3	38,8	36,8
65-100+	39.228	52.461	91.644	21,1	22,7	22,3

Totale	208.715	222.715	431.430	100		
--------	---------	---------	---------	-----	--	--

Popolazione residente per fasce d'età nella Città Metropolitana di Cagliari al 1° gennaio 2017_Dati ISTAT.

Per quanto riguarda la popolazione straniera residente nella Città Metropolitana di Cagliari al 1° Gennaio 2018, essa è composta da 8.337 maschi e 7.550 femmine per un totale di 15.887 persone (+ 11% rispetto al 1° Gennaio 2017), che corrispondono a circa il 3,7% della popolazione totale residente. La comunità straniera più numerosa è quella proveniente dal Senegal con il 10,9% di tutti gli stranieri presenti sul territorio, seguiti dalle Filippine (10,7%) e dalla Romania (10,5%).

Relativamente alle attività economiche, il numero delle imprese registrate alla Camera di Commercio di Cagliari al 31 marzo 2018 è pari a 69.677 unità (erano 70.026 a dicembre 2017). Il 59,2% delle imprese ha sede nei comuni della Città Metropolitana (in termini assoluti corrisponde a 41.271 unità) e il 40,8% nella provincia del Sud Sardegna (28.654 imprese).

Dall'analisi dei dati congiunturali si evidenzia una situazione di stasi del tessuto imprenditoriale della Città Metropolitana. Per quel che concerne la natalità e mortalità aziendale nel corso dei primi tre mesi del 2018, è stato registrato un saldo negativo pari a - 350 unità, dovuto alla differenza tra le 1.458 iscrizioni e le 1.108 cessazioni; in termini percentuali il calo è pari a -0,5%. La flessione risulta più consistente rispetto ai primi tre mesi del 2017, quando il calo era di 118 imprese (-0,2%).

Tutti i settori economici registrano una diminuzione nel numero delle imprese: tra i più significativi in termini assoluti il commercio (-221 unità), il settore agricolo (- 202) e il comparto delle costruzioni (-76). Anche il comparto artigiano segna un risultato negativo con un saldo di -79 imprese (-0,6%). Di segno opposto le imprese "non classificate" che incrementano invece la propria consistenza di 409 aziende.

Il settore del turismo, con un peso del 7,7% sul totale delle imprese, fa registrare un trend positivo con 5.349 imprese attive, + 20 rispetto al 2017. Un dato importante relativo a tale settore è rappresentato dai flussi turistici legati all'arrivo delle navi da crociera, dovuto alla riorganizzazione delle rotte delle principali compagnie navali, che hanno fatto del Porto di Cagliari il primo scalo crocieristico in Sardegna con 163 approdi e oltre 430 mila passeggeri.

I primi tre mesi del 2018 hanno fatto registrare un significativo calo delle iscrizioni rispetto allo stesso periodo del 2017 (-12,9%, che in termini assoluti corrisponde alla differenza tra le 1.272 del 1° trimestre 2017 e 1.108 dello stesso periodo 2018). Nel dettaglio, le iscrizioni di imprese femminili: sono 86 in meno rispetto al 1° trimestre 2017, corrispondenti in percentuale al -26,6% (-7,9% il dato a livello nazionale). Negative anche le iscrizioni di imprese giovanili (-41,1% rispetto al 2017, contro una contrazione del -11% in Italia). Da segnalare invece il dato positivo sulle iscrizioni delle imprese straniere (+2,7%, rispetto al -6,1% di iscrizioni nel territorio nazionale). Le cancellazioni di imprese aumentano invece nel 1° trimestre 2018 del 4,9% rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente (in termini assoluti passano da 1.390 a 1.458), contro un calo del 3,5% registrato in Italia.

Tra le forme giuridiche, unico dato positivo del 1° trimestre 2018 risulta ancora essere quello delle società di capitali, che registrano un saldo positivo di 152 imprese (leggermente superiore rispetto al 2017), mentre continuano a perdere unità produttive le ditte individuali (-401 unità) e le società di persone (-116).

Sempre nel corso dei primi tre mesi del 2018 le imprese che hanno aperto una procedura fallimentare sono state 31, contro le 54 del primo trimestre del 2017. Il calo è pertanto pari al 42,6%, in controtendenza rispetto alla variazione in aumento registrata nel 2017 rispetto al 1° trimestre 2016 (+8%). A livello nazionale la contrazione delle aperture di procedure fallimentari è pari al 3,4%. I settori maggiormente interessati dal fenomeno sono: il commercio (10 procedure registrate), turismo (5) e le costruzioni (4). In aumento anche le procedure di scioglimento e liquidazione: le imprese richiedenti sono pari a 325, con un incremento rispetto ai primi tre mesi del 2017 del 15,2% (contro il 4,3% a livello nazionale).

Settore	Registrate	Iscrizioni	Cessazioni	Saldo
A Agricoltura, silvicoltura pesca	11.054	50	252	-202
B Estrazione di minerali da cave e miniere	48	0	0	0
C Attività manifatturiere	4.638	34	77	-43
D Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	65	0	0	0
E Fornitura di acqua; reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti	165	1	1	0
F Costruzioni	8.530	103	179	-76
G Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione di autoveicoli	19.089	172	393	-221
H Trasporto e magazzinaggio	1.921	5	40	-35
I Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	5.349	53	116	-63
J Servizi di informazione e comunicazione	1.644	21	44	-23
K Attività finanziarie e assicurative	1.132	22	36	-14
L Attività immobiliari	1.228	11	22	-11
M Attività professionali, scientifiche e tecniche	1.791	27	47	-20
N Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	2.194	38	50	-12
P Istruzione	389	2	7	-5
Q Sanità e assistenza sociale	615	2	9	-7
R Attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	652	4	14	-10
S Altre attività di servizi	2.515	24	41	-17
X Imprese non classificate	6.658	539	130	409
Totale	69.677	1.108	1.458	-350

Imprese per settore economico 1° trimestre 2018_
D.U.P. Città Metropolitana di Cagliari Triennio 2019-2020 su dati C.C.I.A.A..

In linea con quanto avviene a livello nazionale, nella Provincia di Cagliari è presente una crescita nel livello degli occupati nel triennio 2015-2017. Il trend positivo del triennio ha portato un aumento nel numero degli occupati del +2,7% passando da 52,2% a 54,9%. Nella partecipazione della popolazione al mercato del lavoro (15-64 anni), nell'anno 2016, la Provincia di Cagliari si colloca in prima posizione a livello regionale e quarta nella graduatoria delle province del Mezzogiorno. Il settore trainante per l'occupazione risulta essere quello dei servizi che ha registrato, negli ultimi anni, un dato costante del numero degli occupati.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Provincia di Cagliari	52,2	52,7	49,5	50,4	52,2	53,6	54,9
Sardegna	51,7	51,7	48,3	48,6	50,1	50,3	50,5
Italia	56,8	56,6	55,5	55,7	56,3	57,2	58

Tasso di occupazione in Provincia di Cagliari, in Sardegna e in Italia in valori percentuali anni 2011-2017.
(Fonte: D.U.P. Città Metropolitana di Cagliari Triennio 2019-2020 su dati ISTAT).

Nel triennio 2014-2016 contestualmente all'aumento del numero di occupati si registra un decremento della disoccupazione, che passa dal 17,9% del 2014 al 14,3% del 2016, valore leggermente inferiore alla media regionale del 17,3% ma di 2,6 punti percentuali più elevato rispetto alla media nazionale. Questo trend positivo vede una leggera flessione nel biennio 2016-2017 con un incremento del tasso di disoccupazione del 1,2%.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Provincia di Cagliari	13,2	15,5	17,7	17,9	17,7	14,3	15,5
Sardegna	13,5	15,4	17,5	18,6	17,4	17,3	17
Italia	8,4	10,7	12,1	12,7	11,9	11,7	11,2

Tasso di disoccupazione in Provincia di Cagliari, in Sardegna e in Italia in valori percentuali.
anni 2011-2017 (Fonte: D.U.P. Città Metropolitana di Cagliari Triennio 2019-2020 su dati ISTAT).

Se si analizzano i dati del comune di Uta, la vicinanza con Cagliari ha favorito, nel corso degli ultimi anni, un considerevole sviluppo dal punto di vista edilizio con il conseguente aumento del numero degli abitanti (al 01/01/2018 si contano 8.696 residenti).

Popolazione (N.)	8.696
Famiglie (N.)	3.367
Maschi (%)	51,0
Femmine (%)	49,0
Stranieri (%)	2,2
Età Media (Anni)	41,6
Variazione % Media Annuale (2012/2017)	+1,64

Dati demografici del Comune di Uta al 01/01/2018 (Fonte: Dati UrbiStat).

Al 31/12/2016 risultano nel comune di Uta 3.166 residenti di età pari a 15 anni o più. Di questi, 2.386 risultano occupati e 582 precedentemente occupati ma adesso disoccupati e in cerca di nuova occupazione. Il totale dei maschi residenti di età pari a 15 anni o più è di 1.943 individui, dei quali 1.555 occupati e 307 precedentemente occupati ma adesso disoccupati e in cerca di nuova occupazione. Il totale delle femmine residenti di età pari a 15 anni o più è di 1.223 unità delle quali 831 sono occupate e 275 sono state precedentemente occupate ma adesso sono disoccupate e in cerca di nuova occupazione.

Dall'analisi dei dati ISTAT relativi al mercato del lavoro emerge che il tasso di disoccupazione, sebbene sensibilmente ridotto rispetto al ventennio precedente, risulta tuttora molto elevato, anche raffrontato ai valori medi della Regione Sardegna e dell'Italia e soprattutto quello relativo alla disoccupazione giovanile.

Indicatore	Uta	Sardegna	Italia
Tasso di disoccupazione maschile	20,5	17,0	9,8
Tasso di disoccupazione femminile	31,8	21,0	13,6
Tasso di disoccupazione	24,9	18,6	11,4
Tasso di disoccupazione giovanile	60,5	48,5	34,7

Confronti territoriali del tasso di disoccupazione (Fonte: 8mila Census - Dati ISTAT 2011).

2.1.2 BIODIVERSITÀ

Per una corretta valutazione dell'incidenza dell'impianto agro – fotovoltaico sulla biodiversità presente nel sito di progetto è necessario classificare e catalogare le diverse specie vegetali e animali e gli habitat che si trovano ad insistere sull'area. Ciò anche al fine di mitigare l'impatto sulla biodiversità dell'area e sulla presenza degli animali in zona.

2.1.2.1 Flora e vegetazione

La flora della Sardegna è tipicamente mediterranea, influenzata da un clima caratterizzato da inverni miti ed estati secche. La vegetazione boschiva è costituita perlopiù da formazioni sempreverdi formate da alberi di leccio e sughera e da boschi a foglie caduche come la roverella e il castagno. Formazioni cespugliose di corbezzolo, lentisco, ginepro, olivastro, cisti, mirto, fillirea, erica, ginestra, rosmarino, viburno, euforbia si identificano con la "macchia mediterranea"; queste formazioni, di grande interesse ecologico, sono le più rappresentative della area mediterranea. Nei terreni degradati la macchia lascia il posto alla "gariga", costituita da specie come il timo, l'elicriso, i cisti, l'euforbia.

L'ambiente favorevole della Sardegna ha consentito la diffusione di numerosi endemismi vegetali e animali di straordinaria valenza naturalistica, che mostrano spesso caratteristiche tipiche delle isole, come le dimensioni più piccole degli esemplari rispetto a specie affini presenti in regioni geografiche più grandi, oppure caratteristiche peculiari dovute al lungo isolamento.

Il Piano Forestale Ambientale della regione Sardegna, approvato con Delibera 53/9 del 27.12.2007, ha individuato cartograficamente 25 distretti, tutti ritagliati quasi esclusivamente su limiti amministrativi comunali, entro i quali è riconosciuta una sintesi funzionale degli elementi fisico-strutturali, vegetazionali, naturalistici e storico-culturali del territorio.

Sulla base del Piano Forestale Ambientale Regionale la totalità del territorio comunale di Uta rientra nel Distretto 25 – Monti del Sulcis che comprende il complesso montuoso del Sulcis ed ha un esteso sviluppo costiero da Porto Pino allo stagno di Santa Gilla.

Il Distretto è caratterizzato da una prevalenza di cenosi forestali e sclerofille, dove le specie arboree principali sono rappresentate dal leccio e dalla sughera e per le caratteristiche floristiche e vegetazionali può essere suddiviso in 2 sub-distretti:

- 25a Sub-distretto orientale, dove è ampiamente presente la serie sarda, termo-mesomediterranea del leccio con l'associazione *Prasio majoris-Quercetum ilicis*, le lianose come *Clematis cirrhosa*, *Prasium majus*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *Lonicera implexa* e *Tamus communis* e, nelle foreste demaniali di Gutturu Mannu e Pantaleo tra i 200 e 500 metri s.l.m., è presente la serie sarda, calcifuga, termo-mesomediterranea della sughera (*Galio ciscabri-Quercetum suberis*).
- 25b Subdistretto occidentale dove è presente la serie sarda calcicola meso-supramediterranea del leccio con l'associazione *Aceri monspessulani-Quercetus ilicis*, la serie sarda, calcicola, termomediterranea del leccio con palma nana (*Prasio majoris-Quercetum ilicis* subass. *Chamaeropetosum humilis*) e, nella porzione meridionale in aree con abbondanti affioramenti rocciosi ed elevata inclinazione è ampiamente presente la serie sarda, termomediterranea del ginepro turbinato (*Oleo-Juniperetum turbinata*).

L'area vasta nella quale è prevista la realizzazione del progetto in esame rientra nel sub-distretto orientale; le comunità vegetazionali più diffuse sono costituite in prevalenza da leccete, sugherete, oleeti e ginepreti; lungo i corsi d'acqua si trovano ontaneti, saliceti, oleandreti e vegetazione riparia. Sono inoltre presenti una vegetazione arbustiva sempreverde (leccete e sugherete), garighe e praterie annuali e perenni.

La morfologia dell'area è tipicamente sub-pianeggiante e basso collinare, con rilievi che raramente superano i 250 metri; l'area ha risentito da lungo tempo di una forte pressione antropica in quanto le aree non urbanizzate e non industrializzate sono state ampiamente utilizzate per le colture agrarie intensive ed estensive, sia erbacee che orticole ed in parte per attività zootecniche.

Dai sopralluoghi effettuati nelle aree di progetto è emerso che, come si evince dalle foto seguenti, in generale i terreni sono nudi o in alcuni dei campi coperti da una vegetazione rada, costituita da semine di erbai per foraggiare, con un generale senso di abbandono e di desolazione. La presenza di una evidente pietrosità limita l'ordinaria gestione colturale e favorisce ampie fallanze.

Per la documentazione fotografica delle aree di progetto con indicazione su mappa dei punti di ripresa si riportata al capitolo 9.

2.1.2.2 Fauna

La regione Sardegna, in virtù della sua conformazione orografica, della posizione geografica oltre alla relativa scarsa antropizzazione rispetto all'estensione del territorio, ha mantenuto areali favorevoli allo sviluppo e conservazione di un congruo numero di specie endemiche.

La fauna della Sardegna infatti è ricca di specie di particolare importanza, non comuni e spesso estinte o rare in altre regioni d'Europa; tra queste numerosi sono gli endemismi, cioè le specie ad areale limitato (per lo più sardo-corso) o esclusive della Sardegna, tra i quali il Muflone, il Cervo sardo, il Cavallino della Giara, l'Asino albino, l'Orecchione sardo, il Falco della regina...

L'area vasta nella quale è prevista la realizzazione delle opere in progetto individua diverse tipologie di sistemi ambientali:

- Il sistema fluviale che comprende gli estesi bacini idrografici del Rio Cixerri e del Riu Mannu a cui si aggiungono corsi d'acqua minori come il Rio Santa Lucia, il Rio sa Nuxedda ed il Rio Sa Murta, caratterizzati da un regime torrentizio e che svolgono importanti funzioni ecologiche sia per il loro ruolo di corridoi ecologici naturali sia in relazione alle aree di foce che individuano habitat idonei alla riproduzione e alla nidificazione di numerose specie faunistiche e avifaunistiche
- Il sistema delle aree umide rappresentato dalla Laguna di Santa Gilla e dalle Saline di Macchiareddu le quali si contraddistinguono sotto vari aspetti:
 - Sotto l'aspetto economico per le attività legate alla pesca lagunare tradizionale di specie ittiche pregiate come mormore, spigole, orate e muggini nonché mitili e arselle, e per le attività produttive delle saline.
 - Sotto l'aspetto faunistico, la strategica posizione geografica nel quadro delle correnti migratorie, il clima e l'abbondanza di cibo della laguna consentono la sosta e lo svernamento di numerose specie di uccelli, alcune delle quali rare ed estremamente localizzate come il Gabbiano roseo (*Larus genei*) e il Pollo sultano (*Porphyrio porphyrio*). Lo Stagno di Cagliari, assieme allo Stagno di Molentargius, è attualmente uno dei sistemi umidi più importanti dell'Italia meridionale ed insulare per gli uccelli acquatici nella fase critica dello svernamento, e rappresenta il sito più rilevante in Sardegna per lo svernamento di limicoli. Inoltre ospita la principale popolazione nidificante in Italia di Fenicottero (*Phoenicopterus roseus*) che da anni sceglie il sito come abituale luogo di nidificazione, e i cui pulli sono annualmente sottoposti alle operazioni di inanellamento, ma riveste un ruolo importante per la riproduzione di numerosi altri uccelli acquatici di interesse.
- sistema montano del Gutturu Mannu - Nel sistema montano ricade parte del SIC "Foresta di Monte Arcosu", che rappresenta un ambito di grande valore naturalistico soprattutto in relazione alla presenza di specie endemiche tra le più rappresentative della fauna sarda come il Cervo sardo (*Cervus elaphus corsicanus*), l'Astore sardo (*Accipiter gentilis arrigonii*) e il Geotritone (*Speleomantes genei*).
- sistema agricolo - si estende prevalentemente a nord dei Fiumi Riu Mannu e Rio Cixerri e, pur non essendo un sistema naturale, rappresenta un importante fattore ambientale e paesaggistico legato in particolare alle siepi e ai filari che costituiscono una via privilegiata di passaggio, migrazione e

rifugio per molte specie animali, sia vertebrati che invertebrati, soprattutto insetti. I seminativi, le zone prative e le colture specializzate rappresentano inoltre aree di caccia per piccoli vertebrati, in particolare rettili e uccelli.

Come evidenziato nei capitoli precedenti, le aree del progetto in esame non interferiscono direttamente con il sistema delle aree protette sebbene risultino ubicate in prossimità di aree riconosciute ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE) quali Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone a Protezione Speciale (ZPS) ai sensi della Direttiva Uccelli (79/409/CEE) inseriti nella Rete Natura 2000 come siti Bioitaly, nonché Oasi di Protezione Faunistica designate ai sensi della LR 23/1998. Inoltre le aree nelle quali è prevista la realizzazione del progetto ricadono in un paesaggio agrario all'interno di un'ampia area industriale la cui valenza ecologica è da ritenersi non significativa; anche negli areali in prossimità a quelli di intervento si rileva la presenza perlopiù di aree agricole frammentate o incolte o con scarsa vegetazione autoctona a causa dell'intensa attività antropica esercitata ma è stato comunque tenuto in considerazione il potenziale areale di distribuzione di molte delle specie interessate da regimi di tutela a livello internazionale, nazionale e regionale e le possibili interferenze con l'area di progetto per riproduzione, alimentazione, sosta o riparo.

Con la L.R. 29 luglio 1998, n. 23 "Norme per la protezione della fauna selvatica e per l'esercizio della caccia in Sardegna" la Regione Sardegna, in recepimento degli atti comunitari sulla tutela della fauna selvatica, ed in particolare le Direttive 79/409/CEE del Consiglio del 2 aprile 1979, 85/411/CEE della Commissione del 25 luglio 1985, 91/244/CEE della Commissione del 6 marzo 1991 e 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992, con i relativi allegati, concernenti la conservazione della fauna selvatica e degli habitat naturali e seminaturali ed in attuazione delle Convenzioni internazionali sulla tutela della fauna selvatica, ed in particolare della Convenzione di Parigi del 18 ottobre 1950, resa esecutiva con la Legge 24 novembre 1978, n. 812, della Convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con il D.P.R. 13 marzo 1976, n. 448 e della Convenzione di Berna del 19 settembre 1979, resa esecutiva con la Legge 5 agosto 1981, n. 503, ha sancito la tutela della fauna selvatica finalizzata al mantenimento della biodiversità ed ha istituito oasi permanenti di protezione faunistica e di cattura, finalizzate al mantenimento ed alla sistemazione degli habitat ricompresi anche nelle zone di migrazione dell'avifauna. All'art. 5 riporta che *"fanno parte della fauna selvatica, oggetto di tutela della citata legge, i mammiferi, i rettili e gli anfibi dei quali esistono popolazioni viventi, stabilmente o temporaneamente, in stato di naturale libertà nel territorio regionale e nelle acque territoriali ad esso prospicienti"*.

Nell'Allegato 1 è riportato l'elenco delle specie di fauna selvatica particolarmente protetta ai sensi dell'art. 5, comma 3, per le quali la Regione adotta provvedimenti prioritari atti ad istituire un regime di rigorosa tutela dei loro habitat:

a) MAMMIFERI PRESENTI IN SARDEGNA E NELLE SUE ACQUE TERRITORIALI: tutte le specie di cetacei (Cetacea) tutte le specie di Pipistrelli (Chiroptera) Ghiro (Glis glis) Martora (Martes martes) Gatto selvatico (Felis silvestris) Foca monaca (Monachus monachus) Cervo sardo (Cervus elaphus corsicanus) Daino (Dama dama) Muflone (Ovis musimon) Capra selvatica (Capra Sp) limitatamente alle popolazioni presenti nelle isole di Tavolara e Molara

b) UCCELLI NIDIFICANTI: Svasso maggiore (Podiceps cristatus) Berta maggiore (Calonectris diomedea) Berta minore (Puffinus puffinus) Uccello delle tempeste (Hydrobates pelagicus) Cormorano (Phalacrocorax carbo sinensis) Cormorano dal ciuffo (Phalacrocorax aristotelis desmarestii) Tarabuso (Botaurus stellaris) Tarabusino (Ixobrychus minutus) Nitticora (Nycticorax nycticorax) Sgarza ciuffetto (Ardeola ralloides) Airone guardabuoi (Bubulcus ibis) Garzetta (Egretta garzetta) Airone rosso (Ardea purpurea) Mignattaio (Plegadis falcinellus) Fenicottero (Phoenicopterus ruber) Volpoca (Tadorna tadorna) Fistione turco (Netta rufina) Moretta tabaccata (Aythya nyroca) Nibbio reale (Milvus milvus) Grifone (Gyps fulvus) Falco di palude (Circus aeruginosus) Albanella minore (Circus pygargus) Sparviere (Accipiter nisus) Astore sardo (Accipiter gentilis arrigonii) Poiana (Buteo buteo) Aquila reale (Aquila chrysaetos) Aquila del Bonelli (Hieraetus fasciatus) Gheppio (Falco tinnunculus) Grillaio (Falco naumanni) Lodolaio (Falco subbuteo) Falco della regina (Falco eleonora) Pellegrino (Falco peregrinus) Schiribilla grigiata (Porzana pusilla) Pollo sultano (Porphyrio porphyrio) Gallina prataiola (Tetrax tetrax) Cavaliere d'Italia (Himantopus himantopus) Avocetta (Recurvirostra avosetta) Occhione (Burhinus oedicnemus) Pernice di mare (Glareola pratincola) Pettegola (Tringa totanus) Gabbiano comune (Larus ridibundus) Gabbiano roseo (Larus genei) Gabbiano corso (Larus

audouinii) Sterna zampenere (*Gelochelidon nilotica*) Sterna comune (*Sterna hirundo*) Fraticello (*Sterna albifrons*) Cuculo dal ciuffo (*Clamator glandarius*) Martin pescatore (*Alcedo atthis*) Ghiandaia marina (*Coracias garrulus*) Picchio rosso minore (*Picoides minor*) Calandra (*Melanocorypha calandra*) Rondine rossiccia (*Hirundo daurica*) Spioncello (*Anthus spinoletta*) Merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*) Culbianco (*Oenanthe oenanthe*) Codirossone (*Monticola saxatilis*) Cannareccione (*Acrocephalus arundinaceus*) Gracchio corallino (*Pyrhacorax pyrrhacorax*).

c) UCCELLI OSPITI NON NIDIFICANTI: Strolaga mezzana (*Gavia arctica*) Airone bianco maggiore (*Egretta alba*) Cicogna nera (*Ciconia nigra*) Cicogna bianca (*Ciconia ciconia*) Spatola (*Platalea leucorodia*) Falco Opecchiaolo (*Pernis apivorus*) Nibbio bruno (*Milvus migrans*) Aquila di mare (*Haliaeetus albicilla*) Gipeto (*Gypaetus barbatus*) Biancone (*Circus gallicus*) Albanella reale (*Circus cyaneus*) Aquila anatraia maggiore (*Aquila clanga*) Aquila minore (*Aquila pennatus*) Falco pescatore (*Pandion haliaetus*) Smeriglio (*Falco columbarius*) Sacro (*Falco cherrug*) Piviere dorato (*Pluvialis apricaria*) Croccolone (*Gallinago media*) Combattente (*Philomachus pugnax*) Piro piro boschereccio (*Tringa glareola*) Sterna maggiore (*Sterna caspia*) Beccapesc (*Sterna sandvicensis*) Mignattino piombato (*Chlidonias hybridus*) Mignattino alibianchi (*Chlidonias leucopterus*) Mignattino (*Chlidonias niger*) Gufo di palude (*Asio flammeus*)

d) RETTILI PRESENTI IN SARDEGNA: Tartaruga marina comune (*Caretta caretta*) Dermochelide coreacea (*Dermochelys coriacea*) Tartaruga verde (*Chelonia mydas*) Testuggine d'acqua (*Emys orbicularis*) Testuggine comune (*Testudo hermanni*) Testuggine greca (*Testudo grega*) Testuggine marginata (*Testudo marginata*) Tarantolino (*Phyllodactylus europaeus*) Algiroide nano (*Algyroides fitzingeri*) Lucertola di Bedriaga (*Archaeolacerta bedriagae*) Lucertola tirrenica (*Podarcis tiliguerta ranzii* e *podarcis tiliguerta toro*) Colubro ferro di cavallo (*Coluber hippocrepis*) Saettone (*Elaphe longissima*) Biscia del collare (*Natrix natrix cetti*) Camaleonte (*Chamaeleo chamaelon*).

e) ANFIBI RIPRODUCENTISI IN SARDEGNA: Euproto sardo (*Euproctus platycephalus*) Geotritone dell'Iglesiente (*Speleomantes genei*) Geotritone imperiale (*Speleomantes imperialis*) Geotritone del Supramonte (*Speleomantes supramontis*) Geotritone del Monte Albo (*Speleomantes flavus*) Discoglossos sardo (*Discoglossus sardus*) Rana verde (*Rana esculenta*).

Con Delibera di Giunta Regionale n. 42/15 del 4/10/2006 è stata approvata la Carta delle Vocazioni Faunistiche (CVF), strumento per la pianificazione faunistico venatoria che suddivide il territorio regionale in aree omogenee, in ciascuna delle quali vengono indicate le specie tipiche presenti, la relativa vocazione faunistica, gli areali di distribuzione, le consistenze, le dinamiche, le idoneità ambientali gli impatti attuali e potenziali e le indicazioni gestionali riferite alle singole specie alla luce dei dati acquisiti.

La Carta si articola in 4 sotto-progetti:

1. Studio e censimento dei Cormorani e avifauna migratoria nelle zone umide (ultimo aggiornamento 2011);
2. Studio e monitoraggio dell'avifauna migratoria di interesse venatorio (aggiornato nel 2012);
3. Studio ungulati selvatici: Cervo sardo, Muflone, Daino e Cinghiale (aggiornato nel 2011);
4. Studio fauna stanziale: Pernice sarda, lepore sarda e coniglio selvatico (aggiornato nel 2010).

Come riportato nell'Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia pubblicato da ISPRA¹ basato sui dati raccolti tra il 1906 e il 2003 e dei dati del censimento riportato nella Carta delle Vocazioni Faunistiche negli anni 2003-2005, la Regione Sardegna rappresenta un'importante area di passaggio di alcune rotte migratorie di diverse specie di uccelli anche in conseguenza della presenza di habitat favorevoli per la sosta e la nidificazione dell'area umida del SIC ITB040023 "Stagno di Cagliari, Saline di Macchiarreddu e Laguna di Santa Gilla", utilizzato per svernare da un numero rilevante di esemplari di uccelli acquatici.

Da quanto emerge dall'aggiornamento del censimento degli uccelli acquatici svernanti svolto nelle zone umide costiere ed interne della Sardegna nel periodo 7-25 gennaio dell'anno 2011 secondo le indicazioni fornite da ISPRA², le 10 specie con il maggior numero di individui riscontrati nel periodo 2006—2011 nelle

1 Spina F. & Volponi S., 2008 - Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia.1. non-Passeriformi. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA). Tipografia CSR-Roma. 800 pp.

2 Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della Difesa dell'Ambiente, Servizio Tutela della Natura, Censimenti IWC 7-25 gennaio 2011

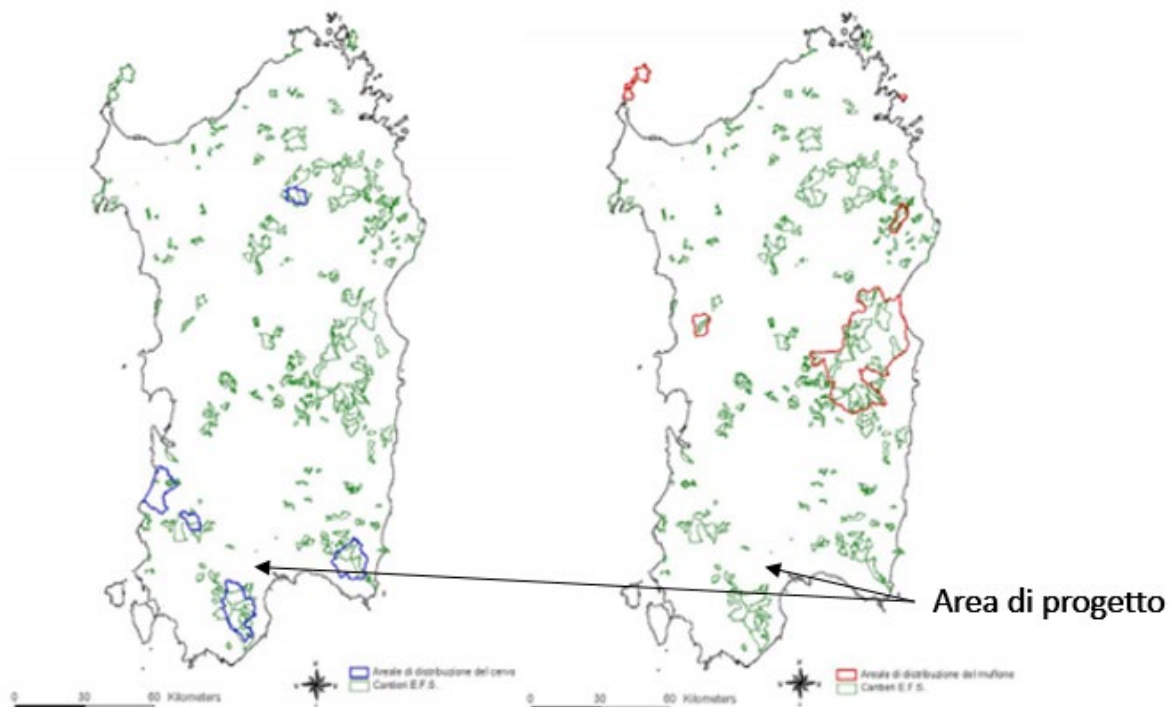
zone umide della provincia di Cagliari sono il Cormorano, la Folaga, il Fenicottero, l'Alzavola, il Gabbiano reale, la Pavoncella, il Germano reale, il Gabbiano comune, il Piovanello pancianera ed il Fischione.

Specie	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Folaga	5939	13459	12231	2885	5457	4497
Fenicottero	8035	7126	5452	8018	7938	7797
Piov. pancianera	2626	3919	3991	5105		
Gabbiano reale	4910	3468	2678	2615	2730	2565
Germano reale					2501	
Gabbiano comune			1898		2018	
Fischione						
Mestolone	2996					
Alzavola		3239				2247
Cormorano						2122
Pavoncella				2146		

Specie più abbondanti di avifauna nel periodo 2006-2011 in Provincia di Cagliari (Fonte IWC 2011).

In merito all'avifauna migratoria di interesse venatorio, nell'area dove è prevista la realizzazione dell'impianto fotovoltaico non sono state riscontrate criticità infatti, tra le azioni mirate alla tutela di Turdidi, viene indicata l'implementazione della rete esistente di aree sottoposte a regime di protezione della fauna negli ambiti costieri dislocati nella fascia orientale (Salto di Quirra, Golfo di Orosei, Gallura), a distanza tale dalle opere in progetto da non rilevare alcuna interferenza.

Dalle conclusioni dello studio in merito agli ungulati selvatici è emerso che nessuna delle tre specie di ungulati - Cervo sardo, Daino e Muflone - d'interesse conservazionistico è presente nell'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto fotovoltaico o nel suo immediato intorno.



Areale di distribuzione attuale del cervo (in blu) e del muflone (in rosso)_Carta Delle Vocazioni Faunistiche Della Sardegna.

Dalle conclusioni dello studio sulla fauna stanziale è emerso che le aree di progetto non costituiscono un habitat particolarmente idoneo per le specie d'interesse conservazionistico e/o venatorio della Pernice sarda mentre l'habitat risulta idoneo per il Coniglio selvatico e la Lepre sarda.

Per quanto riguarda la classe dei rettili e degli anfibi, in considerazione della presenza degli habitat delle aree di progetto e di area vasta si ritiene che l'areale di distribuzione sia ampio e quindi diffuso in gran parte del territorio regionale.

2.1.2.3 Ecosistemi

Un ecosistema è un insieme sistemico definito (spesso chiamato "unità ecologica") costituito da organismi viventi (animale/i e vegetale/i) che interagiscono tra loro (biocenosi) e con l'ambiente che li circonda (biotopo).

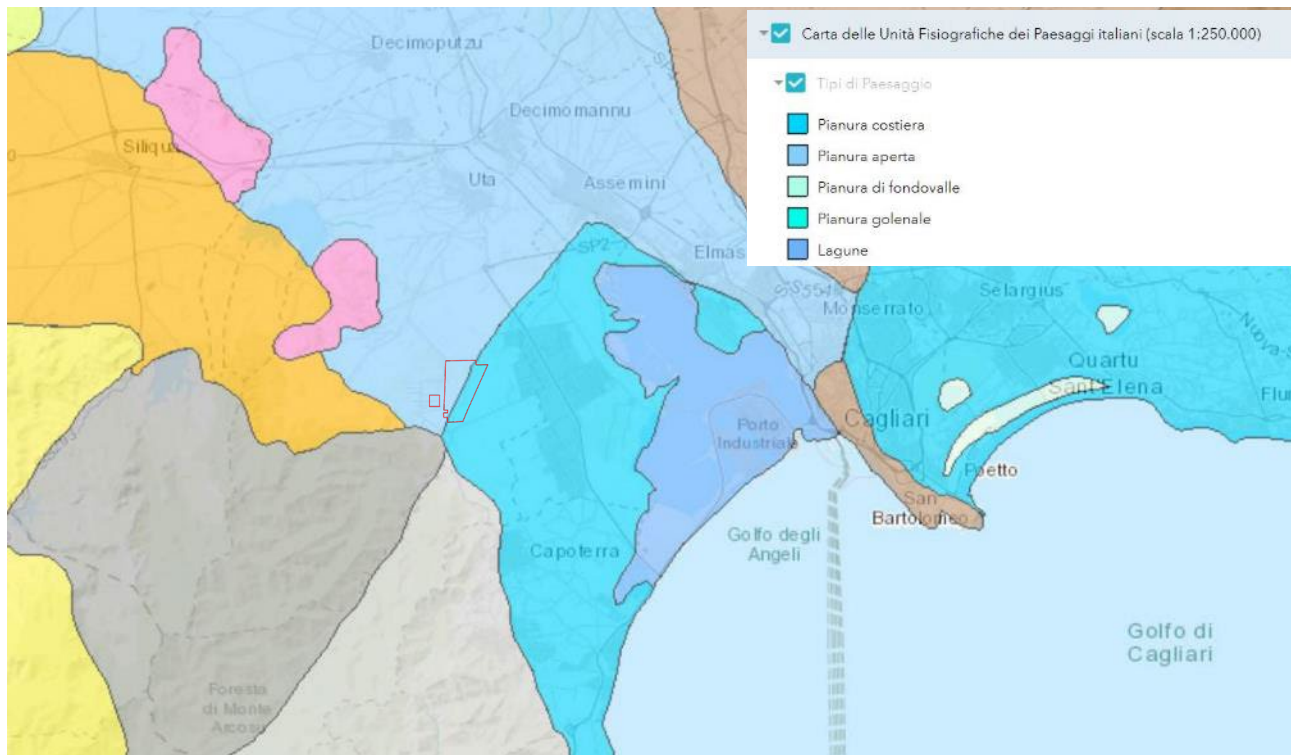
Un significativo supporto alla caratterizzazione ecologica della Regione Sardegna è stato fornito dal "Sistema Carta della Natura della Sardegna", edito da Ispra nel 2015, nel quale è riportato l'inquadramento bioclimatico e geoambientale della regione e la carta degli habitat a scala 1:50.000 con evidenziazione dei valori naturali e dei profili di vulnerabilità degli habitat individuati.

Ai fini della valutazione da un punto di vista ecologico dei valori naturali e dei profili di vulnerabilità territoriale, sono stati adottati alcuni indici sintetici quali Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica e Fragilità Ambientale intesi come:

- *Valore Ecologico* - inteso come livello del pregio naturale di un biotipo;
- *Indice di sensibilità ecologica* - intesa come predisposizione intrinseca di un biotipo al rischio di perdita di biodiversità o integrità ecologica indipendentemente dalle minacce di natura antropica;
- *Pressione Antropica* – intesa come stima sintetica del grado di disturbo prodotto dalla popolazione residente;
- *Fragilità Ambientale*- indica la vulnerabilità di un biotipo e quindi le aree con maggiore predisposizione a subire un danno e più interessate dal disturbo antropico.

I suddetti indici sono rappresentati tramite la classificazione da "molto basso" a "molto alto".

Nella carta delle Unità fisiografiche dei paesaggi italiani, il progetto ricade in parte nella "*pianura aperta*" ed in parte nella "*pianura costiera*".



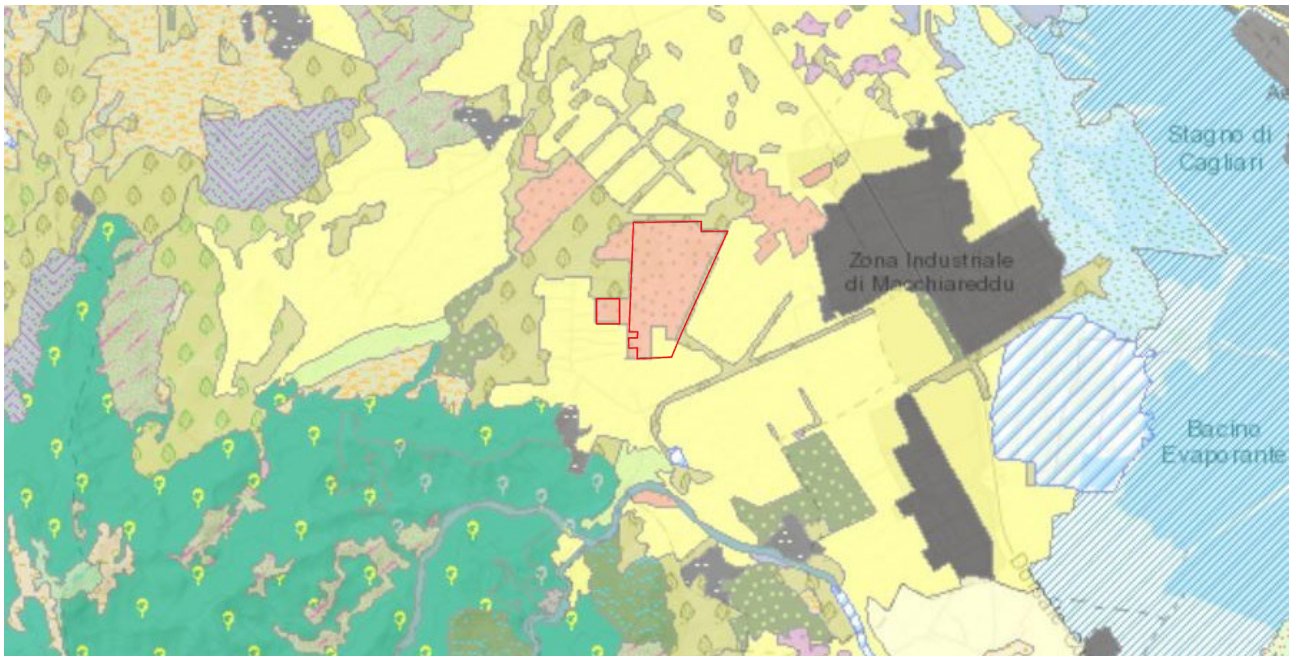
Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi italiani_ISPRA - Sistema Informativo di Carta della Natura.

Nella Carta dell'Habitat Regionale, l'area di progetto risulta classificata come *Codice Habitat 83.15 - Frutteti* e in minima parte come *Codice Habitat 82.3 - Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi*.

- *Codice Habitat CORINE Biotopes 83.15 – "Frutteti"* - Vanno qui riferite tutte le colture arboree e arbustive da frutta ad esclusione degli oliveti, degli agrumeti e dei vigneti. Sono stati quindi radunati in questa categoria i castagneti da frutto in attualità di coltura (83.12), i frutteti a noci (83.13), i mandorleti (83.14) e i nocioleti.
- *Codice Habitat CORINE Biotopes 82.3 - "Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi"*- Si tratta di aree agricole tradizionali con sistemi di seminativo occupati specialmente da cereali autunno-vernini a basso impatto e quindi con una flora compagna spesso a rischio. Si possono riferire qui anche i sistemi molto frammentati con piccoli lembi di siepi, boschetti, prati stabili etc..

Gli indici di valutazioni in classi riportano:

- Valore Ecologico: Bassa;
- Sensibilità Ecologica: Bassa/ Molto bassa.
- Pressione Antropica: Media;
- Fragilità Ambientale: Bassa/ Molto bassa.



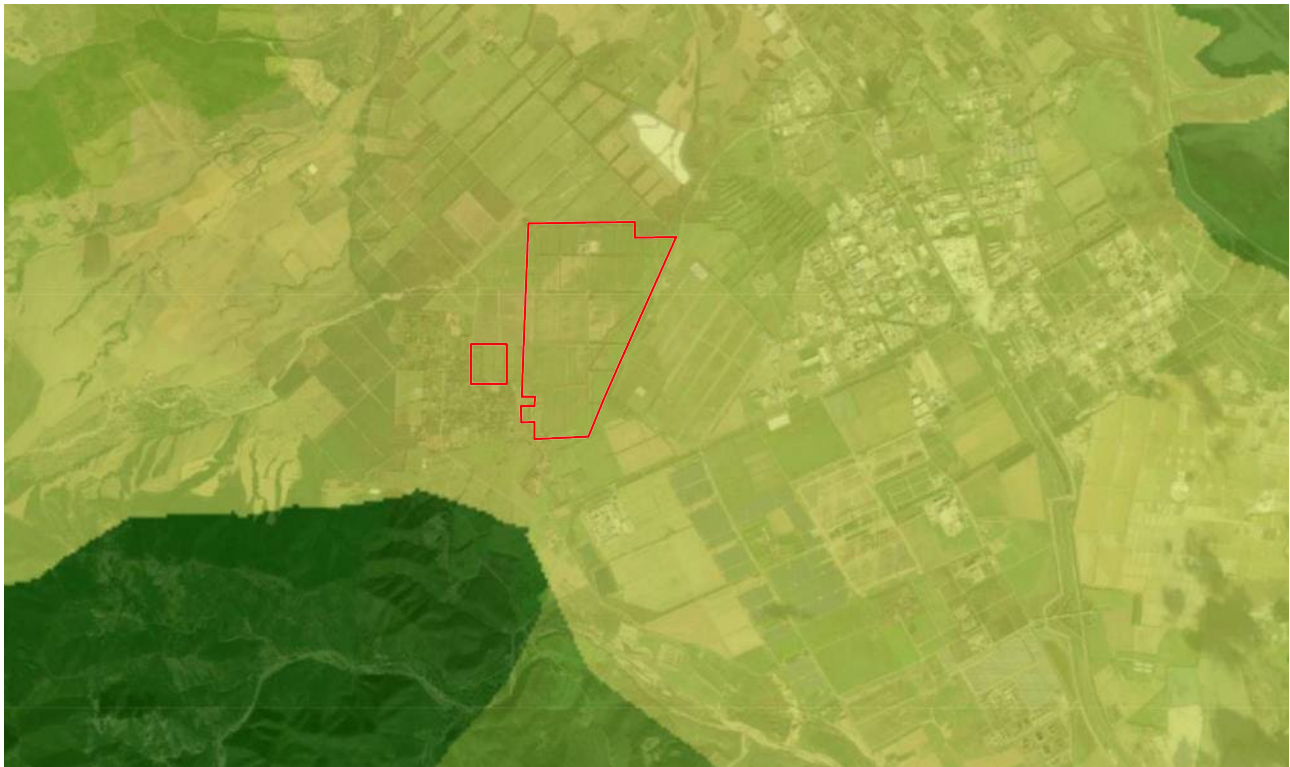
Cartografia di Carta della Natura

Carte degli habitat regionali (scala 1:50.000 e 1:25.000)

Carta degli habitat

- 81-Prati permanenti
- 82.1-Seminativi intensivi e continui
- 82.3-Colture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi
- 82.4-Risaie
- 82.41-Risaie
- 83.11-Oliveti
- 83.12-Castagneti da frutto
- 83.15-Frutteti
- 83.15_m-Frutteti
- 83.16-Agrumeti

Carta dell'habitat Regionale_ISPRA - Sistema Informativo di Carta della Natura.



☑ Carta Naturalistico-Culturale d'Italia (scala 1:250.000)

☑ Carta del Valore Naturalistico-Culturale

- Molto basso
- Basso
- Medio
- Alto
- Molto alto

Carta Naturalistico/Culturale d'Italia nell' area di progetto_ ISPRA - Carta della Natura.

Sulla base dei suddetti indici emerge che le aree nelle quali è prevista la realizzazione del progetto risultano essere ricomprese in **habitat con indice basso**, inoltre risultano estranei agli habitat individuati di grande valenza ecologica di importanza nazionale e regionale di cui alla Tabella 3.5 – Habitat che ricadono nelle classi più elevate sia di Valore Ecologico che di Fragilità Ambientale - della Carta della Natura di ISPRA.

2.1.3 SUOLO, USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE

Lo studio delle caratteristiche geopedologiche di un ambiente è necessario per determinare le suscettività all'uso delle diverse aree del territorio in esame. Partendo da informazioni esistenti sulla geologia e sulla pedologia del territorio, è stato pertanto effettuato uno studio delle unità paesaggistico-ambientali presenti, determinando infine la caratterizzazione e la distribuzione dei suoli nel territorio.

La **Carta delle unità di terra (tavola R.10.1)** mostra la distribuzione areale delle varie tipologie pedologiche studiate e classificate secondo il sistema elaborato dal Soil Survey degli Stati Uniti (Soil Taxonomy, 1992), riconosciuto a livello internazionale.

La metodologia di analisi pedologica utilizzata prende spunto dalla Carta dei Suoli della Sardegna (Aru et. al, 1986) e dalle Linee guida per l'adeguamento dei P.U.C. al PPR e al PAI (AA.VV., 2007), che forniscono le modalità di analisi e di interpretazione dei dati pedologici. Come base di lavoro geologica è stata utilizzata la

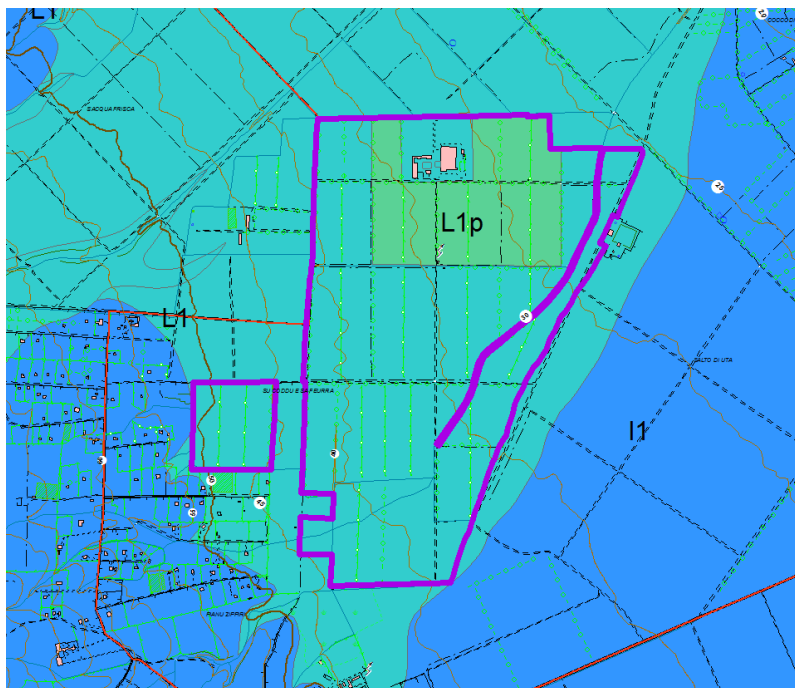
carta geologica della Sardegna in scala 1.10.000 fornita in forma di file ESRI geodb/shape scaricabile dal Geoportale della Regione Sardegna.

Lo studio effettuato ha richiesto le seguenti fasi di lavoro:

- ricerca dati;
- inquadramento geologico (tratto dalle informazioni ottenute dalla carta geologica della RAS (in formato shape files);
- inquadramento pedologico (tratto dalla carta de "I suoli delle aree irrigabili della Sardegna" [AA.VV., 1986] e dalla "Carta dei suoli della Sardegna" [Aru et al., 1991])
- impostazione della bozza di legenda, elaborata dopo un sopralluogo preliminare, basata sulle caratteristiche litologiche e morfologiche;
- fotointerpretazione /verifica da foto aeree;
- verifiche di campagna;
- classificazione dei suoli;
- elaborazione della cartografia e della legenda finali;
- elaborazione della relazione finale.

L'ambiente pedologico del territorio va indagato a partire dalle formazioni geolitologiche presenti, dai loro diversi aspetti morfologici e vegetazionali, valutando poi gli aspetti legati agli usi (presenti e passati) dei suoli e a tutti gli altri fattori che possono aver influenzato l'evoluzione dei substrati. Le unità di paesaggio descrivono porzioni di territorio ad ugual comportamento per tipo ed intensità di processo morfogenetico, entro le quali è possibile inserire un'associazione (o catena) di suoli differenti, accomunati da parametri fisici omogenei, quali substrato litologico, copertura vegetale, uso del suolo, quota, pendenza, tipo ed intensità di erosione.

I suoli vengono quindi riuniti su superfici sufficientemente omogenee sia per attitudini naturali sia nelle risposte agli usi cui queste aree sono sottoposte in rapporto al tipo, o ai tipi, di suolo in esse presenti. Nell'area in esame i suoli sono stati in una prima fase suddivisi in funzione della roccia madre dalla quale derivano e della relativa morfologia, integrando poi con verifiche incrociate le altre informazioni, per ottenere infine una descrizione approfondita delle caratteristiche dei suoli stessi. Il livello tassonomico raggiunto nella classificazione (Soil Taxonomy) è quello del gruppo.



Carta delle unità delle terre_Carta dei suoli.

Ogni unità di paesaggio, inoltre, è stata associata con una classe di capacità d'uso prevalente accompagnata da eventuali classi di capacità d'uso accessorie.

La tipologia di suolo riscontrabile nell'area aziendale ricade nell'ordine degli Entisuoli, mentre nelle aree contermini sono presenti anche Alfisuoli. Di seguito vengono brevemente illustrate le caratteristiche di tali ordini.

ENTISUOLI

Sono suoli debolmente sviluppati o di origine recente, privi di orizzonti diagnostici ben definiti e con profilo di tipo A-C.

-Typic Xerofluvents

Presentano profilo di tipo A-C, da profondo a molto profondi con tessiture e percentuali in scheletro variabilissime in dipendenza delle caratteristiche granulometriche e litologiche delle alluvioni sulle quali questi suoli si sono evoluti. Il drenaggio varia da buono a lento.



Le immagini evidenziano la presenza di scheletro. Per dare l'idea della dimensione del pietrame, nell'immagine di sinistra si confronti la moneta di un euro presente nel cerchio rosso.

Le limitazioni all'uso agricolo sono rappresentate dall'eventuale presenza di scheletro, ovvero di tessiture troppo fini che determinano difficoltà di drenaggio, se non veri e propri ristagni idrici, ovvero la presenza di falde freatiche superficiali.

ALFISUOLI

Sono suoli caratterizzati dalla presenza di un orizzonte diagnostico con accumulo illuviale di argilla (orizzonte argillico) e da una saturazione in basi da moderata ad alta.

Si ritrovano sui substrati alloctoni (depositi pleistocenici) già parzialmente alterati che permettono la migrazione dell'argilla verso il basso.

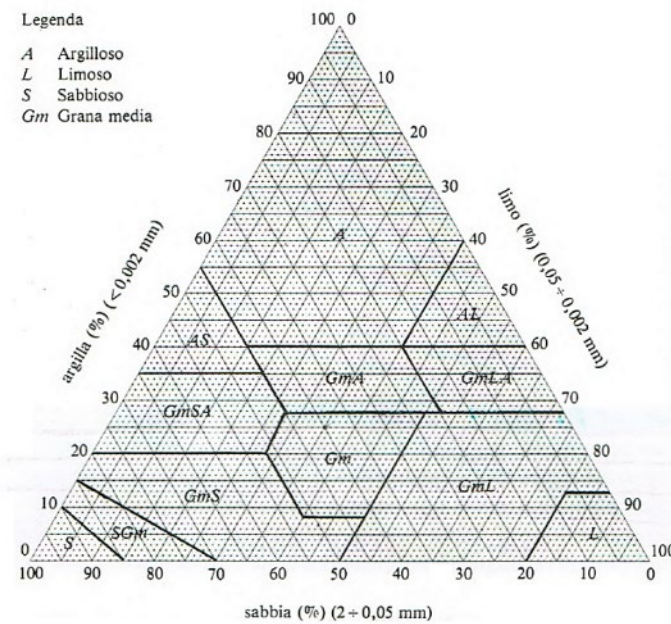
- Typic Palexeralfs

Suoli a profilo A-Bt-C A-Btg-Cg, da mediamente profondi a profondi, tessitura da franco-sabbioso a franco-argillosa, più argillosi negli orizzonti profondi; ricchi in scheletro. Il drenaggio varia, quindi, da normale a lento.

La fertilità va da media a medio-elevata, anche in ragione dei rimaneggiamenti e delle tecniche di gestione agraria del suolo, e le limitazioni d'uso sono dovute alla presenza di scheletro talvolta elevata, o alla scarsa permeabilità.

2.1.3.1 I suoli sulle alluvioni oloceniche

I suoli evoluti da questi substrati (unità L1 e L1p) si rinvergono essenzialmente lungo l'alveo dei corsi d'acqua. Si tratta in genere di depositi sabbiosi e ciottolosi dei letti di piena attuali, ben classati e con frequenti orizzonti limosi e argillosi, debolmente sviluppati (Typic Xerofluvents), altamente scheletrici e facilmente drenati, debolmente sviluppati, profondi, con profilo A-C e subordinatamente A-Bw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.



Triangolo di Attemberg, che classifica i suoli sulla base delle caratteristiche granulometriche.
 I suoli alluvionali che interessano l'azienda sono di grana media-sabbiosi / grana media argillosi.

Le alluvioni oloceniche, più recenti di quelle pleistoceniche, sono costituite da accumuli con granulometrie miste, con orizzonti per lo più incoerenti o poco cementati, a matrice grigio-bruna, e con ciottoli di dimensioni variabili. Con il variare delle granulometrie può variare anche la potenza degli strati, nonché il comportamento idrologico dei profili. Le limitazioni di questa tipologia di suoli sono principalmente legate alla presenza di uno scheletro molto pronunciato che induce a classificare tali suoli ai limiti dell'arabilità, oltre che alla possibile riduzione del drenaggio per effetto di strati argillosi poco permeabili.

Nel complesso, si tratta di suoli piuttosto fertili, ricchi di argilla e con buona capacità di trattenere le sostanze nutritive. Le limitazioni legate all'eccesso di scheletro favoriscono però la permeabilità dei substrati.

