


Il Tecnico
Il Direttore Tecnico di A.R.T. Studio srl
(Dr. Maurizio Fiore)


REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	01/03/2024	Prima Emissione	A.R.T. STUDIO srl	A.R.T. STUDIO srl	Baltex

Il Tecnico Il Direttore Tecnico di A.R.T. Studio srl (Dr. Maurizio Fiore)	PROGETTO: SARDEGNA 14 GUSPINI Impianto Fotovoltaico Guspini 33,6 MW _{ac}				
	NOME FILE: SIA.gus_04_PMA				
PROPONENTE BALTEX SARDEGNA14 GUSPINI S.r.l. 	UBICAZIONE: REGIONE SARDEGNA Provincia di Sud Sardegna Comune di Guspini	FORMATO: A4	SCALA: n.a.	SCALA PLOT:	FOGLIO:
	TITOLO: Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA)				
FORNITORE A.R.T. STUDIO S.r.l. Via Ragazzi del '99 n°5 - 10090 BUTTIGLIERA ALTA (TO)	CODICE ELABORATO: SIA.gus_04				


BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 1 a 54

SOMMARIO

1. PREMESSA.....	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO.....	5
3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	7
4. IL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	9
5. CONTENUTI DEL PMA	11
6. SCELTA DELLE COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE E IMPATTI ATTESI.....	12
7. DEFINIZIONE OPERATIVA DEL PMA.....	15
7.1 MATRICI AMBIENTALI DA MONITORARE	15
7.2 FASI DEL MONITORAGGIO.....	15
7.3 IDENTIFICAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO	16
7.4 DURATA E FREQUENZA DEI MONITORAGGI.....	16
7.5 NUMERO E UBICAZIONE STAZIONI DI MONITORAGGIO E MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO ..	17
7.6 MODALITÀ OPERATIVE E GESTIONE DEI DATI.....	20
 ALLEGATO 1 - MONITORAGGIO VEGETAZIONE E FLORA.....	 21
1. METODOLOGIA DI MONITORAGGIO	21
2. CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DA MONITORARE	21
3. INDICATORI	22
4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	24
4.1 MONITORAGGIO ANTE OPERAM	24
4.2 MONITORAGGIO IN FASE DI ESERCIZIO	28
4.3 MONITORAGGIO POST-OPERAM	28
5. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO	29
 ALLEGATO 2 - MONITORAGGIO PRODUZIONE AGRICOLA/ZOOTECNICA E AGRICOLTURA 4.0.....	 32
1. METODOLOGIA DI MONITORAGGIO	32
2. ATTIVITA' DI MONITORAGGIO	38
2.1 MONITORAGGIO PEDOLOGICO	38
2.1.1 Introduzione	39
2.1.2 Monitoraggio in fase ante operam.....	40
2.1.3 Monitoraggio in fase in operam	41
2.1.4 Monitoraggio in fase post operam.....	41
2.1.5 Monitoraggio in fase di dismissione.....	42
2.2 MONITORAGGIO DEGLI INDIRIZZI PRODUTTIVI E AGRICOLTURA 4.0	42
2.2.1 Introduzione	42
2.2.2 Indici vegetazionali cosa sono, come vengono acquisiti e interpretati	43

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 2 a 54

2.2.3	Strumenti di acquisizione: Droni e satelliti.....	45
2.3	MONITORAGGIO DEL RISPARMIO IDRICO.....	47
2.3.1	Introduzione	47
2.3.2	Monitoraggio in fase ante operam.....	48
2.3.3	Monitoraggio in fase in operam	48
2.3.4	Monitoraggio in fase post operam.....	48
2.3.5	Monitoraggio in fase di dismissione.....	49
2.4	MONITORAGGIO DELLA CONTINUITÀ DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA	49
2.4.1	Introduzione	49
2.4.2	Monitoraggio in fase ante operam.....	50
2.4.3	Monitoraggio in fase in operam	50
2.4.4	Monitoraggio in fase post operam.....	50
2.4.5	Monitoraggio in fase di dismissione.....	51
2.5	MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA.....	51
2.5.1	Introduzione	51
2.5.2	Monitoraggio in fase ante operam.....	52
2.5.3	Monitoraggio in fase in operam	52
2.5.4	Monitoraggio in fase post operam.....	52
2.5.5	Monitoraggio in fase di dismissione.....	53

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 3 a 54


1. PREMESSA

Il presente PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE costituisce parte integrante dello studio di impatto ambientale relativo al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico ad inseguimento monoassiale per la produzione di energia elettrica da fonte solare, della potenza di picco di 37,005 MWp e potenza nominale di 33,600 MW, denominato "**Sardegna 14 Guspini – Impianto fotovoltaico Guspini 33,6 MW**", da realizzarsi nei comuni di Guspini e Pabillonis (SU), presentato dalla società **Baltex Sardegna 14 Guspini s.r.l. (Fig. 1/I).**

L'impianto occuperà una superficie netta di circa ha 21,36, all'interno di una più vasta area in disponibilità del Proponente, della superficie complessiva di circa ha 52,12 attualmente a destinazione agricola, caratterizzata da colture foraggere estensive e pascolo.




Figura 1/I: Area impianto FV "Sardegna 14 – Guspini"

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 4 a 54

In seguito alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico, coerente con le *LG in materia di impianti agrivoltaici- giugno 2022*, l'utilizzo dell'area sarà ancora agro-pastorale.

Il presente PMA viene redatto secondo le indicazioni riportate nelle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedura di VIA", revisione 1 del 16/06/2014, redatte in collaborazione tra ISPRA e Ministero dell'Ambiente.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 5 a 54

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DEL SITO

L'area di intervento è ubicata in comune di Guspini e Pabillonis (SU), nell'ambito di un contesto territoriale caratterizzato prevalentemente da attività agricola estensiva di coltivazione ed allevamento. Il sito dista circa 10 km m dall'abitato comunale di Guspini e circa 2,5 km dal comune di Pabillonis (centri abitati più prossimi), mentre in ambito più prossimo sono presenti il PIP di Guspini ed alcuni insediamenti residenziali sparsi connessi all'attività agricola. Caratterizzano l'area un parco eolico costituito da una quindicina di aerogeneratori e diversi impianti fotovoltaici (realizzati o in progetto/autorizzazione).

Sotto l'aspetto morfologico il territorio si presenta sub-pianeggiante. Sotto l'aspetto agro-forestale, l'area vasta è caratterizzata da una prevalenza di coltivi, intercalati da modeste fasce arboree di eucalipti e di macchia sparsa. L'uso attuale e previsto del sito, sotto l'aspetto agro-pastorale risulta sostanzialmente coerente con gli usi agricoli prevalenti. Nel contesto territoriale e soprattutto sul sito non sono presenti coltivazioni di pregio.

Sotto il profilo paesaggistico il territorio in cui ricade il sito è caratterizzato da una matrice agricola in cui sono inseriti insediamenti sparsi e la viabilità locale, nonché diversi aerogeneratori.

Il sito di intervento è costituito da più sottocampi adiacenti (**Fig. 2/I**), aventi una superficie complessiva lorda di m² 52.000 circa.

Catastalmente l'area in disponibilità del Proponente, entro cui ricade l'impianto proposto è censita nel NCT del Comune di Guspini (SU) al foglio 312 mappali 3, 17, 19, 20, 21, 25, 27, 29, 30, 32, 42, 43, 47, 48, 70, 76, del comune di Pabillonis (SU) al foglio 3 mappali 100, 106, 107, 166, 167, al foglio 14 mappali 34, 36, 37, 53, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 84, 86, 88, 89, 106, 107, 221.

La destinazione urbanistica del sito e delle aree adiacenti è "Zona E – Agricola".

CAMPO FOTOVOLTAICO "GUSPINI"

moduli 625 W pitch 5,74 metri
POTENZA DC 37.005 KWp
n.2467 tracker x 24 moduli = 59.208 moduli