Nell'area in esame la classe di suolo L1, caratterizzata da una elevatissima pietrosità superficiale, evidenzia la presenza di clasti anche dell'ordine delle decine di centimetri, che rendono difficile la lavorazione del suolo

e limitano le attività agrarie. La presenza di tale componente litica è variabile a seconda dei punti. In passato l'impianto di colture arboree (susino) si è dimostrata particolarmente funzionale in quanto l'elevata presenza di scheletro ha favorito il drenaggio, permettendo perciò la coltivazione di un suolo altrimenti di difficile utilizzo.

All'interno dell'area aziendale sono però presenti alcune aree che sono state oggetto di interventi di spietramento. Sebbene tale pratica sia stata effettuata in diverse parti dell'azienda, solo nella porzione settentrionale tale azione ha consentito l'ottenimento di un risultato efficace e l'effettiva modifica delle condizioni del suolo. Per queste ragioni tali aree sono state classificate con la classe di suolo differenziata L1p (con apposto l'indice p da plow=arare perchè si tratta di aree che lo spietramento rende perfettamente arabili) per evidenziare le differenti condizioni del suolo e soprattutto le diversissime suscettività ad esso ascrivibili. Infatti, un suolo ampiamente limitato nelle sue potenzialità e idoneo ad una limitata gamma di colture come quello sopra descritto, può essere completamente trasformato per effetto di un intervento di miglioramento agrario, attraverso appunto l'eliminazione della componente clastica, migliorando le sue caratteristiche e rendendolo idoneo praticamente a qualsiasi coltura anche irrigua e intensiva.

Permangono alcune limitazioni legate al drenaggio lento, soprattutto sottosuperficiale, che si può verificare in alcuni punti. Ciononostante, la spietatura rende questi suoli del tutto idonei a qualunque coltura e - con l'applicazione di idonee pratiche di buona pratica agricola - senza alcuna particolare limitazione.

2.1.3.2 I suoli sulle alluvioni del Pleistocene

Nell'area in esame le alluvioni recenti sopra descritte sono alternate con aree adiacenti caratterizzate da alluvioni antiche terrazzate pleistoceniche, caratteristiche della piana di Capoterra e comunque esterne all'azienda. Queste ultime sono alluvioni eterometriche mediamente cementate, a matrice ciottoloso sabbiosa, con caratteristiche del tutto diverse rispetto alle alluvioni recenti. Sono i suoli che si sono formati per l'azione pedogenetica sui sedimenti intrusivi nel Pleistocene e nel Pliocene superiore.

I suoli di origine Pleistocenica sono alluvioni antiche terrazzate (unità di paesaggio I1), che provengono da materiale che ha subito un processo di intensa costipazione e ferrettizzazione (con immobilizzazione del ferro), e che sono costituiti da alternanze di ghiaie, limi e sabbie. Si tratta di suoli mediamente antichi, che hanno subito per lungo periodo l'azione degli agenti del clima e che sono pertanto piuttosto alterati (presentano infatti talvolta un orizzonte cambico), con sviluppo notevole del profilo, generalmente oltre i 100 cm.

Presentano profilo A-Bt-C, sono mediamente profondi o profondi, la tessitura va da franco-sabbiosa a franco-sabbio-argillosa, con drenaggio imperfetto a causa degli accumuli di argilla e della forte compattazione sia superficiale che interna al profilo; lo scheletro è elevato.

I suoli sono classificati come Typic, Aquic e Ultic Palexeralfs.

Sono suoli caratterizzati da una buona fertilità potenziale (rientrano nelle sottoclassi di capacità d'uso III-IV), pur con limitazioni imputabili all'eccesso di scheletro interno, al drenaggio lento e all'intensa compattazione oltre alla presenza di strati ferrettizzati impermeabili: sono quindi utili interventi migliorativi quali spietramenti, calcitazioni, lavorazioni profonde (per favorire la rottura degli strati cementati) e apporti di sostanza organica per migliorare la struttura del suolo, irrigazioni e drenaggi profondi.

Si comprende pertanto come le potenzialità agronomiche di questi suoli siano discrete, pur con le evidenti limitazioni e le necessarie attenzioni da porre nella gestione agronomica dei terreni. Gli usi agrari possono essere anche limitati dalla mancanza di risorse idriche.

2.1.3.3 Carta dei suoli

La legenda delle unità di paesaggio utilizzata per la carta dei suoli risulta pertanto come segue.

SIGLA	LITOLOGIA	MORFOLOGIA	USO E COPERTURA DEL SUOLO	DESCRIZIONE	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	CLASSE DI LAND CAPABILITY
I1	Depositi alluvionali del Pliocene (anche la Formazione di Samassi) e del Pleistocene e arenarie eoliche cementate del Pleistocene.	Aree da debolmente ondulate a pianeggianti.	Colture agrarie	Suoli a profilo A-Bt-C, A-Btg-Cg e subordinatamente A-C, profondi, da franco sabbiosi a franco sabbioso argillosi in superficie, da franco sabbioso argillosi ad argillosi in profondità, poco permeabili, da subacidi ad acidi, desaturati.	TYPIC, AQUIC, ULTIC PALEXERALS	Eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione	Colture erbacee e, nelle aree più drenate colture arboree anche irrigue	III-IV
L1	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici	Aree pianeggianti o leggermente depresse.	Colture agrarie	Profili A-C e subordinatamente ABw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: eccesso di scheletro, drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue, con limiti per la pietrosità	V-IV-II
L1p	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici - aree oggetto di spietatura con rimozione del pietrame di dimensioni elevate e medie	Aree pianeggianti o leggermente depresse.	Colture agrarie	Profili A-C e subordinatamente ABw-C, profondi, da sabbioso franchi a franco argillosi, da permeabili a poco permeabili, neutri, saturi.	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue	II-I

2.1.3.4 Land Evaluation

La metodologia della land evaluation (valutazione del territorio), sviluppata dagli studiosi di scienze del territorio, si propone di raccogliere e tradurre la gran parte delle informazioni ricevute dall'analisi multidisciplinare del territorio in una forma che risulti semplice e comprensibile a tutti coloro che operano in esso.

Il metodo di valutazione territoriale di tipo indiretto applicato nel presente lavoro si basa sul principio che alcune proprietà importanti dei suoli o del territorio, che vanno poi a determinare il risultato (positivo o negativo) di un certo land use, possano essere dedotte dall'esame delle caratteristiche dei suoli.

Lo studio di un territorio viene effettuato a partire dall'analisi di una serie di caratteri del territorio, raccolti durante una campagna di rilevamenti e/o dedotti da studi di base già effettuati. Comprendono caratteri del suolo (granulometria, pH, S.O., ecc.), del clima (temperatura, piovosità, direzione ed intensità del vento), caratteri morfologici (franosità, pendenza) idrologici e eventuali altre informazioni utili alla definizione delle unità del territorio e alla loro classificazione.

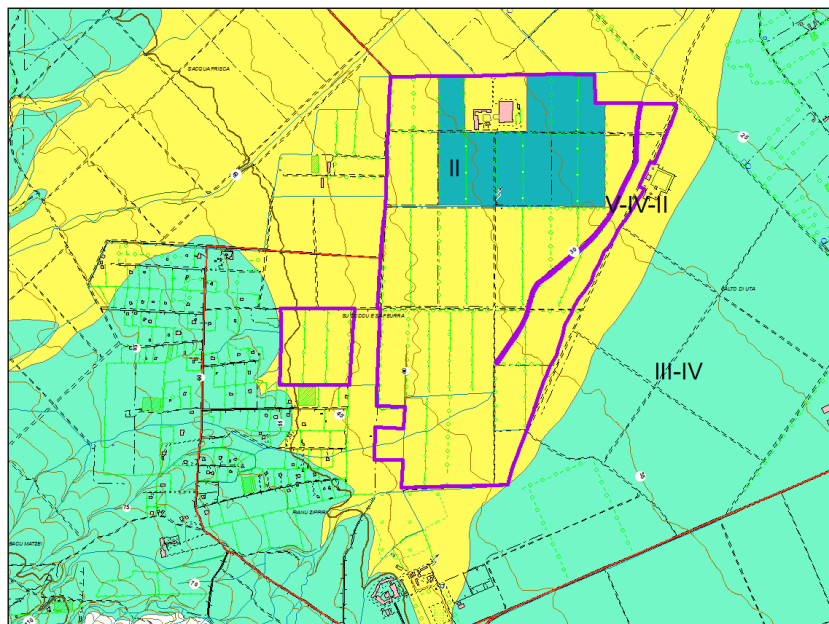
Sono inoltre da prendere in esame le cosiddette qualità del territorio (F.A.O. 1976), che vengono misurate o stimate attraverso l'approfondimento dei caratteri del territorio. Esse determinano un attributo dinamico e complesso del territorio che influenza in modo specifico le attitudini. Per esempio, la qualità territoriale "erodibilità" dipende dai caratteri pendenza del versante, lunghezza del pendio, permeabilità e struttura del suolo, intensità della pioggia etc. Il processo di valutazione inizia quindi con la precisazione del tipo di utilizzazione e continua con il rilevamento dei caratteri e delle qualità del territorio e la definizione dei requisiti d'uso.

Il tipo di utilizzazione del territorio o land utilization type (LUT) è un concetto chiave per la valutazione delle attitudini; esso specifica per quale tipo di assetto agricolo o forestale o per quale sistema colturale o più generalmente per quale uso sostenibile dal territorio sia valida la classificazione. Dopo avere stabilito lo scopo della valutazione, acquisito i dati per l'elaborazione e definito i requisiti necessari per poter sviluppare un uso specifico nel territorio in esame, occorre procedere al trattamento di questi tre elementi per attribuire le classi di attitudine alle varie unità cartografiche. Questo obiettivo viene raggiunto mediante la realizzazione di una tabella di confronto (matching table), in cui vengono confrontati i requisiti di un determinato tipo di utilizzazione con le qualità delle unità territoriali rilevate sul territorio, attribuendo ad ognuna di queste una classe che rappresenta, in maniera decrescente, il valore del territorio: le classi più basse rappresentano le condizioni migliori, le più alte le peggiori.

Esistono differenti metodi di classificazione nei procedimenti di land evaluation; nel caso in esame ne sono stati adottati due.

È stata prima elaborata un'analisi della capacità d'uso del suolo (Land capability classification), i cui risultati sono poi stati riportati nella Carta delle capacità d'uso dei suoli (Tavola R.10.2). Questo metodo di analisi viene comunemente adottata per stimare la capacità di un territorio a sostenere attività agro-silvo-pastorali. Sono state poi redatte, in riferimento ad alcuni principali usi possibili, le tabelle di interpretazione sulla suscettività d'uso delle terre, secondo il sistema della Classificazione Attitudinale dei Suoli (Land Suitability Classification), riferite all'uso agricolo e pascolativo. Tali tabelle sono riportate in allegato.

È inoltre stato realizzato uno schema riassuntivo, in cui, per ogni Unità Cartografica, sono state riportate le classi di attitudine relative ai diversi usi proposti.



Carta delle capacità d'uso dei suoli.









2.1.3.5 Classificazione del territorio secondo le classi di capacità d'uso

Tra i sistemi di valutazione del territorio, elaborati in molti paesi europei ed extra-europei secondo modalità ed obiettivi differenti, la Land Capability Classification (Klingebiel, Montgomery, U.S.D.A. 1961) viene utilizzato per classificare il territorio per ampi sistemi agro-pastorali e non in base a specifiche pratiche colturali.

Il concetto centrale della Land Capability non si riferisce unicamente alle proprietà fisiche del suolo, che determinano la sua attitudine più o meno ampia nella scelta di particolari colture, quanto alle limitazioni da questo presentate nei confronti di uso agricolo generico; limitazioni che derivano anche dalla qualità del suolo, ma soprattutto dalle caratteristiche dell'ambiente in cui questo è inserito.

Ciò significa che la limitazione costituita dalla scarsa produttività di un territorio, legata a precisi parametri di fertilità chimica del suolo (pH, C.S.C., sostanza organica, salinità, saturazione in basi) viene messa in relazione ai requisiti del paesaggio fisico (morfologia, clima, vegetazione, etc.), che fanno assumere alla stessa limitazione un grado di intensità differente a seconda che tali requisiti siano permanentemente sfavorevoli o meno (es.: pendenza, rocciosità, aridità, degrado vegetale, etc.).

Classi di Land Capability

	I, Suoli arabili - senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione
	II, Suoli arabili - con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione
	III, Suoli arabili - con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione
	IV, Suoli arabili - con limitazioni molto severe e permanenti
	V, Suoli non arabili - non coltivabili o per pietrosità, rocciosità o per altre limitazioni
	VI, Suoli non arabili - non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura
	VII, Suoli non arabili - limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione
	VIII, Suoli non arabili - limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco, notevolissimo il pericolo di erosione

I criteri fondamentali della capacità d'uso sono:

- di essere in relazione alle limitazioni fisiche permanenti, escludendo quindi le valutazioni dei fattori socio-economici;

- di riferirsi al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura particolare;
- di comprendere nel termine "difficoltà di gestione" tutte quelle pratiche conservative e sistematorie necessarie affinché, in ogni caso, l'uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo;
- di considerare un livello di conduzione abbastanza elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggior parte degli operatori agricoli.

La classificazione si realizza applicando tre livelli di definizione in cui suddividere il territorio:

- classi;
- sottoclassi;
- unità.

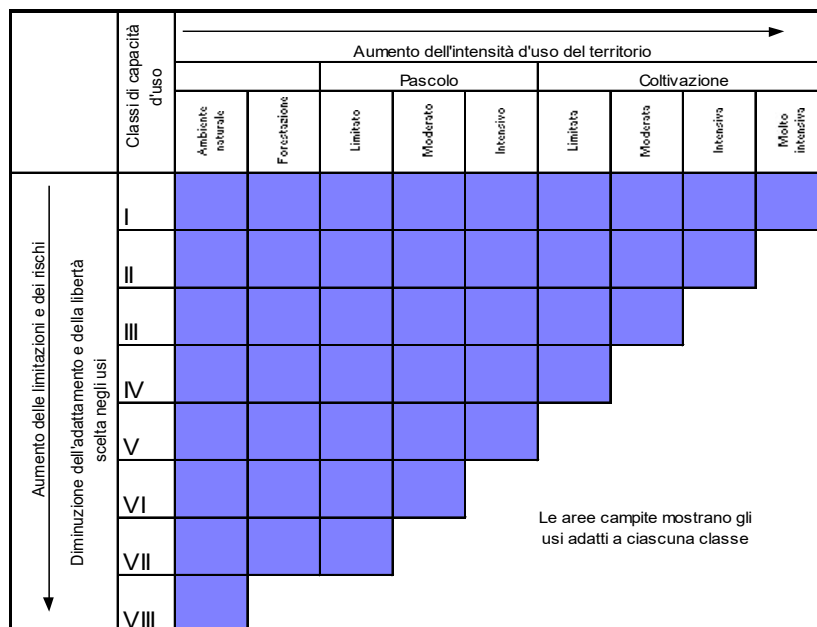
Le classi sono 8 e vengono distinte in due gruppi in base al numero e alla severità delle limitazioni: le prime 4 comprendono i suoli idonei alle coltivazioni (suoli arabili) mentre le altre 4 raggruppano i suoli non idonei (suoli non arabili), tutte caratterizzate da un grado di limitazione crescente. Ciascuna classe può riunire una o più sottoclassi in funzione del tipo di limitazione d'uso presentata (erosione, eccesso idrico, limitazioni climatiche, limitazioni nella zona di radicamento) e, a loro volta, queste possono essere suddivise in unità non prefissate, ma riferite alle particolari condizioni fisiche del suolo o alle caratteristiche del territorio.

Nelle tabelle che segue sono riportate le 8 classi e (poco più avanti) le 4 sottoclassi della Land Capability utilizzate (Cremaschi e Rodolfi, 1991, Aru, 1993).

CLASSE	DESCRIZIONE	ARABILITÀ
I	suoli senza o con modestissime limitazioni o pericoli di erosione, molto profondi, quasi sempre livellati, facilmente lavorabili; sono necessarie pratiche per il mantenimento della fertilità e della struttura; possibile un'ampia scelta delle colture	si
II	suoli con modeste limitazioni e modesti pericoli di erosione, moderatamente profondi, pendenze leggere, occasionale erosione o sedimentazione; facile lavorabilità; possono essere necessarie pratiche speciali per la conservazione del suolo e delle potenzialità; ampia scelta delle colture	si
III	suoli con severe limitazioni e con rilevanti rischi per l'erosione, pendenze da moderate a forti, profondità modesta; sono necessarie pratiche speciali per proteggere il suolo dall'erosione; moderata scelta delle colture	si
IV	suoli con limitazioni molto severe e permanenti, notevoli pericoli di erosione se coltivati per pendenze notevoli anche con suoli profondi, o con pendenze moderate ma con suoli poco profondi; scarsa scelta delle colture, e limitata a quelle idonee alla protezione del suolo	si
V	non coltivabili o per pietrosità e rocciosità o per altre limitazioni; pendenze moderate o assenti, leggero pericolo di erosione, utilizzabili con foresta o con pascolo razionalmente gestito	no
VI	non idonei alle coltivazioni, moderate limitazioni per il pascolo e la selvicoltura; il pascolo deve essere regolato per non distruggere la copertura vegetale; moderato pericolo di erosione	no

CLASSE	DESCRIZIONE	ARABILITÀ
VII	limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela	no
VIII	limitazioni molto severe per il pascolo ed il bosco a causa della fortissima pendenza, notevolissimo il pericolo di erosione; eccesso di pietrosità o rocciosità, oppure alta salinità, etc. Le 4 sottoclassi sono identificate da una lettera minuscola che segue il numero romano della classe e sono le seguenti	no

La lettura delle indicazioni classi della land capability permette di ritrarre informazioni importanti sulle attività silvo-pastorali effettuabili in un'area territoriale, come si comprende anche dal grafico che segue, che descrive le attività silvo-pastorali ammissibili per ciascuna classe di capacità d'uso:



La tabella che segue indica la correlazione fra unità di suolo e valutazione di capacità d'uso dei suoli.

SIGLA	LITOLOGIA	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	CLASSE DI LAND CAPABILITY	CLASSE CARTOGRAFICA
I1	Depositi alluvionali del Pliocene (anche la Formazione di Samassi) e del Pleistocene e arenarie eoliche cementate del Pleistocene.	TYPIC, AQUIC, ULTIC PALEXERALFS	Eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione	Colture erbacee e, nelle aree più drenate colture arboree anche irrigue	III-IV	III

SIGLA	LITOLOGIA	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	CLASSE DI LAND CAPABILITY	CLASSE CARTOGRAFICA
L1	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: eccesso di scheletro, drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue, con limiti per la pietrosità	V-IV-II	V
L1p	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici - aree oggetto di spietatura con rimozione del pietrame di dimensioni elevate e medie	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue	II-I	II

2.1.3.6 Classificazione del territorio secondo le classi della suscettività d'uso

La procedura di valutazione dell'attitudine del territorio ad una utilizzazione specifica, secondo il metodo della Land Suitability Evaluation è stato messo a punto dalla F.A.O., a partire dagli anni settanta, con l'obiettivo di stabilire una struttura per la procedura di valutazione. Essa si basa sui seguenti principi:

- l'attitudine del territorio deve riferirsi ad un uso specifico;
- la valutazione richiede una comparazione tra gli investimenti (inputs) necessari per i vari tipi d'uso del territorio ed i prodotti ottenibili (outputs);
- la valutazione deve confrontare vari usi alternativi;
- l'attitudine deve tenere conto dei costi per evitare la degradazione del suolo;
- la valutazione deve tener conto delle condizioni fisiche, economiche e sociali;
- la valutazione richiede un approccio multidisciplinare.

Alla base del metodo è posto il concetto di "uso sostenibile", cioè di un uso in grado di essere praticato per un periodo di tempo indefinito, senza provocare un deterioramento severo o permanente delle qualità del territorio.

La struttura della classificazione è articolata in ordini, classi, sottoclassi ed unità. Nel presente lavoro si è ritenuto opportuno fermarsi alla gerarchia della classe.

Ordini:

ORDINE	SUSCETTIVITA'	DESCRIZIONE
S	adatto (suitable)	Comprende i territori per i quali l'uso considerato produce dei benefici che giustificano gli investimenti necessari, senza inaccettabili rischi per la conservazione delle risorse naturali

N	non adatto (not suitable)	Comprende i territori con qualità che precludono il tipo d'uso ipotizzato. La preclusione può essere causata da una impraticabilità tecnica dell'uso proposto o, più spesso, da fattori economici sfavorevoli
---	---------------------------	---

Classi: Riflettono il grado di attitudine di un territorio ad un uso specifico.

CLASSE	SUSCETTIVITA'	DESCRIZIONE
S1	molto adatto (highly suitable)	Territori senza significative limitazioni per l'applicazione dell'uso proposto o con limitazioni di poca importanza che non riducano significativamente la produttività e i benefici, o non aumentino i costi previsti. I benefici acquisiti con un determinato uso devono giustificare gli investimenti, senza rischi per le risorse
S2	moderatamente adatto (moderately suitable)	Territori con limitazioni moderatamente severe per l'applicazione dell'uso proposto e tali comunque da ridurre la produttività e i benefici, e da incrementare i costi entro limiti accettabili. I territori avranno rese inferiori rispetto a quelle dei territori della classe precedente
S3	limitatamente adatto (marginally suitable)	Territori con severe limitazioni per l'uso intensivo prescelto. La produttività e i benefici saranno così ridotti e gli investimenti richiesti incrementati a tal punto che questi costi saranno solo parzialmente giustificati
N1	normalmente non adatto (currently not suitable)	Territori con limitazioni superabili nel tempo, ma che non possono essere corrette con le conoscenze attuali e con costi accettabili
N2	permanentemente non adatto (permanently not suitable)	Territori con limitazioni così severe da precludere qualsiasi possibilità d'uso

Tale metodologia, come è noto, stata messa a punto per la valutazione del territorio a fini agro-silvo-pastorali, ma non mancano esempi di applicazione ad altri campi delle attività antropiche differenti da quelle agricole, ad esempio l'edificabilità.

L'elaborazione della procedura ha seguito le seguenti fasi:

Definizione di alcuni usi specifici del territorio:

- uso pascolativo zootecnico;
- uso viticolo;
- uso olivicolo;
- uso orticolo.

Tali usi sono stati scelti onde poter effettuare:

- definizione dei caratteri e delle qualità del territorio (misurabili o stimabili) in grado di influenzare gli usi proposti (es. profondità del suolo, drenaggio, profondità della falda, etc.);
- definizione dei requisiti d'uso per i differenti usi proposti.

A tal fine sono state redatti gli schemi di classificazione per l'attitudine dei suoli per i diversi usi che riportano le caratteristiche ambientali che possono influenzare quel tipo di uso ed i gradi crescenti di limitazione definiti dalle 5 classi sopra descritte. Le caratteristiche ovviamente variano in funzione dell'uso esaminato. Sono state quindi realizzate le tabelle delle classificazioni attitudinali del territorio in funzione di un uso specifico. Per ciascuna unità cartografica (o meglio, per alcune delle principali unità cartografiche interessate agli usi) è stato valutato il grado di idoneità relativo alle caratteristiche ambientali. La caratteristica col grado di idoneità più limitante definisce la classe di attitudine finale assegnata alle unità cartografiche.

Infine è stato elaborato lo schema riepilogativo delle classi finali attribuite a ciascuna unità cartografica. L'analisi di questo schema permette di identificare per ciascuna unità cartografica quali siano gli usi compatibili, definiti dalle classi S1-S2-S3, e quali quelli da evitare, definiti dalle classi N1-N2.

Inoltre poiché le singole unità cartografiche presentano, talvolta, dei caratteri (pendenza, pietrosità, ecc.) non perfettamente omogenei in ogni loro parte, la classe di attitudine finale non è singola, ma composta. Tale inconveniente può essere superato attraverso la realizzazione di una cartografia di maggior dettaglio, che permetta di scomporre unità in modo da ottenere una classe di attitudine maggiormente definita.

Per quanto concerne l'uso pascolativo le caratteristiche ambientali considerate e gli schemi di valutazione adottati sono quelle già utilizzate in diversi studi in Sardegna [Aru, Baldaccini, Loi, 1980].

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli al pascolo sulle alluvioni:

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA	A-FS-FA	A-FSg-SF-SC	-	S-SC
Profondità del suolo (cm)	>100	100-60	60-40	<40	-
Drenaggio	normale	lento	molto lento- rapido	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-
Rocciosità %	assente	0-2	2-20	>20	-
Pietrosità %	0-10	10-20 (rimovibile)	20-50 (rimovibile)	50-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; FS=franco-sabbiosa; FSg=franco-sabbiosa grossolana; grossolana SF=sabbioso-franca; SC=sabbioso-ciottolosa; S=sabbiosa.

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli alla viticoltura:

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA-FL	S-FS	S-SF	C	C
Profondità del suolo (cm)	>90	60-90	35-60	<35	-

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Drenaggio	normale	normale-rapido	molto lento- rapido	-	-
Salinità Cee 103	<2	2-4	4-6	>6	
Calcare attivo %	<10	>10	-	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-
Rocciosità %	assente	0-2	2-20	>20	-
Pietrosità %	0-10	10-20 (rimovibile)	20-50 (rimovibile)	50-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; SF=sabbioso-franca; S=sabbiosa; C=ciottolosa.

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli all'olivicoltura:

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA-A	S-FS	S-SF	C	C
Profondità del suolo (cm)	>100	100-60	60-40	<40	-
Drenaggio	normale	lento	molto lento- rapido	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-
Rocciosità %	assente	0-2	2-20	>20	-
Pietrosità %	0-10	10-20 (rimovibile)	20-50 (rimovibile)	50-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; SF=sabbioso-franca; S=sabbiosa; C=ciottolosa.

Schema per la valutazione dell'attitudine dei suoli all'orticoltura:








CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Tessitura (*)	F-FA-A	S-FS	S-SF	C	C
Profondità del suolo (cm)	>100	100-60	60-40	<40	-
Drenaggio	normale	lento	molto lento- rapido	-	-
Pendenza %	0-5	5-10	10-30	>30	-
Rocciosità %	assente	0-5	5-10	>10	-

CARATTERISTICHE AMBIENTALI	S1	S2	S3	N1	N2
Pietrosità %	0-5	5-10 (rimovibile)	10-20 (rimovibile)	20-80 (parz. rimovibile)	>80 (non rimovibile)
Rischio di inondabilità	assente	scarso	moderato	alto	molto alto

(*) TESSITURA: F=franca; FA=franco-argillosa; A=argillosa; SF=sabbioso-franca; S=sabbiosa; C=ciottolosa.

(**) COLE: capacità del suolo a contrarsi e/o rigonfiarsi

La legenda adottata nelle carte prevede l'uso di colori differenziati per mappare le diverse classi, secondo il seguente schema grafico:

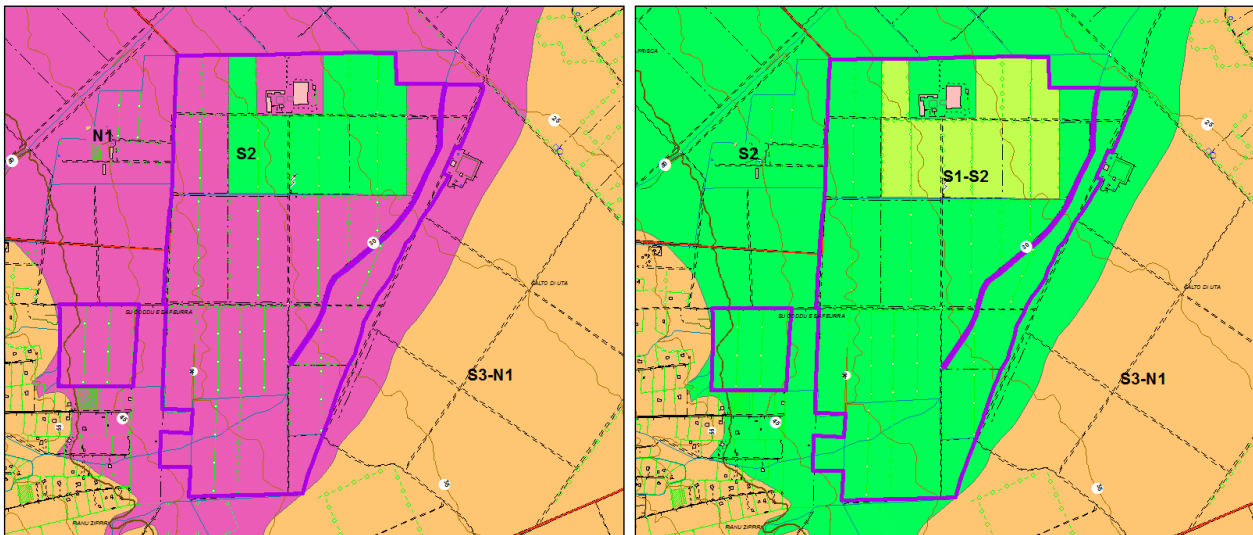
	S1 - Suscettività molto elevata
	S1-S2 - Suscettività da molto elevata ad elevata
	S2 - Suscettività elevata
	S2-S3 Suscettività da elevata a limitata
	S3 - Suscettività limitata
	S3-N1 - Suscettività scarsa
	N1 - Suscettività molto scarsa

Di seguito si riportano le classificazioni cartografiche dell'area in esame secondo il metodo della land suitability classification e rispetto ai quattro usi target orticolo, olivicolo, pascolativo e viticolo (si omette la tabella di verifica (matching table).

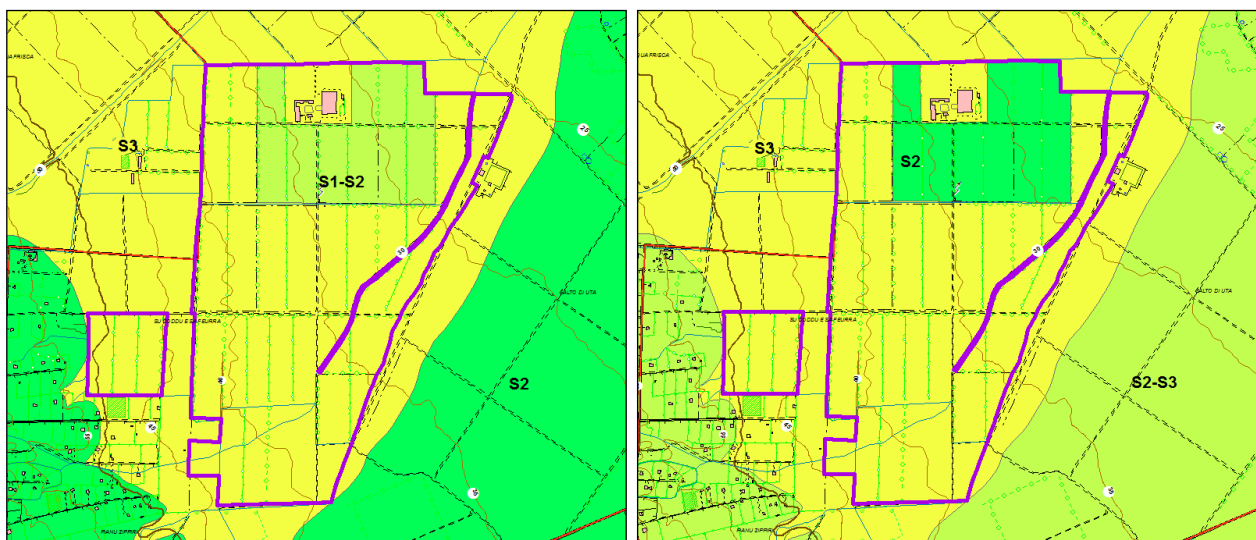
SIGLA	LITOLOGIA	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	SUSCETTIVITÀ			
					OLIVICOLTURA	PASCOLO	ORTICOLTURA	VITICOLTURA
I1	Depositi alluvionali del Pliocene (anche la Formazione di Samassi) e del Pleistocene e arenarie eoliche cementate del Pleistocene.	TYPIC, AQUIC, ULTIC PALEXERALS	Eccesso di scheletro, drenaggio da lento a molto lento, moderato pericolo di erosione	Colture erbacee e, nelle aree più drenate colture arboree anche irrigue	S3-N1	S2	S3-N1	S2-S3
L1	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: eccesso di scheletro, drenaggio lento	Limitata scelta di colture erbacee ed arboree anche irrigue, per gli evidenti limiti legati alla pietrosità presente	S3	S3	N1	S3

SIGLA	LITOLOGIA	TASSONOMIA	LIMITAZIONI D'USO	ATTITUDINI E INTERVENTI	SUSCETTIVITÀ			
					OLIVICOLTURA	PASCOLO	ORTICOLTURA	VITICOLTURA
L1p	Sedimenti alluvionali recenti e attuali e depositi di versante derivati dai substrati costituiti da marne e tufi vulcanici - aree oggetto di spietatura con rimozione del pietrame di dimensioni elevate e medie	TYPIC XEROFLUVENTS	A tratti: drenaggio lento	Colture erbacee ed arboree anche irrigue	S1-S2	S1-S2	S2	S2

Mappe della land suitability elaborate:



Da sinistra a destra: carta della suscettività dei suoli all'uso orticolo, carta della suscettività dei suoli all'uso olivicolo.



Da sinistra a destra: carta della suscettività dei suoli all'uso pascolativo, carta della suscettività dei suoli all'uso viticolo.

L'analisi di land capability evidenzia le caratteristiche di base dei suoli, classificando le aree indagate - e segnatamente le alluvioni recenti oloceniche che sono i substrati che si ritrovano in azienda - sulla base della classe pedologica e in funzione dell'arabilità dei suoli e della presenza di limitazioni all'uso agrario.

In particolare, i valori di land capability per le alluvioni recenti risultano pari a una classe compresa fra la IV e la V (e limitatamente la II) per quanto riguarda i suoli non oggetto di miglioramento (unità di suolo L1), mentre i suoli che sono stati oggetto di uno spietramento (unità di suolo Lp) scalano rapidamente la classifica portandosi in classe II. In tale unità di suolo permangono alcuni limiti legati alla scarsa dotazione di sostanza organica e alla presenza di strati argillosi poco permeabili, che però non pongono alcun ostacolo ad una coltivazione. Le limitazioni all'uso agricolo nell'unità L1 invece sono significative, tanto da portare una classificazione a cavallo fra arabilità e non arabilità.

Le unità L1, esterne all'azienda, sono invece classificate nella classe III-IV di capacità d'uso, per le limitazioni sopra descritte.

Le tre unità di suolo, sottoposte poi all'analisi di land suitability, hanno mostrato risultati differenti a seconda delle colture obiettivo della valutazione. In tutti i casi l'intervento antropico migliorativo di spietramento adottato per i suoli dell'unità L1p produce un miglioramento molto marcato delle suscettività in tutti i quattro target di coltura, con un avanzamento nel passaggio dall'unità L1 all'unità L1p rispettivamente da S3 a S1-S2 per il pascolo e per l'olivicoltura, da S3 a S2 per l'olivicoltura e soprattutto da N1 a S2 per l'orticoltura. Pare evidente perciò che l'azione di spietramento è in condizione di produrre un enorme miglioramento di tale suolo, rendendolo idoneo all'impianto di tutte le colture anche intensive e irrigue.

Gli eventuali problemi di drenaggio (già descritti) che comunque possono permanere nei suoli indicati (L1p) possono essere controllati attraverso interventi agronomici appropriati, con drenaggi e tecniche di gestione agronomica adeguata a tali substrati, senza sostanziali limitazioni al loro uso.



A sinistra uno dei suoli spietrati, che evidenzia qualche difficoltà di drenaggio. A destra, vista del lotto W.

2.1.3.7 Desertificazione

Per integrare il quadro conoscitivo sull'area in esame si integra un'analisi delle condizioni potenziali di desertificazione dell'area di intervento, con riferimento alla metodologia sviluppata dal progetto dell'Unione Europea MEDALUS, (Mediterranean Desertification And Land Use). La metodologia (Kosmas et al., 1999), nota come ESAs (Environmentally Sensitive Areas), ha lo scopo di individuare le aree sensibili alla desertificazione, alla scala 1:100.000, attraverso l'applicazione di indicatori sia biofisici che socio-economici che consentono di classificare le aree in critiche, fragili e potenziali. In Sardegna il lavoro è stato pubblicato dal SAR (ora Agris) nel 2008.

Questa metodologia è stata elaborata da Kosmas et al. (1999) per lo studio delle aree vulnerabili alla desertificazione nell'isola di Lesvos (Grecia) e ha trovato applicazione in tre aree test di altrettanti Paesi del Mediterraneo (Italia, Portogallo e Spagna), essendo perciò utilizzata correntemente per valutare il rischio potenziale di desertificazione delle rispettive aree di analisi.

Nel presente lavoro non è stata effettuata una rilevazione ed analisi diretta dei dati per la determinazione degli indici suddetti, ma sono stati utilizzati i temi già elaborati e pubblicati dal SAR. E' evidente che una discesa di scala al livello aziendale riduce in parte l'efficacia dell'analisi, permettendo di ritrarre solo una indicazione di larga massima sulle condizioni potenziali di desertificazione dell'area. Le informazioni così ottenute sono comunque utili per comprendere il contesto di riferimento in cui l'intervento si posiziona, e soprattutto per fornire una indicazione sui potenziali effetti di un abbandono dell'area.

I diversi tipi di ESAs alla desertificazione possono essere analizzati in relazione a vari parametri, relativi a quattro categorie di indici:

1. Indice di Qualità del Suolo (SQI, Soil Quality Index)

Prende in considerazione le caratteristiche del terreno, come il substrato geologico, la tessitura, la pietrosità, lo strato di suolo utile per lo sviluppo delle piante, il drenaggio e la pendenza.

2. Indice di Qualità del Clima (CQI, Climate Quality Index)

Considera il cumulato medio climatico di precipitazione, l'aridità e l'esposizione dei versanti.

3. Indice di Qualità della Vegetazione (VQI, Vegetation Quality Index)

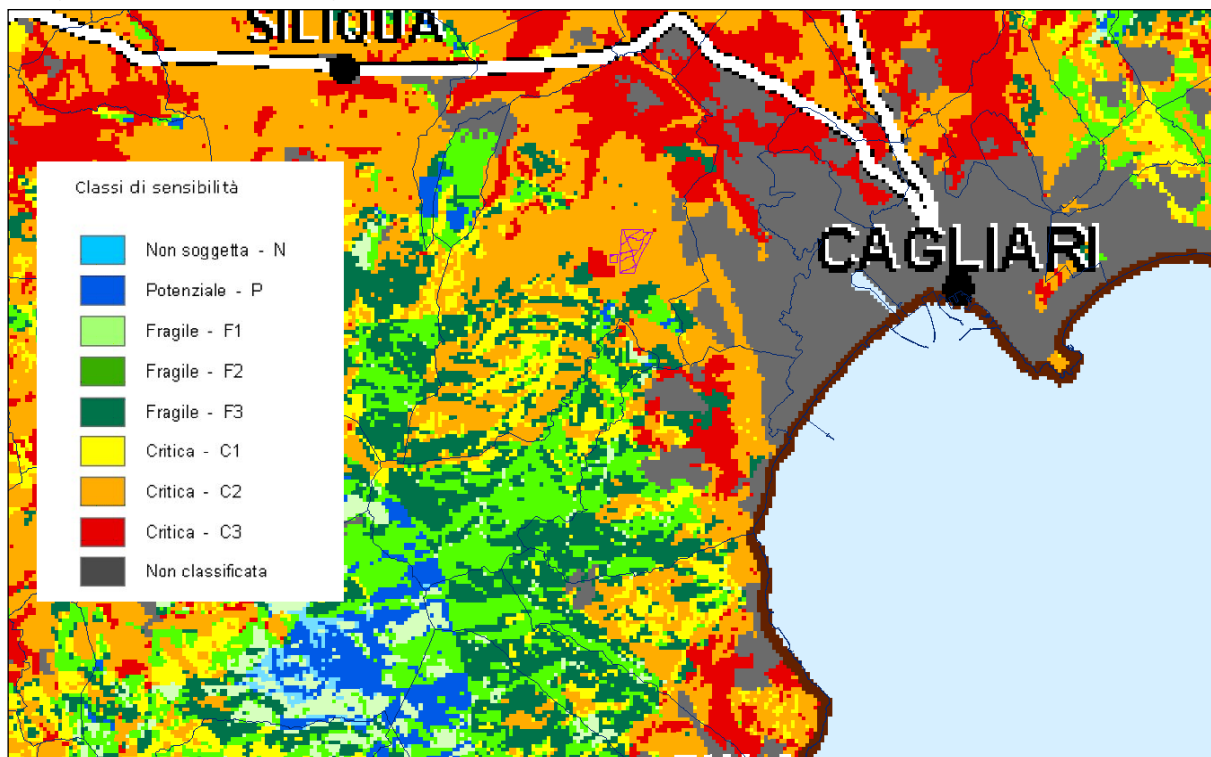
Gli indicatori presi in considerazione sono il rischio d'incendio, la protezione dall'erosione, la resistenza alla siccità e la copertura del terreno da parte della vegetazione.

4. Indice di Qualità di Gestione del Territorio (MQI, Management Quality Index)

Si prendono in considerazione l'intensità d'uso del suolo e le politiche di protezione dell'ambiente adottate. Per l'individuazione degli indici ESAs è necessario il calcolo dei singoli indicatori che costituiscono ciascuna categoria. A ciascun indicatore si associa un valore indice. La media geometrica dei valori indice per ciascuna categoria fornisce i valori di SQI, CQI, VQI e MQI.

L'indice finale di sensibilità alla desertificazione ESAI (Environmentally Sensitive Area Index) si ottiene calcolando la media geometrica dei diversi indicatori, attraverso la seguente relazione:

$$ESAI = (SQI * CQI * VQI * MQI)^{1/4}$$



Carta della sensibilità potenziale alla desertificazione.

La metodologia sopraindicata classifica le aree in classi di sensibilità alla desertificazione:

Aree (ESAs) potenziali: aree minacciate dalla desertificazione.

Sono quelle aree soggette ad un significativo cambiamento climatico; se una particolare utilizzazione del suolo è praticata con criteri gestionali non corretti si potranno creare seri problemi, per esempio lo scorrimento dei pesticidi lungo le pendici e deposito a valle dei principi attivi nocivi alla vegetazione. Si tratta per lo più di aree marginali abbandonate non gestite in modo appropriato. Questo tipo è meno severo del successivo, ma ciò nonostante è necessario attuare una pianificazione territoriale corretta.

Aree (ESAs) fragili: aree dove qualsiasi cambiamento del delicato equilibrio dei fattori naturali o delle attività umane molto probabilmente porterà alla desertificazione.

Per esempio, l'impatto del previsto cambiamento climatico causato dall'effetto serra probabilmente determinerà una riduzione del potenziale biologico causata dalla siccità, provocando la perdita della copertura vegetale in molte aree, che saranno soggette ad una maggiore erosione, e diventeranno aree critiche.

Aree (ESAs) critiche: aree già altamente degradate a causa del cattivo uso del terreno, che presenta una minaccia all'ambiente delle aree circostanti.

Per esempio, aree molto erose soggette ad un alto deflusso e perdita di sedimenti.

La metodologia prevede poi una ulteriore suddivisione della classificazione all'interno di ciascuna classe in sottoclassi (di grado 1 = meno critico, 2 = intermedio, 3 = più critico), permettendo così una valutazione più dettagliata della sensibilità di ciascuna area territoriale.

La carta indica una elevata sensibilità del territorio alla desertificazione, classificando l'area interessata come critica di livello C2, in prossimità di un'area critica di livello C3.

Tale evidenza rende necessaria l'adozione di strategie gestione e di compensazione per evitare l'abbandono delle aree a maggiore potenzialità di desertificazione, come l'area in esame.

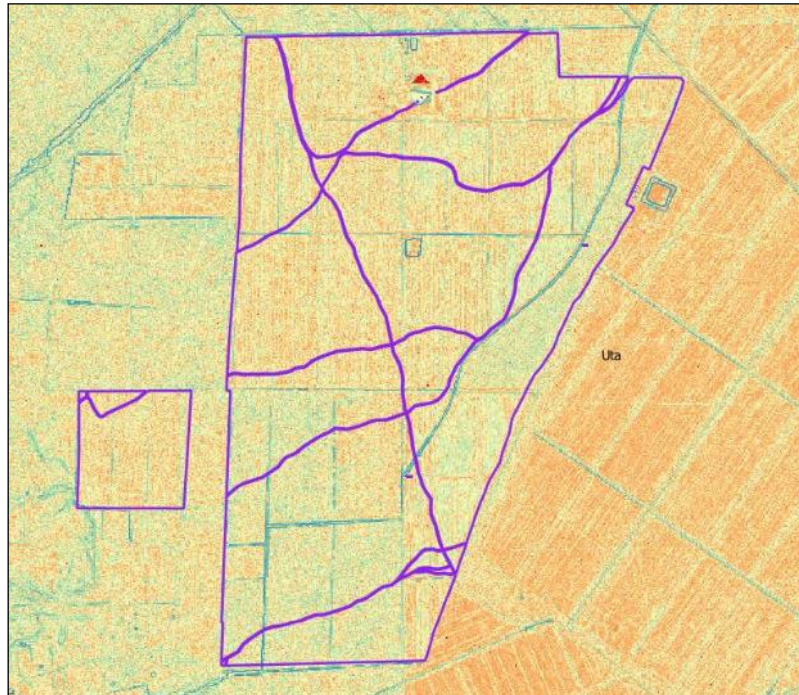
Considerato che il rischio di abbandono delle superfici agricole è rilevante, anche per gli elevati investimenti necessari per una valorizzazione produttiva dell'area, pare evidente che la possibilità di attuare interventi di valorizzazione agricola, anche in collegamento con l'utilizzo di parte delle aree per la produzione di energie alternative, può costituire una utile strategia di contrasto alla desertificazione.

2.1.3.8 Analisi morfologica

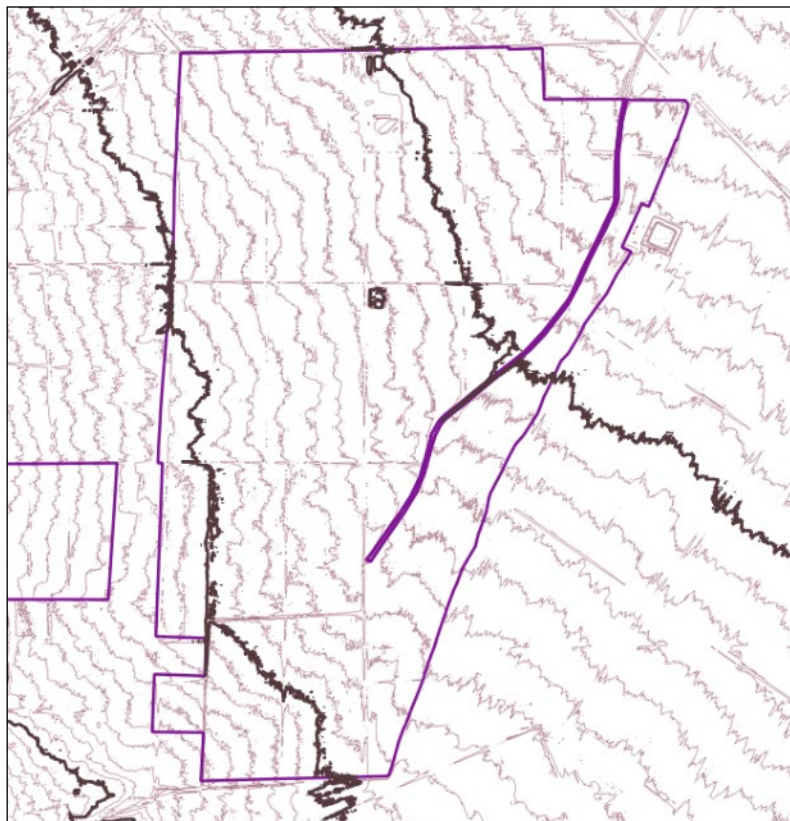
Ai fini di una valutazione più specifica delle potenzialità d'uso delle aree in esame, è stata effettuata un'analisi morfologica, finalizzata a meglio determinare la morfologia dell'area di interesse in funzione della valutazione delle sue potenzialità agrarie.

Basandosi sul DTM a 1 m esteso alla fascia costiera e alle aree critiche, fornito dalla Regione Sardegna sul goeportale regionale, si è proceduto a predisporre:

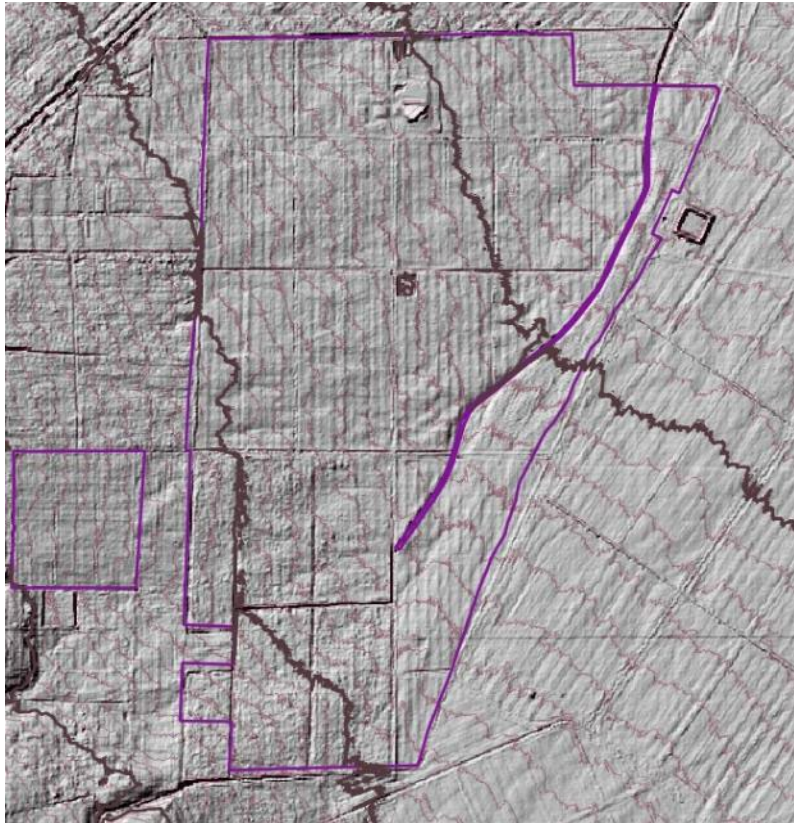
a) una immagine a falsi colori con la morfologia dell'area di cui si riporta di seguito un estratto:



b) le curve di livello a 1 m (estratte per estrapolazione dal raster DEM); di seguito si riporta una vista delle curve a 10 m e a 1 m.



c) la rappresentazione hillshade del DEM, che evidenzia soprattutto la micromorfologia della superficie.



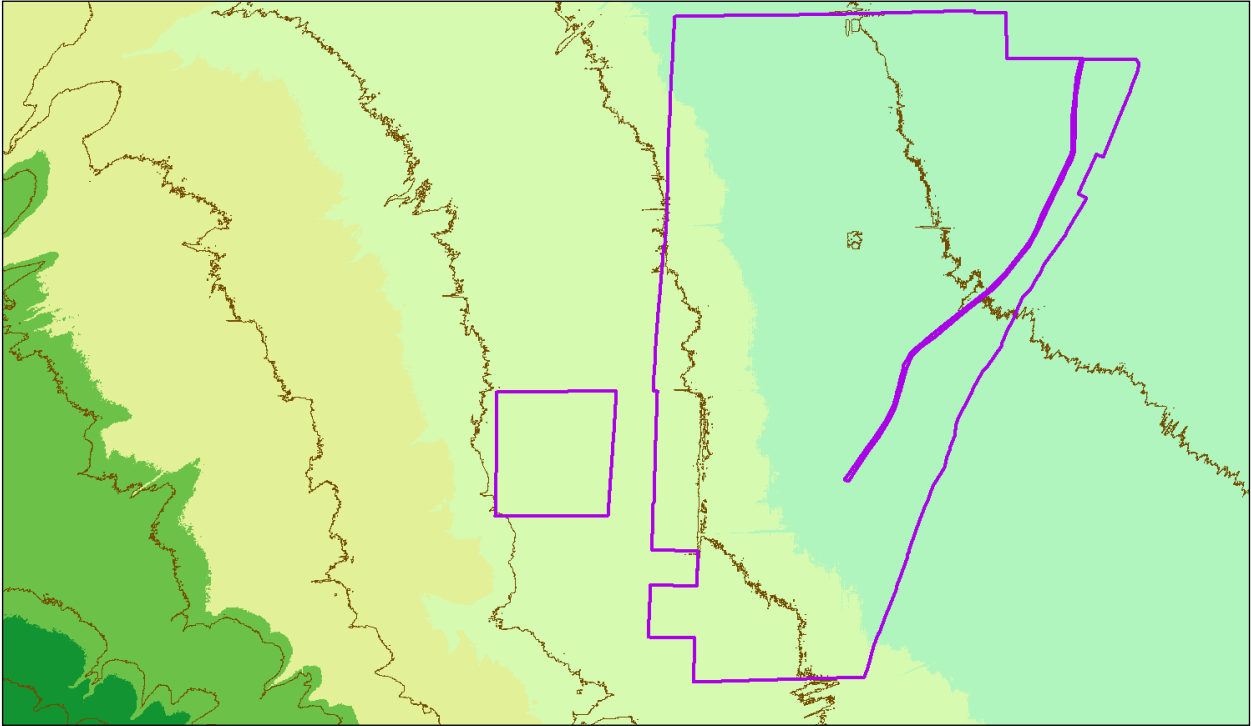
Dall'analisi delle immagini si rileva che il sito è pianeggiante. Le quote dell'area aziendale vanno dai circa 23 m slm nell'area NE ai circa 45 m slm dell'area SW per l'appezzamento principale, mentre il corpo posto a SW ha quote comprese fra 42.5 e 50 m slm circa, con pendenze indicativamente dell'13 per mille nel corpo principale e del 20 per mille in quello secondario. A causa dell'ampiezza dei campi il dislivello, che risulta nell'ordine non si percepisce quasi a occhio nudo.

In ragione della sostanziale planarità del sito, e a causa della sua particolare micromorfologia, evidenziata nella rappresentazione hillshade della superficie, si è ritenuto inutile produrre una carta delle esposizioni, che avrebbe mostrato solo le microesposizioni dovute ai solchi di lavorazione del suolo.

La planarità del sito è utile sia per l'attività agricola che per l'eventuale installazione del fotovoltaico, mentre la presenza di una leggera pendenza (dell'ordine, come detto, dell'1.3% e del 2% rispettivamente per i due corpi) è estremamente utile perchè sufficiente a garantire l'allontanamento delle acque e a permettere alle scoline di campo di garantire lo smaltimento delle acque meteoriche in eccesso.

Complessivamente, perciò, dal punto di vista morfologico, il sito risulta idoneo per gli obiettivi culturali e per le previste installazioni di impianti per la produzione di energia rinnovabile.

Rappresentazione a falsi colori del modello digitale del terreno (DTM)



Immagini che mostrano la morfologia dell'area aziendale.

2.1.4 GEOLOGIA E ACQUE

L'area in esame si colloca nella porzione meridionale del Campidano di Cagliari e, dal punto di vista geologico, rappresenta una porzione del margine meridionale della omonima depressione tettonica (Graben del Campidano). Nel Graben del Campidano, affiorano estesamente i sedimenti clastici continentali pleistocenico-olocenici; estrapolando le informazioni geologiche di aree limitrofe all'area di progetto è verosimile ipotizzare la presenza nel sottosuolo anche di questa parte del Campidano dei sottostanti depositi continentali e marini del Pliocene/Pleistocene (Formazione di Samassi che non affiora ma è stata attraversata da sondaggi profondi, Pecorini e Pomesano Cerchi, 1969). Questi ultimi poggerebbero su di un substrato costituito in larga parte dai depositi marini miocenici e anche dalle vulcaniti calc-alcaline oligo-mioceniche, come testimoniato da alcuni sondaggi esplorativi profondi (es. il pozzo Oristano 1 della SAIS).

Infine, nella porzione sud-orientale dell'area, sono presenti affioramenti di leucomonzograniti a biotite facenti parte del Complesso intrusivo e filoniano tardo-paleozoici (VLD_b).

2.1.4.1 Stratigrafia locale

Segue la descrizione della successione stratigrafica del riempimento quaternario secondo quanto riportato nelle Note illustrative del Foglio Assemini n° 556 alla scala 1:50.000 (Funedda et al., 2009).

DEPOSITI QUATERNARI

Nel Foglio Assemini sono state distinte due principali unità deposizionali separate da un'importante superficie di erosione corrispondente a una fase di incisione e terrazzamento: il sintema di Portovesme (PVM), attribuito al Pleistocene superiore, e i depositi olocenici.

Il sintema di Portovesme è rappresentato da depositi di piana alluvionale pedogenizzati e terrazzati che passano lateralmente a depositi di conoide alluvionale e detritici di versante.

I depositi olocenici sono stati compresi in una grande unità che risulta però essere suddivisa al suo interno in varie sottounità corrispondenti ai vari ambienti deposizionali (depositi eolici, di spiaggia, alluvionali, etc.). In questa unità sono compresi i depositi di origine antropica.

DEPOSITI PLEISTOCENICI

Nell'area sono presenti depositi alluvionali attribuibili al Pleistocene superiore caratterizzati da conglomerati, sabbie e argille, più o meno compattate, di età villafranchiana legati a conoidi alluvionali ("Alluvioni antiche" Auctt.).

Sistema di Portovesme (PVM). Questa unità affiora estesamente nel Foglio Assemini, soprattutto lungo la valle del Cixerri e nella piana di Uta. Il sintema è composto da due subsintemi: il **subsintema di Portoscuso (PVM2)** rappresentato da depositi di conoide alluvionale (PVM2a) costituiti prevalentemente da ghiaie grossolane, sino alla taglia dei blocchi, a spigoli subangolosi e subarrotondati. Essi presentano strutture incrociate concave in genere di limitata ampiezza e profondità. Sono inoltre frequenti lenti e livelli piano paralleli o massivi. I sedimenti più fini, rappresentati da sabbie grossolane sono sempre molto subordinati e si presentano in lenti e livelli intercalati ai livelli ghiaiosi.

Questi sedimenti sono stati deposti da corsi d'acqua a canali intrecciati. Nei pressi dei versanti, in alcune località (ad es. nella zona apicale della conoide del Riu Gutturreddu) sono presenti intercalazioni di lenti di ghiaie con clasti angolosi e subangolosi a confermare, oltre che un limitato trasporto, la contemporanea presenza di processi di degradazione fisica, verosimilmente crioclastismo, sui versanti limitrofi.

DEPOSITI OLOCENICI

Questi depositi sono rappresentati sia da sedimenti attuali che da quelli derivati dalle modificazioni oloceniche dell'ambiente fisico e dunque caratterizzati da gradi variabili di inattività e seppellimento. Tra questi depositi sono compresi anche depositi alluvionali terrazzati posti a quote inferiori rispetto ai terrazzi pleistocenici. I depositi più rappresentati sono quelli di pianura alluvionale, che mostrano passaggi progressivi a quelli di conoide alluvionale; sono ben rappresentati anche i depositi di versante. La natura di questi sedimenti e la relazione laterale tra le varie facies è alquanto complessa.

DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI (BNA)

I depositi alluvionali terrazzati ricoprono i sedimenti del sistema di Portovesme e sono ricoperti a sua volta dai depositi alluvionali attuali. Si tratta di ghiaie a stratificazione incrociata concava deposte all'interno di canali bassi e poco continui, alternate a ghiaie a stratificazione piano parallela.

Nell'area apicale della conoide i sedimenti sono separati dall'unità del Pleistocene superiore (sistema di Portovesme) solamente da una scarpata. Nella parte medio-distale invece i torrenti alimentati dalla fuoriuscita delle acque di infiltrazione nella parte apicale hanno generato piccole valli, e sugli spartiacque sono rimasti lembi di depositi alluvionali terrazzati olocenici posti a quote anche lievemente differenti l'uno dall'altro. In genere si tratta di depositi di esiguo spessore.

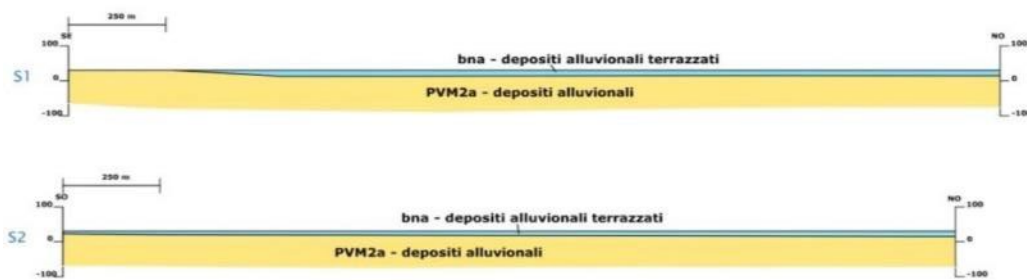
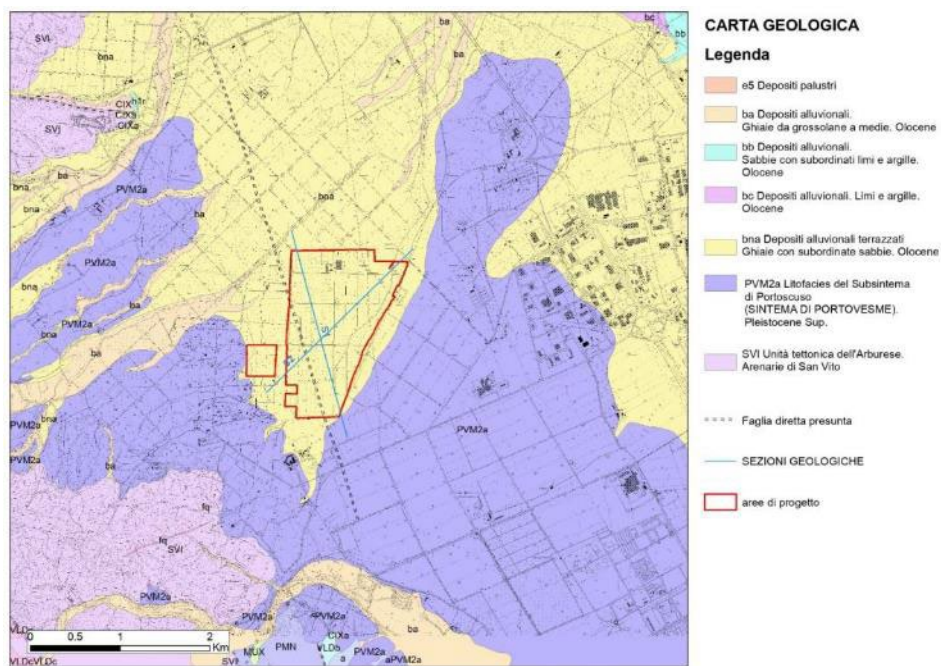
Lo spessore di questi sedimenti è, nella maggior parte dei casi, difficilmente valutabile, ma in alcune sezioni, in cave o lungo scarpate di erosione fluviale associate alle dinamiche attuali, possono superare i 10 m.

DEPOSITI DI VERSANTE (A)

Si tratta di depositi detritici costituiti da clasti angolosi in genere di spessore limitato (alcuni metri) osservati sulle pendici dei rilievi costituiti da rocce vulcanoclastiche, laviche o intrusive.

DEPOSITI ALLUVIONALI (B – BA, BB, BC)

I sedimenti alluvionali sono in genere grossolani e solo localmente sono presenti intercalazioni di lenti e sottili livelli di sabbia. Le strutture sedimentarie non si differenziano da quelle già descritte per i depositi alluvionali terrazzati olocenici, a testimoniare la presenza in un passato più o meno prossimo di corsi a canali intrecciati. I sedimenti fini aumentano notevolmente verso la costa del Golfo di Cagliari. Avvicinandosi ai versanti i sedimenti all'interno degli alvei possono essere anche molto grossolani con ciottoli e blocchi.



2.1.4.2 Acque

I principali corsi d'acqua sono costituiti dal Rio Santa Lucia e dal Riu Cixerri, il primo scorre sul bordo occidentale della pianura di Capoterra dopo la confluenza del Riu Gutturreddu e del Riu Gutturu Mannu che scorrono nelle incisioni vallive dei rilievi del Sulcis e che immettendosi nell'area di pianura danno vita al conoide alluvionale; il secondo, presenta un corso rettificato prima di immettersi nell'omonimo lago artificiale che ne regola le portate prima di immettersi nel Riu Mannu e da qui nello Stagno di Cagliari. I corsi d'acqua di diretto interesse per la presente progettazione sono il Riu s'Isca de Arcosu ed il Gora Franciscu Palu che delimitano rispettivamente a Nord e a Sud l'area di progetto.

L'attività dei corsi d'acqua è prevalentemente stagionale e, a partire dal Quaternario, ha prodotto il riempimento della depressione della pianura su cui insistono le aree di progetto generando l'attuale assetto morfologico.

L'area di progetto è caratterizzata prevalentemente dalla presenza di depositi olocenici con una alternanza di livelli ghiaioso-sabbiosi e argilloso-limosi a permeabilità variabile che rappresentano un corpo acquifero multifalda dove si ritrovano un acquifero superficiale freatico e uno profondo confinato multistrato. I rapporti tra le due falde sono variabili a seconda della continuità laterale degli orizzonti impermeabili e della presenza dei pozzi che potenzialmente mettono in comunicazione i vari livelli acquiferi. Nelle ricostruzioni piezometriche esistenti i carichi idraulici associati alle due falde spesso coincidono. Lo spessore di questo corpo acquifero multifalda (noto in letteratura come Complesso idrogeologico alluvionale superiore, Ciabatti e Pilia, 2004) è caratterizzato da uno spessore variabile da 50 a 150 m.

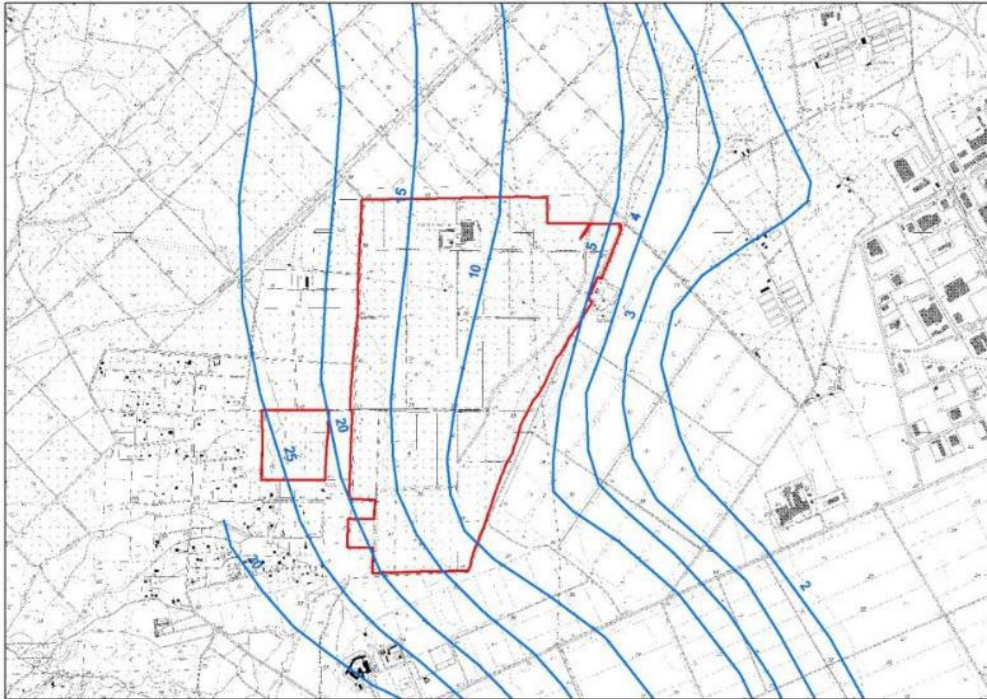
Tra le alluvioni antiche, quelle terrazzate sono caratterizzate da bassa permeabilità per porosità; quelle non terrazzate, invece, presentano un minor grado di costipazione ed una matrice più sabbiosa, e pertanto hanno una permeabilità medio-alta per porosità. Il primo acquifero freatico è ospitato quindi nelle formazioni sabbioso-ghiaiose fino a 15-25 m di profondità e poggiano su uno strato argilloso o limoso che è assente nella parte occidentale verso Capoterra dove si configura la presenza di un sistema acquifero unico a permeabilità variabile. I sottostanti livelli sabbioso-ghiaiosi formano acquiferi semiconfinati e confinati.

Alla base di questo complesso idrogeologico è presente un potente strato di argilla ad una profondità compresa tra 40 e i 100 m.

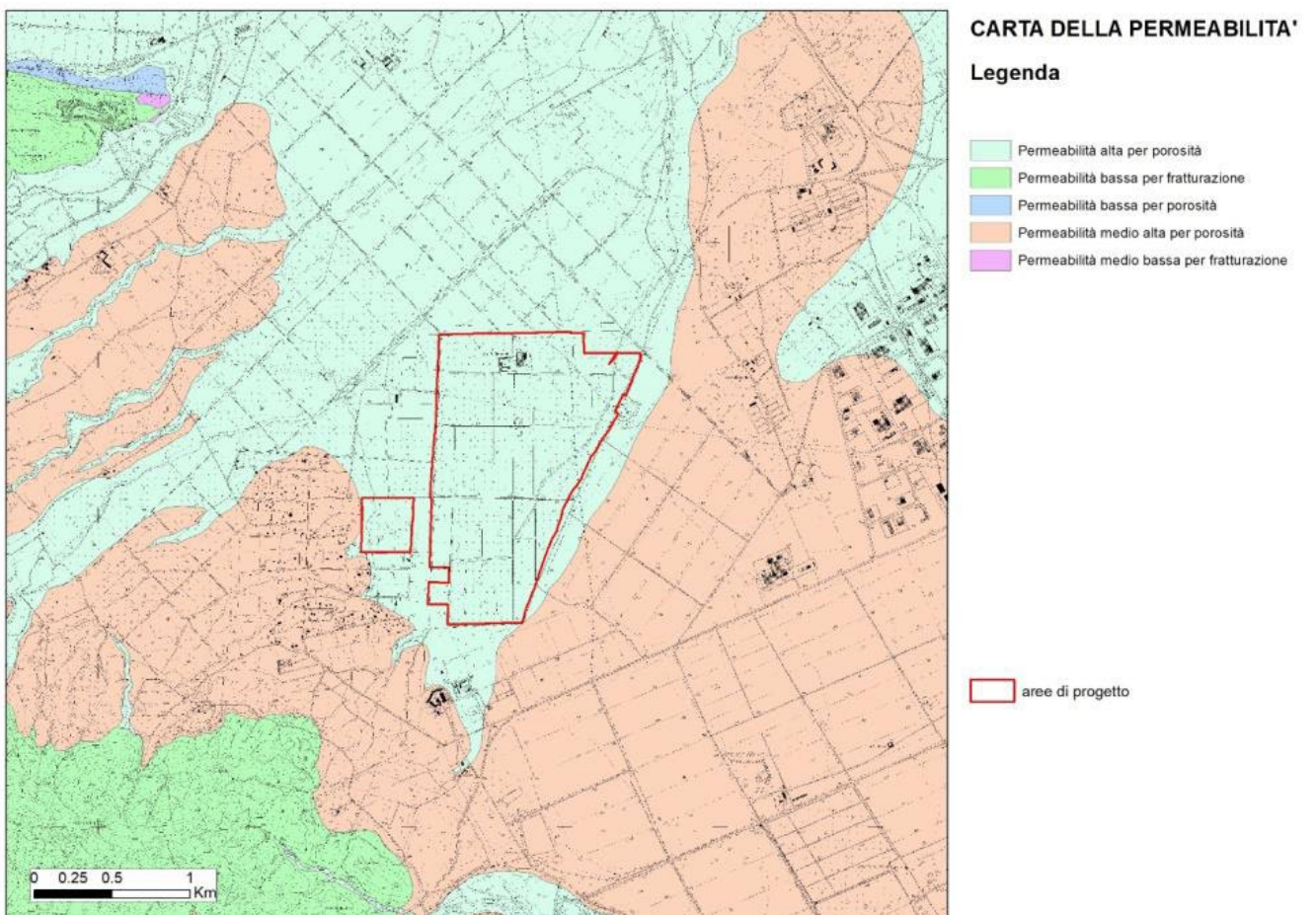
Questi depositi presentano una permeabilità per porosità medio bassa, localmente mostrano una permeabilità medio-alta nei livelli a matrice più grossolana con valori di permeabilità definiti durante prove in sito compresi tra 5×10^{-7} m/s e 3.28×10^{-4} m/s e di trasmissività compresi nell'intervallo tra 8×10^{-5} m²/s e 2.5×10^{-2} m²/s.

Dall'analisi della morfologia della superficie piezometrica ricostruita nell'ambito del progetto RAS (2009) è possibile individuare un deflusso principale con direzione da Ovest verso Est con un gradiente idraulico variabile dal 5 al 9‰. La falda, nella ricostruzione del 2009, risulta depressa con una forma radiale convergente incentrata nella zona caratterizzata da pozzi ad uso industriale e agricolo.

La profondità della falda, come visibile anche dai pozzi presenti nell'archivio Ispra, è variabile nell'intorno dell'area di progetto da 25 m a 5 m circa di profondità da p.c. (fino a raggiungere pochi metri da p.c. spostandosi verso il Golfo di Cagliari).



Ricostruzione piezometrica dell'area (da RAS 2009).



Carta delle permeabilità.

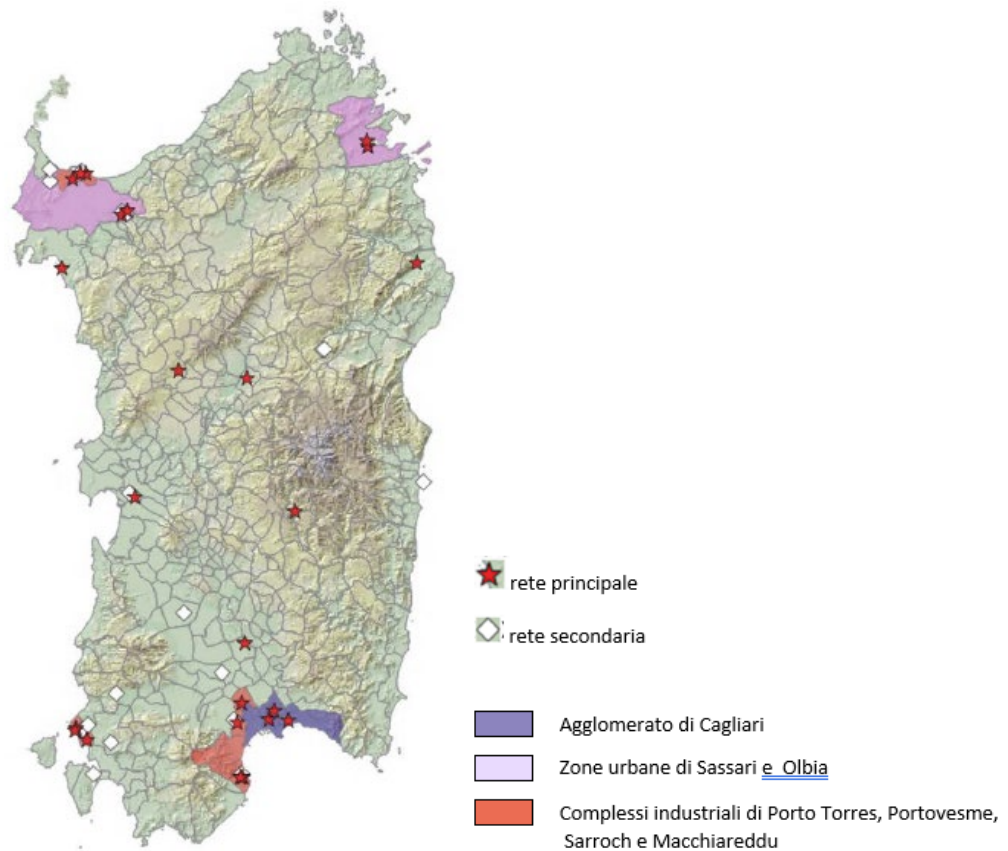
2.1.5 ATMOSFERA: ARIA E CLIMA

2.1.5.1 Aria

La norma quadro nazionale che recepisce le vigenti direttive comunitarie in materia di valutazione e gestione di qualità dell'aria è il decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 recante "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".

Nel Piano regionale di qualità dell'aria ambiente, redatto ai sensi del D. Lgs. 155/2010 e s.m.i., il territorio regionale è stato suddiviso in zone di qualità dell'aria atte alla gestione delle criticità ambientali grazie all'accorpamento di aree il più possibile omogenee in termini di tipologia di pressioni antropiche sull'aria ambiente.

La zonizzazione del territorio sardo, aggiornata al 2013 in ottemperanza alla normativa, prevede l'agglomerato di Cagliari, le zone urbane di Sassari e Olbia e le zone industriali dei comuni su cui insistono i complessi industriali di porto Torres, Portovesme, Sarroch e Macchiareddu; il resto della Sardegna è stato accorpato nella zona rurale.



Zonizzazione regionale e rete di monitoraggio della qualità dell'aria.

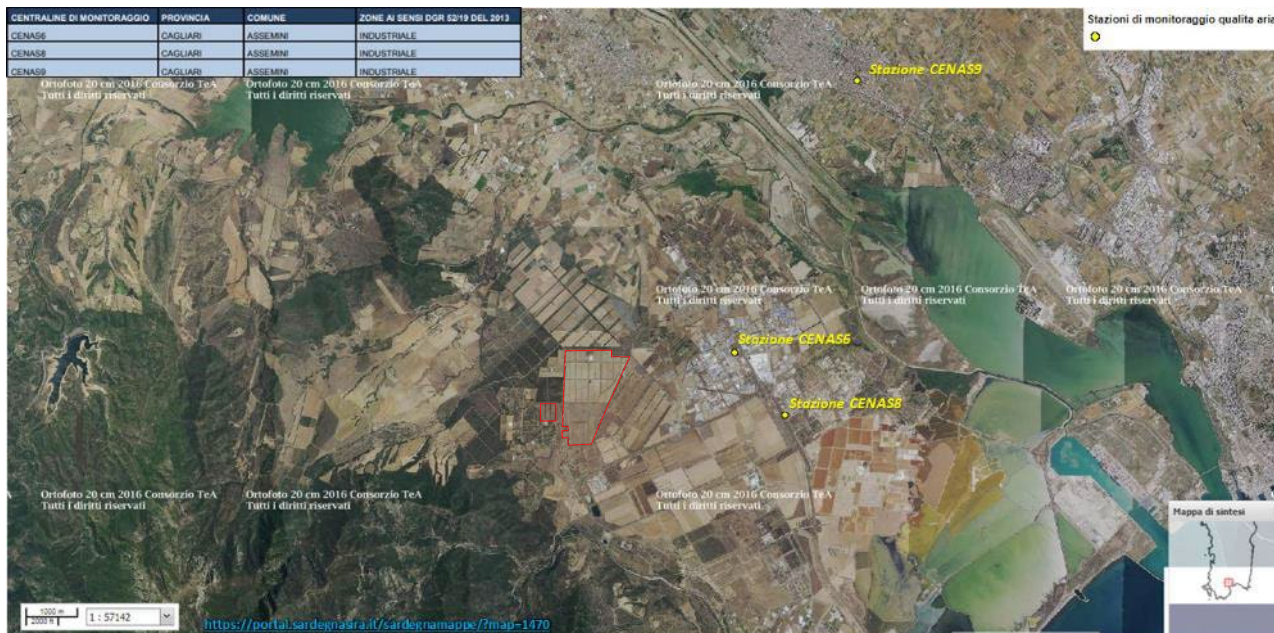
Sulla base della zonizzazione, la rete regionale di monitoraggio è stata strutturata in rete principale e rete secondaria; scopo della rete è la valutazione complessiva della qualità dell'aria della regione e dal 2008 l'ARPAS è il soggetto competente alla gestione della rete di misura della qualità dell'aria.

Sebbene la proposta progettuale ricada nella **Zona IT 2010 Zona rurale**, in considerazione del fatto che le aree di progetto sono ubicate nell'agglomerato industriale di Macchiareddu, della vicinanza geografica e della presenza di insediamenti industriali di varia natura nell'area vasta, per le considerazioni relative alla qualità dell'area è stata presa a riferimento la Zona IT 2009 Zona industriale.

La "Relazione annuale sulla qualità dell'Aria in Sardegna per l'anno 2018" fornisce i dati aggiornati della qualità dell'aria provenienti dalla rete di monitoraggio regionale gestita dall'Agenzia regionale per la protezione del territorio (ARPAS) e dalla rete del comune di Cagliari.

Nell'area di progetto, localizzata nella zona industriale di Macchiareddu, sono presenti una serie di insediamenti industriali di diversa natura, tra i quali alcuni per la produzione di energia elettrica, altri di prodotti chimici, di derivati del fluoro, pneumatici e di altro tipo.

In quest'area sono ubicate due stazioni di misura denominate CENAS6 e CENAS8; nel centro urbano di Assemmini inoltre è attiva la stazione di fondo CENAS9.



Ortofotografia ubicazione stazioni di monitoraggio nell'area di progetto (Fonte: Geoportale).

Le stazioni di misura nel 2018 hanno registrato vari superamenti dei limiti relativi, superando la soglia di informazione per l'ozono (O₃):

- Per il valore limite orario per la protezione della salute umana per l'NO₂ (200 µg/m³ sulla media oraria da non superare più di 18 volte in un anno civile): 2 superamenti nella CENAS9;
- per il valore obiettivo per l'O₃ (120 µg/m³ sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni): 3 superamenti della media triennale nella CENAS8 (2 superamenti annuali), 4 nella CENAS9 (nessuno annuale) e 5 nel LABMOB (9 annuali);
- per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per il PM₁₀ (50 µg/m³ sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 11 superamenti nella CENAS6, 11 nella CENAS8, 9 nella CENAS9 e 12 nel LABMOB;
- per il valore limite orario per la protezione della salute umana per il biossido di zolfo SO₂ (350 µg/m³ sulla media oraria da non superare più di 24 volte in un anno civile): 2 superamenti nella CENAS8.

Le concentrazioni di benzene (C₆H₆), di monossido di carbonio (CO) rilevato presso la stazione CENAS8, di biossido di azoto (NO₂) sono risultate entro il limite di legge.

Per il monossido di carbonio e il biossido di azoto, le concentrazioni sono risultate più elevate nell'aria urbana che in area industriale seppur senza superamento dei limiti normativi.

Per quanto riguarda il PM₁₀, le medie annue variano tra 21 µg/m³ (CENAS6) e 29 µg/m³ (CENAS8), mentre le massime medie giornaliere tra 74 µg/m³ (CENAS9) e 134 µg/m³ (CENAS6). Relativamente alle annualità 2014-2015, periodo critico per il PM₁₀, comparandole agli anni più recenti si assiste ad una situazione con superamenti più contenuti rispetto al limite di 35 superamenti giornalieri, come mostrato nella tabella seguente.

Conteggi annuali dei superamenti di PM10	CENAS6	CENAS8	CENAS9	LABMOB
2014	18	36	34	-
2015	16	36	41	-
2016	15	24	19	-
2017	12	27	6	12
2018	11	11	9	12

Riepilogo superamenti annuali di PM10 – Area di Assemini.

Il biossido di zolfo (SO₂) nell'area industriale continua a mostrare valori elevati con massime medie giornaliere che variano tra 100 µg/m³ (CENAS8) e 1013 µg/m³ (CENAS6) e massimi valori orari tra 334µg/m³ (CENAS6) e 913 µg/m³ (CENAS8).

In sintesi, nell'area di Assemini, persistono le criticità relative al biossido di zolfo, con registrazione di concentrazioni orarie sostenute e superamenti del limite giornaliero, ma anche una riduzione significativa della criticità PM₁₀ rispetto agli anni 2014-2015 e per l'O₃, si registrano diversi superamenti della soglia di informazione.

2.1.5.2 Clima

Il clima della zona è tipicamente mediterraneo, caratterizzato da pioggia scarsa concentrata nel periodo autunnale-invernale (ottobre/gennaio), con temperature miti.

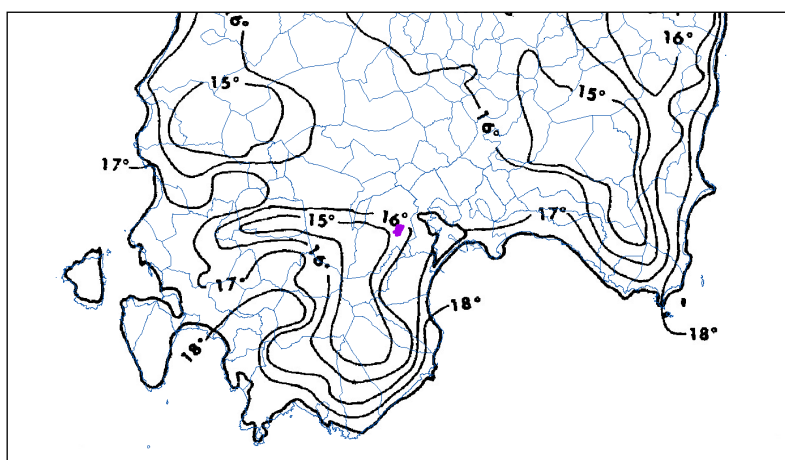
Come conseguenza dell'andamento termometrico, ma anche dell'attività delle piante, i valori dell'evapotraspirazione sono anch'essi caratterizzati da bassi valori invernali che aumentano nel periodo estivo, in netta controtendenza con l'andamento delle precipitazioni. Questo comporta uno sbilancio netto nel bilancio idrico, con un surplus di acqua nel periodo di maggiore piovosità e un deficit accentuato nel periodo caldo. Ulteriori fattori climatici importanti sono legati: alla radiazione solare, nettamente superiore nelle aree mediterranee rispetto all'Europa centrale; all'eliofanìa, con il cielo specialmente durante la stagione estiva rimane spesso limpido e privo di nuvole; al vento, che soprattutto nelle aree insulari come la Sardegna condiziona in modo significativo il clima.

TEMP.	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Media max	14.4	15.3	18	20.2	25	29.8	33	33.3	28.6	24.2	18.9	15.2
Media min	6.5	6.5	8.4	10.4	14.4	18.4	21.2	21.9	18.7	15.3	11.1	7.9
T. media	10.5	10.9	13.2	15.3	19.7	24.1	27.1	27.6	23.7	19.8	15.0	11.6

Temperature medie mensili (°C) Stazione di Capoterra (altitudine 54 m slm) - periodo di osservazione 1990-2011 (22 anni).

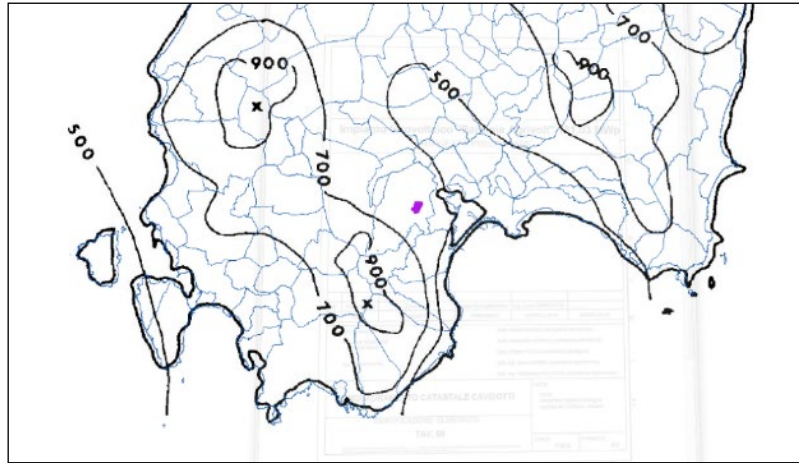
Fonte: Elaborazione su Dati RAS LL.PP. 2014.

Come si vede anche dalla figura, l'area si posiziona in prossimità dell'isoterma dei 16 °C.



Fonte: Arrigoni, cit.

Isoterme della media annua nella Sardegna Meridionale.



Isoiete di 500-700-900 mm medi annui nella Sardegna Meridionale
(Le crocette indicano le stazioni con oltre 1000 mm di precipitazioni medie annue).

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Precipitazioni	55.8	41.7	44.5	67.8	29.7	10.3	4.3	8.2	43.1	78.5	92.4	78.8	555.1
Giorni piovosi	7	6.4	5.6	7.2	4.2	2	0.7	1.4	4.9	6.3	9.4	9.1	64.2

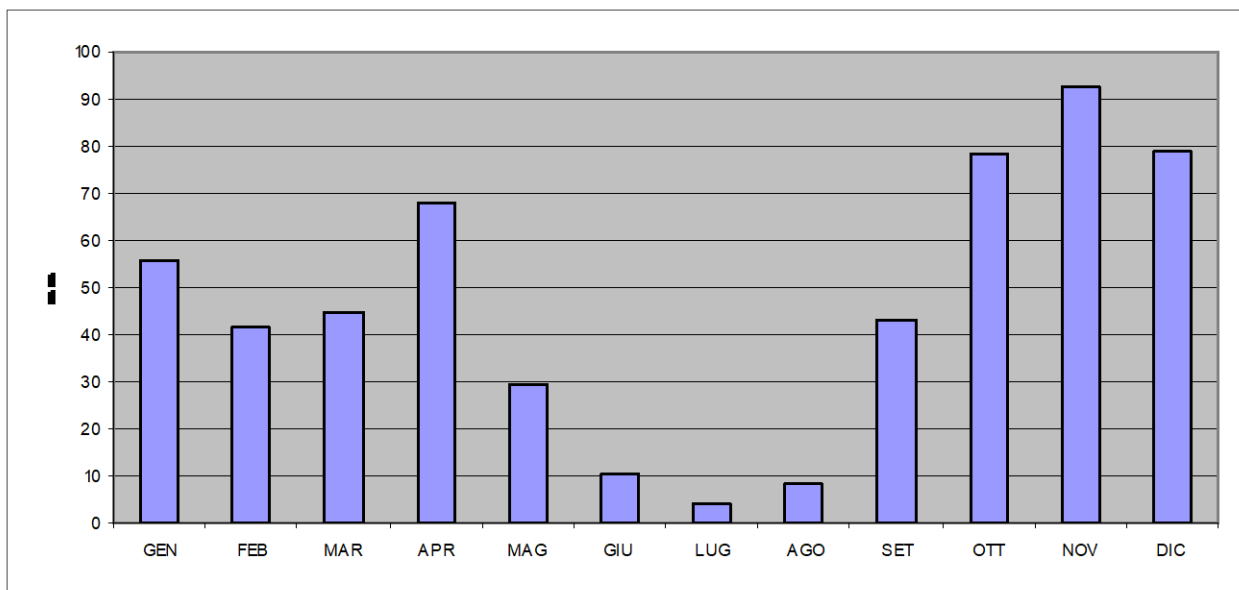
Precipitazioni medie mensili (mm)_Stazione di Capoterra (altitudine 7 m slm) - periodo di osservazione 1980-2011 (22 anni)
Fonte: Elaborazione su Dati RAS LL.PP. 2014.

	INVERNO	PRIMAV.	ESTATE	AUTUNNO	ANNO	GG. PIOV.
Precipitazioni	142	107.8	55.6	249.7	555.1	64

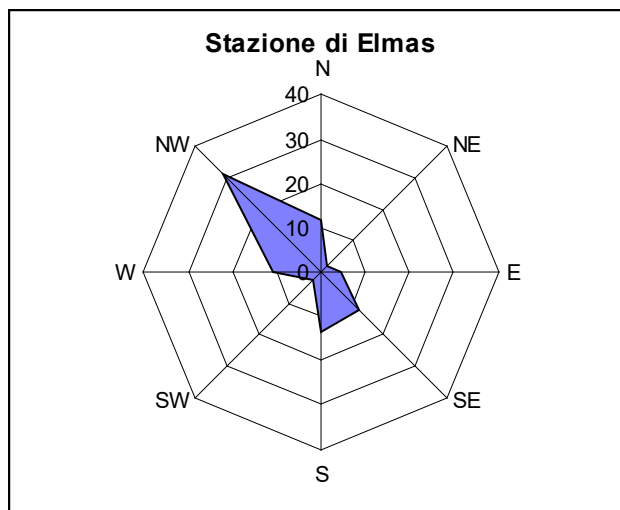
Precipitazioni medie stagionali (mm)_Stazione di Cagliari (altitudine 7 m slm) - periodo di osservazione 38 anni
Fonte: Elaborazione su Dati RAS LL.PP. 2014.

I dati pluviometrici danno riscontro della disponibilità annuale di 555 mm di pioggia secondo i dati RAS, distribuiti nel periodo inverno-primaverile, con scarsa piovosità invece nel periodo che va dalla tarda primavera all'inizio dell'autunno e con regime idrologico IAPE.

La presenza di un forte deficit idrico estivo rende necessaria l'irrigazione delle colture più esigenti, come i fruttiferi.



Distribuzione dei venti.



Frequenze percentuali dei venti.

STAZIONE	ALTITUDINE	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calme
Elmas [1]	26	10	2	5	12	11	2	10	32	16
Elmas [2]	12	13	2	4	12	16	3	12	30	8
media		11.5	2	4.5	12	13.5	2.5	11	31	11.5

Stazione di Elmas (altitudine 118 m slm) - periodo di osservazione 20 anni. Fonte: Arrigoni.

Per la determinazione delle caratteristiche anemometriche dell'area si è fatto riferimento alla stazione di Elmas. La stazione di rilevamento di Elmas, infatti è posizionata a breve distanza e in un punto orograficamente analogo all'area in esame, in una piana alluvionale aperta ai venti principali (NW e SE). Da notare la netta prevalenza dei venti provenienti da maestrale (NW), che investono l'area senza ostacoli di rilievo, in particolare i venti provenienti da NW che spesso raggiungono e superano i 25 m/s di velocità al suolo. Gli altri venti sono mediamente molto meno frequenti.

STAZIONE	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	ANNO
Elmas	76	78	74	72	70	67	64	65	72	74	79	79	72

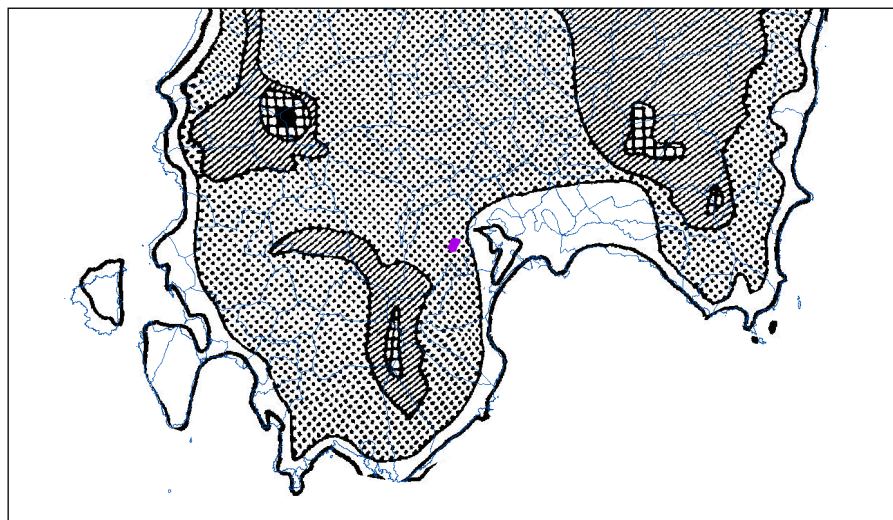
Valori medi dell'umidità relativa. Stazione di Cagliari Elmas (altitudine 12 m slm), periodo di osservazione 1959-61. Fonte: Arrigoni, op. cit.

Anche come conseguenza anche della vicinanza del mare (pochi chilometri), l'umidità relativa mostra nell'area in esame valori medi compresi tra 65% ed il 70%. L'andamento di questo parametro non è costante nel tempo ma si riscontrano variazioni stagionali. In inverno i valori raggiungono circa l'80%, in primavera diminuiscono gradualmente per raggiungere il minimo annuale di umidità relativa, che si registra durante l'estate. In autunno si ha una graduale e costanza crescita dei valori che di nuovo raggiungono il massimo durante l'inverno.

Dal punto di vista **fitoclimatico** l'area ricade grossomodo al confine fra l'**orizzonte mesofilo della foresta di leccio** e l'**orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee**.

L'area montana di Capoterra e Uta ricade entro l'**orizzonte mesofilo della foresta di Quercus ilex**, in cui prevalgono normalmente formazioni chiuse di *Quercus ilex* (con penetrazione di formazioni semiaperte di *Quercus pubescens*), oppure boschi di *Quercus suber* e tipi di degradazione caratteristici delle foreste del cingolo a *Quercus ilex*, con macchie e pascoli terofitici.

Il clima dell'orizzonte è tipicamente bistagionale, con inverno moderatamente freddo, subumido, con discreto surplus idrico, ed estate calda con ampio deficit idrico. Il periodo freddo è di 2-4 mesi, con media dei minimi annui sempre superiore a -4°C; il periodo arido è superiore ai tre mesi, con media del mese più caldo generalmente superiore a 23-24° e media massima dello stesso mese intorno o superiore ai 30°C.



Carta fitoclimatica della Sardegna. FONTE: Arrigoni.

Nella carta fitoclimatica di Arrigoni sono descritte le aree fitoclimatiche della Sardegna. In nero è riportato il climax³ degli arbusti montani prostrati e delle steppe montane mediterranee; in quadrettato l'orizzonte freddo umido della foresta montana del climax del leccio; in rigato trasversale l'orizzonte mesofilo della foresta di leccio; in punteggiato l'orizzonte delle foreste miste sempreverdi termoxerofile; in bianco l'orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee.

Lungo la fascia costiera e nelle aree pianeggianti alluvionali si ritrova invece l'**orizzonte delle boscaglie e delle macchie litoranee**. Vi si trovavano originariamente boscaglie o macchie primarie (non cedue), con forme di degradazione attuali rappresentate da macchie degradate e garighe.

Il clima dell'orizzonte è semiarido, con estate calda e forte deficit idrico estivo e surplus idrico assai modesto, talvolta inesistente. Il periodo arido dura 3.5-4.5 mesi, con elevate temperature massime (media dei massimi annui di circa 36°-40°). Il periodo freddo è praticamente inesistente, con conseguente riduzione delle specie a riposo invernale; con una media minima del mese più freddo pari a 3°-4° e media dei minimi annuali generalmente superiore a -2°.

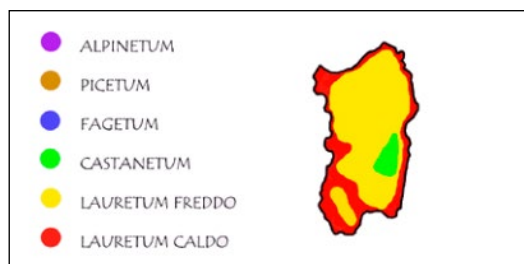
La classificazione fitoclimatica di Pavari trova ampio impiego nello studio dei caratteri forestali ed è stata applicata da numerosi studiosi per la caratterizzazione delle formazioni boschive italiane, essendo utile più in generale a definire i caratteri di adattamento fitoclimatico di un'area. Pavari distingue cinque zone climatiche: Lauretum, Castanetum, Fagetum, Picetum ed Alpinetum. La divisione in zone e sottozone è basata essenzialmente su tre valori medi di temperatura: media annua, media del mese più freddo e media dei minimi annuali. Le zone del Lauretum e del Castanetum sono contraddistinte anche in base all'andamento pluviometrico. Il quadro di questa classificazione applicata all'area in esame è riportato nella seguente tabella.

Stazione	Quota (m)	Temperature medie °C			Precipitazioni (mm)		Escursione termica annua	Zona e sottozona
		annua	mese più freddo	mese più caldo	annua	estiva		
Capoterra	54	15.6	10.5	27.6	555	55.6	13,6	Lauretum caldo con siccità estiva

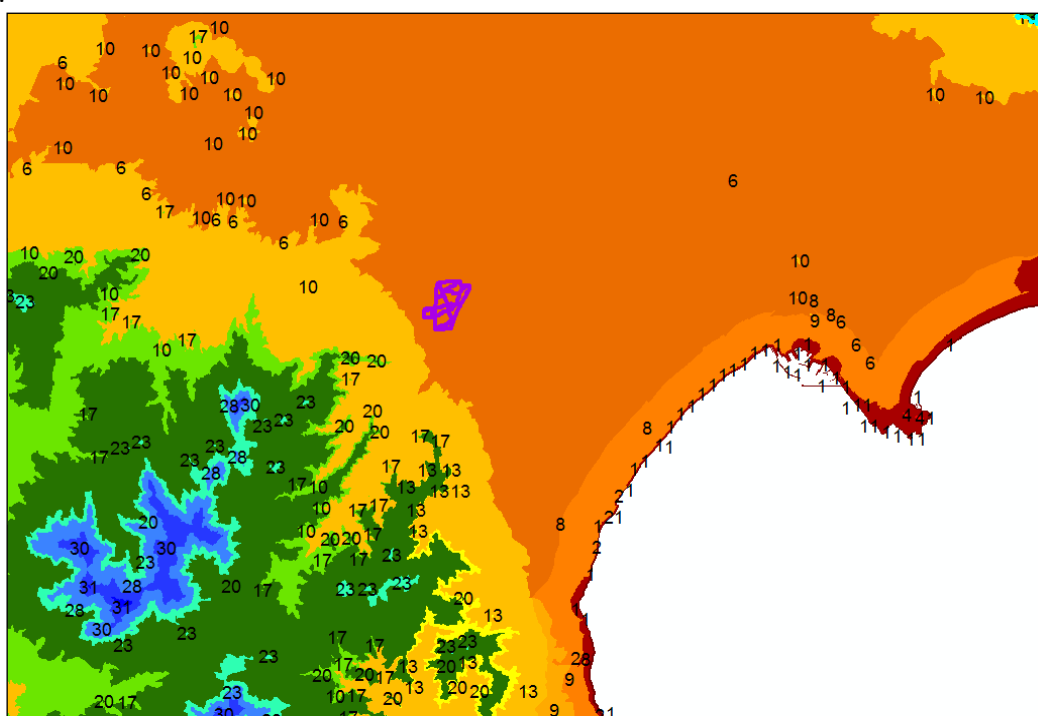
Prospetto della classificazione fitoclimatica di Pavari.

³ Climax viene definito uno stadio stabile della vegetazione di un territorio, derivante dalla condizione di equilibrio fra clima e vegetazione, che rimane inalterato se non intervengono profonde variazioni climatiche o antropiche. In tal senso le formazioni più interessanti sono proprio quelle che si riscontrano allo stato climax.

Sulla base dei dati riportati, secondo la classificazione fitoclimatica del Pavari, come rappresentato anche dalla figura, l'area in esame è classificabile nella sottozona *calda* del *Lauretum*.



La carta bioclimatica realizzata dalla RAS, invece, riporta la delimitazione delle aree bioclimatiche della Sardegna.



Estratto della carta bioclimatica della RAS. Fonte: RAS, 2014.

L'area di progetto, delimitata con il tratto viola scuro, ricade nella classe 6. Di seguito si riportano le descrizioni di dettaglio delle classi 6 e 10, prossime all'area in esame.

FITOCCLIM I	FITOCCLIM I_	TERMOTIPO	OMBROTIPO	CONTINENTA	ISOBIOCCLIM	MACROBIOCL	BIOCCLIMA
6	6	upper thermomediterranean, lower dry, euoceanic weak	termomediterraneo superiore	secco inferiore	euoceanico debole	termomediterraneo superiore, secco inferiore, euoceanico debole	mediterraneo
10	10	upper thermomediterranean, upper dry, euoceanic weak	termomediterraneo superiore	secco superiore	euoceanico debole	termomediterraneo superiore, secco superiore, euoceanico debole	mediterraneo

2.1.6 SISTEMA PAESAGGISTICO

Come evidenziato nei paragrafi precedenti, l'area di progetto e quelle contermini non sono interessate da elementi sottoposti a tutela/vincolo paesaggistico, ad eccezione del Riu S'Isca de Arcosu e del Gora Franciscu Palu, per i quali è stata redatta apposita Relazione Paesaggistica.

Si anticipa inoltre che per l'inserimento paesaggistico del progetto, allo scopo di minimizzare l'impatto ambientale sono state tenute in considerazione le indicazioni fornite dalle "Linee Guida per i Paesaggi Industriali in Sardegna", Vol. 2 LLGG-P.FER e dalle "Linee Guida per l'Individuazione degli Impatti Potenziali degli Impianti Fotovoltaici e loro Corretto Inserimento nel Territorio" allegate alla DGR n. 30/2 del 23/5/2008:

- sono state scartate le aree a forte pendenza per **evitare gli effetti di abbagliamento**;
- per la disposizione dei trackers è stato adottato un **sistema a maglia regolare ortogonale** in sintonia con le demarcazioni naturali dei campi;
- a seguito di verifica geotecnica dei terreni, la scelta progettuale è stata quella di utilizzare come strutture di sostegno dei pannelli dei **pali in acciaio zincato che non richiedono fondazioni in calcestruzzo o basamenti cementizi** e quindi riducono al minimo l'artificializzazione del suolo;
- **l'altezza al mozzo delle strutture di sostegno**, infisse al suolo senza plinti in cemento di fondazione, è di circa 2,80 m dal suolo, così come consigliato nel "Prontuario per la valutazione dell'inserimento del fotovoltaico nel paesaggio e nei contesti architettonici" redatto del Ministero per i Beni e le Attività Culturali in associazione con la Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Veneto; In questo modo nella posizione a 55° i pannelli raggiungono un'altezza minima dal suolo di 0.70 m e un'altezza massima di 4.95 m, consentendo un'adeguata circolazione dell'aria ed impedendo l'effetto terra bruciata dovuto alla scarsa areazione e drenaggio;
- allo scopo di ridurre il **consumo di suolo sono stati scelti moduli di ultima generazione con potenza ed efficienza energetica massima (555 Wp)**;
- per la progettazione dei **cavidotti** per la connessione, saranno interrati a circa 1,3 metri di profondità allo scopo di mitigare l'eventuale effetto di interferenza elettromagnetica;
- per la progettazione delle **cabine**, i trasformatori saranno collocati a margine dell'impianto in posizione tale da rendere il più agevole e breve possibile il tracciato dei cavi per la connessione alla rete di trasmissione elettrica;
- per la **delimitazione del confine** saranno necessariamente utilizzate recinzioni metalliche ai fini della sicurezza dell'impianto e per impedire l'accesso ai non addetti ai lavori ma, allo scopo di mitigare al massimo l'impatto visivo-percettivo del campo fotovoltaico, saranno mantenute le fasce arboree perimetrali esistenti a schermatura vegetale esterna alla recinzione metallica, utilizzando anche gli esemplari arborei che dovranno essere espianati dalle aree; questa misura mitigativa contribuirà non solo a "mascherare" in parte il campo fotovoltaico ma anche ad armonizzare i caratteri paesaggistici ed ambientali dell'area;
- per la **viabilità di accesso** alle aree di progetto sarà utilizzata quella esistente; non sono previsti nuovi tracciati di collegamento ma è prevista la realizzazione di una nuova viabilità interna per consentire il passaggio dei mezzi per la fase di costruzione e di manutenzione in fase di esercizio. Tale viabilità interna tuttavia sarà realizzata riducendo al minimo il consumo di suolo e utilizzando materiali naturali stabilizzati (ghiaia, stabilizzato...) che consentiranno un buon grado di permeabilità.

2.2 AGENTI FISICI

Il presente capitolo ha lo scopo di valutare le pressioni ambientali, tra cui quelle generate dagli Agenti fisici, al fine di individuare i valori di fondo che non vengono definiti attraverso le analisi dei suddetti fattori ambientali, per poter quantificare gli impatti complessivi generati dalla realizzazione dell'intervento.

2.2.1 RUMORE E VIBRAZIONI

Con Deliberazione n. 41 del 3/10/2008 il Consiglio Comunale ha approvato il Piano di classificazione acustica del territorio comunale di Uta.

Ai sensi dell'art. 6 della Legge n. 447 del 26/10/1995 il comune di Uta ha provveduto alla suddivisione del territorio secondo la classificazione stabilita dal DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

La classificazione del territorio comunale è basata sulla suddivisione in zone omogenee corrispondenti alle sei classi individuate dal citato decreto:

- **Classe I – Aree particolarmente protette** (aree ospedaliere, aree scolastiche, aree dedicate allo studio e allo svago, aree residenziali rurali e di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc...).
- **Classe II – Aree prevalentemente residenziali** (aree urbane interessate da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione e limitata presenza di attività commerciali e uffici ed assenza di attività artigianali e industriali).
- **Classe III – Aree di tipo misto** (aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali e di uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali, aree rurali con impiego di macchine operatrici).
- **Classe IV – Aree di intensa attività umana** (aree urbane ad intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, elevata presenza di attività commerciali e uffici, presenza di attività artigianali, aree in prossimità di strade di grande comunicazione, di reti ferroviarie, di aeroporti e porti, aree con limitata presenza di piccole industrie).
- **Classe V – Aree prevalentemente industriali** (aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni).
- **Classe VI – Aree esclusivamente industriali** (aree interessate esclusivamente da insediamenti industriali e prive di insediamenti abitativi).

La classificazione in ambito extraurbano, indicata è di seguito riportata.

- **Classe acustica I:** Monte Arcosu, ZPS (zona a protezione speciale).
- **Classe acustica II:** fascia di degrado acustico di 50 m lungo il suo confine tra il Parco di Monte Arcosu e l'area agricola circostante, posta in classe III; i siti di interesse storico e archeologico (in particolare le chiese di S. Maria e di S. Lucia); l'area destinata a Parco (II B nella Tavola 2) e la zona limitrofa a destinazione residenziale.
- **Classe acustica III:** la maggior parte delle aree extraurbane sono state individuate all'interno della classe III, in quanto si tratta, principalmente, di aree rurali con estese coltivazioni ed interessate da traffico veicolare di tipo locale e di attraversamento.
- **Classe acustica V:** le cave in attività.
- **Classe acustica VI:** l'area industriale del CASIC.

La rete stradale extraurbana è stata classificata in classe acustica III, ad eccezione dei tratti confinanti con gli insediamenti industriali, in cui la strada assume la classe acustica più alta (classe VI).

Sulla base di questa classificazione, si può affermare che la maggior parte dell'area di progetto ricade in Classe III, mentre la porzione di area interna alla perimetrazione della zona industriale del CASIC ricade in Classe VI.

In considerazione della distanza del progetto dal centro urbano di Uta e che l'esercizio di un impianto fotovoltaico determina un impatto acustico e vibrazionale nullo, il progetto non varierà lo stato di fatto e risulta pertanto coerente con il Piano di classificazione acustica del Comune di Uta.

2.2.2 CAMPI ELETTRICI, MAGNETICI ED ELETTROMAGNETICI

La terra, l'atmosfera e il sole da sempre generano un fondo elettromagnetico naturale, al quale si sono aggiunti, come conseguenza del progresso tecnologico, i campi prodotti dalle sorgenti legate all'attività antropica, campi che hanno provocato un notevole innalzamento di tale fondo naturale.

I campi elettrici sono generati da differenze di potenziale elettrico; i campi magnetici si generano quando si crea un flusso di cariche elettriche (corrente elettrica). I campi elettrici e magnetici variabili producono un "campo elettromagnetico" che si propaga nello spazio sotto forma di radiazione elettromagnetica.

La frequenza del campo elettromagnetico viene utilizzata per la classificazione delle radiazioni emesse: le radiazioni non ionizzanti hanno frequenze tra pochi Hertz e 300 GHz e sono distinte in radiazioni a bassa e alta frequenza (rispettivamente fino a 10 kHz e sino a 300 GHz).

Le radiazioni ad alta frequenza sono utilizzate per le telecomunicazioni e sono denominate "radiofrequenze", mentre la radiazione a bassa frequenza è generata principalmente dagli impianti di trasporto dell'energia elettrica e da tutti i conduttori di alimentazione elettrica: dagli elettrodotti ad alta tensione fino ai cavi degli elettrodomestici.

Per quanto riguarda le linee preposte alla trasmissione e distribuzione di energia elettrica, esse sono classificabili in funzione della tensione di esercizio come:

- linee ad altissima tensione (380-220 kV), dedicate al trasporto dell'energia elettrica su grandi distanze;
- linee ad alta tensione (150-30 kV), per il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica;
- linee a media tensione (generalmente 20-10 KV), per la fornitura ad industrie, centri commerciali, grandi condomini ecc.;
- linee a bassa tensione (220-380V), per la fornitura alle piccole utenze, come le singole abitazioni. La loro frequenza è sempre 50 Hz: a questa frequenza il campo elettrico e quello magnetico risultano indipendenti; è così possibile trovare un campo elettrico molto intenso e assente quello magnetico o viceversa.

In generale l'intensità del campo magnetico è proporzionale alla corrente elettrica passante nei conduttori, mentre l'intensità del campo elettrico è proporzionale alla tensione di esercizio. Il campo elettrico di queste sorgenti è facilmente schermato dalla maggior parte degli oggetti. Sono un buono schermo non solo tutti i conduttori (metalli), ma anche la vegetazione e le strutture murarie. All'interno degli edifici si avrà quindi una riduzione del campo elettrico che sarà funzione dei materiali da costruzione e della struttura. Per questo motivo non si è mai ritenuto che il campo elettrico generato da queste sorgenti possa produrre un'esposizione intensa e prolungata della popolazione.

Il campo magnetico prodotto dagli impianti elettrici invece, è poco attenuato da quasi tutti gli ostacoli normalmente presenti, per cui la sua intensità si riduce soltanto al crescere della distanza dalla sorgente. Per questo motivo gli elettrodotti possono essere causa di un'esposizione intensa e prolungata di coloro che abitano in edifici vicini alla linea elettrica.