Requisiti agrivoltaico

$$S_{tot} = 52,12 \text{ ha} \quad S_{strada} = 2,8 \text{ ha} \quad S_i = S_{tot} - S_{strada}$$

$$S_i = 49,32 \text{ ha} \quad S_{pv} = 21,36 \text{ ha}$$

$$A1) S_{agricola} = 44,18 \text{ ha} \geq 0,7 S_{tot} \quad (84,76\%)$$

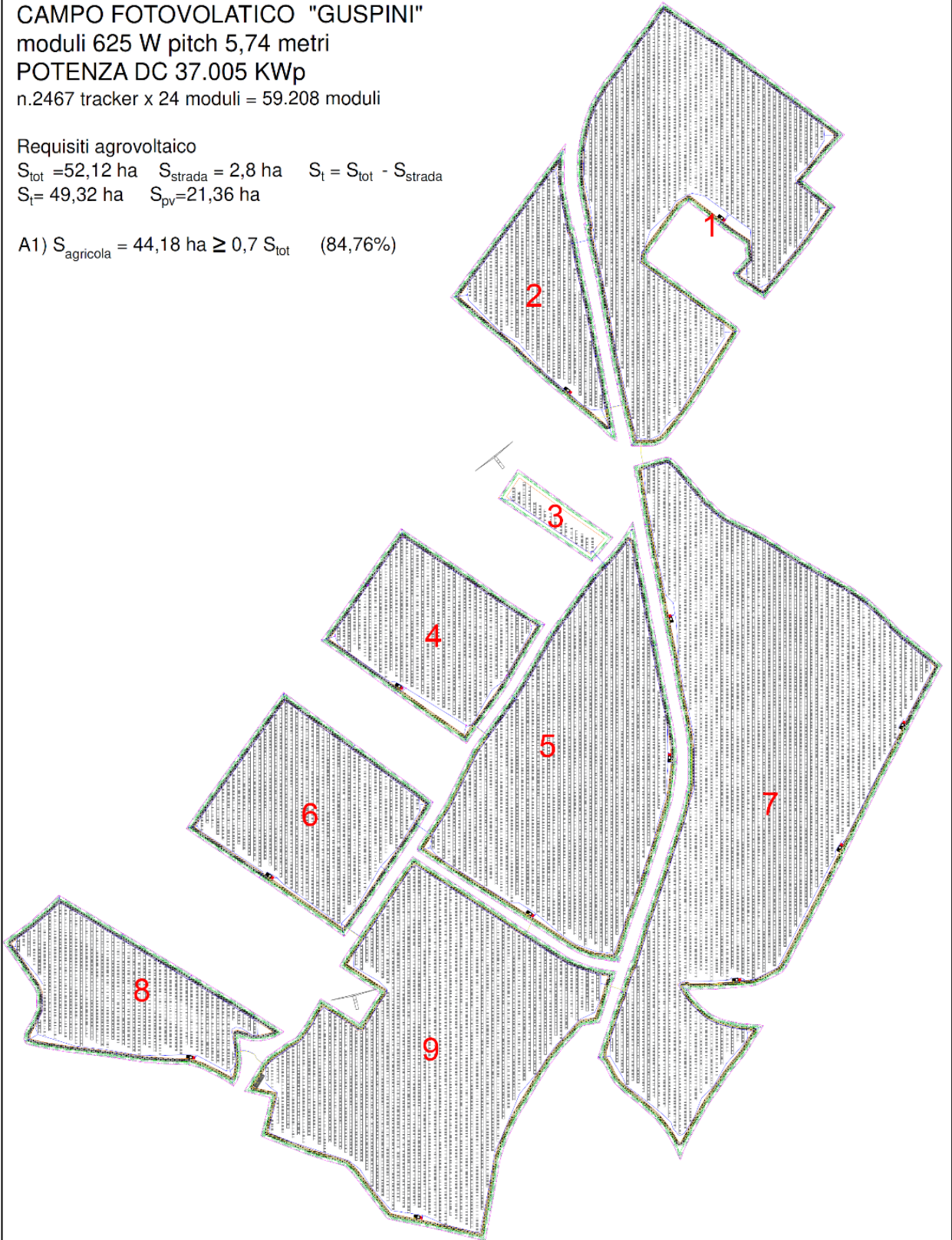


Figura 2/I: Layout impianto

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 7 a 54

3. DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

L'intervento consisterà, come già accennato, nella realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza complessiva DC di 37.005, kWp utilizzando 59.208 moduli in silicio monocristallino bifacciale da 625 Wp, installati sul terreno con un sistema di inseguimento solare a tracker monoassiale come di seguito evidenziato (**Tab. 3/I**):

<i>Inclinazione/orientazione</i>	Tipo 1 0° Sud
<i>N° moduli</i>	59.208
<i>Superficie netta dei moduli [mq]</i>	165.505
<i>Potenza picco [kWp]</i>	37.005,00
<i>Inverter n° e Marca/Modello</i>	12 SMA Sunny Central 2800 UP


Tabella 3/I: Dati generali impianto

Il valore di irraggiamento effettivo sui collettori, conseguente alle modalità di captazione previste (impiego di inseguitori solari monoassiali), è pari a circa 2.186 kWh/m²/anno, per cui la produzione energetica totale stimata per la centrale in progetto è di seguito riportata.