Nel caso di centrali fotovoltaiche, le emissioni elettromagnetiche sono legate alla presenza delle cabine di trasformazione, cavi elettrici, dispositivi elettronici ed elettromeccanici installati nell'area di impianto e soprattutto alle linee elettriche in media tensione di interconnessione con la cabina primaria e/o con la rete di trasmissione nazionale.

L'art. 3 del DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" stabilisce, al comma 1, i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50Hz generati dagli elettrodotti:

- 100 μ T come limite di esposizione ai fini della tutela da effetti acuti;
- 10 μ T come valore di attenzione ai fini della protezione da effetti a lungo termine;
- 3 μ T come obiettivo di qualità ai fini della protezione a lungo termine.

Al comma 2 invece stabilisce che "A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz),

nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di $10\mu T$, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio".

Come indicato dalla Legge n. 36 del 22 febbraio 2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", il limite di esposizione non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione, mentre il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità si intendono riferiti alla mediana giornaliera dei valori in condizioni di normale esercizio.

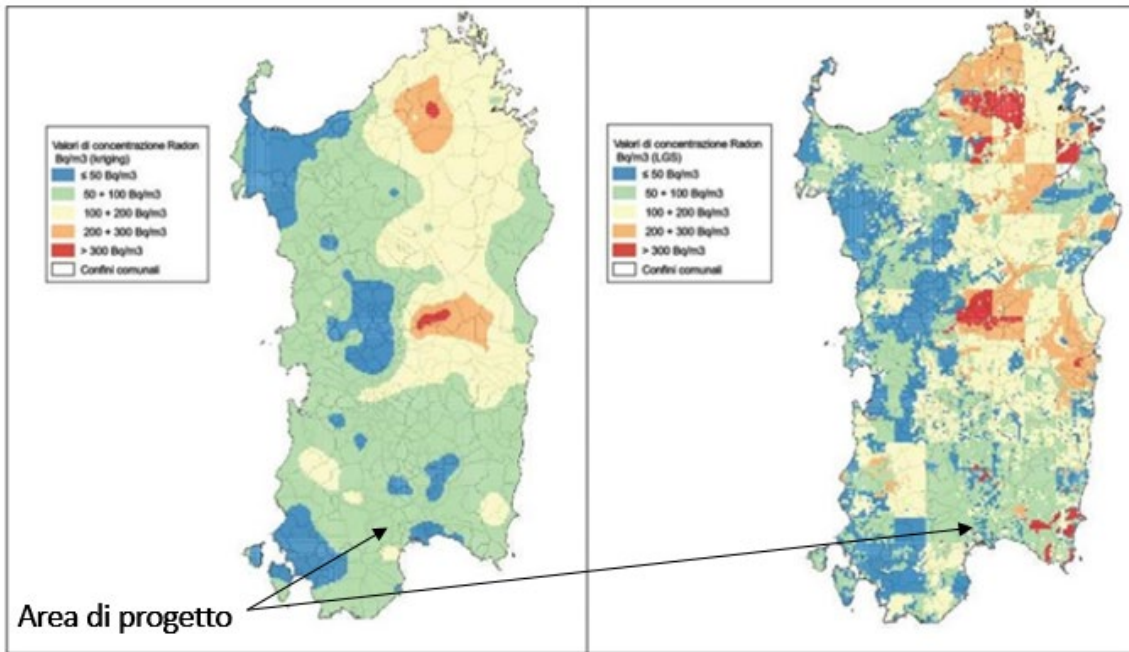
Il progetto in esame non presenta, all'interno del sito, nella programmazione urbanistica o nelle vicinanze, aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere. Il solo ambiente in cui può prevedersi che possano stazionare saltuariamente delle persone per più di quattro ore è il locale tecnico, che in ogni caso è progettato per non essere presidiato permanentemente, essendo previsto un sistema di controllo remoto dell'impianto con intervento degli operatori interessati solamente per guasto o manutenzione, per cui la presenza per lunghi periodi di personale è improbabile.

In ogni caso, a maggior tutela, i locali tecnici sono stati posizionati in modo da rispettare gli obiettivi di qualità, utilizzando per la valutazione della posizione le distanze di prima approssimazione, prendendo a riferimento le indicazioni e le valutazioni riportate nelle linee guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29.05.08. di ENEL Distribuzione S.p.A.

La Regione Sardegna, mediante l'ente di controllo ARPA, esegue rilievi strumentali finalizzati al monitoraggio e controllo dei campi elettromagnetici; al 2018 non risultano superamenti dei limiti normativi relativi ad elettrodotti e cabine.

Con il "Progetto Radon 2017-2018 – Classificazione del territorio regionale della Sardegna con individuazione delle aree a rischio radon" ARPA Sardegna ha inoltre messo in atto una campagna di indagine che prevede la misura della concentrazione annuale del radon all'interno di un campione di edifici per ogni Comune individuato in modo da garantire la rappresentatività a livello regionale per territorio regionale e classe geolitologica.

Nel corso del primo semestre 2017 sono stati installati complessivamente 1247 dosimetri di misura entro edifici distribuiti sull'intero territorio regionale e sulla gran parte delle litologie presenti sull'isola; i dosimetri sono contenitori che contengono un materiale plastico (CR39) sensibile alla radiazione alfa emessa dal radon e dai relativi prodotti di decadimento. La lettura dei dosimetri e l'analisi della concentrazione del radon è stata effettuata a fine 2018.



Valori di concentrazione di radon indoor (Bq/mc), nel territorio regionale
confronto risultati elaborazioni con metodo kriging e metodo LGS inserito didascalica.

Per ulteriori approfondimenti sul tema si rinvia alla Relazione specialistica allegata "Relazione campi elettromagnetici".

2.2.3 RADIAZIONI IONIZZANTI

La radioattività naturale rappresenta la principale sorgente globale di esposizione della popolazione alle radiazioni ionizzanti ed è determinata, in prevalenza, dai prodotti di decadimento del radon, contenuti nelle rocce, nei suoli e nei materiali da costruzione. La radioattività artificiale è sostanzialmente legata alle attività di produzione di energia nucleare, all'utilizzo di sorgenti radioattive in campo medico-diagnostico, industriale e di ricerca scientifica e alla produzione di materiale bellico. A seguito dell'incidente alla centrale nucleare di Chernobyl dell'aprile 1986, quando la contaminazione riguardò tutta l'Europa, ed alla diffusione delle centrali nel territorio europeo, risultò necessario costituire e rafforzare un sistema di sorveglianza della radioattività nell'ambiente e negli alimenti al fine di monitorare la situazione e anche di essere pronti ad eventuali esigenze in caso di eventi incidentali. Tutti i paesi Membri dell'Unione, anche se non hanno installazioni nucleari sul proprio territorio, hanno quindi l'obbligo di dotarsi di sistemi di controllo della radioattività nell'ambiente e negli alimenti.

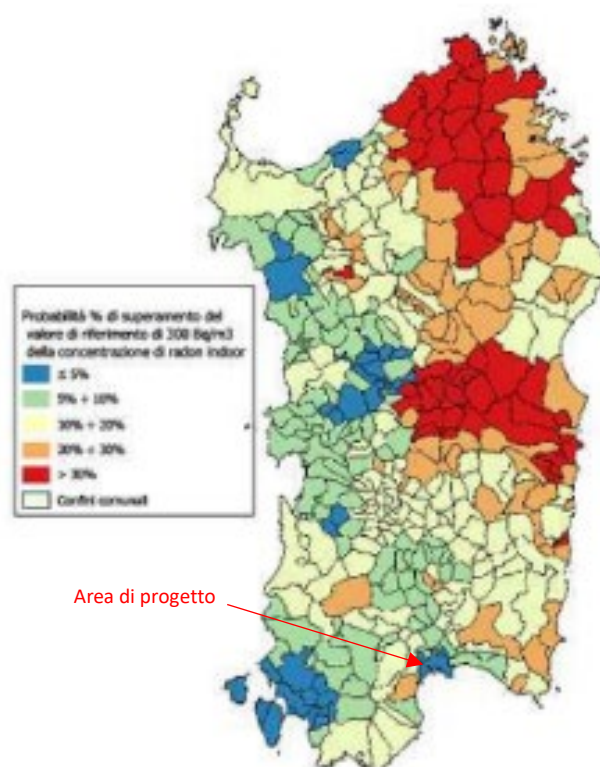
Il controllo della radioattività sul territorio è regolamentato, a livello nazionale, dal D.Lgs 31 luglio 2020, n. 101 "Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti. Il controllo della radioattività ambientale risulta articolato in reti di sorveglianza regionale e reti di sorveglianza nazionale (art. 152, comma 1). Le reti regionali sono gestite dalle singole regioni secondo le direttive dei Ministeri della Sanità e dell'Ambiente (art. 152, comma 2) mentre il coordinamento nazionale è garantito dall'ISIN.

Ai sensi dell'Art. 2 comma 1 lettera a) e comma 2 lettera e) della L.R. n. 6/2006, nella Regione autonoma della Sardegna il compito di effettuare i controlli e le valutazioni connesse alla protezione ambientale dalle radiazioni ionizzanti è demandato ad ARPAS, che effettua inoltre le relative valutazioni dosimetriche, rappresentando quindi il ruolo tecnico di riferimento sia per le attività di tipo ambientale che le attività relative alla valutazione del rischio per la popolazione derivante dall'uso dell'energia nucleare, aspetto per cui riferisce e si rapporta sia con l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente che con l'Assessorato Regionale alla Sanità.

Con il "Progetto Radon 2017-2018 – Classificazione del territorio regionale della Sardegna con individuazione delle aree a rischio radon" ARPA Sardegna ha messo in atto una campagna di indagine che prevede la misura della concentrazione annuale del radon all'interno di un campione di edifici per ogni Comune individuato in modo da garantire la rappresentatività a livello regionale per territorio regionale e classe geolitologica.

Il Progetto ha consentito di ottenere misure annuali di concentrazione di radon indoor su 1837 edifici su un campione di 208 Comuni della Sardegna (su 377 Comuni totali).

In considerazione delle elaborazioni svolte con i metodi geostatistici in relazione alle concentrazioni di radon indoor per le unità territoriali riferite ai limiti amministrativi comunali, è stata costruita, a partire dai valori della probabilità del superamento del livello di riferimento di 300 Bq/m³, un'unica tabella che prevede, in via del tutto cautelativa, che il valore della probabilità di superamento del livello di riferimento per ciascun Comune della Sardegna sia rappresentato dal valore maggiore fra quelli ottenuti con i metodi di stima utilizzati. A tal fine, con l'obiettivo di identificare le aree a rischio come stabilito dal D.Lgs. 230/95 e ss.mm.ii. sono state individuate quali aree a rischio i Comuni nei quali la probabilità di superare il livello di riferimento di 300 Bq/m³ interessa più del 30% degli edifici.



Probabilità di superamento del livello di riferimento di 300 Bq/m³ negli edifici

Con l'entrata in vigore del D.Lgs 31 luglio 2020 n. 101 "Attuazione della Direttiva 2013/59/Euratom", che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti, i valori della concentrazione media annua di attività di radon in aria sono stabiliti come segue:

- 300 Bq/m³ abitazioni esistenti;
- 200 Bq/m³ abitazioni costruite dopo il 31/12/2024;
- 300 Bq/m³ luoghi di lavoro;
- 6 mSv/anno Livello di riferimento dose efficace annua.

Inoltre la percentuale di edifici che in cui non deve essere superato il livello di riferimento, fermo restando quanto verrà stabilito con il Piano Nazionale, è fissata al 15%. Di conseguenza le stime e la relativa definizione delle aree a rischio radon dovrà essere adeguata a quanto previsto della norma vigente.

Come si evince dalla figura in alto, l'area nella quale è prevista la realizzazione del progetto in esame non rientra tra quelle classificate a rischio.

2.2.4 CONSUMO DI RISORSE

L'energia rappresenta l'elemento essenziale per la crescita e lo sviluppo economico di ogni nazione sebbene la sua produzione ed il suo impiego costituiscano una delle principali fonti di emissione di gas ad effetto serra e di consumo di risorse non rinnovabili.

In considerazione degli obiettivi vincolanti che l'Unione Europea ha assegnato all'Italia per il 2020 le Regioni, in virtù del meccanismo del *burden-sharing*, sono state chiamate a contribuire responsabilmente e fattivamente, in ragione delle proprie potenzialità, al raggiungimento degli obiettivi nazionali di raggiungimento della quota di consumi energetici coperti da fonti rinnovabili.

L'energia solare è l'energia emanata dal sole e trasmessa sulla terra come radiazione elettromagnetica; la tecnologia fotovoltaica consente di trasformare l'energia associata alla radiazione solare in energia elettrica sfruttando il fenomeno fotoelettrico ed è definita fonte rinnovabile in quanto:

- è inesauribile;
- non comporta emissioni, di residui e di scorie.

Inoltre, i maggiori vantaggi della tecnologia fotovoltaica risultano essere i seguenti:

- assenza di emissioni acustiche in fase di esercizio;
- mancata emissione di monossido di carbonio e anidride carbonica – principali inquinanti dell'effetto serra;
- mancata emissione di ossidi di azoto – principali responsabili dello smog fotochimico;
- mancata emissione di ossidi di zolfo – principali responsabili delle piogge acide.

In aggiunta, considerando che per produrre un chilowattora elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e quindi emessi nell'aria circa 0,53 kg di anidride carbonica (fattore di emissione del mix elettrico italiano alla distribuzione), ne consegue che ogni kWh prodotto dal sistema fotovoltaico evita l'emissione di 0,53 kg di anidride carbonica.

Stimando una produzione energetica dell'impianto di circa 275.471 MWh/anno, si possono considerare circa 146.000 ton di emissioni di CO₂ risparmiate ogni anno che, ipotizzando un tempo di vita dell'impianto pari a circa 25-30 anni, porta a un risparmio di oltre 4.000.000 ton di emissioni di CO₂.

La risorsa maggiormente interessata dalla realizzazione dei progetti fotovoltaici è l'occupazione di suolo; per un progetto come quello in esame infatti la superficie che risulterà occupata in fase di esercizio è di circa 180 ha.

Sono state tuttavia adottate, sia in fase di localizzazione che di progettazione, delle scelte che minimizzassero l'impatto sulla componente suolo:

- La scelta localizzativa si è focalizzata su terreni che non presentassero vincoli e tutele ai sensi dei piani e i programmi attualmente vigenti, se si escludono le aree ricadenti in zona Hi4 e Hi3 a seguito dello studio di compatibilità idraulica effettuato.
- I moduli fotovoltaici saranno installati su profili infissi nel terreno, evitando la realizzazione di fondazioni in calcestruzzo e di altre strutture fissate a terra, che a fine vita dell'impianto consentirà un completo ripristino dei suoli.

La componente suolo inoltre è marginalmente interferita in fase di costruzione dell'impianto per la realizzazione di scavi per i cavidotti e per la realizzazione della strada interna con fondo in terra, mentre all'esterno dell'area di progetto sarà utilizzata la viabilità esistente.

È inoltre previsto un consumo di acqua non significativo per la realizzazione delle fondazioni delle platee delle cabine di trasformazione e consegna.

La realizzazione di impianti da fonte rinnovabile quali il progetto in esame contribuisce quindi alla riduzione del consumo di emissioni climalteranti sul consumo finale di energia rispetto alla produzione di energia da impianti alimentati da combustibili fossili tradizionali pertanto contribuisce al raggiungimento degli obiettivi della legislazione energetica comunitaria, nazionale e regionale.

L'azione di spietramento infine produrrà un enorme miglioramento di tale suolo, rendendolo idoneo all'impianto di tutte le colture anche intensive e irrigue.

2.2.5 RIFIUTI

La realizzazione e il funzionamento di un impianto fotovoltaico come quello proposto non comporta nessun tipo di emissione liquida o gassosa, nessuno scarto e nessuna scoria pertanto la componente considerata si riduce alla sola valutazione circa i materiali di scarto, quali imballaggi e altro, che interessano i pannelli e lo smaltimento degli stessi pannelli nella fase di dismissione.

Durante la fase di costruzione, si avranno sicuramente rifiuti tipicamente connessi all'attività di cantiere: quelli prodotti durante gli scavi, il posizionamento dei cavidotti e delle stazioni di trasformazione e consegna. Le terre di scavo verranno tuttavia riutilizzate per le successive opere di rinterro dei cavidotti e gli eventuali volumi in eccesso, saranno utilizzati per gli interventi di modellamento delle superfici libere. In caso di eventuali esuberi, essi saranno soggetti alle disposizioni di cui al D.P.R. 120/2017 e di cui alla Delibera n. 54/2019 del Sistema Nazionale per la Protezione dell'ambiente e conferite presso apposite strutture autorizzate. In via cautelativa, nel computo metrico allegato alla presente progettazione, è stato considerato circa un 10% del volume totale.

Un'altra tipologia di rifiuti generata in fase di costruzione è quella relativa agli imballaggi dei moduli fotovoltaici: cartone, plastica e pancali di legno utilizzati per il trasporto degli stessi, che saranno opportunamente separati e conferiti presso centri di smaltimento e/o recupero autorizzati.

Durante la fase di esercizio è prevista la pulizia dei pannelli con acqua demineralizzata, priva di detergenti.

Relativamente alla manutenzione delle sistemazioni a verde, questa non si limiterà alla sola irrigazione periodica nel corso dell'anno e durante i periodi siccitosi, ma comprenderà anche una pulizia delle piantine da eventuali infestanti che si dovessero manifestare, o in alternativa l'apporto sul suolo prossimo alla piantina di una pacciamatura organica integrativa. Riassumendo, nei 5 anni successivi all'impianto verranno effettuate le seguenti cure colturali necessarie per favorire lo sviluppo delle piante:

- lavori di pulizia dell'area di insidenza delle piante da attuarsi a mano e/o con l'ausilio di attrezzi meccanici;
- potatura di formazione per favorire lo sviluppo in altezza delle piante, eliminando i doppi fusti e i rami laterali troppo sviluppati;
- rimpiazzo delle fallanze che si verificheranno nei primi anni di impianto;
- monitoraggio costante dello stato di salute delle piante ed eventuali trattamenti fitosanitari;
- eventuale reintegro della pacciamatura vegetale posta in prossimità della pianta.

La manutenzione delle piante consisterà inoltre in cicli di potatura per eliminare le appendici necrotizzate e per ringiovanire, di conseguenza, la chioma.

Gli unici rifiuti previsti in fase di esercizio, oltre al materiale organico derivante dalle cure colturali, possono derivare dall'eventuale rimozione e sostituzione di moduli difettosi o deteriorati e/ di materiale elettrico. I moduli utilizzati per il progetto in esame non contengono cadmio né altri elementi potenzialmente dannosi per l'ambiente pertanto saranno conferiti presso centri di smaltimento autorizzati.

Al termine della vita utile dell'impianto, stimata in circa 25-30 anni, si procederà alla sua dismissione; le operazioni di rimozione e demolizione delle strutture saranno eseguite in osservanza della vigente normativa in materia di smaltimento dei rifiuti.

Le strutture saranno disassemblate, separate in base alla tipologia dei materiali e al relativo codice europeo dei rifiuti (CER) e stoccate in appositi contenitori in aree preventivamente individuate e successivamente conferiti a centri di smaltimento autorizzati secondo la normativa vigente.

I principali rifiuti che si prevede di produrre sono i seguenti:

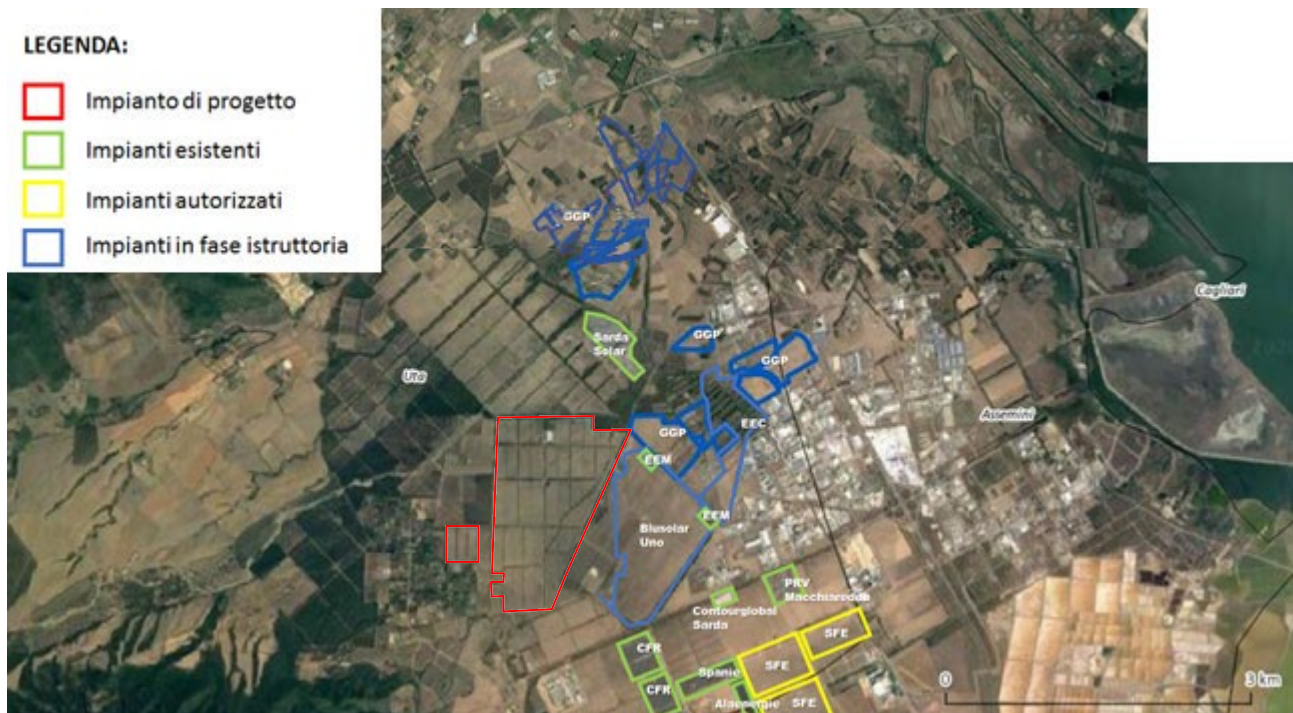
C.E.R.	Descrizione del rifiuto
06.08	Rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso del silicio e dei suoi derivati
15.01.10*	Imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze
16.02.14	Apparecchiature fuori uso, apparati, apparecchi elettrici, elettrotecnici ed elettronici; rottami elettrici ed elettronici contenenti e non metalli preziosi
16.02.16	Macchinari ed attrezzature elettromeccaniche
16.03.04	Rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 160303
16.03.06	Rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 160305
16.06.05	Altre batterie e accumulatori
16.07.99	Rifiuti non specificati altrimenti (acque di lavaggio piazzale)
17.01.01	Cemento (derivante dalla demolizione dei fabbricati che alloggiavano le apparecchiature elettriche)
17.02.02	Vetro
17.02.03	Plastica (derivante dalla demolizione delle tubazioni per il passaggio dei cavi elettrici)
17.03.02	Miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301
17.04.01	Rame (cavi elettrici)
17.04.02	Alluminio (cavi elettrici)
17.04.05	Ferro, Acciaio (derivante dalla demolizione delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici e da recinzione in metallo plastificato, paletti di sostegno in acciaio, cancelli sia carrabili che pedonali e da infissi delle cabine elettriche)
17.04.07	Metalli misti
17.04.11	Cavi, diversi da quelli di cui alla voce 170410 - Linee elettriche di collegamento dei vari pannelli fotovoltaici- Cavi
17.05.08	Pietrisco (derivante dalla rimozione della ghiaia gettata per realizzare la viabilità)
17.06.04	Materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 170601 e 170603
17.09.03*	Altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose
17.09.04	Materiale inerte rifiuti misti dell'attività di demolizione e costruzione non contenenti sostanze pericolose: Opere fondali in cls a plinti della recinzione - Calcestruzzo prefabbricato dei locali cabine elettriche
20.01.36	Apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso (inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici)
20.02.00	Rifiuti biodegradabili

2.2.6 CUMULO CON ALTRI PROGETTI

In prossimità dell'area di progetto sono in esercizio o in corso di autorizzazione diversi progetti di impianti fotovoltaici, come riportato nella tabella seguente:

Società	Potenza	Comune	Estensione	Status
Sarda Solar S.r.l.	5,2 MW	Uta	10 ha	In esercizio
P.R.V. Macchiareddu S.r.l.	3 MW	Uta	10 ha	In esercizio
Contourglobal Sarda S.r.l.	0,99 MW	Uta	2,6 ha	In esercizio
CFR S.r.l.	40,62 MW	Uta, Assemini	62,49 ha	In esercizio
Spanie S.r.l.	6,72 MW	Uta	11 ha	In esercizio
Alaenergie S.r.l.	4,96 MW	Uta, Assemini	9,8 ha	In esercizio

Ecofeb S.r.l.	9,9 MW	Uta, Assemini	17,38 ha	In esercizio
Solzenit S.r.l.	8,84 MW	Assemini	15 ha	In esercizio
Eni Progetto Italia	26 MW	Assemini	48,7 ha	In esercizio
Blusolar Uno S.r.l.	82,34 MW	Uta, Assemini	109,07	Approvato
SF Island S.r.l.	4,99 MW	Uta	10,51 ha	In iter autorizzativo
Uta Rinnovabili S.r.l.	32,41 MW	Uta	42 ha	In iter autorizzativo
Eucalyptus Energia S.r.l.	27,94 MW	Uta	34 ha	In iter autorizzativo
Sardaeolica S.r.l.	79,35 MW	Uta	100 ha	In iter autorizzativo
Progetika S.r.l.	61 MW	Uta	99,7 ha	In iter autorizzativo
Comoil S.A.	127,6 MW	Assemini	107,08	In iter autorizzativo
Regener8 Power Limited	25 MW	Uta	43 ha	In iter autorizzativo
EEC Solar 2 S.r.l.	22,69 MW	Uta	30 ha	In iter autorizzativo
EEC Solar S.r.l.	51,66 MW	Uta, Assemini	68 ha	In iter autorizzativo
Sandalia Solar Farm S.r.l.	69,52 MW	Uta, Assemini	86,8 ha	In iter autorizzativo
Cagliari Solar 2018 S.r.l.	37,41 MW	Uta, Assemini	43,47	In iter autorizzativo
S.F.E. S.r.l.	54,56 MW	Uta, Assemini	99,6 ha	In iter autorizzativo
PV Ichnosolar	41,758 MW	Uta	63,32 ha	In iter autorizzativo



Ubicazione di impianti da fonti rinnovabili nelle aree di progetto.

Tutti i suddetti progetti, sia realizzati che in corso di autorizzazione, sono ubicati nell'area industriale di Cagliari e nel SIN Sulcis-Iglesiente-Guspinese o ad essi limitrofi. L'area ricomprende gli agglomerati industriali di Portovesme con tutto il territorio comunale di Portoscuso, Sarroch, le aree industriali di Macchiareddu, San Gavino Monreale e Villacidro e le aree minerarie dismesse individuate all'interno dello stesso Sito di interesse nazionale.

In linea generale i potenziali impatti cumulativi derivanti alla realizzazione di impianti fotovoltaici sono principalmente correlati alla sottrazione di suolo e all'impatto visivo sulla componente paesaggio.

Nel caso del progetto in esame, relativamente all'impatto correlato alla sottrazione di terreno agricolo produttivo, è importante sottolineare che lo scopo dell'intervento è anche la creazione di un modello di azienda agricola in cui le tecniche produttive permettano una coesistenza funzionale e positiva delle colture agrarie e dei pannelli fotovoltaici, in particolare attraverso la programmazione di colture che non siano danneggiate dalla perdita di irraggiamento prodotta dalla presenza dei pannelli e dai relativi coni d'ombra, in un modello di integrazione complementare e sostenibile delle due attività.

Pertanto, il risultato sarà la rimessa in uso a fini di produzione agricola di superfici abbandonate, potenzialmente inquinate e a rischio desertificazione.

In merito all'impatto visivo sulla componente paesaggio, il progetto si posiziona in un'area che si presta favorevolmente sia per l'attività agricola che per l'eventuale installazione del fotovoltaico, mentre la presenza di una leggera pendenza (dell'ordine dell'1.3% e del 2% rispettivamente per i due corpi) è estremamente utile perché sufficiente a garantire l'allontanamento delle acque e a permettere alle scoline di campo di garantire lo smaltimento delle acque meteoriche in eccesso.

Complessivamente perciò, dal punto di vista morfologico, il sito risulta idoneo per gli obiettivi colturali e per le previste installazioni di impianti per la produzione di energia rinnovabile. Altre caratteristiche favorevoli alla localizzazione dell'intervento sono la distanza dai maggiori centri abitati, l'assenza di aree soggette a vincoli ed il fatto che la progettazione dell'impianto è stata finalizzata a preservare al massimo il grado di naturalità del suolo avendo adottato la scelta del modello agro - fotovoltaico. Inoltre la realizzazione di una fascia perimetrale arborea e arbustiva costituita con le specie esistenti e di nuovo impianto, con il mantenimento delle siepi e alberature esistenti o di nuovo impianto lungo la viabilità contribuirà a non compromettere la connessione ecologica tra le aree agricole e boschive circostanti le aree di impianto e l'impianto stesso. Sono inoltre previsti, nella fascia perimetrale, l'utilizzo della viabilità esistente allo scopo di limitare al massimo gli sbancamenti e l'asportazione di terreno erboso e la realizzazione di nuova viabilità di cantiere utilizzando materiali naturali stabilizzati (considerato che nel fondo è presente una quantità rilevante di pietrame da prelevare, tale pietrame può essere utilizzato, previa frantumazione, per la realizzazione o il ricarica della viabilità interna) ed infine l'attuazione di un programma di manutenzione periodica del manto erboso sottostante i pannelli per consentirne l'attività biologica ed allo stesso tempo impedire eventuali incendi. Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sia durante la fase di esercizio sia durante quella di dismissione a fine vita dell'impianto, considerato che la fascia perimetrale svolgerà comunque una funzione di mitigazione e compensazione ambientale.

Per i suddetti motivi l'inserimento del progetto in esame nel contesto territoriale di riferimento non comporterà effetti cumulativi con gli impianti già autorizzati o in corso di autorizzazione.

3. ANALISI DELLA COMPATIBILITÀ DELL'OPERA

Come argomentato nelle "Linee guida per l'applicazione dell'agro - fotovoltaico in Italia" redatte dall'Università degli studi della Tuscia, negli ultimi decenni, l'agricoltore, sotto la pressione della variabilità dei prezzi dei prodotti, dei costi dei mezzi tecnici e delle politiche agricole comunitarie, ha subito una forte perdita della possibilità di scelta delle colture da inserire negli avvicendamenti colturali. Oltre a questo, anche l'ampia disponibilità di mezzi tecnici per ogni genere di colture ha determinato la diminuzione delle specie coltivate e la diffusione di poche colture, indipendentemente dalla natura del terreno.

Il reddito aggiuntivo derivante dal fotovoltaico potrebbe consentire all'agricoltore di riconquistare la propria libertà di scelta, così da aumentare la compatibilità con il territorio e la sostenibilità ambientale. Ciò potrebbe anche essere accompagnato da un ritorno, in alcuni territori, di colture tradizionali, ormai quasi del tutto scomparse.

L'agro-fotovoltaico, quindi, si inserisce a pieno titolo nell'ottica di multifunzionalità dei sistemi agricoli, aumentando la possibilità di utilizzare nuovamente e in modo sostenibile una gran parte delle superfici agricole, ormai non più coltivate per la loro bassa redditività.

Ciò sarebbe, sicuramente, un vantaggio sia per il maggior reddito generato, sia per la riduzione delle problematiche ambientali date dall'abbandono. Le strutture di sostegno delle coperture fotovoltaiche possono essere considerate come fattori che favoriscono:

- la diffusione delle tecniche di agricoltura conservativa, per minimizzare le limitazioni alla libera movimentazione dei macchinari agricoli sulla superficie;
- la presenza di aree ad elevata biodiversità (siepi, strisce inerbite con specie spontanee, bande inerbite con specie mellifere o con specie utilizzate dalla fauna selvatica).

Di conseguenza, la diffusione dell'agro-fotovoltaico potrebbe permettere la nascita di sistemi colturali ad elevata sostenibilità ambientale ed economica, andando anche ad aumentare il legame tra produzione agricola e territorio.

3.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO NELLA SUA COMPONENTE AGRICOLA

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto fotovoltaico e la parallela messa in coltura delle superfici agricole previste porterà ad una riqualificazione sostenibile dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, semine, piantagioni, impianto di irrigazione ecc.), sia tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo.

Come in ogni programma di investimenti, in fase di progettazione vanno considerati tutti i possibili scenari, e il rapporto costi/benefici che potrebbe scaturire da ciascuna delle scelte che si vorrebbe compiere. L'appezzamento scelto, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potrà essere utilizzato senza particolari problemi a tale scopo, mantenendo in toto l'attuale orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole più complesse che potrebbero anche migliorare, se applicati correttamente, le caratteristiche del suolo della superficie in esame.

Nella scelta delle colture che è possibile praticare, si è avuta cura di considerare quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da ridurre il più possibile eventuali danni da ombreggiamento, impiegando sempre delle essenze comunemente coltivate in Sardegna. Anche per la fascia arborea perimetrale a 10 metri delle strutture, prevista per la mitigazione visiva dell'area di installazione dell'impianto, si è optato per una coltura compensativa realizzata in modo tale da poter essere gestita alla stessa maniera di un impianto arboreo intensivo tradizionale.

La disponibilità di tecnici specializzati (dottori agronomi), che seguiranno la realizzazione degli impianti colturali e la messa a punto delle modalità di gestione agricola dell'azienda. La scelta delle colture potrà essere adattata successivamente al fine di ottimizzare l'efficacia produttiva, anche attraverso una serie di sperimentazioni di campo. Obiettivo finale rimane la creazione di un modello di integrazione agricolo-energetico che sia in grado di produrre per la parte agricola senza particolari limitazioni, pur in presenza dei moduli fotovoltaici.

Ad integrazione di quanto già descritto nel capitolo 1.1.2 "Breve descrizione dell'opera agricola" del presente Studio, nel quale si elencano i criteri di scelta delle colture e le aree interessate dalla coltivazione, si espone a seguire una descrizione delle lavorazioni preliminari alla messa in coltura, un approfondimento sulle colture scelte e nonché tecniche e mezzi necessari per l'attività agricola.

3.1.1 LAVORAZIONI PRELIMINARI ALLA MESSA IN COLTURA

L'analisi delle caratteristiche dei suoli ha evidenziato la presenza in quasi tutta la superficie dell'area aziendale, di una diffusa pietrosità con clasti che non di rado raggiungono diverse decine di centimetri di diametro, e che risultano distribuiti in modo irregolare sulla superficie del suolo, risultando in vere e proprie pietraie in alcune parti dell'azienda.

Tale presenza, che è stata tollerata nell'ambito della gestione della coltura effettuata negli anni passati (il susino) in quanto consentiva un miglioramento della funzione drenante del suolo, a fronte – evidentemente – di una gestione del suolo non particolarmente limitata dalla pietrosità, è invece incompatibile con le scelte colturali che si intendono realizzare nell'area.

Per questo, prima di procedere sia all'installazione dell'impianto fotovoltaico che alla messa a dimora delle colture è necessario effettuare una spietatura della superficie, allontanando tale componente litica in modo da rendere effettivamente coltivabili almeno le interfile da destinare all'agricoltura.

Per ottenere tale risultato è possibile impiegare una frantumassassi da agricoltura, da accoppiare alla trattrice, oppure noleggiare una macchina operatrice industriale (per accelerare i tempi e ridurre i costi dell'intervento).

A titolo di esempio il modello Seppi Midipierre Frantumassassi da 80-130 Cv, riportato nelle foto, è in grado di sbriciolare sassi sino a 20 cm di diametro (quelli di dimensione superiore possono facilmente essere raccolti e accantonati). Si tratta di una macchina operatrice accoppiabile alla presa di forza della trattrice.



In alternativa la spietatura può essere ottenuta con una lama spietratrice, che può consentire il prelievo del pietrame, che successivamente però deve essere allontanato.

Il pietrame estratto (eccetto naturalmente quello che sarà disgregato) potrà essere utilizzato per la creazione del sottofondo della viabilità che si renderà necessario realizzare a servizio degli impianti. Inoltre una parte potrà essere utilizzata per il miglioramento, anche attraverso il ricarico del piano stradale, della viabilità attualmente esistente. Un'altra destinazione del pietrame potrebbe essere la raccolta in andane lungo le linee di posizionamento dei tracker, cosa che però potrebbe creare eventuali problemi di movimentazione tra le file. Per tale ragione si preferiscono le soluzioni del riutilizzo del pietrame estraibile e dell'eventuale disgregazione in campo con la macchina operatrice frantumassassi sopraindicata.

Una seconda operazione necessaria è la rimessa in pristino dell'impianto di irrigazione. In particolare sarà necessario ricollegare le linee principali, per garantire la disponibilità di acqua almeno in una parte dei campi da coltivare. L'azienda disponeva in passato di un importante sistema irriguo, con linee principali dimensionate generosamente che dovrebbero ancora essere utilizzabili.

Inoltre si deve fare un controllo dei pozzi presenti in azienda, per essere sicuri che siano ancora funzionanti e, in caso di problemi, sostituire le pompe esistenti con nuove pompe, verificando anche le autorizzazioni all'emungimento rilasciate dalla Provincia.

Infine sarà necessario effettuare una concimazione di fondo con concimi organici ammessi per il regime biologico sulle fasce oggetto di coltivazione.

Nel caso si renda necessaria l'estirpazione di piante di bordure e frangiventi all'interno dell'azienda (sono quasi esclusivamente eucaliptus), il relativo materiale di risulta potrà essere frantumato e distribuito sul terreno per favorire la ricostituzione della sostanza organica del suolo, frammisto ad un concime organico contenente azoto (per evitare l'abbassamento eccessivo del rapporto C/N).

In fase esecutiva, preliminarmente alla realizzazione delle opere, sarà anche valutata la necessità di effettuare eventuali drenaggi, di completare la viabilità interna al fondo e di chiudere le parti di recinzione che attualmente sono cadute o aperte per effetto di una scarsa manutenzione, oltre ad eventuali altre operazioni che si dovessero rendere necessarie per la completa riattivazione della funzionalità produttiva aziendale.

3.1.2 COPERTURA CON MANTO ERBOSO E PRODUZIONI FORAGGERE

L'inerbimento, cioè copertura del terreno con un cotico erboso, è praticata in arboricoltura e in viticoltura con il fine di migliorare le condizioni del suolo. Si tratta di una tecnica di gestione del suolo ecocompatibile, che favorisce il miglioramento di tutta una serie di caratteristiche del suolo (favorisce l'incremento della sostanza organica, riduce la costipazione del terreno, trattiene alcune sostanze nutritive, migliora il drenaggio ecc). È rappresentata dall'inerbimento, che consiste nella semplice. Oltretutto le più recenti acquisizioni in materia di microbiologia del suolo evidenziano che le lavorazioni del terreno favoriscono la sterilizzazione del suolo e la riduzione delle componenti microbiologiche "utili" dello stesso, e suggeriscono di mantenere il terreno coperto per 365 giorni all'anno, anche per le colture stagionali, utilizzando le cosiddette "colture di copertura" (cover crop).

Le cover crop sono colture intercalari tra due colture principali, che non si raccolgono ma che migliorano la fertilità del suolo a favore di quelle che seguono fornendo una serie di vantaggi agronomici analoghi a quelli prodotti dall'inerbimento.

L'inerbimento, ma anche l'uso di cover crop, potrebbe essere utilmente applicato soprattutto lungo le file di posizionamento dei tracker, con una serie di utili effetti complessivi:

- mantenimento della fertilità e della componente organica e microbiologica del suolo;
- riduzione dell'azione erosiva delle piogge sul suolo;
- miglioramento della portanza e riduzione del costipamento del terreno;
- miglioramento del drenaggio superficiale e della capacità di accumulo idrico del suolo;
- riduzione dell'effetto albedo (riflessione della luce solare) con conseguente minore riscaldamento dei pannelli fotovoltaici (che producono energia in modo più efficiente a temperature meno elevate);
- produzione di una quota di materiale vegetale (erba e fieni) nella stagione autunno-primaverile, insilabile o utilizzabile come tal quale per gli animali;
- riduzione delle infestanti e delle necessità di lotta alle malerbe;
- scarse necessità di manutenzione.

L'aumento di evapotraspirazione di tale sistema è da considerare trascurabile, al netto dell'aumento di capacità di accumulo idrico e dell'eventuale comportamento di riposo estivo in condizioni di scarse disponibilità idriche. A tale proposito sarà compito della D.L. scegliere specie erbacee idonee per adattamento ambientale e ciclo biologico.

Fra le interfile invece sarà possibile una vera e propria coltivazione di specie erbacee polifite, da ottenuto dalla semina di miscugli di 2-3 specie ben selezionate, che richiedono pochi interventi per la gestione. In particolare si opterà per leguminose a ciclo poliennale come l'erba medica, il trifoglio violetto, la sulla, la

lupinella o autoriseminanti come il *Trifolium subterraneum* per quanto riguarda le leguminose, loiello italico e festuca arundinacea per quanto riguarda le graminacee.

Più volte all'anno sarà possibile il passaggio di taglio per la raccolta dei foraggi, mentre a fine ciclo (annuale o poliennale) sarà possibile la risemina (meglio se con la tecnica della trasemina o della semina su sodo).

Considerato che le leguminose favoriscono un arricchimento naturale dell'azoto organico del suolo tramite la simbiosi mutualistica con il batterio endofita *Rhizobium leguminosarum*, sarà anche applicabile il sovescio, cioè il rivoltamento del terreno con la leguminosa in fase di massimo sviluppo vegetativo, che però tende ad ossigenare eccessivamente il suolo e a ridurre la presenza dei microrganismi del suolo (il cosiddetto microbiota). In alternativa sarà possibile l'utilizzo della tecnica della crimpatura, che favorisce il disseccamento in campo delle piante, lasciando sul suolo tutte le sostanze nutritive utili.

In alternativa al sovescio e alla crimpatura una tecnica ancora più semplice è quella della trinciatura in posto, fatta con un semplice attrezzo montato sulla trattrice, che permette il taglio della vegetazione e il rilascio sul suolo delle sue componenti organiche. Una crimpatura o una trinciatura effettuate all'inizio della stagione estiva possono permettere una tranquilla gestione dell'erba evitando ogni rischio di incendio.



Esempio di pratica del sovescio in pieno campo. A destra, roller crimper in azione per la crimpatura di una cover crop.

Per la semina, eseguita nel periodo invernale, si utilizzerà una seminatrice di precisione avente una larghezza di massimo 4,0 m, dotata di un serbatoio per il concime che viene distribuito in fase di semina.



Nei mesi autunno-primaverili il cotico erboso potrà svilupparsi (ed essere eventualmente raccolto) nel periodo autunnale/invernale. La presenza del manto erboso permette di beneficiare del suo effetto protettivo nei confronti dell'azione battente della pioggia e dei processi erosivi e nel contempo consente la transitabilità nell'impianto anche in caso di pioggia (nel caso vi fosse necessità del passaggio di mezzi per lo svolgimento delle attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e di pulizia dei moduli), mentre nel

meze di maggio si potrà procedere con la trinciatura del cotico erboso per lasciare il terreno libero da sterpaglie incendiabili.

Per le foraggiere poste nell'interfila si farà ricorso al taglio mediante una falciacondizionatrice, che effettuerà lo sfalcio, convogliando il prodotto tra due rulli in gomma sagomati che ne effettuano lo schiacciamento e disponendolo poi, grazie a due semplici alette, in andane (striscie di fieno disposte ordinatamente sul terreno). In commercio vi sono falciacondizionatrici con larghezza di taglio da 3,50 m che sono perfettamente utilizzabili tra le interfile dell'impianto fotovoltaico.



Esempio di falciacondizionatrice frontale e particolare dei rulli in gomma (Foto: BCS).

Completate queste operazioni e terminata la fase di asciugatura, si procederà con l'imbballatura del fieno, che verrà effettuata circa 7-10 giorni dopo lo sfalcio, utilizzando una rotoimballatrice (macchina che lavora in asse con la macchina trattrice e pertanto idonea per muoversi tra le interfile). Questa macchina imballerà il prodotto in balle cilindriche (rotoballe), da 1.50-1.80 m di diametro e 1.00 m di altezza. Si sceglierà in un secondo momento se utilizzare una rotoimballatrice a camera fissa o a camera variabile. La differenza consiste nel fatto che quella a camera fissa imballa il prodotto sempre con le stesse modalità, mentre quella a camera variabile consente di produrre balle con dimensioni, pesi e densità variabili in funzione del prodotto raccolto.



Dimensioni pressa				
Lunghezza, incl. espulsore balle	(mm)	3.590	3.860	3.760
Altezza	(mm)	2.000	2.350	2.450
Larghezza carreggiata min. / max.	(cm)	regolabile 189 / 205	regolabile 189 / 205	regolabile 189 / 205
Peso*	(kg)	2.070	2.390	2.700

Dimensioni dei modelli di rotopressa a camera fissa prodotti dalla CNH (New Holland BR-Series).

Dimensioni della pressa					
Lunghezza	[m]	4,475		4,815	
Larghezza / Altezza con pneumatici 380/55-17	[m]	2,415 / 2,79		2,415 / 3,05	
Larghezza / Altezza con pneumatici 480/45-17	[m]	2,61 / 2,83		2,61 / 3,09	
Larghezza / Altezza con pneumatici 500/55-20	[m]	2,85 / 2,76		2,85 / 2,985	
Peso [max.]	[kg]	3.330	3.715	3.460	3.815

Dimensioni dei modelli di rotopressa monoasse a camera variabile prodotto dalla CNH (Roll-Belt Series).

Dato il peso delle rotoballe (in genere pari a 250 kg), per la rimozione e la movimentazione sarà necessario utilizzare un trattore dotato di sollevatore anteriore a forche ma, visti gli spazi a disposizione tra le interfile la rimozione del fieno imballato non richiederà particolari manovre per essere caricato su un camion o rimorchio che verrà posizionato alla fine dell'interfila.

Il prezzo di vendita del fieno di prima scelta si aggira attualmente su cifre comprese tra 0,10 e 0,20 €/kg, che, con una produzione per ettaro pari a 25-30 t (su superficie libera), equivarrebbe ad una PLV (Produzione Lorda Vendibile) pari a 2500-3000 €/ha.

3.1.3 CANAPA INDUSTRIALE

Una coltura praticabile nelle interfile dell'impianto fotovoltaico è la canapa sativa. Si tratta di una coltura erbacea annuale che con qualche accortezza in Sardegna è praticabile in asciutto.



Coltivazione della canapa sativa in Sardegna.

La canapa sativa è una specie che ha conosciuto una rapida crescita negli ultimi anni anche in Sardegna. Tradizionalmente era coltivata per la produzione della fibra, che però richiede una lavorazione molto laboriosa e impianti industriali che attualmente non sono presenti in Sardegna. Possono essere però attivati contratti di coltivazione con imprese della penisola che fanno la lavorazione per l'ottenimento della fibra e del canapulo (la parte legnosa dello stelo che viene utilizzato in bioedilizia).

Attualmente la produzione in Sardegna è in parte destinata all'ottenimento dei semi, che costituiscono la componente alimentare e da cui si possono ottenere olio e farine alimentari.

In alternativa (ma con uso di sementi di varietà specifiche e di una tecnica colturale differenziata) è possibile anche la raccolta delle infiorescenze, da raccogliere e destinare alla commercializzazione della cosiddetta cannabis light. Le infiorescenze sono particolarmente ricche in CBD, una molecola che ha benefiche proprietà sulla salute, mentre il valore di principio attivo drogante (il THC) deve essere contenuto al di sotto dello 0.6%, secondo le indicazioni della L. 242/2016.

Le esigenze colturali della canapa sono simili a quelle della bietola. La canapa è una pianta che predilige terreni freschi e profondi, mentre soffre particolarmente i ristagni idrici, occorre quindi che le sistemazioni idrauliche siano eseguite correttamente per favorire l'allontanamento delle acque in eccesso.

Sono da prediligere terreni franchi o possibilmente non troppo argillosi e/o limosi poiché la plantula nello stadio cotiledonare è poco vigorosa e soffre la crosta superficiale. Il terreno su cui andrà seminata la canapa

deve quindi trovarsi in buone condizioni e cioè ben lavorato, senza avvallamenti e/o eccessiva zollosità altrimenti si rischia un'emergenza disomogenea che favorisce la proliferazione delle erbe infestanti. Nell'area in esame la coltivazione della canapa può essere effettuata solo dopo una spietatura (descritta successivamente fra le operazioni preliminari alla messa in coltura).

La canapa è anche una coltura miglioratrice da rinnovo e può essere utilizzata all'inizio dei cicli di rotazione colturale. In tal caso è possibile effettuare un'aratura a circa 30 cm di profondità, possibilmente in autunno, evitando lavorazioni profonde, seguita da una concimazione e da una lavorazione superficiale di affinamento prima della semina. Per il controllo delle infestanti è consigliabile un passaggio in presemina con erpice a maglie.

La canapa necessita di una specifica concimazione; in caso di coltura biologica si dovranno utilizzare concimazioni organiche (letami, pollina e compost) o utilizzare concimi autorizzati in regime biologico. L'interramento di leguminose da sovescio è un'ulteriore pratica utile e consigliabile non solo per l'effetto concimante, ma per la conservazione della sostanza organica nel terreno e per il suo effetto protettivo verso infestazioni dannose (funghi patogeni e nematodi).

La scelta varietale deve prevedere l'uso di varietà autorizzate e certificate, specifiche per l'indirizzo produttivo scelto. Per la produzione di seme è consigliabile utilizzare varietà monoiche con fioritura precoce come Fedora, Felina o Uso-31 il cui sviluppo vegetativo è ridotto, l'altezza non dovrebbe superare 1.5-1.8 metri d'altezza. Per la produzione della fibra è possibile usare la varietà Futura 75, mentre per la produzione di cannabis light – che comporta però un impegno operativo molto maggiore per la necessità di effettuare manualmente alcune operazioni colturali come il prelievo dei maschi la cernita - è necessario utilizzare varietà dioiche (con maschio e femmina separate).

In Sardegna le semine per la coltura in asciutto possono essere effettuate fra febbraio e marzo.

La semina della canapa può essere fatta con una normale seminatrice da grano ponendo il seme a una profondità di 2-3 cm, facendo seguire una rullatura della superficie per fare aderire il seme al terreno. La semina è da effettuare esclusivamente con seme certificato, in quantità di circa 35-40 kg/ha.

La coltura della canapa può essere effettuata in asciutto, anche se nella Sardegna meridionale periodi primaverili-estivi siccitosi potrebbero compromettere il raccolto.

La raccolta della pianta da seme permette di ottenere tipicamente circa 6/7 q/ha di seme. La produzione degli steli o quella delle infiorescenze devono essere effettuate come alternative utilizzando varietà di semina e tecniche colturali differenziate.

Viste le particolari condizioni dell'impianto in esame, la raccolta dovrà essere fatta con piccole mietitrebbiatrici, per evitare una elevata polverosità che potrebbe creare accumulo sui pannelli fotovoltaici. Il seme deve essere poi messo ad asciugare subito dopo la raccolta (o conferito immediatamente all'acquirente) possibilmente in essiccatoi orizzontali e senza fuoco diretto sul seme. In alternativa il seme può essere steso su teli di juta possibilmente rialzati da terra per favorire l'arieggiamento e contrastare l'insorgenza di muffe sul seme.

A seconda del prodotto finale che si vuole ottenere, sia i costi di produzione che il prezzo di vendita variano in modo considerevole, oscillando la produzione vendibile per ha fra i 1200 €/ha circa e i livelli anche molto elevati (nell'ordine delle decine o delle centinaia di migliaia di euro per ha) che si possono ottenere dalla vendita dell'infiorescenza ricca di principio attivo non drogante.

Per la produzione della fibra si può stimare una produzione vendibile pari a circa 2000 €/ha.

3.1.4 SPECIE OFFICINALI

Zenzero

Lo zenzero (*Zingiber officinale* Roscoe) è una specie officinale coltivata nei paesi tropicali: i maggiori produttori del mondo sono Cina e India, ma è in crescita il mercato italiano dello zenzero biologico.

È una specie a ciclo annuale che necessita di acqua per il suo sviluppo. Lo zenzero non ama l'esposizione diretta al sole, per cui ha caratteristiche idonee per poter vegetare fra le file dei pannelli per la produzione dell'energia elettrica.



L'epoca di impianto è la tarda primavera, da marzo fino a giugno, in quanto la germogliazione è facilitata dall'aumento delle temperature del terreno; le piantine infatti non gradiscono il freddo dell'inverno ma preferiscono condizioni termiche più miti. La piantagione si effettua con sestri di m 1.00 x 0.25-0.30 (33000 piante/ha) su un terreno ricco di sostanza organica.

La raccolta si fa circa da 6 a 10 mesi dopo l'impianto, quando l'apparato aereo è disseccato. Questa specie permette perciò l'inserimento di una coltura intercalare da sovescio o di una cover crop a ciclo breve fra una semina e l'altra e, forzando il ciclo, si presta potenzialmente anche ad ottenere due raccolti l'anno. Dal punto di vista degli avvicendamenti è una specie depauperante, per cui deve seguire una miglioratrice da rinnovo e non deve essere ripetuta per più di due cicli sullo stesso suolo.

Mediamente le rese sono pari a 4-500 g/ rizoma, con un prezzo di vendita all'ingrosso nell'ordine di 2-3 €/kg.

Aloe

Aloe è un genere originario del Sud Africa che appartiene alla famiglia delle Liliaceae, che comprende circa 270 specie di piante perenni, coltivate principalmente per le loro rosette di foglie succulente utilizzate a scopi terapeutici. È una pianta erbacea perenne, che arriva ad un metro di altezza. Le foglie presentano delle piccole spine ai lati. L'aloe fiorisce in primavera e in estate.). Sotto la prima membrana delle foglie si trova l'aloina. Ancora più all'interno si trova il gel incolore (presente nel parenchima acquifero), ricercato per le sue molteplici proprietà benefiche.



La moltiplicazione avviene per talea: in estate, i germogli tagliati vanno lasciati all'aria per 3/4 giorni per far uscire il lattice e vengono poi messi in vaso e riempiti con sabbia. È necessario bagnarle molto in estate e primavera (da marzo a novembre una volta alla settimana, da novembre a marzo una volta al mese).

Dopo la moltiplicazione, che avviene per talea o per separazione di parti di pianta, questa pianta (di cui sono coltivate soprattutto le specie Aloe vera e arborescens) può essere messa a dimora, preferibilmente in primavera. Soffre i ristagni idrici, e si giova di innaffiature abbondanti nel periodo estivo, anche se devono essere assolutamente evitati i ristagni di acqua. Resiste bene in estate alla siccità e si giova di una luce indiretta (è pianta tendenzialmente sciafila) Comunque è una pianta che riesce a resistere nei periodi di siccità. Quindi meglio essere parsimoniosi nel tenere umido il terreno piuttosto che creare ristagni. Durante l'annaffiatura fare attenzione a non bagnare l'interno delle foglie: bisogna bagnare il terriccio alla base del colletto.

È una pianta autosterile (i fiori maschili e femminili non si incrociano tra loro) che necessita di impollinazione incrociata

Le temperature ideali per la sua crescita si aggirano intorno ai 20/24°C. Preferisce un terreno sabbioso. Si rinvasa ogni anno, in primavera, aumentando via via le dimensioni del vaso. L'aloè non ha un apparato radicale importante, per coltivarla è quindi preferibile scegliere un vaso più largo che profondo e con adeguati fori per il drenaggio. È necessario stare molto attenti alle malattie, quali il "mal bianco": una patina bianca sulle foglie che si può eliminare con zolfo ramato.

La coltivazione dell'aloè vera dovrebbe essere organica, per cui durante l'intero processo di coltivazione non si deve usare alcun fertilizzante, pesticida o diserbante chimico.

La pianta di aloè non si pota: l'unica operazione è quella di eliminare le foglie che stanno alla base che si seccano nel tempo. Prima di utilizzare la cesoia o il coltello per tagliarle, pulite bene la lama per non infettare la pianta.

La raccolta e la lavorazione deve essere fatta principalmente a mano per evitare danni o graffi alla delicata struttura della foglia. Se l'aloè viene piantata per uso medicinale è necessario lasciarla all'aperto perché il sole sviluppa le sue proprietà, che altrimenti sarebbero meno espresse.

L'aloè può essere raccolta 4 volte l'anno. Alla media di 3 foglie tagliate da ciascuna pianta, circa 12 foglie sono il raccolto per pianta all'anno, con una densità di impianto pari a circa 12-12.500 piante/ha. In media la resa per ettaro coltivato è annualmente circa 60.000 kg. Il prezzo di vendita delle foglie è di 0.7-1.5 €/kg.

Il gel di aloè ha prezzi di mercato di un certo interesse nel settore cosmetico e sanitario.

Lavanda

La *Lavandula officinalis* o *Lavandula angustifolia* è una pianta perenne appartenente alla famiglia delle Labiate. È una suffruticosa ovvero una piccola pianta legnosa con rami erbacei fino alla base e con un'altezza variabile dai 50 ai 100cm al massimo. In Italia sono coltivati sia la lavanda che il lavandino, che è un ibrido che ha dimensioni più grandi (raggiunge i 100 cm di altezza) e tre infiorescenze per ogni stelo.

È una specie eliofila per cui andrà verificato il comportamento in condizioni di parziale copertura d'ombra da parte dei pannelli fotovoltaici. Predilige terreni sciolti e ben drenati.



L'impianto può essere fatto con messa a dimora delle piantine precedentemente moltiplicate per talea o per seme e va effettuata nel periodo primaverile. Le piante vanno posizionate con sesto d'impianto di m 1.00 x 0.50-60 per la lavanda e di m 2.00 x 0.40 per il lavandino, con piantine distanziate per permetterne la crescita successiva. La concimazione si può effettuare con letame ben decomposto o del terriccio organico da collocare alla base delle piante.

La fioritura si ha nel periodo estivo, i fiori sono riuniti in spighe su piccoli fusti, sono di colore azzurro-violaceo e molto ornamentali.

La pianta si giova di potature che favoriscano lo sviluppo dei nuovi getti. Dopo il quarto o quinto anno dalla messa a dimora le potature potranno essere effettuate nel periodo invernale nel mese di febbraio, andrà eliminata tutta la vegetazione erbacea lasciando soltanto quella semi-legnosa. Tutto il ciclo produttivo, compresa la raccolta, può essere meccanizzato.

Al terzo anno la coltura entra in piena produzione fino al 10°-12° anno dopo di che occorre provvedere all'espianto. Le produzioni ottenibili si aggirano sui 1000 kg. per ettaro di fiori (prodotto essiccato) per la Lavanda e sui 1500 kg. per il Lavandino, ma sono segnalati anche raccolti notevolmente superiori. La resa in olio essenziale (per 100 kg di fiori secchi) è di 600-800 grammi di essenza per la Lavanda, mentre raggiunge anche i 2,5 kg nel caso del Laloè produzavandino. I prezzi di vendita si aggirano intorno ai 4 €/kg per i fiori essiccati e ai 40 €/l per l'olio essenziale.

3.1.5 SPECIE ARBOREE NELLA FASCIA PERIMETRALE

Nella fascia perimetrale sono previsti:

- realizzazione di una fascia arborea e arbustiva costituita con le specie esistenti e di nuovo impianto, con il mantenimento delle siepi e alberature esistenti o di nuovo impianto lungo la viabilità, che contribuirà a non compromettere la connessione ecologica tra le aree agricole e boschive circostanti le aree di impianto e l'impianto stesso;
- previsione di utilizzo della viabilità esistente allo scopo di limitare al massimo gli sbancamenti e l'asportazione di terreno erboso e realizzazione di nuova viabilità di cantiere utilizzando materiali naturali stabilizzati. Considerato che nel fondo è presente una quantità rilevante di pietrame, questo può essere utilizzato, previa frantumazione, per la realizzazione o il ricarico della viabilità interna;
- attuazione di un programma di manutenzione periodica del manto erboso sottostante i pannelli per consentirne l'attività biologica ed allo stesso tempo impedire eventuali incendi.

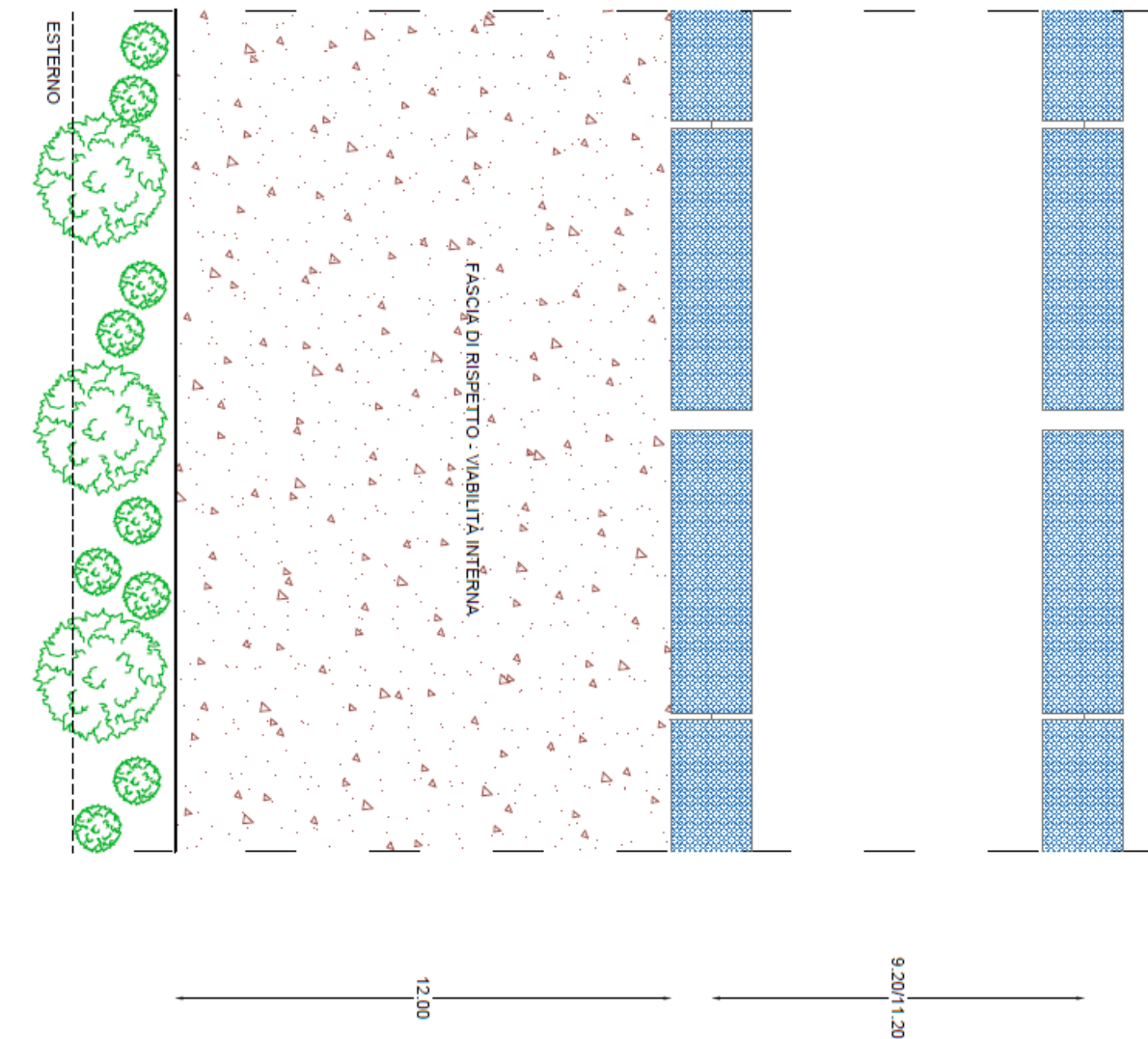
Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sia durante la fase di esercizio sia durante quella di dismissione a fine vita dell'impianto, considerato che la fascia perimetrale svolgerà comunque una funzione di mitigazione e compensazione ambientale.

Per la messa a dimora delle essenze arboree e arbustive che andranno a costituire la fascia verde lungo i bordi delle aree interessate dall'intervento, sarà necessario eseguire alcune lavorazioni preliminari per la preparazione del terreno, al fine di favorire al meglio la crescita e lo sviluppo delle varie piante.

Si procederà innanzitutto con una scarificazione leggera/erpatura al fine di rompere la crosta superficiale e eliminare le infestanti in corrispondenza dei punti in cui verranno realizzati i filari della sistemazione a verde. Dopo questa lavorazione si scaveranno delle buche di adeguate dimensioni per contenere l'apparato radicale delle piante da mettere a dimora.

Al fine di ottenere le massime garanzie di attecchimento, assicurare le condizioni ideali per lo sviluppo, minimizzare gli stress conseguenti il trapianto e con essi gli input richiesti nella manutenzione, la messa a dimora delle piantine verrà effettuata nel periodo autunno-invernale in quanto le piantagioni primaverili pur presentando dei vantaggi per il minor pericolo delle gelate, sono sconsigliabili per i maggiori rischi derivanti dalle scarse precipitazioni che si registrano in questa stagione. Inoltre la fase di risveglio vegetativo che la specie utilizzata attraversa nel periodo primaverile, la rende più vulnerabile alle conseguenze dovute allo stress da trapianto.

Viene di seguito rappresentato il layout tipo relativo alla fascia perimetrale.



Planimetria di layout.



Dettaglio pianta e sezione tipo della fascia arborea di mitigazione e della fascia di rispetto dal confine/recinzione.

Le piante da utilizzare saranno allevate in fitocella dell'età di 1/2 anni oppure in mastelli/vasetti. La scelta di piante di giovane età e di dimensione ridotta consente una risposta più rapida nel ristabilire un più equilibrato rapporto tra chioma e radici ed una ripresa della crescita più rapida e vigorosa riducendo la perdita di radici e riducendo quindi la crisi da trapianto consentendo una maggiore possibilità di attecchimento.

Le piantine saranno messe a dimora in buche delle dimensioni di cm 40x40x40 per il lentisco, il mirto, e di cm 100x100x100 per l'olivastro.

La messa a dimora delle piante saranno eseguite le seguenti azioni:

- mettere a dimora il prima possibile le piante dopo lo scarico, avendo precedentemente già predisposto la buca di impianto;
- non danneggiare e rimuovere i rami nelle operazioni di carico e scarico;
- scartare il materiale con radici fascianti e strozzanti;
- predisporre il tutoraggio della pianta con l'accortezza di fissare i tutori al di fuori del perimetro circolare che delimita l'ingombro del pane radicale;
- formare attorno alla pianta una conca o bacino per la ritenzione dell'acqua da addurre subito dopo in quantità abbondante, onde favorire la ripresa della pianta e facilitare il costipamento e l'assestamento della terra attorno alle radici e alla zolla;
- effettuare una irrigazione post trapianto per eliminare le sacche di aria tra le radici, finalizzata ad inumidire la parte superficiale o il primo substrato in cui è contenuto l'apparato radicale.
- Disporre intorno alla piantina una pacciamatura organica, costituita da trinciato di legna e residui vegetali, che avrà il compito di proteggere il suolo dallo sviluppo di infestanti

Le piantine saranno dotate di un tutore, in legno o metallo, che servirà a mantenere il fusto in posizione verticale nei primi periodi della crescita e al contempo a fornire una protezione contro l'azione del vento.

Nel periodo immediatamente successivo e nei primi anni di vita dell'impianto, verranno effettuate delle irrigazioni di soccorso, mediante l'impiego di autobotti che garantiranno, qualora le condizioni climatiche lo rendano necessario, l'apporto idrico indispensabile per favorire l'attecchimento e la riduzione dello stress da trapianto.

Le fasi successive all'impianto (soprattutto durante la primavera-estate e nel caso di stagioni particolarmente siccitose: orientativamente dal mese di aprile fino al mese di novembre) sono infatti particolarmente delicate e se non viene garantito il giusto grado di umidità del terreno, si hanno stress idrici con conseguente rischio di moria delle piantine.

Gli interventi di irrigazione di soccorso verranno programmati in funzione di quello che sarà il decorso stagionale e verranno valutati sull'effettiva esigenza da parte delle colture.

La manutenzione delle sistemazioni a verde non si limiterà alla sola irrigazione periodica nel corso dell'anno e durante i periodi siccitosi, ma comprenderà anche una pulizia delle piantine da eventuali infestanti che si dovessero manifestare, o in alternativa l'apporto sul suolo prossimo alla piantina di una pacciamatura organica integrativa.

Inoltre, nei periodi di massimo sviluppo vegetativo e di necessità da parte delle piante, si provvederà, una tantum alla fertilizzazione del terreno interessato dalla sistemazione a verde, prediligendo l'impiego di concimi di tipo organico, vista l'impostazione dell'azienda che sarà biologica. A titolo puramente esemplificativo, uno dei prodotti che verrà utilizzato all'uopo potrà essere il compost. Trattasi di un prodotto proveniente dal trattamento biologico del rifiuto organico che ha la prerogativa principale di essere un fertilizzante organico rinnovabile e caratterizzato da un buon contenuto medio di carbonio organico (25-27% s.s.). Il suo utilizzo può quindi dare un sensibile contributo per ripristinare il contenuto di sostanza organica nei suoli depauperati o semplicemente attenuare i fenomeni di perdita di carbonio organico.

Il reintegro della sostanza organica è solo uno dei benefici ambientali legati all'utilizzo del compost. L'impiego di questo fertilizzante organico contribuisce infatti anche ad apportare al suolo i principali elementi fertilizzanti, quali azoto, fosforo e potassio (NPK).

Il compost è un prodotto, tra l'altro, che trova una forte applicazione nell'agricoltura biologica ai sensi del Regolamento CE 889/2008, a patto che non contengano fanghi (cfr. all.13 d.lgs.75/2010).

Riassumendo, nei 5 anni successivi all'impianto verranno effettuate le seguenti cure colturali necessarie per favorire lo sviluppo delle piante:

- lavori di pulizia dell'area di insidenza delle piante da attuarsi a mano e/o con l'ausilio di attrezzi meccanici;
- potatura di formazione per favorire lo sviluppo in altezza delle piante, eliminando i doppi fusti e i rami laterali troppo sviluppati;

- rimpiazzo delle fallanze che si verificheranno nei primi anni di impianto;
- monitoraggio costante dello stato di salute delle piante ed eventuali trattamenti fitosanitari;
- eventuale reintegro della pacciamatura vegetale posta in prossimità della pianta.

La manutenzione delle piante consisterà inoltre in cicli di potatura per eliminare le appendici necrotizzate e per ringiovanire, di conseguenza, la chioma. Tutte le operazioni, in particolare quelle più delicate come gli interventi di potatura, dovranno necessariamente essere svolte da personale qualificato e specializzato.

L'insorgere di eventuali patologie andrà contrastato tempestivamente al fine di evitare danni gravi sia alla pianta interessata, sia alle essenze circostanti a causa di possibili contagi. Durante l'esecuzione degli interventi, qualora si rendessero necessari eventuali trattamenti fitosanitari, al fine di evitare quanto più possibile interferenze negative con l'ambiente e al fine di salvaguardare quanto più possibile la salute degli animali e delle persone, si prevederà l'impiego di prodotti a basso o nullo impatto, compatibili con l'agricoltura biologica ai sensi del Reg. CE 834/2007 e s.m.i.

Le specie arbustive ed arboree da impiegarsi saranno preferibilmente autoctone o già presenti in zona; la scelta verrà effettuata nel rispetto dei vincoli urbanistici e paesaggistici vigenti.

La scelta delle specie vegetali per la realizzazione di nuovi impianti è stata orientata dalle esigenze e dalle preesistenze dettate dall'ambiente di destinazione nonché dai benefici conseguenti in termini di resistenza ad agenti inquinanti, a fitopatie ed alla capacità di insediamento. Sulla scorta dei dati fitoclimatici della zona e dell'analisi paesaggistica dell'intorno, si è provveduto ad eseguire uno screening delle specie vegetali impiegabili nella sistemazione a verde in oggetto.

Si prevede di realizzare una fascia di mitigazione costituita sia da specie arboree che arbustive; in particolare:

- in merito alle specie arboree, si prevede l'impiego di piante di mandorlo (*Prunus dulcis*) poste ad una distanza di 3,0 metri l'una dall'altra lungo il filare;
- in merito alle specie arbustive, in maniera disomogenea e casuale tra un olivastro e l'altro si prevede l'impiego di piante di lentisco (*Pistacia lentiscus*), di mirto (*Myrtus communis*).
-

Di seguito vengono descritte le caratteristiche delle specie da impiegarsi con delle schede descrittive:

Mirto (*Myrtus communis* L.). Il mirto appartiene alla famiglia delle Myrtaceae. È una pianta legnosa con portamento cespuglioso. Si tratta di un arbusto sempreverde dal profumo aromatico e resinoso, eretto, con chioma densa, fusto lignificato e ramificato sin dalla base, rami opposti, ramuli angolosi. La corteccia a frattura longitudinale, liscia di colore grigio, eccetto che sui rami più giovani dove è rossastra, si sfalda in placche o strisce fibrose negli esemplari adulti. Altezza sino a 5 m. Le foglie sono coriacee, semplici, opposte, o in verticilli, sessili, hanno lamina di 2÷5 cm, lanceolata o ellittica, margine intero a volte leggermente revoluta, apice acuto, pagina superiore di color verde scuro, lucida con nervatura mediana infossata, pagina inferiore verde pallido, presenta piccole ghiandole ed è opaca. Se stroppiate, le foglie di questo arbusto, emettono una gradevole fragranza simile al profumo dell'arancio, dovuta alla presenza di mirtenolo. I fiori bianchi dal profumo molto intenso, sono solitari o appaiati all'ascella delle foglie, sono portati da lunghi peduncoli, calice a 5 sepali liberi e acuti; corolla a 5 petali obovati, peloso-ghiandolosi al margine; stami molto numerosi, più lunghi dei petali, con antere gialle; stilo uno, semplice, confuso fra gli stami e un piccolo stimma. I frutti, che giungono a maturazione fra ottobre e novembre e persistono sulla pianta sino a gennaio, sono bacche di 7÷10 x 6÷8 mm, subglobose o ellissoidi, glabre, blu-nerastre, pruinoso, coronate dai rudimenti del calice persistente; i semi di 2,5÷3 x 2 mm, sono reniformi, di colore da bruno a biancastro.

La fioritura avviene fra giugno-luglio, anche se è frequente che si verifichi una rifioritura a fine estate e in autunno.



Mirto (*Myrtus communis* L.).

Il Mirto è uno dei principali componenti della macchia mediterranea bassa, frequente sui litorali, dune fisse, garighe e macchie, dove vive in consociazione con altri elementi caratteristici della macchia, quali il Lentisco, Rosmarino ed i Cisti. Forma densi cespugli resistenti al vento nelle aree a clima mite. Si adatta molto bene a qualsiasi tipo di terreno anche se predilige un substrato sabbioso, tollera bene la siccità. Vegeta dal livello del mare sino a 500 m s.l.m.

Lentisco (*Pistacialentiscus* L.). Mentre tra gli arbusti spicca il Corbezzolo (*Arbutus unedo* L.), ma non bisogna sottovalutare altre specie quali Erica (*Erica arborea* ed *E. multiflora*), Rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.), Mirto (*Myrtus communis*) e Cisto (*Cistus* spp.). Nell'ambito dei piccoli arbusti e suffrutici, figurano poi altre specie importanti come il Timo (*Thymus erba-barona* e *T. capitatus*), il Maro o Gattaria (*Teucrium*

Il lentisco è una pianta legnosa con portamento arboreo appartenente alla famiglia delle Anacardiaceae. Si tratta di una pianta sempreverde a portamento arbustivo alto 1-3 m, raramente arboreo alto 6-8 m, con accentuato odore di resina; chioma generalmente densa per la fitta ramificazione, di forma globosa, con rami a portamento tendenzialmente orizzontale; corteccia squamosa di colore cenerino nei giovani rami e bruno-rossastro nel tronco; legno di colore roseo.

Le foglie sono alterne, paripennate, glabre, di colore verde cupo, con 6-10 segmenti ottusi ellittico-lanceolati a margine intero e apice ottuso, lunghi fino a 30 mm, coriacee, glabre, con piccolo mucrone apicale e rachide leggermente alato. I fiori sono unisessuali, attinomorfi, pentameri, tetraciclici, in pannocchie cilindriche brevi e dense disposte all'ascella delle foglie dei rametti dell'anno precedente; fiori maschili con 4-5 stami ed un pistillo rudimentale, vistosi per la presenza di stami di colore rosso vivo; fiori femminili verdi con ovario supero; petali assenti.

Il frutto è costituito da drupe globose o lenticolari, di diametro 4-5 mm, carnose, rossastre, tendente al nero a maturità, contenenti 1 seme. La fioritura avviene da marzo a maggio.

Per quanto riguarda l'habitat, è una pianta eliofila, termofila e xerofila che vegeta dal livello del mare fino a 600 metri. Tipico componente della macchia mediterranea sempreverde spesso in associazione con l'olivastro, la fillirea e il mirto; molto adattabile per il terreno, predilige però suoli silicei. Non è specie colonizzatrice ma può assumere aspetto dominante nelle fasi di degradazione della macchia, in particolare dopo ripetuti incendi.



Lentisco (*Pistacia lentiscus* L.).

Mandorlo (*Prunus dulcis*). L'albero di mandorle è coltivato da nord a sud nel nostro Paese, anche se predilige il clima mediterraneo. Il problema della zona di coltivazione si può riscontrare con le varietà a fioritura precoce. Queste, infatti, soffrono il gelo e il forte vento freddo, fattori che danneggiano inevitabilmente la fioritura. L'ideale, per la coltivazione del mandorlo, sono le zone di collina, dove c'è una buona areazione e meno gelate.

In generale, è una specie che sopporta bene la siccità e il caldo eccessivo, ma teme l'eccesso di umidità. Nelle zone più fredde conviene piantare l'albero in una posizione soleggiata e riparata dai venti. Il terreno ideale per la coltivazione del mandorlo è quello soffice, dotato di una discreta fertilità e un po' calcareo. Tuttavia, come abbiamo visto, è un albero rustico, che si adatta anche in terreni aridi e poveri. Ciò che rifugge sono i terreni compatti, argillosi e umidi. Come accennato, sopporta bene la siccità, non ha bisogno d'irrigazione e si accontenta delle precipitazioni naturali. Tuttavia, un periodo troppo prolungato di caldo e siccità può provocare disidratazione dei semi, le cosiddette "mandorle monache". In questo caso è bene intervenire con qualche irrigazione di emergenza.

Anche la scelta del portainnesto influisce su questo fattore, il franco da seme di pesco, ad esempio, è meno adatto alle coltivazioni in assenza d'irrigazione. La messa a dimora di una giovane pianta di mandorlo si esegue in autunno o sul finire dell'inverno. La forma di allevamento più diffusa nel frutteto familiare è quella a vaso, con un'impalcatura media. La coltivazione del mandorlo non richiede un eccessivo impiego di concimazione organica. Una buona concimazione di fondo con letame maturo va effettuata all'impianto e ogni 2 anni. L'operazione di concimazione si effettua a fine inverno, prima della piena ripresa vegetativa.

Nel caso dell'impianto di mandorleto sulla fascia perimetrale, si effettuerà su di essa un'operazione di scasso a media profondità (60-70 cm) mediante ripper - più rapido e molto meno dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, con stallatico pellettato in quantità comprese tra i 30 e i 40 q/ha, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice a controllo laser o satellitare. Questo potrà garantire un notevole apporto di sostanza organica al suolo che influirà sulla buona riuscita dell'impianto arboreo.



Mandorlo (*Prunus dulcis*).

Sulla fascia perimetrale, in alternativa, potrà essere impiantata una coltura arborea intensiva, come l'**oliveto super intensivo** o il mandorleto intensivo, con densità di 1200 piante/ha e sistema di raccolta interamente meccanizzata.

Sul modello spagnolo, infatti, anche in Italia hanno cominciato ad affermarsi gli impianti di oliveto super intensivi, facendo ulteriori passi in avanti rispetto alla coltivazione intensiva dell'olivo in termini di resa, risparmio dei costi ed efficienza, basati sull'uso delle varietà Arbequina, Arbosana, Koroneiki. Le caratteristiche di un oliveto ad alta densità sono:

Alta densità di impianto, tra 1000 e 1600 piante di olivo per ettaro.

Ridotte dimensioni delle chiome e sistemazione a filari paralleli, con parete fruttificante continua (piantine a distanza di 80 cm / 1 m sulla fila).

Impiego di macchine potatrici e raccogliatrici che agiscono non sul singolo albero ma sulla parete produttiva. Precocissima entrata in produzione e altissima resa.

L'olivicoltura super intensiva si configura come un metodo vantaggioso dal punto di vista economico ma che non compromette l'eccellente qualità del prodotto finale, anzi è stato ampiamente dimostrato che l'olivicoltura ad alta densità non peggiora la qualità degli oli ma la esalta. Le produzioni attese sono di 50 q/ha nei primi 3 anni e di 100 q/ha negli anni successivi, con un costo di impianto di circa 13000 €/ha e un reddito lordo medio di circa 2000 €/ha anno.

3.1.6 RIEPILOGO DEL RIPARTO COLTURALE

Sulla base di quanto detto soprariportato, il riparto colturale indicativo dell'azienda sarà perciò il seguente (comprensivo di tutte le superfici):

Area	Coltura	SAU Colture ha	Totale ha
Zona A1	canapa	8.00	36.92

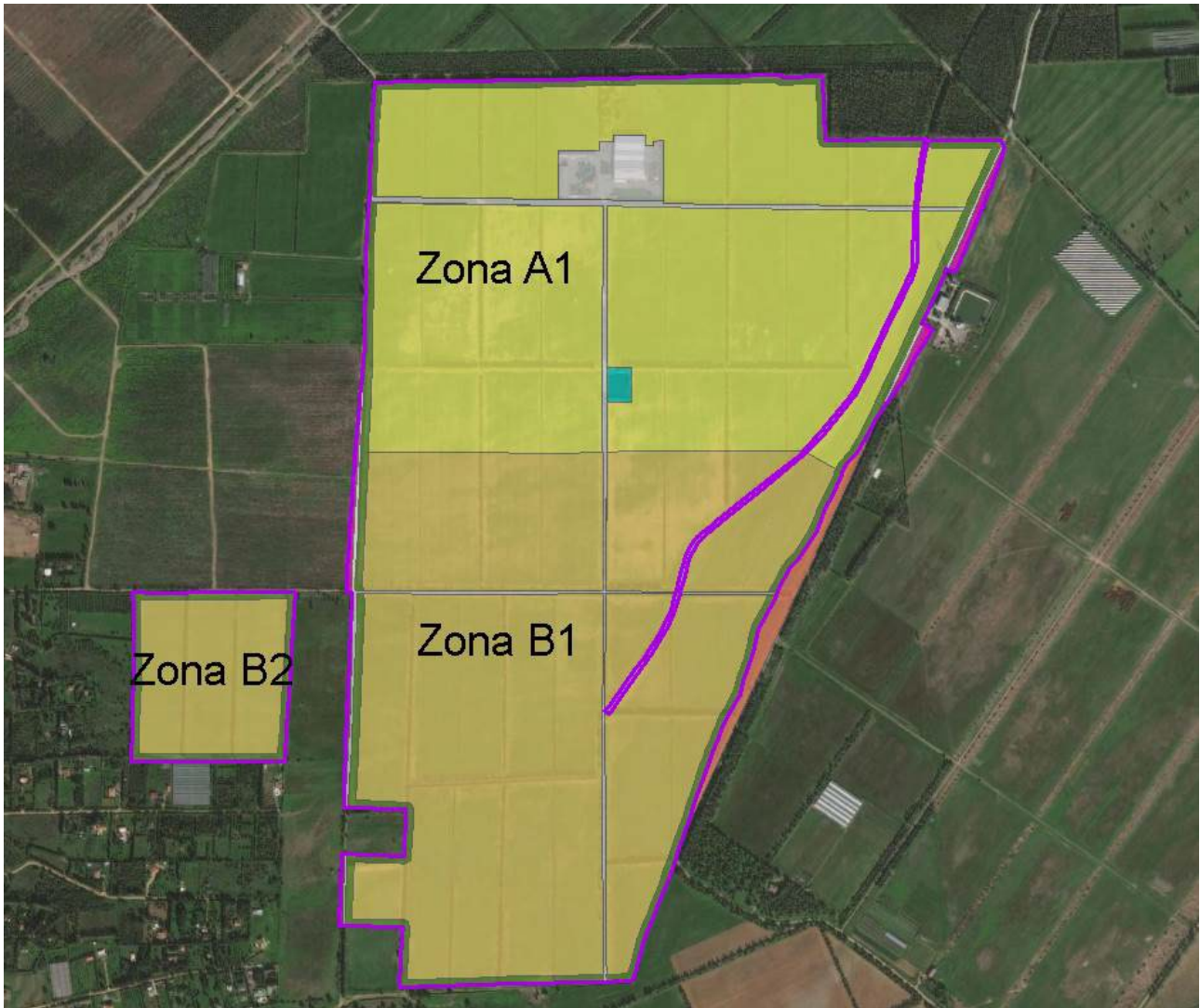
	foraggera	13.00	
	zenzero	7.00	
	aloe	5.00	
	lavanda	3.92	
Zona B1	canapa	10.00	43.05
	zenzero	5.00	
	foraggera	20.00	
	lavanda	8.05	
Zona B2	lavanda	4.58	4.58
Filare (spazio di proiezione dei pannelli fotovoltaici)	inerbimento/ foraggera	68.35	68.35
Fascia perimetrale		7.2	7.2
Tare		-	3.86
TOTALE		91.75	163.96

La sommatoria delle colture dei diversi appezzamenti, al primo anno di coltivazione sarà pertanto la seguente:

Coltura	Gestione	Superficie ha	Tipologia
Canapa	Asciutto	18.00	Miglioratrice da rinnovo
Lavanda	Asciutto	16.55	Poliennale
Zenzero	Irriguo	5.00	Depauperante
Aloe	Irriguo	5.00	Poliennale
Foraggere	Asciutto/irriguo	33.00	Miglioratrici annuali/poliennali
Fascia perimetrale	Asciutto	7.20	

Dei 180 ettari complessivi, circa 85 ettari costituiscono superficie coltivabile.

Le colture erbacee annuali (canapa e zenzero) saranno comunque sottoposte a rotazione colturale, e saranno alternate fra di loro e negli appezzamenti, avvicinandosi alle miglioratrici foraggere. Sarà anche possibile inserire nella rotazione qualche coltura foraggera intercalare estiva (irrigua), secondo il seguente schema:



Layout dello schema produttivo dell'azienda su ortofoto.

	Anno 1		Anno 2		Anno 3		Anno 4
Rotazione A	miglioratrice da rinnovo (canapa)	+ coltura intercalare da sovescio (leguminosa a ciclo breve)	Zenzero	+ coltura intercalare da sovescio (leguminosa)	Zenzero	+ coltura intercalare da sovescio (leguminosa)	leguminosa da sfalcio (sulla, trifoglio alessandrino, favino, veccia)
Rotazione B	miglioratrice da rinnovo (canapa)	Leguminosa pluriennale (medica, sulla)					

Complessivamente si considera che saranno gestiti in irriguo circa 20 ha di superficie. Tale superficie irrigua, in caso di necessità, potrà anche essere ulteriormente ampliata dopo l'avvio dell'attività agricola.

3.1.7 TECNICHE E MEZZI PREVISTI PER L'ATTIVITÀ AGRICOLA

Coltivare in spazi limitati è sempre stata una problematica da affrontare in agricoltura: tutte le colture arboree, ortive ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti; in altri casi, le forti pendenze costringono a realizzare terrazzamenti anche piuttosto stretti per impiantare colture arboree. Di conseguenza, sono sempre stati compiuti (e si continuano a compiere tutt'ora) studi sui migliori sestri d'impianto e sulla progettazione e lo sviluppo di mezzi meccanici che vi possano accedere agevolmente. Le problematiche relative alla pratica agricola negli spazi lasciati liberi dall'impianto fotovoltaico si avvicinano, di fatto, a quelle che si potrebbero riscontrare sulla fila e tra le file di un moderno arboreto. Per il progetto dell'impianto agro-fotovoltaico in esame, considerate le dimensioni relativamente ampie dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale dell'interfila, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza particolari problemi.

Si deve considerare inoltre che le più recenti acquisizioni tecniche sulla gestione della fertilità del terreno stanno rivoluzionando l'approccio alla gestione del suolo, evidenziando l'opportunità di ridurre significativamente le lavorazioni del terreno, di favorire la copertura del suolo e l'accumulo della sostanza organica. Ciò sia attraverso le tecniche di agricoltura conservativa (no/minimum-tillage, sod seeding ecc.), sia attraverso le tecniche dell'agricoltura biologica e rigenerativa che privilegiano l'uso di colture di copertura e - anche per le colture arboree - il mantenimento di una copertura erbacea nell'interfila. Pertanto si suggerisce di utilizzare le sopracitate tecniche al fine di ridurre le lavorazioni (unendo così ad un vantaggio tecnico ed economico anche un significativo elemento di semplificazione organizzativa) limitandole allo stretto indispensabile.

Pertanto le lavorazioni, una volta realizzato l'impianto, saranno limitate a tagli meccanici, semine su sodo e trattamenti con prodotti possibilmente biologici, al fine di favorire una gestione conservativa delle superfici. L'uso di cover-crop risulta particolarmente efficace nella riduzione delle infestanti e pertanto, considerato che il ridosso delle strutture di sostegno risulta invece necessario mantenere costantemente il terreno libero da infestanti, si suggerisce l'uso di questa tecnica integrata con il taglio lungo l'interceppo; in alternativa sarà possibile adottare tecniche di fresatura dell'interceppo, come già avviene ordinariamente negli arboreti, tenuto conto però che tale pratica può risultare meno efficace per la fertilità e soprattutto più costosa e complessa dal punto di vista organizzativo.

Trattandosi di terreni già regolarmente coltivati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie.

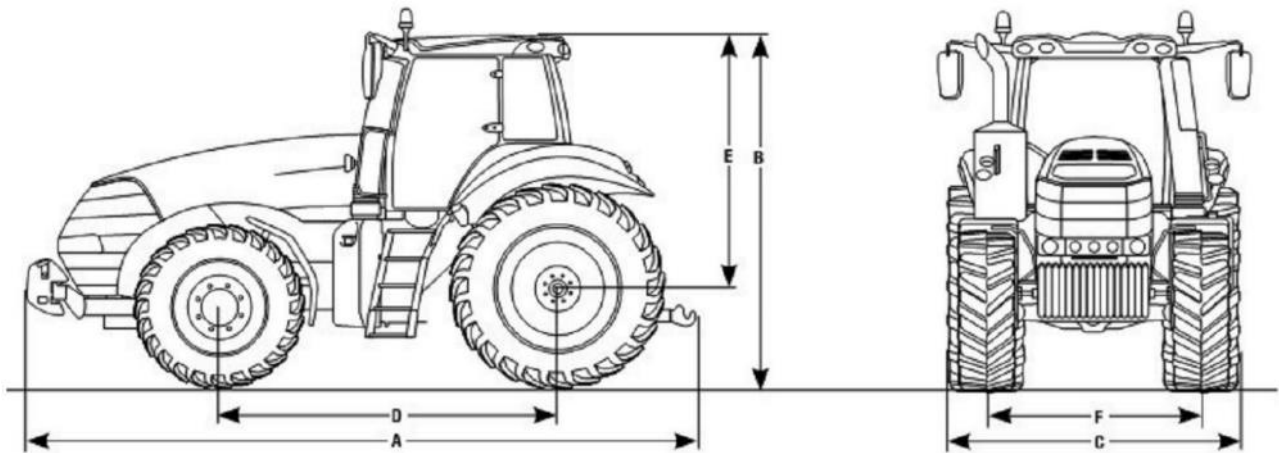
Nel caso dell'impianto sulla fascia perimetrale, si effettuerà su di essa un'operazione di scasso a media profondità (0.60-0.70 m) mediante ripper - più rapido e molto meno dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, con ammendante compostato misto in quantità di almeno 50 q/ha, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice.

Questo potrà garantire un apporto di sostanza organica al suolo che influirà sulla buona riuscita dell'impianto arboreo.

Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno dell'interfila, quali trinciatura, rullatura o semina, queste verranno effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta, pertanto potranno essere utilizzate varie macchine operatrici presenti in commercio senza particolari difficoltà, in quanto ne esistono di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche. Le lavorazioni periodiche del suolo, in base agli attuali orientamenti, è consigliabile che si effettuino a profondità non superiori a 40 cm.

Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una totale o quasi totale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori. Come già esposto al punto 5, l'interasse tra una struttura e l'altra di moduli è pari rispettivamente a m 1120 e 9.20, e lo spazio libero tra una schiera e l'altra di moduli fotovoltaici varia da un minimo di 6,39 m (quando i moduli sono disposti in posizione parallela al suolo, - tilt pari a 0° - ovvero nelle ore centrali della giornata) ad un massimo di 8,42 m (quando i moduli hanno un tilt pari a 60°, ovvero nelle primissime ore della giornata o al tramonto). L'ampiezza dell'interfila consente pertanto un facile

passaggio delle macchine trattrici, considerato che le più grandi in commercio, non possono avere una carreggiata più elevata di 2.50 m, per via della necessità di percorrere tragitti anche su strade pubbliche.



Dimensioni del più grande dei trattori gommati convenzionali prodotti dalla CNH (CASE MAXXUM-Series).

Qualche problematica potrebbe essere associata alle macchine operatrici (trainate o portate), che hanno delle dimensioni maggiori, ma come analizzato nei paragrafi seguenti, esistono in commercio macchine di dimensioni idonee ad operare negli spazi liberi tra le interfile.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa (le c.d. capezzagne), questi devono essere sempre non inferiori ai 10 m tra la fine delle interfile e la recinzione perimetrale del terreno. Il progetto in esame prevede la realizzazione di una fascia arborea perimetrale avente una larghezza di 10 m, che consente un ampio spazio di manovra.

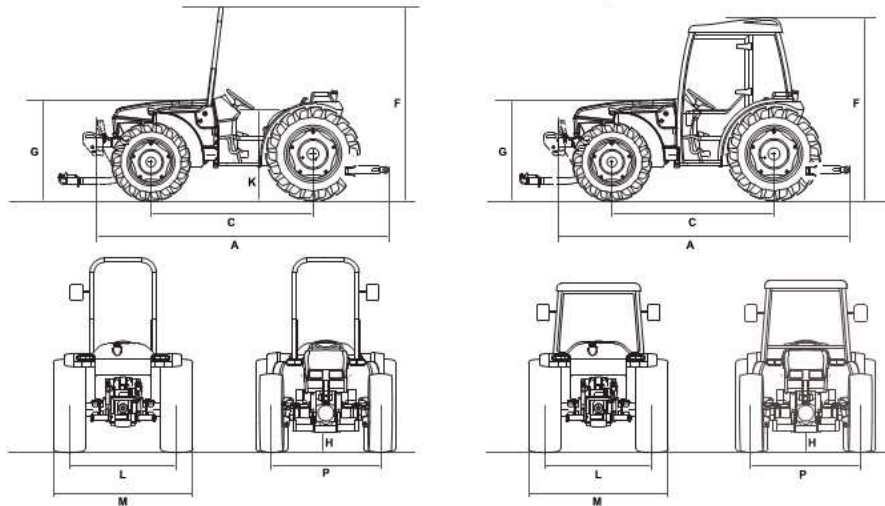
4 ruote motrici	
A - Interasse (mm)	2550
B - Lunghezza totale dal telaio portavorre anteriore alle barre di attacco posteriori (mm)	4358
B - Lunghezza totale dalle zavorre anteriori alle barre di attacco posteriori - mm	4771
B - Lunghezza totale dal sollevatore anteriore (posizione di trasporto) alle barre di attacco posteriori (mm)	4488
C - Altezza dall'assale posteriore al punto superiore della cabina con tetto standard	
Cabina standard a pianale piatto - mm	2026
Cabina Low-profile opzionale - mm	1947
C - Altezza dall'assale posteriore al punto superiore della cabina con tetto Visioline	
Cabina standard a pianale piatto - mm	2078
Cabina Low-profile opzionale - mm	1999
C - Altezza dall'assale posteriore al punto superiore della cabina con tetto Slimline	
Cabina standard a pianale piatto - mm	1953
Cabina Low-profile opzionale - mm	1874
D - Larghezza, con (min / max) - mm	2020 / 2360
E - Luce al suolo (con pneumatici 420/85 R 38) - mm	405

Dimensioni



Dimensioni di una trattrice gommata ideale per la gestione dell'azienda (Fonte: Massey-Ferguson).

Il trattore specifico da frutteto (che può anche essere cingolato), rispetto alla trattrice gommata convenzionale, avrà dimensioni più contenute, indicativamente indicate nella figura seguente.

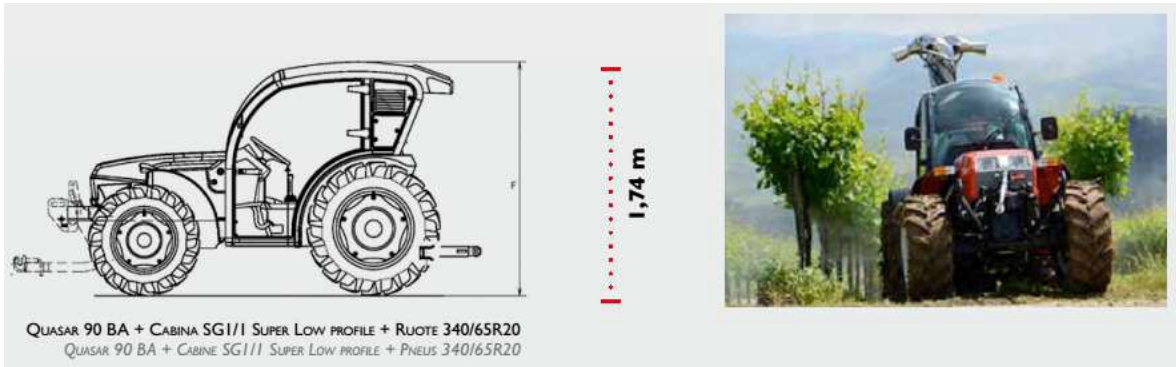


Dimensioni e Pesì*
Poids et Dimensions*

A	Lunghezza/Longueur	
M	Larghezza min-max/Largeur min. et max.	
F	Altezza al telaio/Hauteur à l'arceau	
	Quasar 90 BA + Cabina GL6 Standard + Ruote 320/70R24 Quasar 90 BA + Cabine GL6 Standard + Pneus 320/70R24	
	Quasar 90 BA + Cabina SG1 Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG1 Low profile + Pneus 340/65R20	
	Quasar 90 BA + Cabina SG1/I Super Low profile + Ruote 340/65R20 Quasar 90 BA + Cabine SG1/I Super Low profile + Pneus 340/65R20	
	K	Altezza al sedile/Hauteur au siège
G	Altezza al cofano/Hauteur au coffre	
H	Luce libera da terra/Garde au sol	
C	Passo/Empattement	
P	Carreggiata ant min max/Voie avant min. max.	
L	Carreggiata post min max/Voie arrière min. max.	
	Raggio minimo di volta con freni/Rayon min. de braquage avec freins	
	Peso con telaio di sicurezza/Poids avec arceau de sécurité	

Quasar 90	
versione bassa / version basse	
	3026
	1398-1774
	2217
	2140
	1800
mm	855-1150
	1165
	275
	1871
	1122-1498
	1048-1424
	2900
	2230
Kg	2230

*I dati sono calcolati con ruote posteriori 320/70R24 e anteriori 280/70R20
* Pneus arrière 320/70R24 et avant 280/70R20



QUASAR 90 BA + CABINA SG1/I SUPER LOW PROFILE + RUOTE 340/65R20
QUASAR 90 BA + CABINE SG1/I SUPER LOW PROFILE + PNEUS 340/65R20

Dimensioni caratteristiche di un trattore da frutteto con cabina standard (in basso) e cabina ribassata (in alto) (Foto: GOLDONI).

Le trattrici e macchine operatrici necessarie per l'attività aziendale previste sono le seguenti:

Trattrice da frutteto	€ 40 000.00
Trattrice gommata 100 kW con elevatore e PTO frontale	€ 80 000.00
Fresatrice interceppo	€ 6 000.00
Aratro leggero	€ 8 000.00
Erpice snodato	€ 5 000.00
Seminatrice di precisione e su sodo	€ 15 000.00
Trinciasarmenti	€ 4 000.00

Rullo costipatore	€ 5 000.00
Irroratore per trattamenti biologici	€ 6 000.00
Spandiconcime a doppio disco	€ 4 000.00
Falcia-condizionatrice	€ 8 000.00
Carro botte trainato	€ 6 000.00
Rimorchio agricolo	€ 4 000.00
Compressore PTO con accessori per potatura e raccolta	€ 7 000.00
Roller-crimper trainato	€ 7 000.00
Attrezzi minori	€ 10 000.00
TOTALE	€ 215 000.00

Alcune di queste macchine, in particolare le trattrici, gli aratri, i carri, i rulli, potranno essere acquistati anche di seconda mano per risparmiare sui costi di acquisto.

3.1.8 OMBREGGIAMENTO

L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte.

Sulla base delle simulazioni degli ombreggiamenti per tutti i mesi dell'anno, elaborate dalla Società, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 7 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-primaverile, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici può favorire una certa riduzione dell'evapotraspirazione. La riduzione dell'intercettazione della luce solare invece, pur essendo un fenomeno inevitabile, avrà comunque effetti contenuti, sia perchè la scelta colturale è fatta con specie tendenzialmente sciafile, sia perchè il meccanismo della rotazione dei tracker, come già detto, lascerà un lungo periodo di esposizione diretta alla luce del sole durante il giorno.

3.1.9 PRESENZA DI CAVIDOTTI INTERRATI

La presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto fotovoltaico non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico. Infatti queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 40 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 80 cm. Inoltre saranno favorite le tecniche basate sulla minimizzazione delle lavorazioni del suolo, adottando quando possibile le tecniche di minima lavorazione, semina su sodo ecc.

3.1.10 ANALISI DEI FABBISOGNI IRRIGUI

Per valutare i fabbisogni irrigui delle colture è stato predisposto un bilancio idrologico preliminare. I dati di piovosità e temperatura utilizzati, elaborati a partire dai dati dell'Autorità di Bacino /Assessorato Lavori Pubblici della Regione Sardegna, sono già stati riportati nell'analisi delle condizioni climatiche del sito. L'evapotraspirazione è stata determinata utilizzando la formula semplificata di Hargreaves-Samani⁴. Il metodo di Hargreaves-Samani (H-S) (Hargreaves and Samani, 1982, 1985) per la determinazione dell'ET₀ include una funzione interna, che permette di stimare la radiazione solare R_s , espressa in (MJ/mq gg) come segue:

⁴ Estimating Solar Radiation and Evapotranspiration Using Minimum Climatological Data (Hargreaves-Samani equation) Zohrab Samani Assoc. Prof. Civil Engr. Dept. New Mexico State University Las Cruces, NM 88003

$$ET0 = 0.0135 \cdot KT \cdot Ra \cdot (TD)^{0.5} (TC + 17.8)$$

in cui:

ET0 è l'evapotraspirazione potenziale espressa in mm/giorno

TD = $T_{max} - T_{min}$ (°C)

TC è la temperatura media giornaliera (°C)

Ra è la radiazione solare espressa in mm

KT è una costante, che assume il valore di 0.19 per le regioni costiere

Per la determinazione di *Rs* si fa riferimento alla formula:

$$Rs = KRS \cdot Ra \cdot (TD)^{0.5}$$

in cui KRS è il coefficiente di correzione per la formula della radiazione applicabile con la H-S (in °C-0.5), Ra è la radiazione extraterrestre (MJ/mq gg), e TD è la differenza di temperatura difference fra la temperatura giornaliera massima e minima (in °C).

In riferimento ad Allen et. al (1998) il coefficiente empirico KRS differisce per regioni interne e costiere: si utilizza un valore di (a) KRS = 0.16 per le stazioni dell'interno, dove la massa della terra domina e le masse di aria non sono influenzate in modo significativo dagli ampi corpi d'acqua, e (b) KRS = 0.19 per siti costieri, situati o adiacenti alle coste, in cui le masse d'aria sono influenzate dalla vicinanza di significativi corpi d'acqua.

La formula per la stima di ET0 può anche essere espressa come segue:

$$ET0 = 0.0135 (T_{mean} + 17.8) \frac{R_s}{\lambda}$$

In cui: KRS e l'esponente 0.5 sono fattori di correzione per la formula della radiazione, mentre 0.0135 and 17.8 sono fattori di correzione della formula dell'ET0, con un contributo totale di quattro coefficienti empirici. Nell'equazione l'ET0 è l'evapotraspirazione potenziale (in mm/gg), Ra è la radiazione extraterrestre (in MJ/mq gg), λ è il calore latente di evaporazione (in MJ/kg) e Tmean è la temperatura media giornaliera (in °C).

Per la stima della radiazione solare si è fatto ricorso ai dati di Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie orizzontale prodotti dall'ENEA, calcolabili per singola stazione previo inserimento delle coordinate geografiche. Per il sito in questione, avente coordinate geografiche pari a 39°13'57" di latitudine N e 8°56'58" di longitudine E i valori MJ/mq forniti dal calcolatore ENEA e quelli espressi in mm/mq (ottenuti dividendo il dato precedente per il coefficiente λ = 0.3335 J/g) sono così determinati:

Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie orizzontale:

MESI	Ra MJ/mq	Ra mm/mq
Gennaio	8.12	2.71
Febbraio	10.93	3.65
Marzo	15.14	5.05
Aprile	18.68	6.23
Maggio	22.17	7.39
Giugno	24.21	8.07
Luglio	24.04	8.02
Agosto	20.92	6.98
Settembre	16.48	5.50
Ottobre	12.17	4.06
Novembre	8.41	2.80
Dicembre	6.67	2.22

Fonte: ENEA.

Per la determinazione degli apporti idrici i valori di piovosità nei mesi estivi sono stati determinati in termini di pioggia utile, calcolata con riferimento al metodo USDA per il calcolo della pioggia utile⁵. Nei mesi invernali si è utilizzato direttamente il dato di precipitazione, facendo riferimento ai dati forniti dall'Assessorato LL.PP. della RAS.

Calcolo dell'evapotraspirazione potenziale

Hadgraves Samani			G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno/Totale
Temperatura media	TC	°C	10.5	10.9	13.2	15.3	19.7	24.1	27.1	27.6	23.7	19.8	15	11.6	
Temperatura massima	Tmax	°C	14.4	15.3	18	20.2	25	29.8	33	33.3	28.6	24.2	18.9	15.2	
Temperatura minima	Tmin	°C	6.5	6.5	8.4	10.4	14.4	18.4	21.2	21.9	18.7	15.3	11.1	7.9	
Differenza di temperat.	TD	°C	7.9	8.8	9.6	9.8	10.6	11.4	11.8	11.4	9.9	8.9	7.8	7.3	
Precipitazioni	P	mm	55.8	41.7	44.5	67.8	29.7	10.3	4.3	8.2	43.1	78.5	92.4	78.8	555.1
Giorni piovosi	RD		7.3	7	6.6	7	4.7	2.7	0.8	1.4	4.6	6.5	9.4	9.5	67.5
Pioggia utile	PU	mm	56	42	45	32	20	0	0	0	25	17	92	79	
Radiazione	Ra	mm	2.54	3.33	4.91	6.12	7.36	8.01	8.02	6.99	5.35	3.89	2.55	2.00	
Giorni del mese			31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
ET0 giornaliera	ET0 gg	mm	0.52	0.73	1.21	1.63	2.30	2.91	3.17	2.75	1.79	1.12	0.60	0.41	
ET0 mensile	ET0	mm	16.0	20.3	37.5	48.8	71.4	87.2	98.3	85.2	53.7	34.7	17.9	12.6	583.99
			7	6	0	0	5	0	6	0	6	0	8	3	

Fonte: ns. elaborazione a partire da dati RAS ed ENEA.

Per determinare i consumi evapotraspirativi i valori di evapotraspirazione potenziale (ET0) sono stati moltiplicati per un coefficiente colturale kc (che permette di trasformare i valori di evapotraspirazione potenziale in effettiva). Sono quindi stati determinati i valori indicativi di kc per le colture analizzate, che attraverso i quali i valori di ET0 sono stati tradotti in evapotraspirazione effettiva (Eta), calcolando poi i volumi effettivi (Etr) di evapotraspirato e riferendoli alle superfici interessate.

Si rammenta che il parametro di riferimento per la determinazione dell'evapotraspirazione ottenuta con metodo sperimentale (utilizzando ad es. un lisimetro) usa come specie di riferimento la Festuca arundinacea, per cui identifica la quantità di evapotraspirato da essa prodotta come standard e dunque ad essa è riferito il valore di evapotraspirazione di riferimento, cioè un kc=1.

Per le foraggere si sono utilizzati per analogia i coefficienti colturali determinati dal servizio pubblico regionale (Arpa Sardegna, 2002) per l'erba medica. Per lo zenzero si sono utilizzati sempre per analogia i coefficienti colturali del pomodoro, sempre stimati dall'Arpa, mentre per l'aloe si sono utilizzati Kc pari a 0.3 e 0.4, a seconda dei mesi, in accordo con quanto indicato in un lavoro del Cespevi⁶ sulle tecniche di irrigazione delle colture florovivaistiche che classifica l'Aloe fra gli arbusti con consumo idrico basso (Kc = 0,1-0,3). I dati di Kc sono utilizzati sono pertanto i seguenti:

Coefficienti colturali	A	M	G	L	A	S	O
Zenzero	0.3	0.7	1.1	1.2	0.7	0.7	

⁵ In: Measurement of effective rainfall, <http://www.fao.org/docrep/x5560e/x5560e03.htm>

⁶ Pardossi et. al., Irrigazione, fertirrigazione e concimazione delle colture florovivaistiche, Cespevi, 2015

Foraggiere estive	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Aloe spp.	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3

Fonte: Arpa, Cespevi.

A partire da tali dati è stato poi redatto un bilancio idrologico riferito alla superficie di interesse, cumulando i valori di precipitazione (al netto dei valori stimati di pioggia utile) e gli apporti irrigui, calcolati in riferimento ad un riparto colturale indicativo. Il bilancio consente di confrontare l'andamento dell'evapotraspirazione, al netto delle precipitazioni, determinando il consumo idrico aziendale.

La previsione, stimata in via preliminare, dovrà essere ulteriormente dettagliata in fase esecutiva/realizzativa, determinando in modo preciso le superfici di riferimento per le singole colture, che in questa fase sono invece state stimate in via orientativa per poter ottenere una indicazione operativa sul dimensionamento agricolo.

Di seguito sono riportati i consumi irrigui, confrontati con gli apporti valutati in termini di di pioggia utile, espressi in mm.

ETE	U.M.	A	M	G	L	A	S	O	Superfici di riferimento
Zenzero	mm	14.6	50.0	95.9	113.1	58.8	37.6	10.4	
Foraggiere estive	mm	46.4	67.9	82.8	93.4	80.9	51.1	33.0	
Aloe spp.	mm	14.6	21.4	34.9	39.3	34.1	21.5	10.4	
Pioggia utile	mm	32	20	0	0	0	25	17	
Zenzero	mc	732.0	2500.8	4795.9	5655.6	2939.4	1881.5	520.4	50 000 mq
Foraggiere estive	mc	4635.8	6787.9	8283.8	9344.0	8093.9	5106.8	3296.1	100 000 mq
Aloe spp.	mc	732.0	1071.8	1744.0	1967.2	1704.0	1075.1	520.4	50 000 mq
ETE sommatoria	mc	6099.7	10360.5	14823.7	16966.8	12737.3	8063.4	4337.0	200 000 mq
Pioggia utile	mc	6 400	4 000	0	0	0	5 000	3 400	200 000 mq
Surplus	mc	300.3	-6360.5	-14823.7	-16966.8	-12737.3	-3063.4	-937.0	

I dati ottenuti dal bilancio idrologico mostrano che i valori di evapotraspirazione risultano superiori alle disponibilità nei mesi estivi, in cui si verifica comunque un significativo deficit idrico. Per garantire la corretta gestione colturale, si rende perciò necessario l'uso dell'irrigazione, facendo ricorso ad un corpo idrico totale massimo pari a 17 mila mc/mese.

Tale volume irriguo corrisponde a circa 565 mc/giorno, pari a circa 24 mc/h, equivalenti a una portata di prelievo di circa 6.5 l/s.

Il dimensionamento dell'impianto irriguo, i dettagli tecnici sulle componenti dell'impianto idraulico le caratteristiche idrologiche del suolo per determinare le modalità di distribuzione ecc. saranno definiti in una fase esecutiva successiva.

3.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO NELLA SUA COMPONENTE FOTOVOLTAICA

I principali componenti dell'impianto fotovoltaico sono costituiti da:

- **Moduli fotovoltaici** - il progetto prevede l'installazione di moduli fotovoltaici in silicio monocristallino tipo TRINA SOLAR, mod. Vertex, di potenza 550 Wp e dimensioni 2384x1096x35 mm.
- **Tracker** - in carpenteria metallica di acciaio zincato a caldo da 36 moduli fotovoltaici.
- **Inverter** - saranno installate n. 18 cabine inverter, una per ogni sottocampo che compone la centrale. Le cabine inverter scelte si riferiscono a quelle della ditta SMA, modello Sunny Central 4200 UP e 4400 UP, o similari. La potenza dell'inverter è stata scelta in base alla potenza del generatore fotovoltaico in modo tale da non superare i valori massimi di tensione e corrente ammissibili.

- **Trasformatori** - all'uscita di ciascun inverter sarà collegato un trasformatore trifase MT/BT 30kV/0,66kV da 4400 kVA (@25°C) del tipo ad olio, per installazioni da esterno, dotato di centralina e sonde termometriche, al fine di innalzare la tensione dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico.

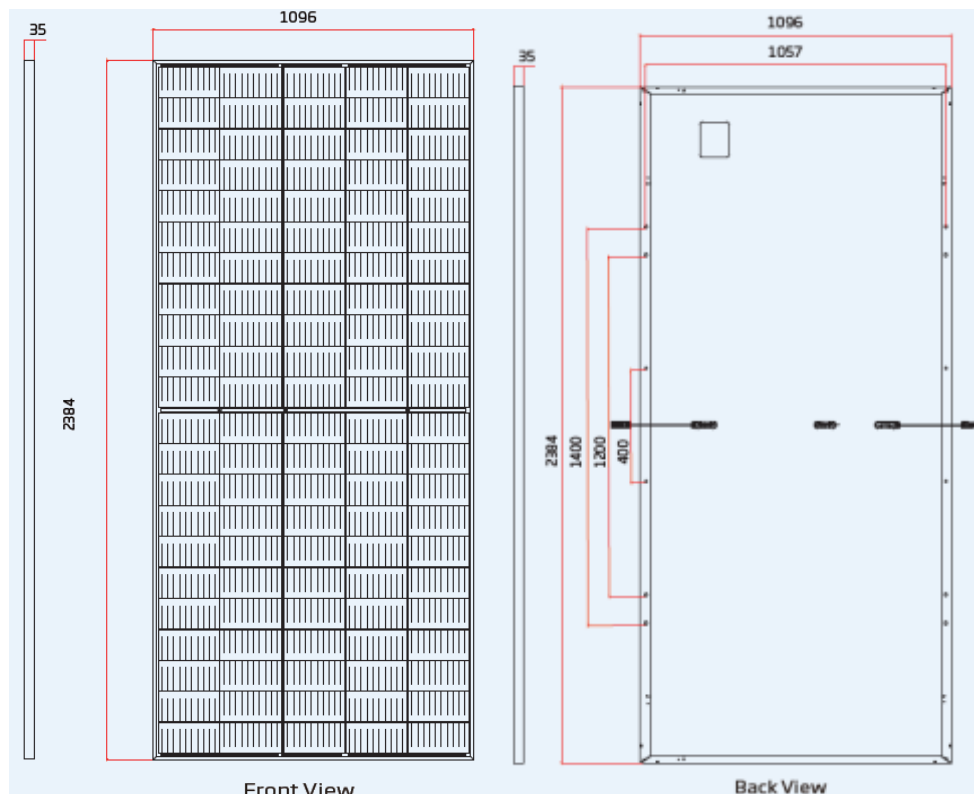
3.2.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Il progetto prevede l'utilizzo di moduli monocristallini della ditta TRINA SOLAR, mod. VERTEX, di potenza 550 Wp e dimensioni 2384x1096x35 mm, incapsulati in una cornice di alluminio anodizzato dello spessore di 35 mm, con un peso totale di 28,6 kg ciascuno.

Le caratteristiche elettriche dei modelli scelti per il progetto in esame sono riportati nella tabella seguente:



Peak Power Watt- P_{max} (Wp)	550
Power Output Tolerance- P_{max} (W)	0 - + 5
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	31,8
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	17,45
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	38,1
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	18,56
Module Efficiency η_m (%)	21,2

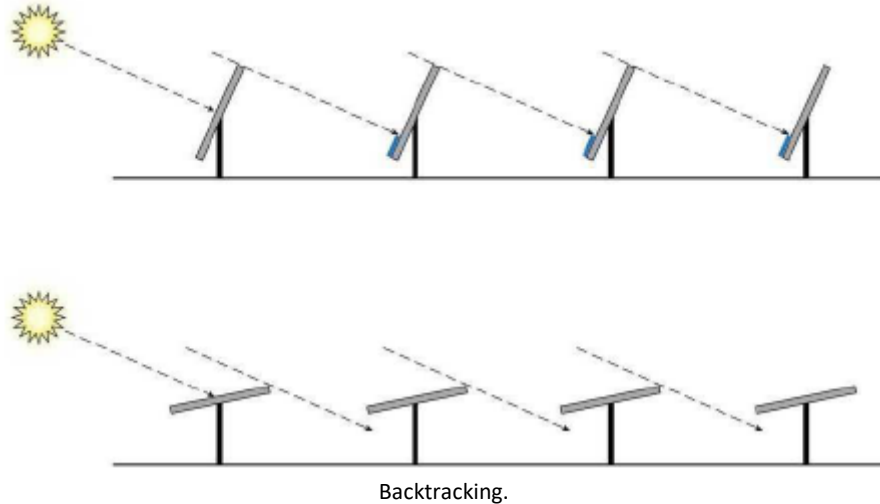


Specifiche del modulo monocristallino.

3.2.2 TRACKER

La soluzione tecnologica proposta prevede l'utilizzo di un sistema ad inseguitore solare in configurazione mono-assiale (tracker tipo TRJ) da 36 moduli fotovoltaici, per un totale di 5.040.

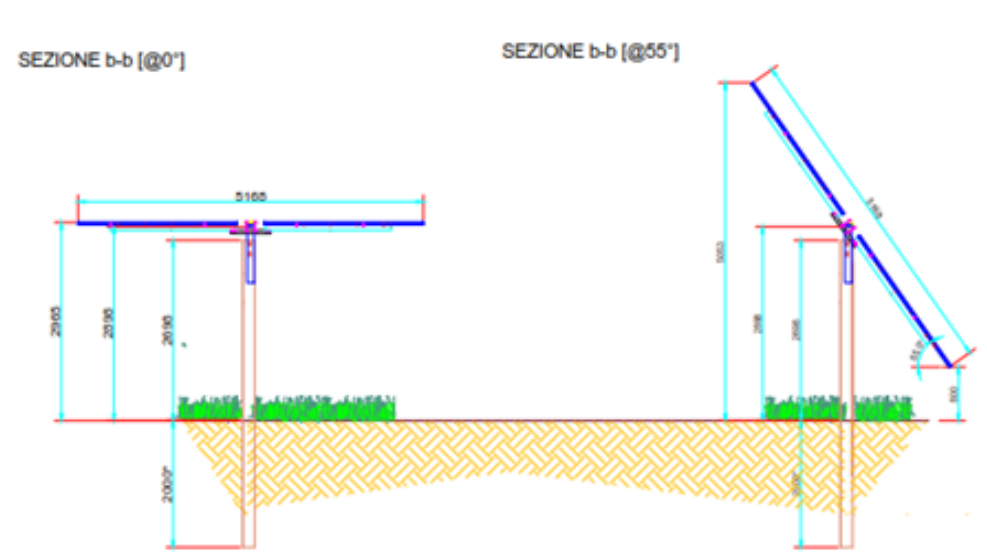
Il sistema di backtracking verifica e garantisce che una serie di pannelli non oscuri altri pannelli adiacenti, soprattutto quando l'angolo di elevazione del Sole è basso, all'inizio o alla fine del giorno.



La distanza prevista tra gli assi delle strutture di supporto sarà variabile tra 9,20 m e 11,20 m.

L'orientamento delle file d'impianto è l'asse nord-sud (0° sud, azimut 180°) e la rotazione dei moduli fotovoltaici rispetto al piano orizzontale varia fino a $\pm 55^\circ$ est-ovest nell'arco delle ore sole.

L'altezza al mozzo delle strutture è di circa 2,80 m dal suolo, così come consigliato nel "Prontuario per la valutazione dell'inserimento del fotovoltaico nel paesaggio e nei contesti architettonici" redatto del Ministero per i Beni e le Attività Culturali in associazione con la Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici del Veneto; In questo modo nella posizione a 55° i pannelli raggiungono un'altezza minima dal suolo di 0,70 m e un'altezza massima di 4,95 m, consentendo un'adequata circolazione dell'aria ed impedendo l'effetto terra bruciata dovuto alla scarsa areazione e drenaggio.



Sezione trackers e moduli in progetto.

La struttura del tracker TRJ è completamente adattabile secondo le dimensioni del pannello fotovoltaico, le condizioni geotecniche del sito specifico e lo spazio disponibile.

La configurazione elettrica delle stringhe richiede la seguente tabella di configurazione dei tracker con moduli fotovoltaici:

- Struttura 1x36 moduli fotovoltaici con il lato lungo perpendicolare all'asse di rotazione.
- Dimensioni (L) 20,263 m x 5,168 m x (H) max. 4,953 m.
- Componenti meccanici della struttura in acciaio: 3 montanti (di solito circa 4 m di altezza comprese le basi) e 4 tubolari quadrati (le specifiche dimensionali variano in base al terreno e al vento e sono inclusi nelle specifiche tecniche verificate durante la progettazione preliminare del progetto). Supporto del profilo Omega e ancoraggio del pannello.
- Componenti proprietari del movimento: 5 post-teste (2 per estremità e intermedio e 1 supporta il motore). Una scheda di controllo elettronica per il movimento (una può servire 10 strutture). 1 motore (attuatore elettrico lineare (mandrino) AC).
- La distanza tra i tracker (l) impostata per il progetto, sarà variabile tra 9,20 m e 11,20 m.
- L'altezza minima da terra dei moduli (D) è di circa 0,70 m.
- Ogni struttura pesa circa 800 kg.
- Sono necessari in media 50 tracker (con moduli fotovoltaici 550 Wp) per 1 MWp.

Le strutture dei tracker sono costituite da pali verticali infissi al suolo e collegati da una trave orizzontale secondo l'asse nord-sud (mozzo) inserita all'interno di cuscinetti appositamente progettati per consentirne la rotazione lungo l'arco solare (asse est-ovest). Ogni tracker è dotato di un motorino elettrico con albero a vite senza fine, che trasmette il moto rotazionale al mozzo.

Questo tipo di strutture hanno la caratteristica di poter essere infisse nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in cls, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva; inoltre, come certificato dal costruttore, le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali.

In aggiunta alla elevata facilità di installazione e montaggio, si tratta di strutture molto versatili in quanto si adattano alla morfologia del terreno senza necessitare di opere di scavi e rinterrati e alle demarcazioni naturali dei campi, sono resistenti agli agenti atmosferici necessitando solo di sporadici interventi di manutenzione ordinaria e rispettano un rapporto di copertura adeguato ad evitare generali effetti di desertificazione del suolo.

I pali, che avranno un profilo in acciaio ad omega per massimizzare la superficie di contatto con il terreno, saranno infissi nello stesso per mezzo di apposito "battipalo".

L'impianto fotovoltaico sarà dunque composto dall'insieme dei moduli, dagli inverter e dai trasformatori elevatori di tensione che saranno collegati tra di loro e, per ultimo, alla rete generale mediante elementi di misura e protezione.

Gli inverter, posti nei locali tecnici nei rispettivi sottocampi, permetteranno di trasformare la corrente continua in uscita dalla centrale fotovoltaica in corrente alternata convogliata nella cabina di consegna/utenza di ciascuna sezione d'impianto.

3.2.3 INVERTER

La centrale è composta da 18 sottocampi, costituiti ognuno da una "cabina inverter" i quali saranno suddivisi in 6 gruppi funzionali. Ogni gruppo sarà costituito da massimo 4 cabine interconnesse in entra-esce tramite un collegamento in MT alla tensione nominale di 30 KV, per un totale dunque di 5 dorsali di potenza nominale rispettivamente pari a: A) 22,97 MWp; B) 17,23 MWp; C) 17,19 MWp; D) 21,98 MWp; E) 20,43 MWp.

Ciascuna "cabina inverter" di ogni sottocampo sarà costituita da una sezione di raccolta DC, una sezione inverter per la conversione DC/AC, un quadro AC in bassa tensione, un trasformatore BT/MT e un quadro MT costituito da 2 o 3 celle (in particolare: protezione trasformatore, arrivo linea - assente nella cabina terminale - e partenza linea).

Tutte le dorsali confluiranno in una cabina di raccolta MT, collocata in adiacenza alla sottostazione elettrica MT/AT per la connessione alla RTN a 220 KV.

Ogni sottocampo (dei 18 presenti) sarà costituito dai seguenti componenti:

- tracker mono-assiali da 36 moduli fotovoltaici, per una potenza di 19,98 KWp;
- quadri elettrici in DC;
- convertitore statico centralizzato DC/AC;
- quadri elettrici in bassa tensione sez. AC;
- trasformatore BT/MT;
- quadri elettrici in media tensione.

Per consentire la trasformazione da corrente continua in corrente alternata è necessaria l'installazione di appositi convertitori statici di energia "Inverter".

Per il progetto in esame sono stati selezionati inverter con le seguenti caratteristiche: gli inverter DC/AC sono della SMA modello SC4400 UP/ SC4200 UP o similare, di potenza nominale in AC pari a 4.400 kW e 4.200 kW, in grado di gestire la potenza in DC di ogni sottocampo costituente la centrale. L'inverter sarà dotato di: un sezionatore e fusibili lato DC, un canale MPPT in grado sia di adattare la propria impedenza per seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico, che di produrre un'onda sinusoidale con un contenuto armonico entro i valori stabiliti dalle norme.



Inverter SUNNY CENTRAL UP della SMA.

3.2.4 STRING BOX

Allo scopo di realizzare le connessioni in parallelo delle stringhe saranno utilizzate delle string box con le seguenti caratteristiche indicative:

Technical Data

APPLICATION DATA

Operating ambient temperature range	-20 °C to +50 °C
Intended installation location	protected outdoors (>1 km from sea)
Conformity with norms	IEC 61439-2 ed 2.0 / EN 61439-2:2011
Altitud above sea level	up to 3000m

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Rated DC voltage (Un)	1500 VDC
Rated DC current per input (Inc)	9,4
Rated DC current per input (10h short-circuit at main output)	1.25 · Inc
DC earthing system	floating positive and negative
Switch disconnecter breaking & making capacity (acc. to IEC 60947-3)	400 A (DC21B 1500 V)
Circuit breaker breaking & making capacity (acc. to IEC 60947-2)	N/A
Contactors breaking & making capacity (acc. to IEC 60947 4-1)	N/A
Switch-disconnector / Circuit breaker / Contactor handle location	direct handle (inside enclosure)
Surge protection on DC ports	1500V DC, type II, Imax = 40 kA, Up ≤ 5.0 kV, no aux. contact
Surge protection on monitoring supply ports	N/A
Surge protection on EIA RS 485 ports	N/A

ENCLOSURE

Enclosure dimensions (H x W x D)	1035 x 835 x 300 mm
Material	glass-fiber reinforced polyester (GFRP)
Degree of protection (acc. to IEC 60529)	IP65
Form factor	cabinet with hinged door(s)
Fixing system	plastic wall mount lugs

3.2.5 TRASFORMATORI

Nelle "cabine inverter" sarà presente un trasformatore trifase MT/BT 30kV/0,66kV da 4400 kVA del tipo ad olio, per installazioni da esterno, dotato di centralina e sonde termometriche, avente le seguenti caratteristiche indicative:

TYPE	Medium-voltage transformer for inverter application	
DESIGN	Three-phase-oil-transformer hermetic sealed with electrostatic shield winding	
RATED POWER @ 50 °C	[kVA]	3960
RATED POWER @ 25 °C	[kVA]	4400
RATED CURRENT AT LOW-VOLTAGE LEVEL @ 50 °C (APPROX.)	[A]	3464
RATED VOLTAGE	[kV/kV]	22 / 0.660
TAP CHANGER	With	
TAPPING HIGH-VOLTAGE LEVEL	[%]	±2 x 2.5%
FREQUENCY	[Hz]	50
VECTOR GROUP	Dy11	
NO-LOAD LOSSES (AT RATED VOLTAGE)	[kW]	3.1
SHORT-CIRCUIT LOSSES (@ TEMP. 75 °C, @ RATED POWER)	[kW]	35.7
IMPEDANCE VOLTAGE AT RATED CURRENT (@ TEMP. 75 °C, @ RATED POWER)	[%]	6 to 8.5
MAX. VOLTAGE FOR EQUIPMENT U _m	[kV]	24
TYPE OF COOLING	KNAN	
MAX. ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL	[m]	4000
AMBIENT TEMPERATURES (MIN. / MAX.)	[°C]	-25 / 50
@ 1000 m	[°C]	50
@ 2000 m	[°C]	47.5
@ 3000 m	[°C]	45
@ 4000 m	[°C]	42.5
MAX. OVER TEMPERATURE (HOT SPOT / WINDING / OIL)	[°K]	100 / 85 / 80
SHORT-CIRCUIT DURATION	[s]	2
MANUFACTURERS REGULATION	IEC 60076	
INSULATION LEVEL (HV / LV)	II 125 AC 50 / II - AC 10	
HIGH-VOLTAGE BUSHING	Outside cone bushings 630 A, type C	
LOW-VOLTAGE BUSHING	3.6 kV bushing for at least 4000 A	
MAX. DIMENSIONS (LxWxH)	[mm]	1606 x 2200 x 2350
TOTAL WEIGHT (APPROX.)	[kg]	7500
OIL WEIGHT (APPROX.)	[kg]	1980
OIL TYPE	Oil based on ester	
COATING according to ISO 12944-5	C3H	
IP-CODE OF ASSEMBLED TRANSFORMER according to IEC 60529	IP54	
TRANSFORMER PROTECTION	<ul style="list-style-type: none"> - Resistance thermometer PT100 for analogue oil temperature measurement - Over pressure gauge with a changeover contact - Oil level gauge with a changeover contact - Over pressure safety valve 	
ACCESSORIES	<ul style="list-style-type: none"> - Oil filling pipe - Oil sampling valve - Lifting lugs - Earthing terminals - Nameplate 	

All technical data are subject to change at any time without notice. SMA assumes no liability for typographical or other errors.

Values subject to tolerances according to IEC 60076

3.2.6 CABINE ELETTRICHE

Le "cabine inverter" di sottocampo saranno costituite da due parti principali affiancate, una costituita da uno shelter metallico del tipo prefabbricato di dimensioni esterne pari a circa 6,10x2,45x2,50 ml e da una seconda costituita da un monoblocco in struttura monolitica autoportante (cemento armato vibrato - CAV), conforme alla norma CEI EN 62271-202 con dimensioni (esterne) pari a circa m. 6,70x2,46x2,46 ml.

I passaggi, previsti per il transito delle persone, saranno larghi almeno 80 cm, al netto di eventuali sporgenze; se dietro un quadro chiuso sarà previsto il transito delle persone, la larghezza del passaggio potrà essere ridotta a 50 cm.

La cabina sarà posata su fondazione realizzata in opera o prefabbricata tipo vasca avente altezza esterna di circa 60 cm (interna di 50 cm) e dotata di fori diametro 18 cm a frattura prestabilita in modo da consentire l'ingresso e l'uscita dei cavi MT/BT nei quattro lati.

La vasca che fungerà da vano per i cavi sarà accessibile da botola su pavimento dei rispettivi locali o da botola esterna.

A completamento delle cabine saranno forniti:

- n. 2 porte di accesso in lamiera o VTR;
- n. 1 porta di accesso in lamiera zincata e preverniciata.

Il calore prodotto dal trasformatore, dai quadri e dagli inverter sarà smaltito tramite ventilazione naturale per mezzo di apposite griglie di aerazione e tramite ventilazione meccanica per mezzo di torrini di estrazione elicoidale.

Le cabine saranno inoltre dotate di:

- punti luce costituiti da plafoniera IP65 con lampada a led da 11 W, avente autonomia di 2h, combinati con interruttore bipolare, presa bipolare e fusibili;
- collettore e anello di messa a terra interno, realizzato con piatto di rame mm 20x5, morsetti e capicorda, compreso il collegamento delle masse metalliche, dei quadri BT, del trasformatore nonché il collegamento del PE degli inverter e del trasformatore;
- accessori antinfortunistici: estintore a polvere, lampada emergenza ricaricabile, guanti isolanti, pedana isolante, cartelli ammonitori vari, schema elettrico di cabina;
- gruppo soccorritore (UPS) per circuiti ausiliari (trascinamento) tipo UPS o HPS (220Vca-220Vca/220Vca-48 24 Vcc /Vca).

3.2.7 CABINE SERVIZI

Oltre alle cabine elettriche, sono previste due cabine servizi del tipo prefabbricato monoblocco in struttura monolitica autoportante (cemento armato vibrato - CAV), conforme alla norma CEI EN 62271-202 contenenti rispettivamente:

- il locale misure, il locale tecnico di utente contenente lo scada di impianto FV e il locale servizi igienici;
- il locale contenente i quadri di protezione e controllo e il server scada a servizio della sottostazione elettrica MT/AT;
- il locale contenente il quadro di alimentazione e switching (con alimentazione di rinalzo/emergenza da connessione BT ENEL dedicata) servizi ausiliari di sottostazione e di impianto FV (QGBT).

3.2.8 IMPIANTO GENERALE DI TERRA

Il sito verrà provvisto di un impianto generale di terra di protezione costituito da un sistema di dispersori a picchetto tra loro interconnessi mediante conduttore di terra in rame di colore giallo-verde posato all'interno di un tubo in PVC. L'impianto sarà collegato ad un collettore generale dal quale verranno poi derivati tutti i collegamenti secondari.

3.2.9 OPERE CIVILI E SERVIZI AUSILIARI

Le opere civili consistono in tutte quelle opere e manufatti connessi all'impianto fotovoltaico in progetto.

Viabilità

Le strade di accesso al sito saranno quelle presenti praticamente lungo i confini dei lotti interessati.

L'opera in progetto prevede in ogni caso la realizzazione di una viabilità circolare perimetrale ai filari di pannelli (principale) ed una minima viabilità interna di raccordo degli stessi (secondaria), esclusa al traffico civile, comunque percorribile anche da autovetture ed utilizzata anche per la fase di cantiere.

La viabilità, almeno quella perimetrale, sarà realizzata in modo da consentire la circolazione anche in caso di maltempo (salvo neve e/o ghiaccio); a questo scopo il fondo della carreggiata avrà sufficiente portanza, ottenibile mediante la formazione di una massicciata o inghiaatura (l'asfaltatura è da escludere) ed attraverso il costipamento dello strato costituito da granulare misto stabilizzato con macchine idonee.

Data la debole intensità del traffico, la velocità modesta dello stesso e la quasi unidirezionalità dei flussi, la strada in progetto sarà ad un'unica carreggiata, la cui larghezza (massima 5 metri) va contenuta nel minimo necessario ad assicurare il transito in sicurezza dei veicoli e sarà assicurata la loro continua manutenzione.

Tale disponibilità di una rete viabile adeguata alle necessità dei lavori costituisce premessa irrinunciabile per lo svolgimento degli stessi e per le successive opere di manutenzione ordinaria che dovranno effettuarsi negli anni successivi alla realizzazione dell'investimento.

La realizzazione della viabilità principale e secondaria comprende:

- il compattamento del piano di posa della fondazione stradale (sottofondo) nei tratti in trincea per la profondità e con le modalità prescritte dalle norme tecniche, fino a raggiungere in ogni punto un valore della densità non minore del 95% di quella massima della prova AASHTO modificata, ed una portanza caratterizzata in superficie da un modulo di deformazione $M_d \leq 50 \text{ N/mm}^2$ in funzione della natura dei terreni e del rilevato;
- la posa di geotessile non tessuto costituito esclusivamente da fibre in 100% polipropilene a filamenti continui spunbonded, stabilizzato ai raggi UV;
- la massicciata stradale eseguita con tout-venant da impianti di recupero rifiuti derivanti dall'attività di costruzione/demolizione a distanza non superiore ai 20 km. Granulometria 0/63 mm, limite di fluidità non maggiore di 25 ed indice di plasticità nullo, portanza espressa da un modulo di deformazione M_d non inferiore a 80 N/mm^2 ricavato dalle prove con piastra avente diametro di 30 cm.

Scavi

Gli scavi a sezione ristretta, necessari per la posa dei cavi elettrici avranno ampiezza variabile tra 30 e 80 cm e profondità massima di 120 cm. La larghezza dello scavo potrà variare in relazione al numero di linee elettriche (terne di cavi) che dovranno essere posati. Gli scavi, effettuati con mezzi meccanici, saranno realizzati evitando scoscendimenti, franamenti, ed in modo tale che le acque scorrenti alla superficie del terreno non abbiano a riversarsi nei cavi. I materiali rinvenuti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno momentaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o in altri siti individuati nel cantiere. Successivamente lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro. I materiali in eccedenza rinvenuti per la realizzazione delle fondazioni e degli scavi potranno essere utilizzati per l'appianamento dell'area di installazione. Trattandosi di scavi poco profondi, in terreni naturali lontani da strade, sarà possibile evitare la realizzazione delle armature, qualora la natura del terreno sia sufficientemente compatta.

Infissione pali dei tracker

I tracker hanno la caratteristica di poter essere infissi attraverso i pali nel terreno senza bisogno di alcun tipo di fondazione in cls, compatibilmente alle caratteristiche geotecniche del terreno e alle prove penetrometriche che verranno effettuate in fase esecutiva; inoltre, come certificato dal costruttore, le strutture sono in grado di supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali.

I pali, che avranno un profilo in acciaio omega per massimizzare la superficie di contatto con il terreno - la cui profondità di posa dipende dal tipo di terreno - saranno infissi nel terreno per mezzo di apposito "battipalo". Le strutture che sostengono i moduli fotovoltaici verranno posizionate in file parallele con interasse di circa 9,2 metri in modo tale che la distanza minima dei moduli sia di 4 m in posizione orizzontale per la tipologia 1 ed in file parallele con interasse di circa 11,2 metri in modo tale che la distanza minima dei moduli sia di 6 m in posizione orizzontale per la tipologia 2, allo scopo di evitare mutui ombreggiamenti tra i moduli, consentire una buona permeabilità del suolo ma soprattutto permettere il passaggio delle macchine operatrici per le attività agricole.

Posa moduli

I moduli verranno posati da squadre di 3 operatori cad., coadiuvati da un mezzo di trasporto e sollevamento (muletto da cantiere). I moduli saranno adagiati sulle strutture di supporto dei tracker ed a queste fissate per mezzo di appositi sistemi di bloccaggio a vite.

Realizzazione dei cavidotti

Verranno eseguiti degli scavi a sezione obbligatoria, per mezzo di scavatori cingolati, avendo cura di sistemare temporaneamente il materiale inerte su uno dei due bordi di scavo, in modo da lasciare l'altro libero per la posa dei corrugati e/o dei cavi elettrici che verranno posati all'interno dello scavo.

Qualora si attui la posa diretta del cavo, senza la protezione di cavidotto in apposito corrugato, si dovrà predisporre un letto di posa in sabbia, atto a proteggere i cavi da danneggiamenti meccanici.

La sabbia andrà stesa entro lo scavo prima e subito dopo la posa del cavo stesso.

Sopra il secondo strato di sabbia, dovrà essere predisposta apposita bandella di guardia, atta a segnalare la presenza del cavidotto in tensione.

Recinzioni e cancelli

Contestualmente all'installazione dell'impianto fotovoltaico in progetto si prevede la realizzazione di una recinzione lungo il perimetro di confine allo scopo di proteggere l'impianto. Tale recinzione non presenterà cordoli di fondazione posti alla base, ma si procederà con la sola infissione dei pali a sostegno, ad eccezione dell'area di accesso in cui sono presenti dei pilastri a sostegno della cancellata.

Per la progettazione e realizzazione della recinzione verranno rispettate le prescrizioni del PRT dell'Area Industriale di Cagliari, le quali prevedono che le opere di recinzione devono essere particolarmente curate e, sul fronte stradale in particolare, devono essere realizzate a giorno o con siepi verdi, prevedendo, quando possibile, anche alberature.

Per questo motivo lungo i margini del lotto adiacenti ai confinanti, la recinzione verrà realizzata lungo il confine stesso, mentre sui fronti stradali verrà arretrata di alcuni metri e verrà realizzata una fascia alberata di schermatura.

Dai limiti catastali verranno rispettate le fasce di rispetto di 12 m dai confinanti e di 15 m dai fronti stradali e dagli edifici, così come previste dal piano regolatore CACIP.

I sostegni che verranno utilizzati saranno pali in profili ad U. La rete metallica per recinzione sarà di tipo "a maglia romboidale" 50 x 50 mm plastificata di colore verde, in filo di ferro zincato, diametro 2 mm, di altezza circa 2 m ancorata a pali di sostegno in profilato metallico con sezione U (o eventualmente a T) in acciaio zincato di dimensioni 80x60 mm. I pali, alti 2,1 m, verranno conficcati nel terreno per una profondità pari 0,8 m e controventati con paletti in ferro zincato della stessa sezione, posti ad interasse non superiore a 3 m. Questi presenteranno giunti di fissaggio laterale della rete sul palo e giunti in metallo per il fissaggio di angoli retti e ottusi.

La recinzione lungo il confine con i lotti adiacenti verrà inoltre posizionata ad un'altezza da terra di circa 10 cm, al fine di permettere alla piccola fauna presente nella zona di utilizzare l'area di impianto, mentre lungo i fronti stradali saranno previsti dei ponti ecologici consistenti in cunicoli delle dimensioni di 100x20 cm sotto la rete metallica.

I cancelli (pedonali e carrabili) saranno realizzati in tubolari di acciaio e rete elettrosaldata, agganciati a profili tubolari quadrati in acciaio di dimensioni 10x10 cm ancorati al suolo tramite blocchi di fondazione in cls di dimensioni 50x50x50 cm su magrone di sottofondazione di spessore 10 cm, saranno completi di guida di scorrimento fissa e serratura.

Fondazioni cabine elettriche

Le opere civili relative alle cabine elettriche consistono nelle casseforme e nel calcestruzzo di fondazione.

Le Casseforme sono in legname grezzo per getti di calcestruzzo semplice o armato per opere in fondazione con armature di sostegno.

La Rete elettrosaldata è costituita da barre di acciaio B450C conformi al DM 14/09/2005 e successive modifiche, a aderenza migliorata, in maglie quadre in pannelli standard, con diametro delle barre FI 8, maglia cm 15x15.

Il calcestruzzo a durabilità garantita per opere strutturali in fondazione avente classe di consistenza S4, con dimensione massima dell'aggregato inerte di 31,5 mm, confezionato con cemento 32,5 e gettato entro le apposite casseforme, avente resistenza caratteristica RCK pari a 30 N/mm² e classe di esposizione XC1 - XC2 norma UNI EN 206-1.

Illuminazione e videosorveglianza

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico prevede anche l'installazione di sistema di illuminazione del campo fotovoltaico intervenendo sulle aree di utilizzo per mezzo di un sistema di accensione/spegnimento a tempo, finalizzato a ridurre il potenziale inquinamento luminoso.

All'interno delle cabine saranno posizionati dei punti luce costituiti da plafoniere IP65 con lampade a led da 11 W, aventi autonomia di 2h, combinate con interruttore bipolare, presa bipolare e fusibili.

È previsto, inoltre, un impianto di antintrusione e videosorveglianza composto da punti di rilevamento montati su pali perimetrali al lotto.

3.3 DESCRIZIONE COSTI - BENEFICI

Nei paragrafi seguenti viene analizzata la fattibilità del progetto in termini di costi e benefici economici del progetto in esame.

3.3.1 ANALISI DEI COSTI

Il mercato fotovoltaico italiano ha cominciato ad assumere un certo peso dal 2007 ed è cresciuto in modo esponenziale dal 2008 al 2010 per effetto delle politiche di incentivazione combinate alla diminuzione del costo degli impianti. La tecnologia fotovoltaica infatti ha assistito negli anni ad una costante riduzione del costo percentuale medio in funzione dell'aumento della capacità installata e della dimensione degli impianti. Un impianto fotovoltaico ha una vita media di circa 25-30 anni; l'incidenza maggiore dei costi è sostenuta all'inizio dell'investimento ed è rappresentata dalla fase di costruzione: moduli, inverter, opere edili e stradali, connessione etc...; non sono previsti costi di ricerca, estrazione, raffinazione, trasporto. In particolare, il costo del carburante è pressoché nullo in quanto l'alimentazione avviene tramite luce solare. Anche i costi per la manutenzione sono contenuti in quanto limitati alle eventuali sostituzioni di cavi elettrici, pannelli difettosi etc.

Il costo stimato per la realizzazione del progetto in esame è pari a circa 56.000.000 euro. Tale costo si riferisce, oltre che agli impianti principali (moduli fotovoltaici, cabine di trasformazione, cavi, supporti) anche alle opere agrarie, alle opere edili e stradali, ai costi di connessione, ai costi degli studi, ricerche, progettazione, direzione dei lavori e collaudi.

Come in altri impianti fotovoltaici di dimensioni medio-grandi, il costo dei lavori che incide maggiormente è quello delle opere impiantistiche: moduli, inverter, trackers, quadri, cavi etc che equivale a circa il 78% del costo dell'investimento mentre l'incidenza degli altri costi è contenuta: per i movimenti terra, conferimenti ed opere civili - che saranno appaltati a società locali per incentivazione della manodopera indiretta - l'incidenza è di circa il 7,5% del costo dell'investimento. Le opere esclusivamente agrarie incidono per il 2,60% del totale.

L'ottimizzazione dei costi di realizzazione di un impianto fotovoltaico è correlata da un lato al costo ribassato della tecnologia e dall'altra alla massimizzazione del rendimento energetico dell'impianto. I suddetti fattori, applicati all'impianto in progetto, hanno dato evidenza della profittabilità dell'investimento.

3.3.2 ANALISI DEI BENEFICI

3.3.2.1 Benefici economici

Gli impianti fotovoltaici richiedono un forte impegno di capitale iniziale per la realizzazione, con un tempo medio di ritorno dell'investimento di 5-7 anni; pertanto, questi impianti generano durante tutto il tempo di vita utile più energia di quella necessaria alla loro installazione, manutenzione e dismissione. Inoltre, al contrario di impianti alimentati da fonte fossile, il combustibile non deve essere approvvigionato ed è inesauribile, dal momento che è fornito dalla luce solare.

La durata degli impianti fotovoltaici, stimata in 25-30 anni nonché l'affidabilità della tecnologia stessa che prevede interventi di manutenzione ordinaria limitati alla sporadica sostituzione di cavi elettrici e/o pannelli e quindi con un'usura delle componenti pressoché nulla, rappresentano variabili positive per la valutazione economica di questo tipo di investimento.

Un'altra peculiarità della tecnologia fotovoltaica è quella dell'adattabilità e della flessibilità dei moduli, che si prestano ad essere inclinati ed orientati diversamente allo scopo di massimizzare il rendimento dell'impianto.

Nel caso del progetto in esame si optato per moduli montati su trackers monoassiali che consentiranno di far stimare la produzione annuale del progetto in esame in circa **2.066 kWh**, calcolato utilizzando il database di radiazione solare PVGIS-CMSAF. L'energia elettrica prodotta sarà ceduta ad un trader accreditato tramite la modalità di cessione sul mercato libero. La proprietà potrebbe valutare anche di partecipare al meccanismo delle aste secondo D.M. 04/07/2019.

Nell'ottica poi di ottimizzare le coltivazioni nell'area agricola dell'impianto, ha stipulato un accordo con ENEA per ottenere un dettagliato studio sulle tecniche da adottare per l'ottimale conduzione delle attività di coltivazione. ENEA si sta già occupando di tali tematiche anche per conto del Ministero dello Sviluppo Economico con l'obiettivo di individuare delle linee guida per lo sviluppo di impianti agro-fotovoltaici.

L'ottimizzazione dei costi di investimento e manutenzione stimati per il progetto in esame e quelli relativi al rendimento energetico ed economico danno evidenza della profittabilità dell'investimento.

3.3.2.2 Benefici energetici

L'impianto in progetto impiega la tecnologia fotovoltaica per convertire l'energia solare in energia elettrica. In quanto fonte di energia rinnovabile (FER), l'energia solare presenta vantaggi fondamentali in termini di benefici energetici, primi tra tutti la sua inesauribilità e la completa assenza di emissioni inquinanti durante il periodo di funzionamento degli impianti.

In considerazione dell'efficienza media degli impianti termoelettrici attualmente in esercizio in Italia, sono necessarie 2,56 kWh di energia da fonte fossile per produrre 1 kWh di energia elettrica.

Il sostegno alla produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è l'obiettivo cardine delle politiche energetiche comunitarie, nazionali e regionali, focalizzate su:

- riduzione della dipendenza dai combustibili fossili (anche a seguito della recentissima esigenza di ridurre la dipendenza dal gas russo);
- contenimento delle emissioni di gas serra e quindi degli impatti dei sistemi energetici sui cambiamenti climatici;
- abbattimento dei tassi di emissione di inquinanti nocivi per la salute umana e per l'ambiente;
- diversificazione del mix energetico.

Gli obiettivi fissati al 2020 dal D.M. 15 marzo 2012 (*Burden-sharing*), ovvero la riduzione del 20% delle emissioni di gas a effetto serra, l'innalzamento al 20% del risparmio energetico e l'aumento al 20% del consumo di energia prodotta da fonti rinnovabili, sulla base dei dati statistici del GSE sui consumi di energia rinnovabile nelle Regioni italiane risultano raggiunti e superati, fatta eccezione per Liguria e Sicilia.

Gli obiettivi al 2030 così come delineati nel Piano Nazionale Integrato per l'Energia ed il Clima (PNIEC) sono ancora più ambiziosi dal momento che per quanto riguarda le energie rinnovabili, l'Italia intende perseguire un obiettivo di copertura, nel 2030, del 30% del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili,

delineando un percorso di crescita sostenibile delle fonti rinnovabili con la loro piena integrazione nel sistema.

Gli obiettivi di crescita al 2030 della potenza in MW per le diverse fonti rinnovabili sono riportati nella tabella seguente, dove si vede che per il solare fotovoltaico al 2025 il target è fissato in 28.550 MW e al 2030 in 52.000 MW.

Fonte	2016	2017	2025	2030
Idrica	18.641	18.863	19.140	19.200
Geotermica	815	813	920	950
Eolica	9.410	9.766	15.950	19.300
di cui off shore	0	0	300	900
Bioenergie	4.124	4.135	3.570	3.760
Solare	19.269	19.682	28.550	52.000
di cui CSP	0	0	250	880
Totale	52.258	53.259	68.130	95.210

Obiettivi di crescita della potenza (MW) da fonte rinnovabile al 2030 (Fonte: PNIEC).

Il progetto dell'impianto fotovoltaico in esame pertanto risponde agli obiettivi delineati per il 2020 e contribuisce al raggiungimento di quelli fissati al 2030 di copertura del 30% del consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili.

I dati energetici dell'impianto proposto sono i seguenti:

Potenza impianto	99,792 MWp
Produzione annuale	2.065,66 kWh
Vita utile attesa	25-30 anni
Perdita stimata	0,5 %
Produzione senza emissioni inquinanti	206.000 MWh
Riduzioni di emissione di CO ₂	109.000 ton/anno
Fattore di emissione CO ₂ da combustibile fossile	0,53 kg di CO ₂ /kWh

Dati energetici dell'impianto.

3.3.2.3 Benefici ambientali

La sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore elettrico ha determinato una riduzione delle emissioni di gas a effetto serra. Al fine di valutare l'impatto di tali fonti sulla riduzione di gas a effetto serra vengono calcolate le emissioni di CO₂ evitate ogni anno. Tale statistica viene elaborata con cadenza biennale dal GSE per la pubblicazione della relazione nazionale sui progressi del Paese ai sensi della direttiva 2009/28/CE (GSE, 2017). La metodologia adottata da GSE prevede che ciascuna fonte rinnovabile sostituisca la quota di produzione fossile che risulta marginale nel periodo di produzione (festivo, lavorativo di picco e non di picco).

Nel Rapporto n. 303/2018 "Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei" la modalità utilizzata da Ispra consiste nel calcolo delle emissioni nell'ipotesi in cui l'equivalente energia elettrica da fonti rinnovabili sia realizzata con il mix fossile dell'anno in questione.

Le emissioni evitate sono quindi calcolate in termini di prodotto dell'energia elettrica generata da fonti rinnovabili per il fattore di emissione medio annuale da fonti fossili. L'ipotesi sottesa alle due metodologie è che in assenza di produzione rinnovabile la stessa quantità di energia elettrica deve essere prodotta dal mix fossile.

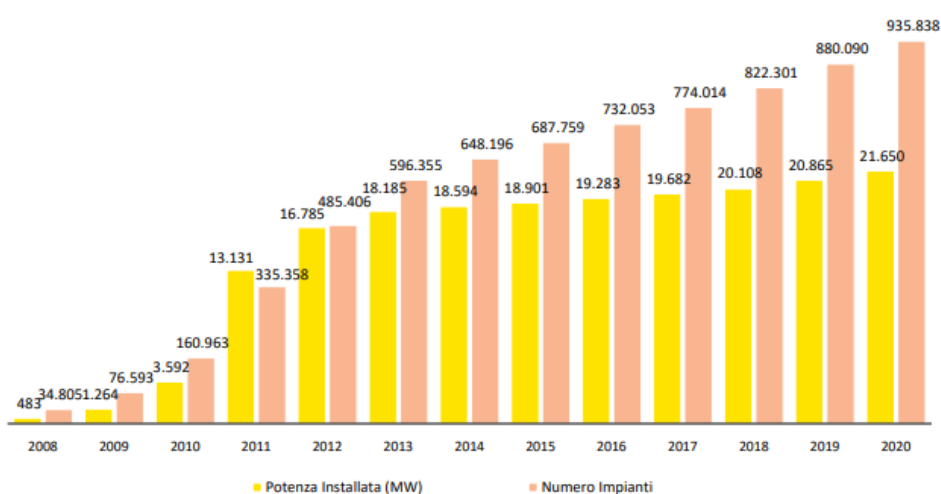
La quantità di energia elettrica che si stima prodotta dall'impianto in progetto è di circa **2.065,66 kWh** all'anno, considerando una perdita di efficienza annuale dei moduli di circa lo 0,5%, con una manutenzione regolare.

La realizzazione dell'impianto pertanto comporterà una riduzione di emissioni inquinanti e ad effetto serra in atmosfera pari a quelle che verrebbero prodotte dalla produzione di una equivalente quantità di energia elettrica da impianti a combustibili fossili.

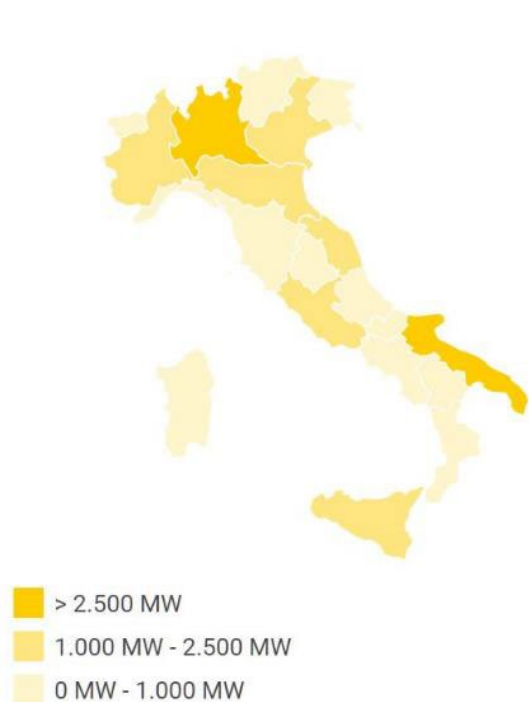
3.3.2.4 Manodopera impiegata

Sulla base dei dati riportati nel "Rapporto Statistico Solare Fotovoltaico 2020" del GSE e i dati Terna al 31/12/2020, a fine 2020 la potenza complessiva installata ammonta a 21.650 MW, + 3,8% rispetto al 2019 (20.865 MW) e la produzione annua risulta pari a 23.689 24.942 GWh, in aumento del 5,3% rispetto al 2019 (23.689 GWh).

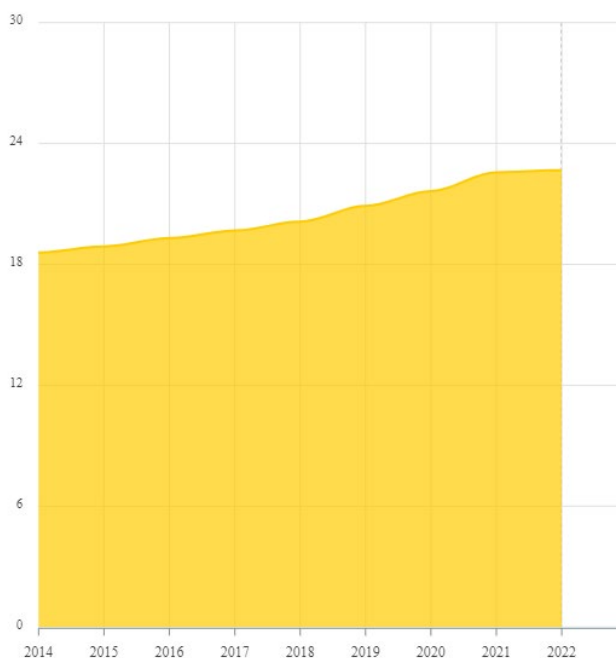
Evoluzione della potenza e della numerosità degli impianti fotovoltaici



Evoluzione potenza e della numerosità degli impianti fotovoltaici anni 2008-2020 (Fonte GSE).



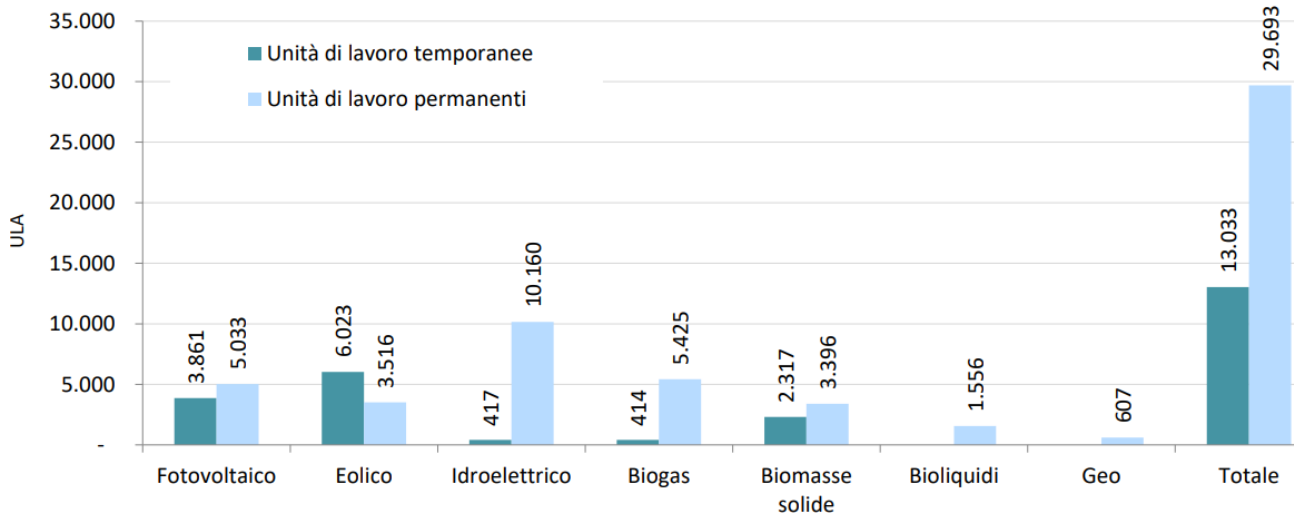
FOTOVOLTAICO 2014 - 2022 (GW)



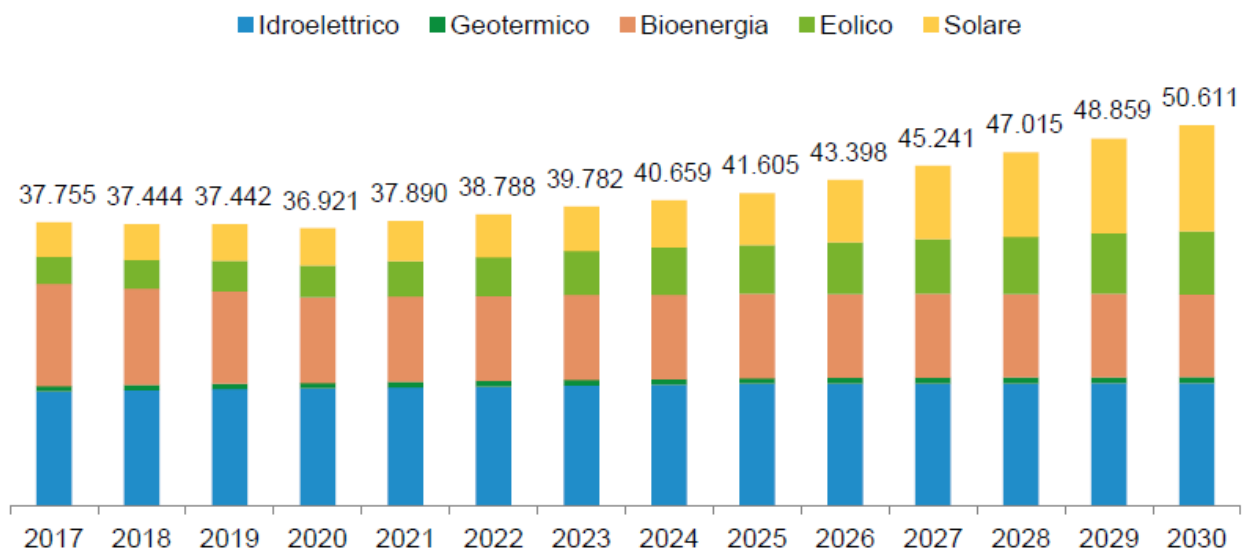
Crescita della potenza fotovoltaica (Fonte: Terna).

Gli investimenti nelle energie rinnovabili non generano solo significativi benefici economici, ma anche importanti **ricadute occupazionali**.

Definendo "occupazione permanente" quella relativa a tutta la durata del ciclo vita degli impianti (in fase di esercizio e in fase di manutenzione), "occupazione temporanea" quella correlata alle attività di realizzazione di un impianto e ULA la quantità di lavoro prestato nell'anno da un occupato a tempo pieno, emerge che i dati GSE preliminari 2018 risultano essere i seguenti:



Come si evince dalla figura seguente, l'evoluzione per fonte degli occupati permanenti (ULA dirette e indirette) conseguenti all'installazione di nuovi impianti FER-E dal 2017 al 2030 secondo lo scenario del PNIEC mostra come, in termini di ULA, gli occupati crescano da 37.775 unità nel 2017 a 50.611 nel 2030, con un saldo positivo pari a 12.836 ULA (+34% circa). Per il fotovoltaico gli occupati permanenti nel 2017 risultano essere 4.602 ULA permanenti mentre le stime di occupati al 2030 in seguito all'evoluzione del parco impianti per la produzione di energia elettrica secondo lo scenario PNEC è di 14.052 ULA permanenti (Fonte GSE).



Andamento per fonte degli occupati permanenti conseguenti all'evoluzione del parco impianti FER-E secondo lo scenario PNIEC (Fonte GSE).

Tecnologia	ULA Permanenti 2017	ULA Permanenti 2030	Δ ULA permanenti 2030 - 2017
FER	37.869	50.611	12.742
Idroelettrico	15.278	16.375	1.097
Eolico	3.719	8.406	4.687
Solare	4.602	14.052	9.450
Geotermico	689	789	100
Bioenergia	13.580	10.990	-2.590
Fossili	17.904	11.837	-6.067
Carbone	3.841	-	-3.841
Gas Naturale	13.583	11.408	-2.175
Prodotti Petroliferi	481	429	-52
Totale	55.773	62.448	6.675

Figura 4 - Occupati permanenti per fonte nel 2017 e nel 2030 in seguito all'evoluzione del parco impianti per la produzione di energia elettrica secondo lo scenario PNIEC (Fonte GSE).

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto porterà delle ricadute, sia dal punto di vista sociale sia dal punto di vista occupazionale, molto positive nel contesto socio – economico su cui andrà ad inserirsi. Le stime sul personale che sarà impiegato nella fase di costruzione, esercizio e dismissione sono riportate nella tabella seguente.

Attività	Figure professionali	Fase	Numero addetti
Progettazione	Ingegnere civile	Costruzione	8
Progettazione	Ingegnere elettronico	Costruzione	8
Progettazione	Geometra	Costruzione	8
Progettazione	Topografo	Costruzione	8
Progettazione	Geologo	Costruzione	3
Movimenti terra	Operai generici	Costruzione	60
Movimenti terra	Addetti mezzi movimento terra	Costruzione	40
Opere civili	Operai generici	Costruzione	60
Opere civili	Operai specializzati	Costruzione	40
Opere civili	Geometra	Costruzione	10
Opere civili	Camionisti	Costruzione	15
Opere civili	Direttore dei Lavori	Costruzione	10
Opere civili	Gruisti	Costruzione	15
Lavori elettrici	Ingegnere	Costruzione	10
Lavori elettrici	Elettricisti	Costruzione	90
Lavori elettrici	Operai generici	Costruzione	90
Lavori elettrici	Camionisti	Costruzione	15
Montaggio supporti e pannelli	Operai specializzati	Costruzione	100
Personale previsto per la fase di costruzione			550
Manutenzione ordinaria	Elettricisti	Esercizio	8
Manutenzione ordinaria	Operai generici	Esercizio	5
Manutenzione straordinaria	Ingegneri elettronici	Esercizio	3
Manutenzione straordinaria	Elettricisti	Esercizio	15
Manutenzione straordinaria	Operai specializzati	Esercizio	6
Manutenzione opere a verde	Giardinieri	Esercizio	8
Manutenzione opere a verde	Operai generici	Esercizio	5
Manutenzione opere a verde	Agronomo	Esercizio	4
Sorveglianza		Esercizio	6
Personale previsto per la fase di esercizio			60
Smontaggio Impianto	Ingegneri	Dismissione	5

Smontaggio Impianto	Elettricisti	Dismissione	25
Smontaggio Impianto	Operai specializzati	Dismissione	15
Smontaggio Impianto	Gruisti	Dismissione	10
Smontaggio Impianto	Camionisti	Dismissione	10
Smontaggio opere civili	Operai	Dismissione	25
Personale previsto per la fase di dismissione			90
PERSONALE TOTALE			700

Stima occupazione per la costruzione, esercizio e dismissione dell'impianto.

Il maggior numero di occupati per la realizzazione dell'impianto in progetto riguarda l'attività di costruzione, che impiegherà circa 550 persone per un periodo previsto di realizzazione di 12 mesi.

In fase di esercizio dell'impianto, stimato in circa 25-30 anni, alcune figure professionali saranno impiegate in modo continuativo per i servizi di sorveglianza, di manutenzione ordinaria e di gestione e supervisione tecnica dell'impianto; per la manutenzione delle aree a verde saranno previsti contratti a cadenza settimanale.

Allo scopo di massimizzare le ricadute economiche sul territorio, in base alle professionalità richieste saranno prioritariamente coinvolte maestranze e ditte locali; nel quadro occupazionale attuale del Comune di Uta si ritiene che le suddette prospettive occupazionali siano di sicuro interesse.

3.3.2.5 Benefici occupazionali indiretti

Durante la realizzazione dell'impianto fotovoltaico, il progetto produrrà flussi positivi in quanto numerose imprese locali potranno essere coinvolte nella realizzazione di opere accessorie, nella fornitura di servizi tecnici e logistici e nelle forniture di materiali da aziende locali.

Il progetto fotovoltaico creerà quindi un significativo numero di occupati indiretti, che includono gli addetti nei settori fornitori di beni e servizi.

La manodopera richiesta nella fase di gestione e manutenzione degli impianti invece è più contenuta sebbene significativa in termini di durata.

Secondo le stime del Rapporto di GreenPeace del 2014, sulla base delle politiche energetiche italiane da perseguire al 2030, le ricadute occupazionali nel fotovoltaico in termini di occupati diretti ed indiretti saranno oltre 6.770.

Tecnologia	Occupati diretti	Occupati indiretti	Totale occupati
Fotovoltaico	4.475	2.300	6.775

Stime occupati nel settore fotovoltaico al 2030

(Fonte: GreenPeace "Le ricadute economiche delle energie rinnovabili in Italia".

In aggiunta a quanto sopra, tra i benefici occupazionali indiretti possono essere inclusi anche i servizi di ristorazione, di accoglienza ecc. per il personale coinvolto nelle diverse attività.

È importante aggiungere che trattandosi di un progetto di agro-fotovoltaico rispetto alle considerazioni sopra esposte per la sola parte di produzione di energia elettrica, è previsto un aumento della forza lavoro agricola.

3.4 RAGIONEVOLI ALTERNATIVE

La valutazione delle alternative del progetto fotovoltaico in esame è stata strutturata sull'analisi delle possibili soluzioni progettuali alternative da un punto di vista localizzativo, progettuale, tecnologico e gestionale, inclusa l'opzione «zero» cioè quella di non realizzazione del progetto.

3.4.1 ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE

In considerazione degli obiettivi vincolanti che l'Unione Europea ha assegnato all'Italia per il 2020 le Regioni, in virtù del meccanismo del *burden-sharing*, sono state chiamate a contribuire responsabilmente e

fattivamente, in ragione delle proprie potenzialità, al raggiungimento degli obiettivi nazionali di raggiungimento della quota di consumi energetici coperti da fonti rinnovabili.

Allo scopo di contribuire al perseguimento degli obiettivi comunitari, nazionali e regionali di diffusione delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica e contestualmente di tutelare e preservare i valori ambientali del territorio dai possibili impatti generati dagli impianti di produzione di energia la Giunta Regionale, nell'Allegato B alla Deliberazione n. 27/16 del 1 giugno 2011 di approvazione delle Linee Guida per lo svolgimento del procedimento unico di cui all'art. 12 del D.Lgs. n. 387/2003 e s.m.i., ha indicato i **criteri per l'individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione di impianti fotovoltaici a terra** ai sensi del paragrafo 17.3. delle "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" di cui al D.M. del 10 settembre 2010.

Nell'analisi delle alternative di localizzazione pertanto sono state scartate le aree interessate dai vincoli esplicitamente indicati nell'Allegato B alla citata Deliberazione, focalizzando la scelta sulle aree indicate come preferenziali per la realizzazione di impianti fotovoltaici con moduli ubicati al suolo ai sensi del punto 16 delle LG Ministeriali – Impianti Fotovoltaici:

- gestite dal Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari che sin dalle origini ha svolto una funzione di supporto allo sviluppo economico e produttivo del sistema industriale dell'area metropolitana di Cagliari, attraverso la gestione dell'Area Industriale di Cagliari, che comprende le tre zone di agglomerazione di Elmas, Macchiareddu e Sarroch, per un totale di 9.244 ettari; tali aree pertanto corrispondono ai criteri di indirizzo per la valutazione positiva dei progetti ai sensi del punto 16 delle LG Ministeriali – Impianti Fotovoltaici;
- all'interno delle suddette aree, su terreni con ottima esposizione ai fini del miglior rendimento dell'impianto;
- facilmente raggiungibili dalla viabilità esistente;
- a morfologia perlopiù pianeggiante ai fini di una facile cantierizzazione e progettazione degli elementi dell'impianto;
- lontane dai principali centri abitati della zona;
- con presenza di infrastrutture per la distribuzione elettrica;
- sulle quali è stato possibile acquisire i diritti di superficie.

La scelta localizzativa finale proposta pertanto è costituita da terreni ubicati in un'area vasta mista agricola-industriale all'interno del perimetro dell'area industriale di Macchiareddu, che non presentano interferenze con beni di tutela paesaggistica né con edifici e manufatti di valenza storico-culturale, che non sono caratterizzati da suoli ad elevata capacità d'uso o da paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico.

Se da una parte la realizzazione dell'impianto in progetto comporterà una importante occupazione di suolo in fase di esercizio, d'altro canto le misure mitigative previste consentiranno, a fine vita utile dell'impianto, il completo ripristino della situazione preesistente. Si fa riferimento ad esempio alla scelta di strutture di sostegno con pali infissi nel terreno che riducono al minimo l'artificializzazione del suolo evitando il ricorso a fondazioni a plinto o a basamenti cementizi, oppure alla scelta di tracker con un sistema ad inseguitore solare in configurazione monoassiale che alloggia file di moduli con altezza al mozzo delle strutture di circa 2,80 m dal suolo; in questo modo nella posizione a +/-55° i pannelli raggiungono un'altezza minima dal suolo di circa 0,70 m e un'altezza massima di circa 4,95 m, consentendo un'adeguata circolazione dell'aria ed impedendo l'effetto terra bruciata dovuto alla scarsa areazione e drenaggio.

Va inoltre sottolineato che la presente proposta non include esclusivamente la realizzazione di un impianto fotovoltaico, ma anzi la produzione agricola ha un peso enorme nella riuscita del progetto tanto che **dei 180 ettari complessivi, circa 85 ettari costituiscono superficie coltivabile.**

3.4.2 ALTERNATIVE PROGETTUALI E DI LAYOUT

Gli impianti fotovoltaici con moduli collocati a terra possono essere di due tipi: impianti fotovoltaici ad inseguimento solare monoassiali o biassiali oppure impianti fotovoltaici a terra con sistemi fissi.

Per quanto riguarda gli impianti fotovoltaici "ad inseguimento solare" - definiti anche "vele solari" per la forma – possono essere:

- Biassiali - con moduli collocati a terra dotati di uno o più motori che muovono i pannelli fotovoltaici in modo tale che siano sempre perpendicolari alla fonte solare, ricevendo quindi il massimo irraggiamento disponibile;
- Monoassiali – con moduli che inseguono il sole secondo un solo asse, da Est ad Ovest, lasciando invariata l'inclinazione, oppure inseguono da Nord a Sud lasciando invariata la direzione a Sud, l'azimuth.

Gli impianti con sistemi fissi invece possono essere fissati a terra su pali autoportanti oppure su plinti in calcestruzzo.

Nel caso del progetto in esame la scelta progettuale e di layout è stata quella di installare i moduli a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra -55° (est) e +55° (ovest). Questa scelta ha lo scopo di massimizzare la produzione energetica in considerazione della morfologia delle aree individuate. Inoltre i pannelli saranno posizionati ad una distanza tra una fila e l'altra tale da consentire l'accesso dei mezzi agricoli e la coltivazione del fondo delle interlinee.

3.4.3 ALTERNATIVE TECNOLOGICHE

I principali tipi di pannelli fotovoltaici attualmente in commercio sono quelli in silicio monocristallino ("monocristallini"), in silicio policristallino ("policristallini") e quelli in silicio amorfo ("a film sottile"). Tutti questi tipi contengono il "silicio di grado solare", materiale semiconduttore che consente l'effetto fotovoltaico; ciò che cambia tra un tipo di pannello e l'altro è il tipo di lavorazione del semiconduttore e il tipo di cella fotovoltaica usata.

La conformazione ed il tipo di cella fotovoltaica utilizzata determina il tipo di pannello solare ed in genere il "tipo" di rendimento ottenibile da ciascuna tipologia in quanto alcuni tipi di pannelli fotovoltaici hanno rendimenti maggiori in condizioni di sole diretto, altri in condizione di luce diffusa. Inoltre, alcuni lavorano meglio ad alte temperature, altri, invece, alle alte temperature hanno sensibili cali di produzione.

La principale differenza tra i pannelli fotovoltaici di questo tipo è quindi l'efficienza, cioè il rapporto tra produzione e superficie occupata: un'efficienza minore non corrisponde ad una minore qualità dei pannelli bensì ad una maggiore superficie necessaria per ciascun kWh prodotto.

Pannelli fotovoltaici monocristallini

Il modulo monocristallino è quello con efficienza maggiore, stimata in una percentuale dal 15% al 20% e, per produrre una potenza di 1 Kw "di picco", necessita di circa 6 metri quadrati.

Il pannello è una lastra rigida costituita in genere da celle fotovoltaiche assemblate, da 30 fino a 60.

Le celle fv sono saldate tra loro e ricoperte da un vetro protettivo e da una cornice esterna di alluminio. Il modulo dura mediamente 25 anni con perdite di rendimento di meno dell'1% l'anno. Questi tipi di pannelli fotovoltaici sono abbastanza sensibili agli ombreggiamenti, anche parziali, ma lavorano molto bene se i raggi del sole cadono in maniera perfettamente perpendicolare alla loro superficie.

Per quanto riguarda il cosiddetto "bilancio energetico", ovvero il tempo necessario al pannello per produrre il quantitativo di energia pari a quello utilizzato per fabbricarlo, il modulo monocristallino ha bisogno da tre a sei anni di funzionamento.

Come tipo di soluzione risulta decisamente quella più costosa, tra quelle tradizionali, e viene impiegata quando ci sono condizioni ottimali di irraggiamento e si vuole sfruttare al massimo la superficie disponibile, per via della sua maggiore efficienza in relazione allo spazio occupato. Tra i tre tipi di pannello, infatti, è quello che ha bisogno di una minore superficie.

Pannelli fotovoltaici policristallini

Il modulo policristallino o multicristallino ha efficienze leggermente minori del monocristallino stimate in circa il 13% e necessita una superficie leggermente maggiore in quanto per produrre 1 kWp di potenza sono necessari circa 8 metri quadrati. Anche questo tipo di pannello come il monocristallino produce per almeno 25 anni con perdite fisiologiche di rendimento di circa l'1% l'anno, perdite dovute in sostanza all'invecchiamento del pannello ed alla conseguente decadenza dell'effetto fotovoltaico.

Anche questo tipo di pannello, come il precedente, è particolarmente sensibile agli ombreggiamenti, anche parziali, che possono causare improvvisi o temporanei cali di rendimento sull'intero impianto.

Per far fronte ai problemi dell'ombreggiamento, anche temporaneo, vengono utilizzate generalmente due differenti tecnologie: i microinverter o gli ottimizzatori. Entrambe queste soluzioni consentono di bypassare quei "colli di bottiglia" causati dall'effetto delle ombre su parte dell'impianto. Un'ombra che colpisce un pannello, infatti, compromette il rendimento dell'intero impianto. Per superare questo problema i microinverter convertono l'energia a livello del singolo pannello e la convogliano in uscita dall'impianto senza dipendere dagli altri pannelli collegati.

Le stesse tecnologie "anti-ombreggiamento" vengono utilizzate non solo per questi pannelli policristallini, ma anche per i pannelli in silicio monocristallino.

Pannelli fotovoltaici a film sottile

Il modulo a film sottile è quello che presenta la minore efficienza produttiva che è circa del 6%.

Questa tipologia necessita superfici mediamente maggiori per produrre un kWp di potenza fotovoltaica, fino a circa 20 metri quadrati nel caso dell'utilizzo di silicio amorfo.

Nonostante la minore efficienza, questo tipo di pannello ha una elevata diffusione sul mercato in considerazione dei costi più ridotti di produzione e di una maggiore versatilità di utilizzo. Il pannello fotovoltaico a film sottile infatti è una lastra di pochi millimetri di spessore, può essere flessibile e può essere in grado di ricoprire ed adattarsi perfettamente ad una moltitudine di differenti strutture architettoniche.

Il "*thin film module*" può rivestire intere facciate di edifici, può integrarsi a vetrate e ad altri elementi architettonici irregolari ed integrarsi in maniera efficace anche sui grandi tetti *non* ben esposti ai raggi del sole, inclinati o orientati in maniera non ottimale.

I pannelli fotovoltaici a film sottile possono inoltre costituire anche una pellicola flessibile di rivestimento di qualsiasi superficie architettonica. Tra i vantaggi del film sottile vi è anche quello di "*lavorare*" bene con luce diffusa o con alte temperature; può essere inoltre installato in posizione orizzontale o verticale senza inficiare sensibilmente sul rendimento. Installando questi pannelli non perfettamente a sud o in posizione verticale avranno comunque un rendimento maggiore rispetto ai pannelli in silicio cristallino installati nella stessa posizione.

L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte.

Sulla base delle simulazioni degli ombreggiamenti fatte per tutti i mesi dell'anno, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 7 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-primaverile, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici può favorire una certa riduzione dell'evapotraspirazione. La riduzione dell'intercettazione della luce solare invece, pur essendo un fenomeno inevitabile, avrà comunque effetti contenuti, sia perchè la scelta culturale è fatta con specie tendenzialmente sciafile, sia perchè il meccanismo della rotazione dei tracker, come già detto, lascerà un lungo periodo di esposizione diretta alla luce del sole durante il giorno.

3.4.4 ALTERNATIVA "ZERO"

L'alternativa zero consiste nella mancata realizzazione del progetto proposto, quindi una soluzione di questo tipo porterebbe ovviamente a non avere alcun tipo di impatto mantenendo la immutabilità del sistema ambientale.

La realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico in esame contribuirà a ridurre l'emissione di sostanze nocive in atmosfera, consentendo la riduzione delle emissioni di anidride carbonica (CO₂) in considerazione della mancata produzione di energia elettrica tramite l'utilizzo di combustibile fossile (per ogni kWh prodotto si rilasciano nell'atmosfera 0,53 Kg di CO₂).

La non realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto pertanto risulterebbe in contrasto con gli obiettivi comunitari, nazionali e regionali di:

- diffusione delle energie rinnovabili;
- riduzione delle emissioni di CO₂;
- aumentare il rendimento medio del parco esistente e favorire l'aumento dell'incidenza della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile sui consumi finali di energia.

Ad integrazione di quanto sopra, si aggiunge che la rimozione, a fine vita, di un impianto fotovoltaico come quello proposto risulta essere estremamente semplice e rapida soprattutto in forza del fatto che i pannelli saranno ancorati al suolo non tramite fondazioni/palificazioni, ma grazie a "zavorre". Questa tecnica di installazione, per sua natura, consentirà il **completo ripristino della situazione preesistente all'installazione dei pannelli**.

A questo va aggiunto che la parallela messa in coltura delle superfici agricole previste porterà ad una riqualificazione sostenibile dell'area, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, semine, piantagioni, impianto di irrigazione ecc.), sia tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo.

Volendo riassumere brevemente i vantaggi per l'attività agricola dell'ipotesi di integrazione agro energetica:

- rimessa in uso a fini di produzione agricola abbandonate e a rischio desertificazione;
- valorizzazione di specie vegetali sciafile e adattate a una ridotta insolazione/luminosità;
- riduzione dell'evapotraspirazione delle colture;
- riuso dei fabbricati e di tutte le infrastrutture aziendali, con rivalorizzazione complessiva dell'area anche a fini paesaggistici;
- miglioramento delle condizioni di stabilità del suolo, riduzione dell'erosione;
- miglioramento dell'infiltrazione e del drenaggio, della capacità di ritenzione idrica del suolo e nel complesso dell'assetto idraulico dell'area;
- miglioramento dei suoli per effetto degli interventi di miglioramento fondiario (spiетramento) da attuare prima della messa in coltura, e per l'utilizzo di tecniche di coltivazione biologica e rigenerativa come l'inerbimento e l'uso di cover crop;
- occupazione di addetti agricoli nell'azienda (che si aggiunge all'occupazione degli addetti alla manutenzione dell'impianto fotovoltaico);
- possibilità di effettuare sperimentazioni agrarie che permettano un miglioramento dell'efficienza produttiva agricola nelle aziende agro energetiche, al fine della messa a punto di un modello di agro-energy farm ad elevata funzionalità e produttività agricola

Sulla base di quanto sopra descritto si ritiene pertanto che la riconversione dell'area ad un sito di produzione di energia da fonte rinnovabile integrata alla attività agricola, rappresenti un riutilizzo compatibile ed efficace (anche dal punto di vista energetico) di un'area altrimenti inutilizzata all'interno di un tessuto agro/industriale.

In un'ottica di valorizzazione del territorio regionale dal punto di vista ambientale, sociale e di sostenibilità, si esclude dunque l'alternativa zero.

4. INTERAZIONE OPERA AMBIENTE E RELATIVE MITIGAZIONI E COMPENSAZIONI AMBIENTALI

Sulla base delle caratteristiche e della localizzazione del progetto, nei paragrafi precedenti è stato descritto lo stato attuale delle componenti ambientali potenzialmente interferite dalla realizzazione del progetto in esame.

Nei paragrafi che seguono invece si è proceduto all'analisi dei possibili impatti significativi potenzialmente correlati alla costruzione, all'esercizio e alla dismissione dell'impianto fotovoltaico su tutte le componenti ambientali descritte in precedenza e le relative misure previste per impedire, ridurre e compensare nel modo più completo possibile gli eventuali impatti negativi potenzialmente derivanti sull'ambiente dalla realizzazione del progetto.

Allo scopo di definire la stima della **significatività** degli impatti, è stata condotta un'analisi dell'alterazione quali-quantitativa delle singole componenti ambientali rispetto alla condizione di riferimento dovuta all'impatto generato dalle attività in progetto, definendo la significatività di ciascun impatto in funzione della sua tipologia, portata (intesa come estensione dell'areale interessato e densità della popolazione interessata), reversibilità e durata nel tempo.

Per determinare la significatività degli impatti è stata utilizzata la seguente tabella guida:

		SENSIBILITÀ DEI RICETTORI		
		Bassa	Media	Alta
MAGNITUDO DEGLI IMPATTI	Trascurabile	BASSA	BASSA	BASSA
	Bassa	BASSA	MEDIA	ALTA
	Media	MEDIA	ALTA	CRITICA
	Alta	ALTA	CRITICA	CRITICA

La sensibilità dei recettori è stata classificata in base alla seguente tabella:

SENSIBILITÀ DEI RECETTORI	Trascurabile	La componente non presenta elementi di sensibilità
	Bassa	La componente presenta limitati elementi di sensibilità e poco rilevanti
	Media	La componente presenta molti elementi di sensibilità ma poco rilevanti
	Alta	La componente presenta rilevanti elementi di sensibilità

La magnitudo degli impatti è così determinata:

CLASSE	LIVELLO DI MAGNITUDO
3 - 4	TRASCURABILE
5 - 7	BASSO
8 - 10	MEDIO
11 - 12	ALTO

La classe associata al livello di magnitudo è stata determinata attraverso i seguenti criteri di valutazione:

DURATA	Temporanea	≤ 5 anni
	Breve	
	Media	5 – 10 anni
	Lunga	≥ 10 anni
DISTRIBUZIONE TEMPORALE	Concentrata	Evento di breve durata ed unico evento
	Discontinua	Evento ripetuto nel tempo di riferimento

	Continua	Evento costante nel tempo di riferimento
AREA DI INFLUENZA	Circoscritta	Impatti con effetti nell'area di intervento o nel suo intorno
	Estesa	Impatti con effetti nell'intorno di alcuni chilometri
	Globale	Impatti con effetti su larga scala o su scala globale
RILEVANZA/INTENSITÀ	Trascurabile	Effetti non significativi o tali da non comportare il superamento dei valori di qualità della componente
	Bassa	Effetti rilevabili ma tali da non comportare il superamento dei valori di qualità della componente
	Media	Effetti rilevabili ma tali da non comportare il superamento dei valori di qualità della componente e delle altre componenti connesse
	Alta	Effetti rilevabili tali da compromettere significativamente una o più componenti
REVERSIBILITÀ	Breve termine	Impatti i cui effetti si esauriscono al cessare dell'azione di impatto
	Medio/Lungo termine	Impatti i cui effetti si esauriscono dopo un periodo definito ($\geq 5 - 10$ anni)
	Irreversibile	Le condizioni iniziali non possono essere ripristinate
PROBABILITÀ DI ACCADIMENTO	Bassa	Bassa frequenza di accadimento
	Media	Media frequenza di accadimento
	Alta	Alta frequenza di accadimento
	Certa	Evento inevitabile
MITIGAZIONE	Trascurabile	Il potenziale impatto non può essere mitigato in alcun modo
	Bassa	Il potenziale impatto può essere mitigato ma con scarsa efficacia
	Media	Il potenziale impatto può essere mitigato con sufficiente efficacia
	Alta	Il potenziale impatto può essere mitigato con alta efficacia

Sulla base delle azioni di progetto, dei fattori di impatto e delle componenti ambientali analizzati nel quadro ambientale è stata redatta la matrice di seguito riportata che, per ciascuna componente ambientale, specifica le azioni in grado di generare impatti ed i relativi fattori di impatto:

Componente ambientale	AZIONI		FATTORI DI IMPATTO
	Fase di cantiere (Costruzione e dismissione)	Fase di esercizio	
Popolazione e salute umana	Trasporto materiali	Funzionamento impianto	Emissioni di polveri e rumore Aumento del traffico stradale Rischi sulla salute derivanti dalla presenza dei campi elettromagnetici
Sistema antropico e socio-economico	Manodopera	Manodopera	Aumento delle spese e del reddito del personale coinvolto
Biodiversità	Scavi e riporti Trasporto materiali		Espianto di esemplari arborei Consumo di vegetazione

	Installazione dei moduli	Funzionamento impianto	Variazione del campo termico Emissioni di polveri Inquinamento luminoso
Suolo e sottosuolo	Installazione dei moduli fotovoltaici Regolarizzazione del lotto Trasporto materiali	Presenza dei moduli fotovoltaici	Consumo di suolo Modifica dello stato geomorfologico Accidentale sversamento di idrocarburi
Geologia e acque	Installazione dei moduli fotovoltaici Trasporto materiali	Pulizia e manutenzione dell'impianto	Utilizzo di acqua Modifica del drenaggio superficiale Accidentale sversamento di idrocarburi
Atmosfera: aria e clima	Scavi e riporti Trasporto materiali	Funzionamento impianto	Emissioni di polveri Emissioni inquinanti atmosferici
Sistema Paesaggistico	Presenza stessa del cantiere	Presenza stessa dell'impianto	Cambiamenti fisici degli elementi che costituiscono il paesaggio Impatto visivo e luminoso del cantiere

4.1 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

I potenziali impatti sulla popolazione e sulla salute umana correlati alla **fase di cantiere** del presente impianto agro-fotovoltaico consistono nel temporaneo aumento della rumorosità e del traffico e nel peggioramento della qualità dell'aria derivanti dalle attività di cantiere e dal movimento mezzi per il trasporto del materiale. Tali impatti comunque saranno di lieve entità perché di breve durata in quanto correlati alle sole fasi di costruzione e dismissione dell'impianto e locali in quanto circoscritti alle sole aree di cantiere e reversibili in quanto cesseranno al termine delle attività.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Aumento del traffico	Trasporto del materiale	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Medio termine Probabilità: Alta Mitigazione: Media	Classe 4: Trascurabile	Bassa	BASSA
Aumento delle emissioni di polveri e rumore	Movimenti terra Trasporto del materiale Installazione dei moduli	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Medio termine Probabilità: Media Mitigazione: Media	Classe 4: Trascurabile	Bassa	BASSA

Le azioni mitigative che saranno messe in atto per mitigare le attività rumorose saranno quelle di limitare le attività più rumorose ad orari consoni della giornata e spegnere i mezzi quando non in uso. Relativamente al traffico saranno previsti percorsi stradali che limitino l'utilizzo della rete viaria pubblica durante gli orari di punta del traffico.

In **fase di esercizio** il potenziale impatto sulla salute pubblica è quello collegato alla presenza di campi elettrici e magnetici generati dall'impianto fotovoltaico, per le cabine di trasformazione, dei cavi elettrici, dei dispositivi elettronici ed elettromeccanici installati nell'area di impianto e soprattutto delle linee elettriche in media tensione di interconnessione con la cabina primaria e/o con la rete di trasmissione nazionale. L'art. 3 del DPCM 8 luglio 2003 stabilisce i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50Hz generati dagli elettrodotti; in particolare, non deve essere superato il limite di esposizione di 100 µT come limite di esposizione ai fini della tutela da effetti acuti per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico. Nell'area di intervento non sono evidenziabili delle aree in cui debbano individuarsi delle fasce di rispetto a causa della possibile e/o ipotizzabile vicinanza di aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici o luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere. Volendo comunque effettuare una valutazione di quelle che potrebbero essere considerate aree di attenzione, si rilevano nelle vicinanze dell'area di progetto una comunità di recupero, un agriturismo ed il carcere di UTA. Si tratta di ricettori sensibili ma posti in posizione sufficientemente distante dal perimetro del lotto per cui, le distanze esistenti sarebbero abbondantemente superiori alle fasce di rispetto necessarie a garantire una induzione magnetica inferiore al limite dell'obiettivo di qualità posto dal citato decreto. Ad ogni modo si provvederà ad interrare tutti i cavidotti percorsi da bassa e media tensione.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Presenza di campi elettromagnetici	Presenza del parco fotovoltaico	Durata: Lunga Distrib. Temp.: Continua Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Lungo termine Probabilità: Certa Mitigazione: Media	Classe 6: Bassa	Bassa	BASSA

In fase di esercizio non si ritiene di dover considerare l'impatto generato dal rumore dal momento che gli impianti fotovoltaici non producono emissioni rumorose di alcun tipo.

Tabella di sintesi:

Impatto stimato	Significatività impatto	Misure di mitigazione	Significatività impatto residuo
Fase di cantiere			
Aumento del traffico	BASSA	Scelta di percorsi stradali che limitino l'utilizzo della rete viaria pubblica durante gli orari di punta del traffico	BASSA
Impatti sulla salute derivanti dall'aumento dalle emissioni di polveri e rumore	BASSA	Studio di un cronoprogramma giornaliero che limiti le attività più rumorose ad orari consoni	BASSA
Fase di esercizio			

Impatti sulla salute derivanti dalla presenza di campi elettromagnetici	BASSA	Interramento dei cavi a profondità adeguate	BASSA
---	--------------	---	--------------

4.2 COMPONENTE SOCIO-ECONOMICA

Come analizzato, il tasso di disoccupazione nella provincia di Cagliari e nel comune di Uta, sebbene sensibilmente ridotto rispetto al ventennio precedente, risulta tuttora molto elevato, anche raffrontato ai valori medi della Regione Sardegna e dell'Italia e soprattutto quello relativo alla disoccupazione giovanile.

Per la realizzazione dell'impianto in progetto si stima il seguente fabbisogno di personale:

- circa n. 550 addetti per l'esecuzione delle opere di allestimento cantiere e montaggio impianto della durata prevista di 12 mesi circa: scavi, movimentazione dei terreni, adeguamento della viabilità etc;
- circa n. 60 addetti in fase di esercizio, comprensivi del servizio sorveglianza e manutenzione ordinaria e straordinaria.

Per quanto riguarda le attività di allestimento cantiere e montaggio dell'impianto e delle opere accessorie saranno prioritariamente coinvolte maestranze locali, così come per i servizi di sorveglianza e manutenzione: escavatoristi, elettricisti, operatori dei mezzi meccanici ed elettrici, responsabili sicurezza ecc. Anche la fornitura di materiali, servizi tecnici e logistici sarà effettuata da imprese del territorio, producendo effetti positivi anche sull'occupazione "indiretta".

Alla luce di quanto sopra si ritiene che gli impatti sulla componente socio-economica in **fase di cantiere** saranno sicuramente positivi in quanto contribuiranno a fornire opportunità occupazionali di personale qualificato.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Aumento delle spese e del reddito del personale coinvolto	Presenza stessa del cantiere	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Medio termine Probabilità: Alta Mitigazione: -	Classe 5: Bassa	Media	MEDIA POSITIVA
Valorizzazione delle abilità e capacità professionali		Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Medio termine Probabilità: Alta Mitigazione: -	Classe 5: Bassa	Bassa	BASSA POSITIVA

Durante la **fase di esercizio**, gli impatti positivi sull'economia saranno connessi essenzialmente alle attività di manutenzione e gestione dell'impianto nonché di conduzione dell'opera agricola e della fascia verde di mitigazione.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Attività di gestione e manutenzione dell'impianto, delle opera agricole e delle aree verdi	Presenza del campo agro-fotovoltaico	Durata: Lunga Distrib. Temp.: Continua Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Lungo termine Probabilità: Certa Mitigazione: Media	Classe 5: Bassa	Media	MEDIA POSITIVA

Le azioni di mitigazione sulla componente socio-economica si traducono nella creazione di ricadute sull'occupazione locale generando occupati diretti ed indiretti, temporanei e/o permanenti con diversi livelli di professionalità durante la fase di costruzione ed esercizio dell'impianto agro-fotovoltaico. Tali previsioni prospettano quindi un'incidenza positiva nel quadro occupazionale locale in quanto saranno privilegiate maestranze ed imprese locali per l'esecuzione delle attività.

Tabella di sintesi:

Impatto stimato	Significatività impatto	Misure di mitigazione	Significatività impatto residuo	
Fase di cantiere				
Aumento delle spese e del reddito del personale coinvolto in cantiere	MEDIA	Non necessarie – Impatto positivo	MEDIA POSITVA	
Valorizzazione delle abilità e capacità professionali	BASSA	Non necessarie – Impatto positivo	BASSA	
Fase di esercizio				
Aumento delle spese e del reddito del personale coinvolto nella gestione e manutenzione dell'impianto e delle aree verdi		MEDIA	Non necessarie – Impatto positivo	MEDIA POSITVA

4.3 BIODIVERSITÀ

4.3.1 FLORA E VEGETAZIONE

Le aree interessate dal progetto in esame, sebbene localizzate nell'area industriale di Macchiareddu, presentano estese superfici agricole in stato di abbandono. Parte dei terreni interessati sono incolti e gli esemplari arborei presenti saranno espianati e reimpiantati ai bordi del campo agro-fotovoltaico come schermatura vegetale dell'area di progetto.

I potenziali impatti sulla componente flora e vegetazione correlati alla **fase di cantiere** dell'impianto sono collegabili alla modifica della componente erbacea esistente e all'espianato di alcune piante di olivo e di agrumi presenti in alcune delle proprietà interessate dal progetto.

Sono inoltre ravvisabili impatti, sebbene non significativi, dovuti al sollevamento di polvere da parte dei mezzi di cantiere nella fase di costruzione e di dismissione dell'impianto che in considerazione dell'entità e della durata non avranno incidenza sulla capacità fotosintetica delle specie vegetali causata dal deposito delle polveri sul fogliame.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Consumo di vegetazione	Regolarizzazione terreno Realizzazione viabilità Posa cavidotti Installazione pannelli	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Medio termine Probabilità: Certa Mitigazione: Media	Classe 4: Trascurabile	Bassa	BASSA
Aumento delle emissioni di polveri	Movimenti terra Trasporto del materiale Installazione dei moduli	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Medio termine Probabilità: Media Mitigazione: Media	Classe 4: Trascurabile	Bassa	BASSA

Le misure di mitigazione sono state intraprese già nella fase di localizzazione e progettazione in quanto:

- sono state escluse aree rilevanti da un punto di vista naturalistico, aree sottoposte a norme di salvaguardia o incluse nella rete ecologica naturale;
- sono state escluse aree caratterizzate da esemplari di specie di flora minacciate, contenute in Liste Rosse;
- sono state escluse aree con colture agricole di pregio (oliveti secolari, vigneti tradizionali);
- sono state escluse aree agricole di pregio paesaggistico.

Per la **fase di esercizio** i possibili impatti individuati consistono, oltre al consumo di vegetazione, nella variazione del campo termico nella zona di installazione dei moduli durante la fase di esercizio.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Consumo di vegetazione	Installazione pannelli	Durata: Lunga Distrib. Temp.: Continua Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Lungo termine Probabilità: Certa Mitigazione: Media	Classe 4: Trascurabile	Bassa	BASSA
Variazione del campo termico nella zona di installazione dei moduli	Installazione pannelli	Durata: Lunga Distrib. Temp.: Continua Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Lungo termine Probabilità: Certa Mitigazione: Media	Classe 5: Bassa	Bassa	BASSA

Al fine di mitigare gli effetti attesi in fase di esercizio sono stati preventivamente presi degli accorgimenti già in fase di progetto quali:

- previsione di utilizzo della viabilità esistente allo scopo di limitare al massimo gli sbancamenti e l'asportazione di terreno erboso e realizzazione di nuova viabilità di cantiere utilizzando materiali naturali stabilizzati;
- installazione dei pannelli su pali in modo tale da consentire l'irraggiamento solare anche nelle aree ombreggiate dai pannelli ma consentendo l'areazione naturale con conseguente limitazione del potenziale surriscaldamento;
- attuazione di un piano colturale e di un programma di manutenzione periodica del manto erboso sottostante i pannelli per consentirne l'attività biologica ed allo stesso tempo impedire eventuali incendi.

Relativamente al piano colturale, si può aggiungere che l'inerbimento, ma anche l'uso di cover crop, potrebbe essere utilmente applicato soprattutto lungo le file di posizionamento dei tracker, con una serie di utili effetti complessivi quali il mantenimento della fertilità e della componente organica e microbiologica del suolo; la riduzione dell'effetto albedo (riflessione della luce solare) con conseguente minore riscaldamento dei pannelli fotovoltaici (che producono energia in modo più efficiente a temperature meno elevate); produzione di una quota di materiale vegetale (erba e fieni) nella stagione autunno-primaverile, insilabile o utilizzabile come tal quale per gli animali; riduzione delle infestanti e delle necessità di lotta alle malerbe; scarse necessità di manutenzione.

Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sulla componente analizzata sia per la fase di costruzione che di esercizio e anche per quella di dismissione a fine vita dell'impianto.

Tabella di sintesi:

Impatto stimato	Significatività impatto	Misure di mitigazione	Significatività impatto residuo
-----------------	-------------------------	-----------------------	---------------------------------

Fase di cantiere			
Consumo di vegetazione	BASSA	- Accurata scelta localizzativa in fase di progetto - Prevalente uso di viabilità esistente - Bagnatura periodica delle strade di cantiere	BASSA
Fase di esercizio			
Consumo di vegetazione	BASSA	- Accorgimenti sulla tipologia dei pannelli scelti - Attuazione di un programma di manutenzione periodica	BASSA
Variazione del campo termico nella zona di installazione dei moduli	BASSA	- Progetto di reimpianto delle specie arboree	BASSA

4.3.2 FAUNA

Come analizzato nei paragrafi precedenti, le aree del progetto in esame non ricadono nel sistema delle aree protette e di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate, ma anzi si tratta perlopiù di aree agricole frammentate o incolte con scarsa vegetazione autoctona a causa dell'intensa attività antropica esercitata da lungo tempo.

In **fase di cantiere** i principali fattori di impatto alla fauna potenzialmente presente o di passaggio nelle aree di progetto sono ravvisabili nel transito dei mezzi di cantiere, nel rumore causato dalle attività di cantiere e possono essere considerati limitati nel tempo perché riferiti alle sole fasi di cantiere, locali in quanto limitati all'area di progetto e alle aree poste nelle immediate vicinanze e reversibili in quanto al termine delle attività di costruzione non vi saranno elementi ostativi alla stanzialità e/o al passaggio delle specie faunistiche.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Aumento del disturbo antropico da parte dei mezzi di cantiere	Movimento mezzi di cantiere	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Medio termine Probabilità: Alta Mitigazione: Media	Classe 3: Trascurabile	Bassa	BASSA
Rischio di uccisione di animali selvatici	Movimento mezzi di cantiere	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Medio termine Probabilità: Media Mitigazione: Media	Classe 3: Trascurabile	Bassa	BASSA

In **fase di esercizio** il principale impatto sulla fauna correlato alla realizzazione dell'impianto che interessa una superficie di 180 ettari è la sottrazione di suolo e di habitat. Inoltre un altro potenziale impatto sull'avifauna migratoria può essere costituito dal probabile fenomeno dell'abbagliamento. Gli impatti nella fase di esercizio saranno tutti di lunga durata, in quanto potenzialmente correlati alla vita utile dell'impianto, ma con effetti negativi transitori e di modesta entità.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
		Durata: Lunga			

Sottrazione di suolo e di habitat	Installazione pannelli	Distrib. Temp.: Continua Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Lungo termine Probabilità: Certa Mitigazione: Media	Classe 5: Bassa	Bassa	BASSA
Fenomeno dell'abbagliamento	Installazione pannelli	Durata: Lunga Distrib. Temp.: Continua Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Lungo termine Probabilità: Alta Mitigazione: Media	Classe 5: Bassa	Bassa	BASSA
Confusione biologica	Installazione pannelli	Durata: Lunga Distrib. Temp.: Continua Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Lungo termine Probabilità: Alta Mitigazione: Media	Classe 5: Bassa	Bassa	BASSA

Per quanto riguarda il possibile fenomeno di "abbagliamento", vaste aree o intere porzioni di territorio pannellato potrebbero rappresentare un'attrattiva ingannevole per l'avifauna migratoria, deviarne le rotte e causare gravi morie di individui esausti dopo una lunga fase migratoria, incapaci di riprendere il volo organizzato una volta scesi a terra.

Le celle fotovoltaiche che saranno utilizzate per il progetto in esame sono quelle di ultima generazione che presentano un coefficiente di efficienza sensibilmente maggiore rispetto a quelle comunemente in uso nei decenni passati, riducendo di conseguenza la quantità di luce riflessa e quindi il probabile abbagliamento. Inoltre le celle sono di tipologia monocristallina, che presentano un maggior assorbimento della radiazione diffusa rispetto a moduli realizzati con cellule policristalline; la rotazione stessa dei moduli riduce sensibilmente la probabilità di accadimento di abbagliamento dell'avifauna in transito.

Un altro potenziale impatto sull'avifauna migratoria è la probabile "confusione biologica"; l'avifauna migratoria infatti potrebbe scambiare dall'alto le vaste superfici dei pannelli fotovoltaici per superfici lacustri, anche per il fatto della colorazione comunemente sulle tonalità dell'azzurro. Allo scopo di ridurre ulteriormente le probabilità di accadimento di questo fenomeno, la scelta dei pannelli si è focalizzata su moduli di colore nero ed inseguimento solare limitando al massimo l'aspetto "superficie lacustre" per l'avifauna migratoria.

Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sulla componente analizzata sia per la fase di costruzione che di esercizio e anche per quella di dismissione a fine vita dell'impianto.

Tabella di sintesi:

Impatto stimato	Significatività impatto	Misure di mitigazione	Significatività impatto residuo
Fase di cantiere			
Aumento del disturbo antropico da parte dei mezzi di cantiere	BASSA	<ul style="list-style-type: none"> - Accurata scelta localizzativa in fase di progetto - Ottimizzazione del numero di mezzi di cantiere - Rispetto dei limiti di velocità in cantiere - Prevalente uso di viabilità esistente - Bagnatura periodica delle strade di cantiere 	BASSA

Fase di esercizio			
Sottrazione di suolo e di habitat	BASSA	- Utilizzo di pannelli a basso indice di riflettanza - Previsione di sufficiente circolazione d'aria sotto i pannelli	BASSA
Rischio di fenomeni di abbagliamento e confusione biologica	BASSA		BASSA

4.4 SUOLO E SOTTOSUOLO

La scelta localizzativa è stata focalizzata su un contesto agricolo caratterizzato da terreni nudi ed in alcune parti sono presenti campi coperti da una vegetazione rada, costituita da semine di erbai per foraggiere, con un generale senso di abbandono e di desolazione. Le colture erbacee sono rade anche per la presenza di una evidente pietrosità che limita l'ordinaria gestione colturale e favorisce ampie fallanze.

La fonte di impatto più significativa riscontrabile per la componente in esame risulta essere l'occupazione del suolo con conseguente riduzione della naturalità, ma tale impatto viene mitigato dalla scelta del modello agro-fotovoltaico. Inoltre la localizzazione del progetto in aree non di pregio, il posizionamento delle apparecchiature finalizzato a ottimizzare al massimo gli spazi disponibili, il posizionamento dei moduli su pali autoportanti che non necessitano di balze cementizie che causerebbero una snaturalizzazione del suolo, la previsione di un piano colturale e di un programma di manutenzione dello strato sottostante che, oltre ad evitare effetti di desertificazione e terra bruciata, consente di minimizzare l'effetto erosione dovuto all'eventuale pioggia battente, porta a ritenere l'impatto sia di lunga durata in quanto correlato all'intera vita utile dell'impianto fotovoltaico stimata in circa 25-30 anni, ma locale in quanto limitato all'area di progetto e reversibile in quanto le scelte localizzative e progettuali sono state finalizzate a consentire il ripristino dei terreni al termine del ciclo vita dell'impianto.

In **fase di cantiere** si individuano quindi impatti generati dall'occupazione del suolo da parte dei mezzi di cantiere impegnati nella progressiva installazione dei moduli fotovoltaici.

Inoltre i lavori di regolarizzazione del lotto creeranno delle modifiche dello stato morfologico dell'area di progetto. Nelle aree di progetto si effettueranno tre tipi di scavi: movimento terra per la regolarizzazione dei lotti, scavi per le fondazioni delle cabine e scavi in linea per la posa delle reti elettriche. Il materiale da scavo prodotto verrà riutilizzato in gran parte per le successive opere di rinterro ed i volumi in eccesso, unitamente a quelli derivanti dalle altre operazioni di movimento terra previste, saranno utilizzati per gli interventi di modellamento delle superfici libere. Gli esuberanti saranno soggetti alle disposizioni di cui al D.P.R 120/2017 e di cui alla Delibera n. 54/2019 del Sistema Nazionale per la Protezione dell'ambiente e conferite presso apposite strutture autorizzate. Nel computo metrico si stima una quantità pari al 20% dei volumi di sbancamento.

Infine bisogna considerare la possibilità di accidentali sversamenti di idrocarburi presenti nei serbatoi dei mezzi di cantiere.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Occupazione di suolo	Mezzi di cantiere impegnati nell'installazione dei moduli fotovoltaici	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Lungo termine Probabilità: Certa Mitigazione: Alta	Classe 5: Bassa	Bassa	BASSA
Modifiche dello stato geomorfologico	Movimenti terra per la	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa	Classe 4: Trascurabile	Bassa	BASSA

dell'area di intervento	regolarizzazione del lotto	Reversib.: Lungo termine Probabilità: Certa Mitigazione: Alta			
Contaminazioni del suolo	Accidentale sversamento di idrocarburi dai mezzi di cantiere	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Alta Reversib.: Lungo termine Probabilità: Bassa Mitigazione: Media	Classe 3: Trascurabile	Bassa	BASSA

In fase di esercizio l'impatto stimato si riduce alla sola occupazione di suolo.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Occupazione di suolo	Presenza dei moduli fotovoltaici	Durata: Lunga Distrib. Temp.: Continua Area influenza: Circoscritta Intensità: Media Reversib.: Lungo termine Probabilità: Certa Mitigazione: Alta	Classe 6: Bassa	Bassa	BASSA

Le misure mitigative che sono state considerate allo scopo di ridurre i potenziali impatti sulla componente suolo e sottosuolo sono:

- progettazione dell'impianto fotovoltaico sulla base del principio di ottimizzazione dell'uso del suolo per il minor consumo e impoverimento dello stesso e allo stesso tempo per il più facile ripristino a fine vita dell'impianto;
- utilizzo della viabilità esistente e previsione di realizzazione della sola nuova viabilità interna per la fase di costruzione prima e di manutenzione poi utilizzando materiali naturali stabilizzati;
- messa in atto di un programma di manutenzione programmata degli spazi verdi, compresi quelli sottostanti i moduli fotovoltaici.

Si ritiene che le suddette misure mitigative proposte contribuiranno a mantenere l'equilibrio biologico degli strati superficiali del suolo impedendo l'impoverimento della componente microbica e biologica del terreno e quindi a ridurre l'eventuale impatto potenziale sulla componente analizzata.

Tabella di sintesi:

Impatto stimato	Significatività impatto	Misure di mitigazione	Significatività impatto residuo
Fase di cantiere			
Occupazione di suolo da parte dei mezzi di cantiere	BASSA	- Ottimizzazione del numero dei mezzi di cantiere	BASSA
Modifica dello stato geomorfologico del sito	BASSA	- Nessuna opera di mitigazione	BASSA
Contaminazione per accidentale sversamento di idrocarburi dai mezzi di cantiere	BASSA	- Dotazione di kit anti-inquinamento	BASSA
Fase di esercizio			
		- Ottimizzazione dell'uso del suolo in fase di progettazione	

Occupazione di suolo	BASSA	per il minor consumo e impoverimento dello stesso e allo stesso tempo per il più facile ripristino a fine vita dell'impianto - Utilizzo della viabilità esistente e previsione di realizzazione della sola nuova viabilità interna per la fase di costruzione prima e di manutenzione poi utilizzando materiali naturali stabilizzati - Messa in atto di un programma di manutenzione programmata degli spazi verdi, compresi quelli sottostanti i moduli fotovoltaici	BASSA
----------------------	--------------	--	--------------

4.5 GEOLOGIA E ACQUE

Il progetto non si relaziona in alcun modo con le falde sotterranee, le profondità di scavo previste non causano nessuna interferenza con l'ambiente di falda. Allo stesso tempo le operazioni di cantiere non comportano variazioni nel ciclo di ricarica delle falde in quanto non causano variazioni degli equilibri idrici superficiali e non comportano impermeabilizzazioni diffuse dei terreni. Per quanto riguarda le aree oggetto di intervento, si evidenzia che in fase di cantiere l'area non sarà pavimentata/impermeabilizzata consentendo il naturale drenaggio delle acque meteoriche nel suolo. In **fase di cantiere** il consumo di acqua è legato soprattutto alle operazioni di bagnatura delle superfici, al fine di limitare il sollevamento delle polveri prodotte dal passaggio degli automezzi sulle strade sterrate.

Non sono previsti prelievi diretti da acque superficiali o da pozzi per le attività di realizzazione delle opere. Sulla base di quanto precedentemente esposto, si ritiene che l'impatto sia di breve termine, di estensione locale ed entità non riconoscibile. Un altro elemento di criticità durante la fase di cantiere potrebbe essere, così come per la componente suolo e sottosuolo, lo sversamento accidentale degli idrocarburi provenienti dai mezzi d'opera. In considerazione delle esigue quantità di idrocarburi contenuti nei serbatoi dei mezzi d'opera e visto che gli acquiferi sono protetti da uno strato di terreno superficiale con spessore rilevante, i rischi specifici sono poco rilevanti. Inoltre in caso di accadimento si procederà alla rimozione della parte di terreno contaminato che sarà caratterizzato e smaltito ai sensi della legislazione vigente. Inoltre la durata dell'impatto è da ritenersi circoscritta alla durata del cantiere e quindi temporanea.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Approvvigionamento idrico di cantiere	Uso di acqua per le necessità di cantiere	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Breve termine Probabilità: Certa Mitigazione: Alta	Classe 4: Bassa	Bassa	BASSA
Contaminazioni del suolo	Accidentale sversamento di idrocarburi dai mezzi di cantiere	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Alta Reversib.: Breve termine Probabilità: Bassa Mitigazione: Media	Classe 3: Trascurabile	Bassa	BASSA

Per la **fase di esercizio** i possibili impatti individuati consistono nell'utilizzo di acqua per la pulizia dei pannelli e soprattutto per l'irrigazione delle colture per le quali sarà realizzato apposito impianto di irrigazione. A

seguito della redazione di specifico studio finalizzato alla descrizione delle principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area di progetto e delle eventuali condizioni di pericolosità è emerso che non sussistono rischi né in merito alla stabilità dei terreni né sulle acque superficiali e sotterranee.

Come riportato nella relazione specialistica, l'area oggetto di intervento, in base alle caratteristiche descritte, non presenta allo stato attuale evidenze di dissesto di natura geologica, geomorfologica ed idrogeologica in atto o potenziale, pertanto si escludono rischi per la stabilità del suolo; inoltre, le acque meteoriche continueranno ad essere assorbite naturalmente dal terreno defluendo al suo interno quindi non sono ipotizzabili fenomeni di erosione o squilibrio idrogeologico.

La realizzazione dell'impianto agro - fotovoltaico in progetto pertanto non arrecherebbe impatti negativi alla componente indagata, al contrario l'attività agricola porterà tra i suoi vantaggi il miglioramento delle condizioni di stabilità del suolo, la riduzione dell'erosione, il miglioramento dell'infiltrazione e del drenaggio, della capacità di ritenzione idrica del suolo e nel complesso dell'assetto idraulico dell'area, il miglioramento dei suoli per effetto degli interventi di miglioramento fondiario (spietramento) da attuare prima della messa in coltura, e per l'utilizzo di tecniche di coltivazione biologica e rigenerativa come l'inerbimento e l'uso di cover crop.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Uso di acqua per la pulizia dei pannelli	Uso di acqua per le opere di manutenzione	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Breve termine Probabilità: Certa Mitigazione: Alta	Classe 4: Bassa	Bassa	BASSA
Uso di acqua per l'irrigazione del suolo	Uso di acqua per le colture	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Breve termine Probabilità: Certa Mitigazione: Alta	Classe 4: Bassa	Bassa	BASSA
Impermeabilizzazioni superficiali	Modifica del drenaggio superficiale	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Alta Reversib.: Breve termine Probabilità: Bassa Mitigazione: Media	Classe 3: Trascurabile	Bassa	BASSA

L'utilizzo delle migliori pratiche geotecniche e costruttive, la previsione di un opportuno piano colturale, la scelta progettuale di evitare l'infissione dei moduli fotovoltaici nelle aree a pericolosità idraulica elevata e molto elevata porta a ritenere che le componenti in oggetto non siano significativamente impattate dalla realizzazione dell'impianto.

Tabella di sintesi:

Impatto stimato	Significatività impatto	Misure di mitigazione	Significatività impatto residuo
Fase di cantiere			
Uso di acqua per l'approvvigionamento idrico di cantiere	BASSA	- Nessuna opera di mitigazione	BASSA

Contaminazione per accidentale sversamento di idrocarburi dai mezzi di cantiere	BASSA	- Dotazione di kit anti-inquinamento	BASSA
Fase di esercizio			
Uso di acqua per le colture	BASSA	- Realizzazione di impianto di irrigazione	BASSA
Uso di acqua per le colture e per la pulizia e manutenzione dell'impianto	BASSA	- Approvvigionamento con autobotti	BASSA
Modifica della capacità drenante del suolo	BASSA	- Nessuna opera di mitigazione	BASSA

4.6 ATMOSFERA: ARIA E CLIMA

La caratteristica principale degli impianti fotovoltaici è la totale assenza di emissioni in atmosfera in fase di esercizio. Le uniche emissioni attese sono previste in **fase di cantiere** del progetto: polveri - dovute al transito dei mezzi per il trasporto delle attrezzature, emissioni - generate dai mezzi e rappresentate da monossido di carbonio (CO), dagli ossidi di azoto (NO_x) e polveri (PM) – prodotte in fase di preparazione delle superfici e degli scavi il posizionamento dei cavidotti e delle cabine di trasformazione e consegna.

In considerazione della durata temporale limitata prevista per la costruzione del progetto e del modesto incremento del traffico veicolare per il trasporto ed il montaggio delle parti di impianto, si ritiene che l'interferenza sulla matrice aria sia di entità non rilevante.

La magnitudo degli impatti risulta pertanto trascurabile e la significatività bassa data la dislocazione dei più vicini ricettori.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Peggioramento della qualità dell'aria	Emissione di gas di scarico in atmosfera da parte dei mezzi e veicoli di cantiere	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Lungo termine Probabilità: Certa Mitigazione: Alta	Classe 4: Trascurabile	Media	BASSA
	Emissione di polveri da movimentazione terra e traffico di cantiere	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Breve termine Probabilità: Certa Mitigazione: Alta	Classe 4: Trascurabile	Media	BASSA

Gli impatti sulla qualità dell'aria derivanti dalla fase di costruzione del progetto sono di bassa significatività e di breve termine, a causa del carattere temporaneo delle attività di cantiere. Pertanto non sono previste azioni permanenti ma durante la fase di cantiere saranno adottate tutte le accortezze utili per ridurre le interferenze dovute all'innalzamento di polveri e di emissioni in atmosfera, ed in particolare saranno messe in campo le seguenti mitigazioni degli impatti:

- verifica costante dell'efficienza dei mezzi d'opera;
- imposizione di limiti di velocità ridotta per i mezzi di trasporto in fase di costruzione e dismissione dell'impianto;

- periodica bagnatura del fondo stradale e/o delle ruote dei mezzi onde evitare l'innalzamento di polveri in fase di transito dei mezzi sulle strade interne.

Per quanto riguarda il rumore invece:

- compatibilmente con le esigenze tecniche, le attività saranno programmate in modo tale da escludere le attività più rumorose durante il periodo di nidificazione dell'avifauna eventualmente presente anche se l'area non è interessata da specie faunistiche protette;
- verranno impartite istruzioni al personale affinché i mezzi siano spenti quando non utilizzati.

Si ritiene che le suddette misure mitigative proposte contribuiranno a ridurre l'eventuale impatto potenziale sulla componente analizzata.

In **fase di esercizio** le uniche emissioni in atmosfera attese sono quelle eventualmente correlate alla manutenzione ordinaria e straordinaria sulle parti elettriche ed al periodico uso delle macchine agricole, il cui potenziale impatto sullo stato attuale è da ritenersi ragionevolmente trascurabile.

I potenziali impatti sulla componente atmosfera correlati alla costruzione, esercizio e dismissione dell'impianto fotovoltaico sono ravvisabili nella produzione di rumore e polveri.

Al contrario, la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto avrà un indubbio **impatto positivo sulla componente** atmosfera in quanto contribuirà ad evitare le emissioni di gas climalteranti, in particolare di anidride carbonica, correlate alla produzione di energia da combustibili fossili.

La concentrazione atmosferica dei gas a effetto serra (GHG) rappresenta il principale fattore determinante del riscaldamento globale (IPCC, 2013). Tra i principali gas serra la CO₂ copre un ruolo prevalente in termini emissivi. Nel 2011 le emissioni globali di CO₂ di origine fossile hanno rappresentato il 56% del forzante radiativo (IPCC, 2013)⁷. La riduzione delle emissioni di CO₂ risulta essere pertanto la strategia da perseguire per la mitigazione dei cambiamenti climatici.

L'impianto proposto avrà la capacità di produrre energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti sarà pari a 206.000 MWh evitando che vengano emesse circa 109.000 tonnellate di CO₂ ogni anno.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Miglioramento della qualità dell'aria	Emissioni risparmiate rispetto alla produzione di un'uguale quota di energia elettrica mediante impianti tradizionali.	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Basso Reversib.: Lungo termine Probabilità: Certa Mitigazione: -	Classe 4: Trascurabile	Media	POSITIVA

Tabella di sintesi degli impatti:

Impatto stimato	Significatività impatto	Misure di mitigazione	Significatività impatto residuo
Fase di cantiere			
Peggioramento della qualità dell'aria per emissione di gas di scarico da parte dei mezzi e veicoli di cantiere	BASSA	- I mezzi di cantiere saranno sottoposti a regolare manutenzione - evitare i motori accesi quando non necessario	BASSA
		- Periodica e frequente bagnatura dei tracciati	

7 ISPR - Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra e altri gas nel settore elettrico, Rapporti 280/2018,

Peggioramento della qualità dell'aria per emissione di polveri da movimentazione terra e traffico di cantiere	BASSA	interessati dagli interventi di movimento terra; - Circolazione degli automezzi a bassa velocità per evitare l'eccessivo sollevamento delle polveri; - Bagnatura e/o copertura dei cumuli di terreno e altri materiali da riutilizzare e/o smaltire presso una discarica autorizzata; - Pulizia ad umido degli pneumatici dei veicoli in uscita dal cantiere e/o in ingresso sulle strade frequentate dal traffico estraneo.	BASSA
Fase di esercizio			
Non si prevedono impatti negativi	-	-	POSITIVA

4.7 SISTEMA PAESAGGISTICO

L'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto fotovoltaico rientra nel sistema a ovest della vasta zona umida dello Stagno di Cagliari, nell'area del sistema industriale dell'Ambito del Golfo di Cagliari.

La zona in cui si inseriranno i nuovi impianti è già ampiamente caratterizzata dalla presenza di manufatti, impianti, assi viari ed in generale quindi dalla perdita di gran parte della originaria naturalità dei luoghi. Tale area è stata infatti da lungo tempo interessata da trasformazioni di natura antropica che nel tempo hanno profondamente trasformato il paesaggio. L'impatto sulla componente paesaggistica correlato alla realizzazione dell'impianto agro-fotovoltaico in esame su vaste porzioni di terreno è stato valutato in relazione alla componente visuale, cioè alla percezione dell'impianto con il paesaggio circostante dalle zone in cui risulta visibile nella fase di esercizio; per la fase di costruzione e dismissione, gli impatti sulla componente paesaggio possono essere considerati irrilevanti.

Come già più volte ribadito, allo scopo di ridurre al minimo gli impatti sul paesaggio, la scelta localizzativa del progetto è stata quella di aree che non presentassero interferenze con beni di tutela paesaggistica né con edifici e manufatti di valenza storico-culturale, che non fossero caratterizzate da suoli ad elevata capacità d'uso o da paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico.

Inoltre anche la progettazione stessa è stata finalizzata alla mitigazione dell'impatto visivo avendo privilegiato aree pianeggianti, prive di ricettori paesaggistici, mitigate da schermature perimetrali arboree che fanno sì che l'impianto sia visibile solo nella prossimità del sito di progetto.

Al capitolo 6 del presente documento è riportata la documentazione fotografica ed il rendering fotografico del progetto in esame. Allo scopo di definire l'impatto visivo dell'impianto nel suo insieme, le riprese fotografiche sono state eseguite da diversi punti di osservazione.

In considerazione di ciò, gli impatti sulla componente in esame possono essere considerati di lunga durata in quanto correlati all'intera vita utile dell'impianto fotovoltaico stimata in circa 25-30 anni, di portata territoriale modesta, in quanto l'impianto risulta visibile anche da modeste distanze, sebbene non siano presenti ricettori paesaggistici nelle vicinanze e reversibile in quanto cesseranno dopo la dismissione dell'impianto.

Per meglio cogliere gli eventuali mutamenti derivanti dall'attuazione dei quattro lotti in progetto, si è realizzata una mappa delle intervisibilità che mette in evidenza le eventuali interferenze estetico-percettive del paesaggio.

Le "viste da lontano", quelle panoramiche, costituiscono le visuali più ampie che abbracciano un maggior numero di elementi caratterizzanti e sono quelle che percepiscono le modifiche del paesaggio su larga scala. Tuttavia, in ragione delle caratteristiche dimensionali degli elementi costituenti gli impianti fotovoltaici dei lotti, non si ritiene che le modifiche introdotte rappresentino modifiche del paesaggio a larga scala.

Al fine di rappresentare adeguatamente le condizioni di futura visibilità delle opere, si è ritenuto esaustivo procedere da un lato con l'analisi dell'intervisibilità teorica, adattata al particolare contesto geografico, ed in parallelo alla costruzione delle fotosimulazioni di inserimento paesistico degli interventi al fine di mitigare la visibilità dell'impianto. Le valutazioni da effettuarsi in sede di elaborazione e stima delle risultanze di impatto in relazione alla percezione visiva di un'opera, qualunque essa sia, sono riconducibili principalmente a tre determinanti: osservatore, oggetto osservato e contesto in cui si inseriscono.

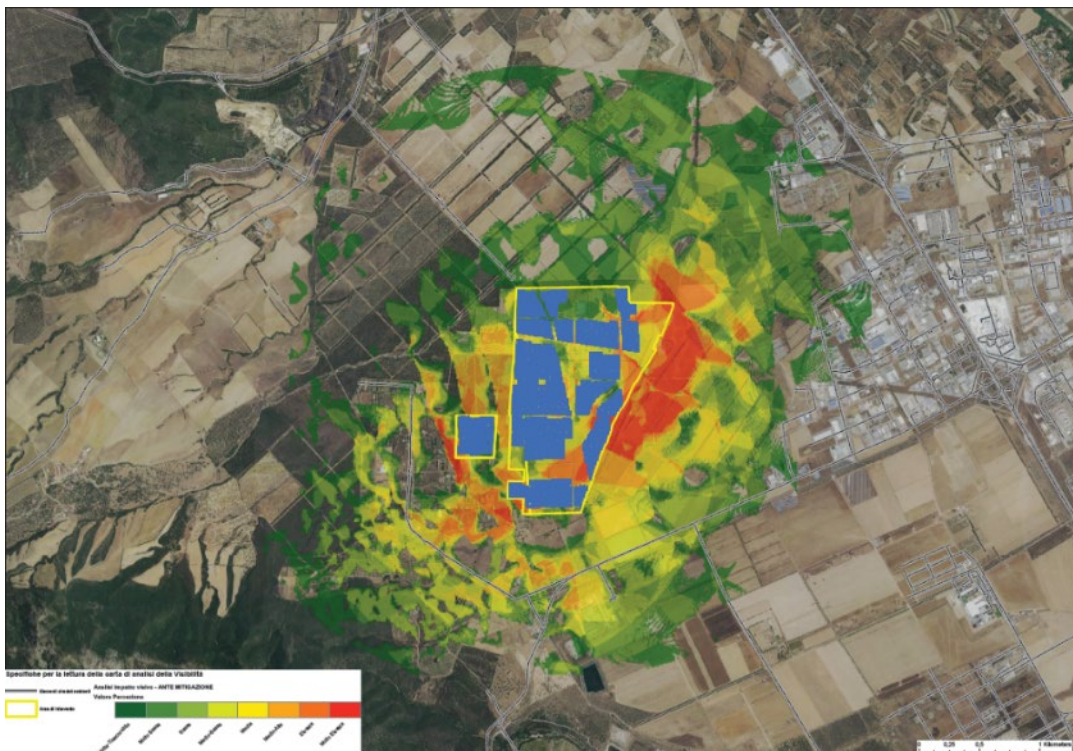
Ai fini delle analisi di visibilità su scala territoriale, il supporto più comunemente utilizzato è generalmente un raster per la modellazione digitale del terreno che riproduce l'andamento dell'orografia.

La regione Sardegna negli ultimi anni ha messo a disposizione diverse fonti utilizzabili (DTM, DSM, DEM e cartografiche di diversa natura), che anche nel contesto in esame, arrivano a restituire una precisione del dato sino al metro (rilevamenti laser con il metodo LIDAR, con passo della maglia di 1m).

L'analisi del DSM, rappresentante il modello digitale delle superfici, comprendente quindi anche gli elementi verticali rilevati durante il volo e/o rilievo (ad esempio le alberature), forniscono un utilissimo dettaglio delle effettive risultanti inclusive le "barriere" esistenti.

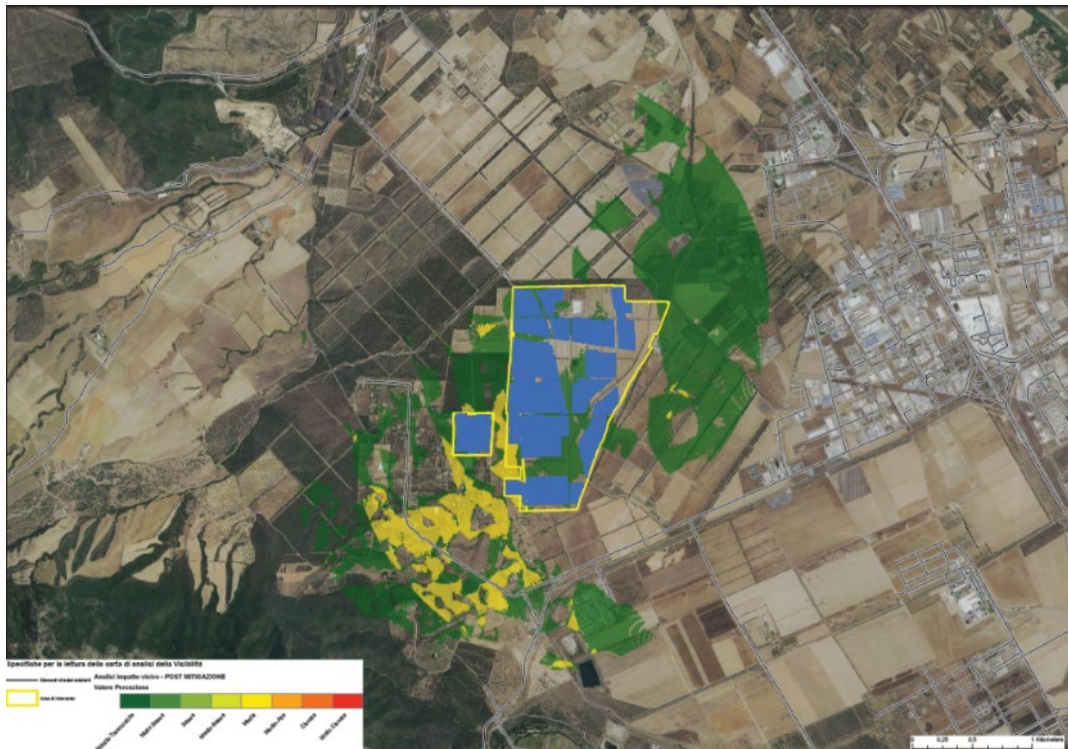
Le elaborazioni sottostanti riportano i punti caratterizzati da una certa visibilità, rappresentati con cromatismi dal rosso al giallo al decrescere della magnitudo (con il giallo che indica la visibilità anche solo di una zona limitata di un singolo sito). La visibilità reale dipende da tanti fattori, non solo dalla morfologia del suolo, a partire dal quale il software calcola il risultato ma anche altri parametri che possono comunque influire sulla visibilità, come la presenza di edifici, barriere ambientali e ostacoli di qualsiasi natura, oppure fattori atmosferici quali l'umidità relativa dell'aria, che attenuano la massima capacità visiva dell'uomo. La tipologia stessa degli impianti influisce sulla visibilità dall'esterno. Si può presupporre che, entro un buffer di circa 1 Km, l'impianto possa essere percepito come tale da un osservatore, mentre al di là di tale distanza i contorni sfumano riducendo la sua percezione esterna fino all'annullamento.

Nel caso in esame, nell'ipotesi di applicare tale metodo di osservazione e cogliere gli scenari dai quali un osservatore può provare una sensazione di disturbo dalla percezione dell'impianto, si è analizzato il livello di soglia di percettibilità, fino all'intorno di 1 Km da ciascun Lotto, definendo le aree da cui l'impianto è più o meno visibile e ponendo questo ad una quota da terra compresa tra 1,5 e 2,5 metri circa, il cui risultato è rappresentato nella figura seguente.



Studio della percezione visiva dei siti prima degli interventi di mitigazione.

Alla luce dei risultati ottenuti, confermati dai sopralluoghi in situ, al fine di attenuare e/o mitigare l'eventuale impatto visivo, è stato valutato di predisporre come misura compensativa la predisposizione di qualche filare alberato di altezza pari o superiore ai 3 metri.



Studio della percezione visiva dei siti dopo gli interventi di mitigazione.

I ricettori da considerare sono le viste panoramiche, gli elementi di paesaggio che hanno un valore simbolico e turisti e abitanti dei centri urbani vicini.

Le principali fonti di impatto in **fase di cantiere** sono determinate dalla presenza stessa del cantiere.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
Cambiamenti fisici degli elementi che costituiscono il paesaggio	Presenza stessa del cantiere	Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Medio termine Probabilità: Alta Mitigazione: Media	Classe 5: Bassa	Bassa	BASSA
Impatto visivo e luminoso del cantiere		Durata: Breve Distrib. Temp.: Concentrata Area influenza: Circoscritta Intensità: Bassa Reversib.: Medio termine Probabilità: Media Mitigazione: Media	Classe 5: Bassa	Bassa	BASSA

L'unico impatto sul paesaggio durante la sua **fase di esercizio** è riconducibile alla presenza fisica del parco fotovoltaico e delle strutture connesse, pertanto le azioni di mitigazione sono state ricercate nella scelta localizzativa dell'area di progetto e nelle caratteristiche intrinseche di progettazione dell'impianto.

Impatto stimato	Causa dell'impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo dell'impatto	Sensibilità del ricettore	Significatività
-----------------	--------------------	------------------------	------------------------	---------------------------	-----------------

Impatto visivo	Presenza del parco fotovoltaico	Durata: Lunga Distrib. Temp.: Continua Area influenza: Circostritta Intensità: Bassa Reversib.: Lungo termine Probabilità: Certa Mitigazione: Media	Classe 6: Bassa	Bassa	BASSA
----------------	---------------------------------	--	--------------------	-------	--------------

La principale azione mitigativa messa in atto allo scopo di inserire nel paesaggio un impianto fotovoltaico di estensione planimetrica come quello in esame è stata quella di scegliere l'ubicazione e progettare la disposizione e le modalità di installazione dei pannelli fotovoltaici sulla base del contesto di riferimento, finalizzata a preservare al massimo il grado di naturalità delle aree interessate anche ai fini del completo ripristino a fine vita dell'impianto:

- esclusione delle Aree non idonee come identificate nell'Allegato B alla Deliberazione n. 27/16 del 01/06/2011;
- ubicazione in aree pianeggianti prive di ricettori paesaggistici nelle immediate vicinanze;
- adottare specifiche scelte progettuali al fine di limitare l'effetto di snaturalizzazione del suolo sottostante i pannelli, consentendo un'adeguata circolazione dell'aria ed impedendo l'effetto terra bruciata dovuto alla scarsa areazione e drenaggio e favorendo quindi il rinnovamento delle specie vegetali nelle aree sottostanti;
- disposizione planimetrica a maglia ortogonale cercando di assecondare l'andamento delle linee di demarcazione naturale dei campi, laddove possibile;
- interrimento dei cavidotti di collegamento alla linea elettrica;
- posizionamento della stazione di trasformazione MT/AT nel punto di minore distanza per la connessione alla rete di distribuzione;
- previsione di un progetto di schermatura arborea perimetrale dell'impianto costituito da siepi e alberi di essenze autoctone che contribuiranno a contestualizzare e ad armonizzare l'area di impianto con i caratteri paesaggistici ed ambientali circostanti;
- utilizzo di materiali naturali stabilizzati per la viabilità di cantiere che dovrà essere realizzata per il transito dei mezzi in fase di costruzione e di dismissione e per la manutenzione ordinaria e straordinaria in fase di esercizio, allo scopo di ridurre al minimo il consumo di suolo; i materiali naturali stabilizzati la renderà simile alla viabilità utilizzata dai mezzi agricoli contribuendo a non incidere sulla naturalità dei luoghi;
- installazione dei pannelli su pali infissi nel terreno per evitare il consumo di suolo e la rotazione consentirà l'irraggiamento solare preservando le caratteristiche naturali;
- predisposizione di un progetto di illuminazione del campo fotovoltaico finalizzato a ridurre il potenziale inquinamento luminoso intervenendo sulle aree di utilizzo per mezzo di un sistema di accensione/spengimento a tempo.

Si ritiene che l'adozione delle suddette misure consentirà di ridurre al minimo gli impatti sulla componente analizzata sia per la fase di costruzione ed esercizio e anche per quella di dismissione a fine vita dell'impianto.

Tabella di sintesi:

Impatto stimato	Significatività impatto	Misure di mitigazione	Significatività impatto residuo
Fase di cantiere			
Cambiamenti fisici degli elementi che costituiscono il paesaggio	BASSA	Accurata scelta localizzativa in fase di progetto	BASSA
Fase di esercizio			
Impatto visivo			

	BASSA	<ul style="list-style-type: none"> - Disposizione planimetrica a maglia ortogonale cercando di assecondare l'andamento delle linee di demarcazione naturale dei campi - Interramento dei cavidotti di collegamento alla linea elettrica; - Previsione di un progetto di schermatura arborea perimetrale - Utilizzo di materiali naturali stabilizzati per la viabilità di cantiere - Installazione dei pannelli su pali infissi nel terreno - Predisposizione di un progetto di illuminazione del campo fotovoltaico 	BASSA
--	--------------	--	--------------

4.8 ULTERIORI ASPETTI IN APPROFONDIMENTO

4.8.1 RIFIUTI

La realizzazione e il funzionamento di un impianto fotovoltaico come quello proposto non comporta nessun tipo di emissione liquida o gassosa, nessuno scarto e nessuna scoria pertanto la componente considerata si riduce alla sola valutazione circa i materiali di scarto: imballaggi, vetro, plastica, cemento che interessano le opere dell'impianto e lo smaltimento delle stesse nella fase di dismissione.

Durante la fase di costruzione, i rifiuti che saranno prodotti sono quelli connessi alle attività di cantiere: quelli prodotti durante gli scavi per il posizionamento dei cavidotti e delle stazioni di trasformazione e consegna. Eventuali volumi in eccesso di terre rocce da scavo saranno conferiti ad apposita discarica autorizzata.

Un'altra tipologia di rifiuti generata in fase di costruzione è quella relativa agli imballaggi dei moduli fotovoltaici: cartone, plastica e pancali di legno utilizzati per il trasporto degli stessi, che saranno opportunamente separati e conferiti presso centri di smaltimento e/o recupero autorizzati.

Durante la fase di esercizio è prevista la pulizia dei pannelli con acqua demineralizzata, priva di detersivi. È inoltre previsto la manutenzione periodica delle colture i cui residui saranno conferiti presso apposite strutture autorizzate al recupero.

Gli unici rifiuti previsti in fase di esercizio possono derivare dall'eventuale rimozione e sostituzione di moduli difettosi o deteriorati e/o di materiale elettrico. I moduli utilizzati per il progetto in esame non contengono cadmio né altri elementi potenzialmente dannosi per l'ambiente pertanto saranno smaltiti come R.A.E.E. presso Consorzi autorizzati.

Al termine della vita utile dell'impianto, stimata in circa 25-30 anni, le strutture saranno disassemblate, separate in base alla tipologia dei materiali e al relativo codice europeo dei rifiuti (CER) e stoccate in appositi contenitori in aree preventivamente individuate e successivamente conferiti a centri di smaltimento autorizzati secondo la normativa vigente.

In considerazione di quanto sopra, gli impatti sulla componente in esame possono essere considerati di breve durata in quanto correlati principalmente alla fase di dismissione dell'impianto e reversibili in quanto è previsto il recupero e lo smaltimento dei rifiuti prodotti conformemente alla normativa vigente.

Lo schema progettuale e la scelta tecnologica dell'impianto in esame, in considerazione della natura geomorfologica delle aree interessate, si sono finalizzati nella scelta di strutture ancorate al terreno tramite pali in acciaio avvitati in profondità, evitando quindi di ricorrere a plinti e fondazioni in cemento armato. Tale

soluzione consente una notevole riduzione dei rifiuti prodotti in fase di dismissione in quanto sarà sensibilmente ridotto il volume di cemento armato da dover smaltire.

Anche per la viabilità di cantiere è stato deciso di lasciarla allo stato naturale, evitando quindi di doverla smantellare a fine vita dell'impianto per procedere allo smaltimento del calcestruzzo conformemente alla normativa vigente.

Un'azione mitigativa da poter mettere in atto al fine di mitigare la componente in esame è quella di provvedere alla corretta separazione dei rifiuti prodotti per il conferimento agli specifici centri di smaltimento e/o recupero autorizzati.

4.8.2 IMPATTI CUMULATIVI

Allo scopo di valutare gli impatti sulla componente in esame è stata considerata la presenza di altri progetti di impianti fotovoltaici già realizzati nell'area vasta, più vicini alle aree in progetto, nonché quelli in fase di autorizzazione.

La Deliberazione n.5/25 del 29/01/2019 contiene le "Linee guida per l'Autorizzazione Unica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 12 del D.Lgs n. 387/2003 e dell'articolo 5 del D.Lgs n. 28/2011. Modifica della Delib. G.R. n. 27/16 del 1° giugno 2011, incremento del limite di utilizzo territorio industriale". A seguito degli obiettivi sempre più sfidanti stabiliti a livello comunitario e nazionale dalla Strategia Energetica Nazionale SEN 2017, che prevede il raggiungimento del 28% di rinnovabili nei consumi entro il 2030, l'Assessore ritiene auspicabile l'aumento del limite per l'utilizzo di territorio industriale per la realizzazione al suolo di impianti fotovoltaici e solari termodinamici, fissato nella sopraccitata deliberazione n. 27/16 del 1° giugno 2011 nel 10% della superficie totale delle aree brownfield definite "industriali, artigianali, di servizio". Per quanto sopra riportato, l'Assessore propone di disporre l'incremento del limite sopra menzionato fino ad un massimo del 20% della superficie totale delle aree brownfield definite "industriali, artigianali, di servizio" e che:

- gli Enti di gestione o comunque territorialmente competenti per tali aree (es. Comune o Consorzio Industriale) prevedono, con propri atti, i criteri per le attribuzioni delle superfici disponibili alla installazione degli impianti;
- tali Enti possono inoltre disporre eventuali incrementi al limite sopra menzionato fino ad un massimo del 35% della superficie totale;
- il parere dei suddetti Enti, che esprima anche la conformità circa il rispetto dei suddetti criteri, è comunque vincolante per il rilascio dell'autorizzazione alla realizzazione dell'impianto.

Considerata quindi la soglia del 35% si può affermare che con gli impianti fotovoltaici esistenti e con la previsione dei progetti in corso di istruttoria ed in corso di realizzazione, ci sia una situazione nello stato di fatto decisamente inferiore rispetto al limite massimo fissato e pertanto non si prevedono misure di mitigazione su questa componente in aggiunta a quelle già previste per il paesaggio e per le altre componenti interessate.

5. PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il piano di monitoraggio, come previsto dalla Linee Guida redatte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, si articola in tre fasi:

- **monitoraggio ante operam (AO):** periodo che precede l'avvio delle attività di cantiere e che può essere avviato nelle fasi autorizzative successive all'emanazione del provvedimento di VIA; il monitoraggio ha, in questo caso, lo scopo di descrivere lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio di lavori per la realizzazione dell'impianto; l'analisi dello stato di fatto potrà essere utilizzato come livello di riferimento cui confrontare le misurazioni frutto delle indagini e dei monitoraggi delle fasi successive;
- **monitoraggio in corso d'opera (CO):** periodo che comprende le attività di cantiere per la realizzazione dell'opera quali l'allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell'opera, lo smantellamento del cantiere e il ripristino dei luoghi. In questa fase il monitoraggio sarà utile a documentare l'evoluzione della situazione dell'ambiente delineata durante la fase precedente, al fine di verificare che l'andamento dei fenomeni sia coerente con le previsioni dello SIA. Si verificherà, inoltre, l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientale e si individueranno eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni, con la conseguente programmazione delle opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- **monitoraggio post operam (PO):** periodo che comprende le fasi di esercizio e di eventuale dismissione dell'opera, riferibili quindi al periodo che precede l'entrata in esercizio dell'opera nel suo assetto funzionale definitivo (pre-esercizio), all'esercizio dell'opera (eventualmente articolato a sua volta in diversi scenari temporali di breve/medio/lungo periodo) e alle attività di cantiere per la dismissione dell'opera alla fine del suo ciclo di vita. La fase post opera è di fondamentale importanza per la verifica che eventuali alterazioni temporanee intervenute in fase di cantiere rientrino entro i valori previsti e che eventuali trasformazioni permanenti siano compatibili con l'ambiente. Inoltre verrà verificata l'efficacia delle opere di mitigazione ambientale adottate.

A partire dalle indicazioni e dalle analisi svolte sulle diverse componenti ambientali che possono subire eventuali effetti negativi dalla costruzione dell'opera, si forniranno le indicazioni riguardanti il monitoraggio ambientale nelle varie fasi caratterizzanti la vita dell'impianto.

5.1 POPOLAZIONE E SALUTE UMANA

Relativamente al benessere della popolazione, il progetto di monitoraggio terrà in considerazione il rumore ambientale.

Con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 41 del 03/10/2008 è stato approvato il Piano di classificazione acustica del territorio comunale di Uta che è stato suddiviso in 6 classi acustiche in funzione della destinazione d'uso prevalente, della densità abitativa e delle caratteristiche del flusso veicolare delle varie aree, cui corrispondono altrettanti valori limite da rispettare nei periodi diurno e notturno. Il progetto in esame è ubicato nella **Classe VI – Aree esclusivamente industriali**; rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Le sorgenti di rumore attualmente presenti nell'area sono rappresentate dalle attività industriali dell'area in cui è inserito il progetto e da attività agricole; un'ulteriore sorgente di rumore è quella correlata al traffico veicolare sulla Strada Consortile Macchiareddu che corre a ad una distanza variabile che va da un minimo di pochi metri (adiacente ai lotti di progetto) ad un massimo di circa 1.500 m dalle aree di progetto che è interessata principalmente da traffico commerciale e industriale.

Obiettivo del monitoraggio dell'inquinamento acustico, inteso come "l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, (...)" (art. 2 L. 447/1995), è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie.

Relativamente agli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione sono disponibili specifiche disposizioni normative, standard, norme tecniche e linee guida, che rappresentano utili riferimenti tecnici per le attività di monitoraggio acustico con particolare riferimento ad alcuni settori infrastrutturali (infrastrutture stradali, ferrovie, aeroporti) e attività produttive (industriali e artigianali).

Per quanto riguarda gli impatti dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie ad oggi non sono disponibili specifiche disposizioni normative, sebbene per alcuni contesti sono disponibili studi ed esperienze operative condotte in base agli obblighi previsti da Accordi e Convenzioni internazionali dedicati all'analisi degli effetti del rumore sulle specie sensibili (ad esempio del rumore subacqueo sui cetacei) e che forniscono elementi utili anche per le attività di monitoraggio.

Monitoraggio ante-operam

Nella fase precedente alla realizzazione dell'opera, il monitoraggio, ha i seguenti obiettivi specifici:

- la caratterizzazione dello scenario acustico di riferimento dell'area d'indagine;
- la stima dei contributi specifici delle sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- l'individuazione di situazioni di criticità acustica, ovvero di superamento dei valori limite, preesistenti alla realizzazione dell'opera in progetto.

Monitoraggio in corso d'opera

Durante le fasi di realizzazione dell'opera il monitoraggio ha i seguenti obiettivi specifici:

- a verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico (valori limite del rumore ambientale per la tutela della popolazione, specifiche progettuali di contenimento della rumorosità per impianti/macchinari/attrezzature di cantiere) e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- a verifica del rispetto delle prescrizioni eventualmente impartite nelle autorizzazioni in deroga ai limiti acustici rilasciate dai Comuni;
- l'individuazione di eventuali criticità acustiche e delle conseguenti azioni correttive: modifiche alla gestione/pianificazione temporale delle attività del cantiere e/o realizzazione di adeguati interventi di mitigazione di tipo temporaneo;
- la verifica dell'efficacia acustica delle eventuali azioni correttive.

Monitoraggio post-operam

Il monitoraggio in questa fase ha i seguenti obiettivi specifici:

- il confronto dei descrittori/indicatori misurati nello scenario acustico di riferimento con quanto rilevato ad opera realizzata;
- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del corretto dimensionamento e dell'efficacia acustica degli interventi di mitigazione definiti in fase di progettazione.

5.2 FLORA E VEGETAZIONE

Gli obiettivi del monitoraggio della componente flora e vegetazione sono quelli di:

- valutare e misurare lo stato delle componenti flora e vegetazione prima, durante e dopo i lavori per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, in relazione alle possibili interferenze dovute alle attività di costruzione ed esercizio che interesseranno l'area;
- garantire, durante la realizzazione dei lavori e, periodicamente, durante l'esercizio una verifica dello stato di conservazione della flora e della vegetazione al fine di rilevare eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e attuare le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione.

La vegetazione da monitorare comprenderà sia le opere di mitigazione perimetrali costituite dalle essenze arboree espianate dalle aree di progetto e da altre di nuovo impianto, sia lo stato di conservazione del manto erboso spontaneo che crescerà all'interno dei lotti.

Obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione quali-quantitativa dei popolamenti vegetali potenzialmente interferiti nelle fasi di cantiere, esercizio e a seguito delle opere di dismissione dell'impianto fotovoltaico.

In relazione alle specie vegetali individuate le specie target da considerare sono quelle indicate nell'elaborato "Relazione opere di mitigazione e compensazione", come essenze prescelte per la nuova sistemazione a verde.

Monitoraggio ante-operam

Il monitoraggio ante operam prevede la caratterizzazione delle fitocenosi e dei relativi elementi floristici presenti nell'area vasta direttamente interessata dal progetto, riportandone anche lo stato di conservazione. Il monitoraggio verrà effettuato e si concluderà prima dell'inizio delle attività interferenti, ossia prima della cantierizzazione delle opere e dell'effettivo inizio dei lavori di costruzione dell'impianto, e avrà come obiettivo principale quello di fornire una descrizione dell'ambiente prima degli eventuali disturbi generati dalla realizzazione dell'opera.

In questa fase sarà necessario acquisire dati precisi sulla consistenza floristica delle varie formazioni vegetali, la presenza di specie alloctone, il grado di evoluzione delle singole formazioni vegetali.

I risultati del monitoraggio saranno valutati tramite dei rapporti annuali, ai quali verranno allegati apposite schede contenenti la rappresentazione cartografica tematica prodotta e i dati dei rilievi sul campo.

Verrà effettuato un primo studio preliminare ad integrazione della documentazione bibliografica e, successivamente, verranno effettuate le indagini sul campo, nel periodo vegetativo tardo primaverile – estivo, a seguito delle quali verrà redatto apposito rapporto finale contenente i risultati delle analisi svolte.

Monitoraggio in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera sarà utile per verificare l'insorgenza di eventuali modificazioni nella consistenza, copertura e struttura della fitocenosi individuata nella fase precedente. Il monitoraggio in questa fase comprenderà, altresì, i dati relativi alle essenze arboree trapiantate e quelle di nuovo impianto che andranno a costituire le opere di mitigazione lungo i confini dei lotti di progetto.

Tutti i rilievi andranno effettuati durante la stagione vegetativa e avranno la durata di un anno. I risultati saranno analizzati tramite di rapporti annuali, ai quali verranno allegati apposite schede contenenti la rappresentazione cartografica tematica prodotta e i dati dei rilievi sul campo.

Le indagini sul campo, da effettuarsi mediante sopralluoghi da eseguire due volte all'anno e finalizzati al monitoraggio della flora e della vegetazione, si svolgeranno nel periodo vegetativo tardo primaverile – estivo, a seguito delle quali verrà redatto apposito rapporto finale contenente i risultati delle analisi.

Monitoraggio post-operam

Il monitoraggio post-operam comprende il lasso di tempo che va dalla fase di pre-esercizio dell'impianto, quindi immediatamente successiva allo smobilizzo del cantiere, e continuerà anche a seguito della dismissione dell'impianto e ripristino dello stato originale dei luoghi.

Il monitoraggio sarà utile per verificare l'insorgenza di eventuali modificazioni nella consistenza, copertura e struttura della fitocenosi individuata nella fase precedente e valutare lo stato delle opere di mitigazione che verranno realizzate.

I rilievi verranno effettuati durante le stagioni vegetative e avranno la durata di tre anni, al fine di garantire e verificare l'attecchimento delle specie. Le indagini sul campo, al pari delle fasi precedenti, si concluderanno con la stesura di un rapporto finale contenente i risultati delle analisi svolte.

Al fine di eseguire i monitoraggi è prevista l'individuazione di alcune aree, all'interno dei lotti di progetto, sulle quali effettuare le indagini. Nella fase ante-operam saranno individuate almeno 3 aree test rappresentative delle formazioni presenti adiacenti alle aree interessate dalla costruzione delle strutture,

aree di scavi e riporti, aree di accumuli temporanei di terreno, aree interessate dalla viabilità interna. Durante la fase di costruzione (corso d'opera) e post-operam i rilievi saranno ripetuti sulle stesse aree.

Rilievo fitosociologico

Saranno eseguiti alcuni rilievi fitosociologici, all'interno di perimetri di 80 – 100 mq di superficie, omogenee dal punto di vista strutturale. Tali rilievi saranno eseguiti due volte all'anno, in primavera e in autunno in modo tale da avere un quadro più completo possibile sulla composizione floro-vegetazionale dell'area.

Le analisi fitosociologiche vengono eseguite con il metodo di Braun – Blanquet, in cui alle specie vengono assegnati valori di copertura e sociabilità. Il valore di copertura è una valutazione della superficie occupata dagli individui della specie entro l'area di rilievo. La sociabilità si riferisce alla disposizione degli individui di una stessa specie all'interno di una data popolazione. I rilievi saranno successivamente riuniti in tabelle fitosociologiche. Si tratta di un metodo idoneo a rappresentare in maniera quali-quantitativa la compagine floristica e a valutare le variazioni spazio – temporali della fitocenosi.

Rilievi strutturali

Verrà effettuata una caratterizzazione delle componenti strutturali che formano la cenosi. I rilievi saranno condotti attraverso:

- individuazione dei piani di vegetazione presenti;
- altezza dello strato arboreo, arbustivo ed erbaceo;
- gradi copertura dello strato arboreo, arbustivo ed erbaceo;
- pattern strutturale della vegetazione arbustiva ed arborea (altezza totale, altezza inserzione della chioma, dimensioni della chioma);
- rilievo del rinnovamento naturale.

Rilievo floristico

All'interno di ognuna delle aree interessate per i rilievi sopra descritti, saranno individuate un numero idoneo di aree campione (circa 1 mq), scelte casualmente, nelle quali verrà prodotto un inventario floristico.

Rilievi fenologici

Per le specie con copertura maggiore del 50% si indicherà lo stadio fenologico.

I rilievi delle aree in esame potranno essere confrontati con dati esistenti in bibliografica per le zone limitrofe e sottoposti ad elaborazione numerica (classificazione e/o ordinamento), insieme a questi ultimi, per ottenere indicazioni sulle differenze floristiche ed ecologiche dei siti e sul dinamismo della vegetazione ed eventuali variazioni dovute agli impatti ipotizzati.

Attraverso il confronto tra le varie tabelle sarà possibile:

- precisare l'attribuzione fitosociologica delle cenosi;
- individuare i contatti e le relazioni esistenti tra diverse tipologie di vegetazione (analisi sinfitosociologica) compresi i rapporti di tipo seriale e catenale.

Per analizzare la significatività delle differenze può essere utilizzata l'analisi della varianza, effettuata sulla tabella di frequenza delle specie. Sulla base delle forme biologiche e dei corotipi dell'elenco floristico, sarà anche possibile definire l'ecologia delle cenosi (sinecologia), in relazione a territori simili.

5.3 FAUNA

Obiettivo del monitoraggio sarà quello di definire eventuali variazioni dinamiche di popolazioni faunistiche, delle eventuali modifiche di specie target indotte dalla attività di cantiere e/o dell'esercizio dell'opera.

Gli obiettivi specifici del protocollo di monitoraggio possono essere così sintetizzabili:

- acquisire un quadro quanto più possibile completo delle conoscenze riguardanti l'utilizzo, da parte delle specie presenti, dello spazio coinvolto dalla costruzione dell'impianto, al fine di prevedere,

- valutare e stimare il rischio di impatto sulla componente medesima, a scale geografiche conformi al range di attività delle specie e delle popolazioni coinvolte (fase ante-operam);
- fornire una quantificazione dell'impatto dei pannelli fotovoltaici sul popolamento animale e, per quanto attiene i piccoli mammiferi e l'avifauna, sulle specie che utilizzano, per diverse funzioni (spostamenti per la migrazione, la nidificazione, la difesa territoriale e l'alimentazione) le superfici al suolo;
 - disporre di una base di dati in grado di rilevare l'esistenza o di quantificare nel tempo e nello spazio, l'entità dell'impatto dei pannelli fotovoltaici sul popolamento animale e, per quanto attiene i piccoli mammiferi e l'avifauna, sulle specie che utilizzano, per diverse funzioni (spostamenti per la migrazione, la nidificazione, la difesa territoriale e l'alimentazione) le superfici al suolo.

Il monitoraggio si svilupperà in tre fasi: ante operam dovrà prevedere la caratterizzazione delle zoocenosi e dei relativi elementi faunistici presenti in area vasta e nell'area direttamente interessata dal progetto, riportandone anche lo stato di conservazione.

Il monitoraggio in corso e post operam dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza delle popolazioni faunistici precedentemente individuati.

I punti di monitoraggio individuati, dovranno essere gli stessi per le fasi ante, in corso e post operam, al fine di verificare eventuali alterazioni nel tempo e nello spazio e di monitorare l'efficacia delle mitigazioni e compensazioni previste. Per quanto concerne le fasi in corso e post operam, è necessario identificare le eventuali criticità ambientali non individuate durante la fase ante operam, che potrebbero richiedere ulteriori esigenze di monitoraggio.

In corso d'opera il monitoraggio dovrà essere eseguito con particolare attenzione nelle aree prossime ai cantieri, dove è ipotizzabile si possano osservare le interferenze più significative. In fase di esercizio, nel caso di opere puntuali potrà essere utile individuare un'area (buffer) di possibile interferenza all'interno della quale compiere i rilievi; nel caso di infrastrutture lineari, potranno essere individuati transetti e plot permanenti all'interno dei quali effettuare i monitoraggi.

La localizzazione è strettamente legata alle metodologie da adottare per i vari gruppi tassonomici oggetto di monitoraggio i quali, prevedono operazioni diversificate in relazione ai vari gruppi/ specie.

Al fine della predisposizione del PMA deve essere definita una strategia di monitoraggio per la caratterizzazione quali-quantitativa dei popolamenti e delle comunità potenzialmente interferiti dall'opera nelle fasi di cantiere, esercizio ed eventuale dismissione.

La strategia individuerà come specie target, quelle protette dalle direttive 92/43/CEE e 2009/147/CE, dalle leggi nazionali e regionali, le specie rare e minacciate secondo le Liste Rosse internazionali, nazionali e regionali, le specie endemiche, relitte e le specie chiave (ad es. le "specie ombrello" e le "specie bandiera") caratterizzanti gli habitat presenti e le relative funzionalità.

Non ci si dovrebbe tuttavia limitare ad includere in maniera acritica uno o più descrittori tra quelli proposti, ma il monitoraggio dovrebbe essere pianificato sulla base di una batteria di parametri composita e ben bilanciata, al fine di considerare i diversi aspetti connessi alle potenziali alterazioni dirette e indirette sulle specie, sulle popolazioni ed eventualmente sui singoli individui.

Per la programmazione delle attività in ciascuna fase (ante operam, in corso d'opera, post operam) la strategia di monitoraggio terrà conto dei seguenti fattori, relativi sostanzialmente allo stato degli individui e delle popolazioni appartenenti alle specie target scelte:

- specificità degli elementi da monitorare (taxa, gruppi funzionali, livelli trofici, corporazioni ecologiche, altri raggruppamenti); la scelta degli elementi faunistici terrà conto della complessità degli habitat (mosaico ambientale) e delle comunità ecologiche (struttura delle reti trofiche e delle popolazioni);

- fase del ciclo vitale della specie durante la quale effettuare il monitoraggio (alimentazione, stagione e strategia riproduttiva, estivazione/ibernamento, migrazione/dispersione e relativa distribuzione geografica, areali di alimentazione/migrazione, ecc.);
- modalità, localizzazione, frequenza e durata dei campionamenti (in relazione alla fenologia delle specie chiave e delle comunità/associazioni selezionate);
- status dei singoli popolamenti e della comunità ecologica complessiva.

Per lo stato degli individui delle specie chiave sarà indagato:

- tasso di mortalità;
- tasso di migrazione.

Per lo stato delle popolazioni saranno indagati:

- abbandono/variazione dei siti di alimentazione/riproduzione/rifugio;
- variazione della consistenza delle popolazioni almeno delle specie target;
- variazioni nella struttura dei popolamenti;
- modifiche nel rapporto prede/predatori;
- comparsa/aumento delle specie alloctone.

Per il monitoraggio della fauna è alquanto difficile fornire indicazioni generali sulle tempistiche, in quanto esse dipendono dal gruppo tassonomico, dalla fenologia delle specie, dalla tipologia di opera e dal tipo di evoluzione attesa rispetto al potenziale impatto.

Si predisporrà quindi un calendario strettamente calibrato sugli obiettivi specifici del PMA, in relazione alla scelta di uno specifico gruppo di indicatori.

Il monitoraggio faunistico dovrà prevedere una gamma di tecniche di rilevamento, in gran parte basate su rilievi sul campo, che variano in funzione delle tipologie di specie da monitorare, delle tutele presenti e delle caratteristiche dei luoghi in cui si dovranno realizzare gli impianti.

5.4 SUOLO E SOTTOSUOLO

Il monitoraggio della componente ambientale suolo e sottosuolo ha il fine di mettere in evidenza l'eventuale presenza di fattori o impatti negativi che la realizzazione dell'opera, in particolar modo nella fase di cantiere, possa portare delle modificazioni alle caratteristiche pedologiche dei terreni.

Il monitoraggio nella fase ante operam è quello del "Piano di indagini preliminari" ai sensi del D. L. 76/2020 – Testo coordinato con la legge di conversione 11 settembre 2020, n. 120 – art. 52 "Semplificazione delle procedure per interventi e opere nei siti oggetto di bonifica" comma 4 lettera a), acquisito al prot. ARPAS n. 11479 del 29/03/2021, oggetto del Tavolo Tecnico tenutosi in data 28/04/2021, in occasione del quale sono stati definiti il numero, la tipologia, l'ubicazione e gli analiti da ricercare, di cui al Verbale prot. ARPAS n. 0018603 del 19/05/2021.

Il monitoraggio in corso d'opera (fase di cantiere) e post operam (fase di esercizio) dovrà essere finalizzato all'acquisizione dei dati relativi a:

- sottrazione di suolo ad attività preesistenti;
- entità degli scavi in corrispondenza delle opere da realizzare;
- gestione dei movimenti terra e riutilizzo del materiale di scavo (si veda elaborato R. 28 Piano preliminare di gestione delle terre e rocce da scavo);
- possibili contaminazioni per sversamento accidentale di olii e/o rifiuti sul suolo.

Il monitoraggio sui possibili impatti sul suolo e sottosuolo sarà articolato sulle seguenti operazioni:

- fase di cantiere:
 - controllo periodico delle indicazioni riportate nel piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo durante le fasi di lavorazione più importanti;

- precedere lo stoccaggio del materiale di scavo in aree stabili, e verificare lo stoccaggio avvenga sulle stesse. Verificare in fase di lavorazione che il materiale non sia depositato in cumuli con altezze superiori a 1,5 m e con pendenze superiori all'angolo di attriti del terreno;
 - verificare le tempistiche relative ai tempi permanenza dei cumuli di terra;
 - al termine delle lavorazioni verificare che siano stati effettuati tutti i ripristini e gli eventuali interventi di stabilizzazione dei versanti e di limitazione dei fenomeni d'erosione, prediligendo interventi di ingegneria naturalistica come previsti nello studio di impatto ambientale;
 - verificare al termine dei lavori che eventuale materiale in esubero sia smaltito secondo le modalità previste dal piano di riutilizzo predisposto.
- fase di esercizio:
- verificare l'instaurarsi di fenomeni d'erosione periodicamente almeno una volta all'anno e, in ogni caso, a seguito di forti eventi meteorici;
 - effettuare interventi di manutenzione degli spazi verdi, compresi quelli sottostanti i moduli fotovoltaici.

I parametri di controllo da monitorare sono quelli deducibili dal piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo, l'ubicazione delle aree di stoccaggio e la verifica visiva dello stato di manutenzione degli spazi verdi.

In fase di cantiere le operazioni di controllo saranno effettuate dalla Direzione Lavori, il quale dovrà verificare la coerenza degli scavi, gli stoccaggi e il riutilizzo del materiale di scavo come previsto dal piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo, con controllo giornaliero durante le operazioni di movimento del materiale di scavo, individuare le aree di deposito del materiale escavato sulle aree di stoccaggio coerentemente a quanto previsto in progetto. Al termine dei lavori la Direzione Lavori dovrà verificare il ripristino dello stato degli spazi verdi e della viabilità interna, nonché verificare l'assenza di materiale di scavo a lavori ultimati.

La Società che gestirà l'impianto fotovoltaico dovrà curare la pulizia e la manutenzione annuale degli spazi verdi e verificare eventuali fenomeni di erosione e franamento, in particolar modo a seguito di fenomeni meteorici particolarmente violenti.

5.5 AMBIENTE IDRICO

Il monitoraggio sui possibili impatti sull'ambiente idrico, dovuti alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico, sarà articolato in tre fasi:

1. **Monitoraggio Ante Operam (MAO):** prima dell'inizio dei lavori sarà effettuato uno studio che metta in evidenza lo stato della risorsa idrica prima dell'intervento, utile per avere dei riferimenti e dei valori limite a cui attenersi durante il monitoraggio in fase di cantierizzazione e di esercizio dell'impianto.
2. **Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO):** durante la fase del cantiere si verificherà se ci saranno delle modificazioni rispetto allo stato ante operam. Nel caso in cui si dovessero riscontrare degli effetti sull'ambiente idrico si verificherà che tali cambiamenti siano temporanei e non superano le soglie definite nella fase precedente.
3. **Monitoraggio Post Operam (MPO):** a seguito della dismissione dell'impianto saranno verificati gli impatti che l'impianto avrà eventualmente causato durante la sua fase di esercizio. Sarà utile per verificare che gli impatti ambientali siano coerenti rispetto alle previsioni contenute nello Studio di Impatto Ambientale e per verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste.

I punti di monitoraggio in cui saranno effettuati dei campionamenti con frequenza programmata, saranno posizionati a monte dell'area di progetto e valle della stessa, in entrambi i corsi d'acqua prossimi alle aree di progetto: il Riu S'Isca de Arcosu ed il Gora S'acqua Frisca.

Il monitoraggio consisterà in analisi di laboratorio che avranno lo scopo di identificare le caratteristiche chimico-fisico-batteriologiche dell'acqua che verrà prelevata a campione. Il monitoraggio consentirà di raggiungere i seguenti obiettivi:

- definire lo stato della risorsa idrica prima dell’inizio dei lavori per la realizzazione dell’opera;
- proporre adeguate misure di salvaguardia o di mitigazione degli eventuali effetti negativi sulla componente ambientale idrica e verificarne o meno l’efficacia;
- fornire le informazioni necessarie relativi agli esiti del monitoraggio agli Enti preposti nel territorio interessato dall’intervento.

Il monitoraggio delle acque verrà eseguito mediante prelievo di campioni d’acqua in corrispondenza dei punti di misura identificati in modo da permettere:

- il rilievo del corpo idrico a monte e a valle dell’opera in progetto durante la realizzazione della stessa, allo scopo di valutare le eventuali variazioni dovute alla presenza del cantiere;
- il rilievo del corpo idrico a valle dell’opera nelle fasi ante e post operam.

I parametri da sottoporre alle attività di monitoraggio sono stati identificati facendo riferimento alle indicazioni contenute nel Piano di tutela della Acque che ha lo scopo di coordinare le misure e gli interventi per gli “obiettivi di qualità ambientale” e per gli “obiettivi di qualità per specifica destinazione”.

L’obiettivo di qualità ambientale è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali e ben diversificate.

L’obiettivo di qualità per specifica destinazione individua lo stato dei corpi idrici idonei per una particolare utilizzazione da parte dell’uomo, alla vita dei pesci e dei molluschi.

I parametri che verranno esaminati nel corso delle attività di monitoraggio ambientale previste nel presente PMA sono le seguenti:

- parametri chimico – fisici delle acque;
- parametri chimici delle acque;
- parametri microbiologici delle acque.

La scelta di questi parametri permette di ottenere un quadro quanto più rappresentativo relativo alla caratterizzazione qualitativa del corpo idrico in esame.

I parametri chimico – fisici serviranno a fornire un’indicazione generale sullo stato quantitativo e qualitativo delle acque dei corpi idrici in esame, prima dell’inizio dei lavori.

Le analisi dei parametri chimici daranno indicazioni relative alle eventuali interferenze tra le lavorazioni necessaria per la realizzazione dell’opera e lo stato chimico dell’acqua nella fase ante operam. Verranno analizzati tutti quei parametri tipicamente legati ai fenomeni di inquinamento dovuti al funzionamento delle macchine operatrici, agli sversamenti e scarichi accidentali ed ai getti di calcestruzzo e conglomerati cementizi. Di seguito una tabella riassuntiva contenente i parametri da rilevare e monitorare.

Parametro	Unità di misura	Tipologia parametro
Temperatura	°C	Parametri in situ
Ossigeno disciolto	mg/l	
Conducibilità	µS/cm	
pH	-	
Alcalinità	ppm	
Potenziale Redox	mV	
Solidi sospesi totali	mg/l	Parametri di laboratorio
Azoto ammoniacale	N µg/l	
Azoto nitrico	N µg/l	
Azoto nitroso	N µg/l	
BOD5	O ₂ mg/l	
COD	O ₂ mg/l	
Fosforo totale	P µg/l	
Cloruri	Cl ⁻ µg/l	
Solfati	SO ⁴⁻ µg/l	

Fluoro	F µg/l	
Alluminio	µg/l	
Antimonio	µg/l	
Argento	µg/l	
Arsenico	µg/l	
Berillio	µg/l	
Cadmio	µg/l	
Cobalto	µg/l	
Cromo totale	µg/l	
Cromo (VI)	µg/l	
Ferro	µg/l	
Mercurio	µg/l	
Nichel	µg/l	
Piombo	µg/l	
Rame	µg/l	
Selenio	µg/l	
Manganese	µg/l	
Tallio	µg/l	
Zinco	µg/l	
Boro	µg/l	
Cianuri Liberi	µg/l	
Fluoruri	µg/l	
Nitriti	µg/l	
Benzene	µg/l	
Toluene	µg/l	
Etilbenzene	µg/l	
para-Xilene	µg/l	
Stirene	µg/l	
Benzo (a)antracene	µg/l	
Benzo(a)pirene	µg/l	
Benzo(b)fluorantene	µg/l	
Benzo(k)fluorantene	µg/l	
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	
Crisene	µg/l	
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene)	µg/l	
Pirene	µg/l	
Sommatoria	µg/l	
Clorometano	µg/l	
Triclorometano	µg/l	
Cloruro di vinile	µg/l	
1,2-dicloroetano	µg/l	
1,1-dicloroetilene	µg/l	
1,2-dicloropropano	µg/l	
1,1,2-tricloroetano	µg/l	
Tricloroetilene	µg/l	
1,2,3-tricloropropano	µg/l	
1,1,2,2-tetracloroetano	µg/l	
Tetracloroetilene	µg/l	
Esaclorobutadiene	µg/l	
Sommatoria	µg/l	
1,1-dicloroetano	µg/l	
1,2-dicloroetilene	µg/l	
		Metalli
		Inquinanti inorganici
		Composti organici aromatici
		Idrocarburi Policiclici Aromatici
		Alifatici clorurati cancerogeni
		Alifatici clorurati non cancerogeni

Tribromometano	µg/l	Alifatici alogenati cancerogeni
1,2-dibromoetano	µg/l	
Dibromoclorometano	µg/l	
Bromodichlorometano	µg/l	
2-clorofenolo	µg/l	Fenoli
2,4-diclorofenolo	µg/l	
2,4,6-triclorofenolo	µg/l	
Pentaclorofenolo	µg/l	
Idrocarburi totali	µg/l	

L'analisi dei parametri microbiologici dell'acque si prevede al fine di avere evidenza di eventuali interferenze tra le lavorazioni che saranno effettuate e la carica "batterologica" iniziale dei corsi d'acqua interferiti. Sarà rilevato la presenza di Escherichia Coli.

Nei punti di monitoraggio individuati, tramite sonda a trappola immersa nella corrente al di sotto del pelo libero, verrà effettuato il campionamento per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio. Nel prelievo si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno. Il campionamento sarà di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continua aliquote parziali di 1 litro fino a riempire un recipiente di circa 12 litri. Il campione così raccolto andrà omogeneizzato e ripartito nei contenitori debitamente etichettati e curandone il riempimento fino all'orlo evitando il formarsi di bolle d'aria.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento, utilizzando un'apposita e idonea scheda, che verrà trasmesso al laboratorio di analisi. Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento, utilizzando una apposita ed idonea scheda, che verrà trasmesso ai laboratori di analisi.

Contemporaneamente alle operazioni di prelievo dei campioni d'acqua verranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH e l'ossigeno disciolto, considerando valori medi tra tre determinazioni consecutive e previa adeguata taratura della strumentazione utilizzata.

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette con riportate informazioni relative al punto di prelievo (nome del corso d'acqua), codice dell'indagine, data e ora del campionamento. Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 3 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

Per la fase ante operam, nel caso di superamenti dei valori limite di concentrazione, ne verrà data opportuna comunicazione agli Enti di controllo. Sulla base dei risultati delle misure effettuate in fase ante operam, per le fasi di monitoraggio successive, su eventuale richiesta degli Enti, si potrà valutare di aggiungere dei parametri nel monitoraggio delle acque sotterranee rispetto a quelli ad oggi proposti.

Durante la fase ante operam sarà sufficiente effettuare un campionamento prima dell'effettivo inizio dei lavori nel punto di monitoraggio individuato a valle dell'impianto da realizzare.

Nella fase di cantiere sarà effettuato un campionamento trimestrale (compatibilmente all'effettiva presenza di acqua lungo gli alvei interessati) in entrambi i punti individuati a monte e a valle, per tutta la durata del cantiere.

Non si ritiene utile effettuare dei campionamenti durante la fase di esercizio vista la particolare tipologia dell'impianto, il quale non potrà intervenire in nessun modo sullo stato dei corpi idrici presenti.

Un ultimo campionamento andrà effettuato, a valle, successivamente alla dismissione dell'impianto.

5.6 ATMOSFERA

I potenziali ricettori della componente atmosfera sono identificati nei fruitori dell'area e più in generale nella popolazione residente nei centri urbani vicini

Durante le fasi di realizzazione delle opere in progetto, le attività potenzialmente generatrici di effetti negativi per l'atmosfera, e quindi per la qualità dell'aria, a causa dell'inevitabile emissioni di polveri, sono essenzialmente riconducibili alle operazioni di scavo del terreno per la realizzazione delle fondazioni e delle

trincee per la posa dei cavidotti, al traffico dei mezzi all'interno dell'area di cantiere per la movimentazione ed il trasporto del materiale escavato, oltre che alle emissioni generate dall'erosione del vento dai cumuli di terreno stoccato all'interno delle aree di cantiere, per poter essere utilizzato nelle successive fasi di rimodellamento morfologico del terreno. Considerato la relativa durata delle operazioni di scavo e movimentazione terra non si prevede un monitoraggio sulla componente ambientale "atmosfera".

Per quanto riguarda la fase Ante Operam, utile a determinare lo stato "zero" prima dell'avvio dei lavori di costruzione dell'impianto, risulta ben definita data la presenza di diverse stazioni ARPAS nelle vicinanze dell'area di progetto. La presenza di dette stazioni non rende necessario l'apprestamento di ulteriori stazioni di rilevamento.

In fase di cantiere:

- controllo periodico giornaliero del transito dei mezzi e del materiale di trasporto, del materiale accumulato (terre da scavo);
- verifica visiva delle caratteristiche delle strade utilizzate per il trasporto;
- controllo dello stato degli pneumatici dei mezzi che trasportano e spostano materiale in rito;
- verifica dei cumuli di materiale temporaneamente stoccato e delle condizioni meteo relative, soprattutto, alle raffiche di vento.

In fase di cantiere le operazioni di controllo giornaliero saranno effettuate dalla Direzione Lavori.

Inoltre, dovranno essere previste le seguenti azioni:

- analisi delle caratteristiche climatiche e meteo dell'area della zona tramite anche la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici disponibili per verificare l'influenza delle caratteristiche locali sulla diffusione e trasporto delle polveri;
- dare opportune indicazioni sulle coperture da utilizzare sui mezzi che trasportano materiale di scavo e terre;
- indicare alle imprese la viabilità da percorrere per evitare l'innalzamento delle polveri;
- controllare degli pneumatici che non risultino particolarmente usurati e che possa quindi favorire l'innalzamento di polveri;
- far adottare tutte le necessarie misure di mitigazione, valutate in tempi congrui, per evitare l'innalzamento di polveri.

6. REPERTORIO FOTOGRAFICO E FOTOSIMULAZIONI

6.1 FOTO STATO ATTUALE DELLE AREE DI PROGETTO

La realizzazione del progetto in esame interessa in totale un'estensione di circa 179,53 ettari.
Nel paragrafo seguente viene riportata la documentazione fotografica delle aree interessate dall'installazione dell'impianto fotovoltaico in progetto insieme ad una planimetria recante l'indicazione dei punti di ripresa.



Ortofoto con punti di presa del rilievo fotografico.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.1.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.2.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.3.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.4.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.5.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.6.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.7.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.8.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.9.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.10.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.11.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.12.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.13.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.14.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.15.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.16.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.17.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.18.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.19.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.20.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.21.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.22.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.23.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.24.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.25.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.26.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.27.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.28.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.29.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.30.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.31.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.32.



Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.33.

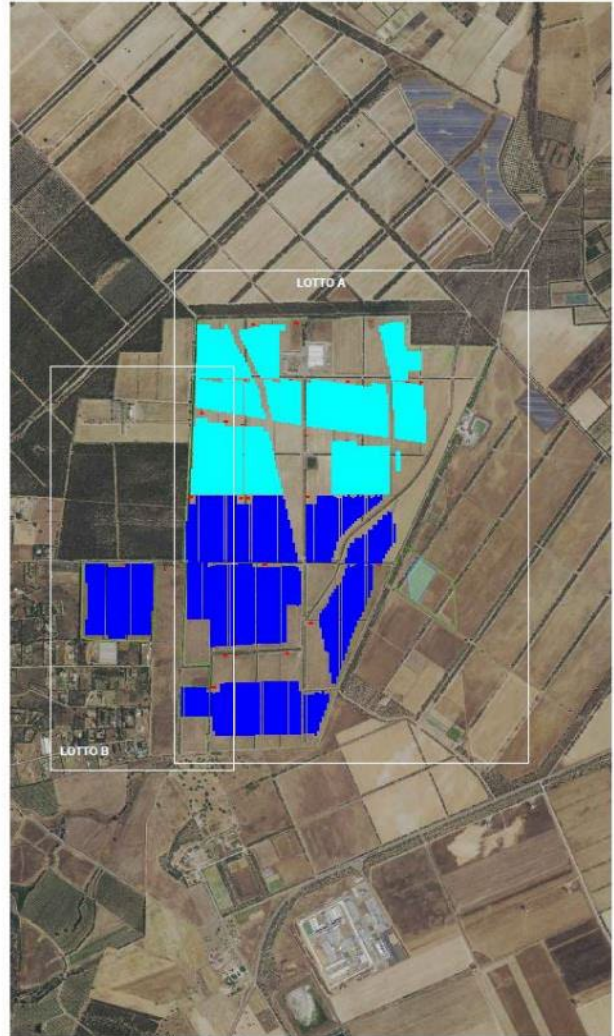


Foto area di progetto del 21.09.2020_vista n.34.

6.2 FOTOSIMULAZIONI AREE DI PROGETTO



Ortofoto satellitare: stato attuale.



Ortofoto satellitare: FOTOSIMULAZIONE di progetto.



Indicazione punti di ripresa significativi.



Ripresa fotografica dal punto di ripresa n. 8.



Stato di progetto.



Stato di progetto con opere di mitigazione.



Ripresa fotografica dal punto di ripresa n. 13.



Stato di progetto.



Stato di progetto con opere di mitigazione.



Ripresa fotografica dal punto di ripresa n. 19.



Stato di progetto.



Stato di progetto con opere di mitigazione.



Ripresa fotografica dal punto di ripresa n. 25.



Stato di progetto.



Stato di progetto con opere di mitigazione.



Ripresa fotografica dal punto di ripresa n. 27.



Stato di progetto.



Stato di progetto con opere di mitigazione.



Ripresa fotografica dal punto di ripresa n. 32.



Stato di progetto.



Stato di progetto con opere di mitigazione.



Ripresa fotografica dal punto di ripresa n. 34.



Stato di progetto.



Stato di progetto con opere di mitigazione.