<i>Produzione Totale Impianto [MWh/Anno]</i>	71.776,806
<i>Potenza picco [kWp]</i>	37.005
<i>Produzione specifica [kWh/kWp/a]</i>	1.940

Gli elementi strutturali/impiantistici che compongono il campo fotovoltaico, il cui layout è riportato in figura 2/I, sono i seguenti:

- inseguitori solari monoassiali;
- moduli fotovoltaici;
- convertitori statici DC/AC;
- cabine prefabbricate (di campo e di consegna);
- quadri elettrici in bassa tensione sez. DC e AC;
- quadro elettrico in media tensione;
- cavi di cablaggio;


BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 8 a 54

Per realizzare una potenza di picco pari a 37.005 kWp in base alle caratteristiche dei componenti utilizzati, l'impianto sarà composto da:

Array #2 - Subconjunto #2			
Number of PV modules	24600 units	Number of inverters	5 units
Nominal (STC)	15.38 MWp	Total power	14000 kWac
Modules	1025 Strings x 24 In series		
At operating cond. (50° C)		Operating voltage	921-1325 V
Pmpp	14.22 MWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.10
U mpp	1016 V		
I mpp	13990 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	37005 kWp	Total power	33600 kWac
Total	59208 modules	Number of inverters	12 units
Module area	165505 m ²	Pnom ratio	1.10
Cell area	152494 m ²		

Inoltre, costituiscono parte dell'impianto:

- la viabilità interna di servizio, costituita da piste in terra per una superficie complessiva di m² 28.000;
- la recinzione perimetrale in rete metallica;
- le opere di mitigazione (barriera verde perimetrale);
- i caviodotti interrati di connessione tra i sottocampi e tra la cabina di consegna ed il punto di connessione alla RTN.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 9 a 54

4. IL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Progetto di Monitoraggio (PMA) rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA, lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di vita dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (Proponente, Autorità Competenti) di individuare *in itinere* gli eventuali scostamenti tra gli impatti attesi (previsti dallo SIA) e quelli reali, al fine di attivare tempestivamente le necessarie misure di mitigazione.

La presente relazione intende illustrare i contenuti e le metodologie di monitoraggio del PMA da espletarsi nell'arco della vita dell'impianto.

Le attività di monitoraggio nel seguito previste sono state definite, in termini spaziali, di frequenza e di modalità operative, sulla base dei seguenti elementi:

- entità degli impatti attesi;
- durata dei fattori causali di impatto;
- reversibilità degli impatti;
- ampiezza dell'area potenzialmente interessata (area vasta).


Il presente PMA è stato strutturato in modo sufficientemente flessibile, tale da poter essere, se necessario, rimodulato *in itinere* a fronte di nuove situazioni emergenti o a prescrizioni delle Autorità competenti.

Gli obiettivi del PMA e le principali funzioni di monitoraggio che consentono di perseguirli sono:

- a) verifica dello scenario ambientale di riferimento utilizzato nello SIA e caratterizzazione qualitativa delle singole matrici ambientali, da effettuarsi prima dell'apertura del cantiere: monitoraggio ante operam;
- b) verifica delle previsioni degli impatti ambientali attesi, contenute nello SIA e delle modificazioni dello scenario iniziale, mediante la rilevazione delle variazioni dei parametri di controllo assunti per le diverse componenti ambientali nelle successive fasi di vita dell'impianto:(monitoraggio in fase di costruzione, di esercizio, di dismissione);
- c) verifica dell'efficacia delle misure di mitigazione previste dallo SIA;
- d) individuazione di eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmazione delle opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- e) verifica del rispetto dei limiti normativi (ove presenti) da parte dei fattori causali di impatto;

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 10 a 54

- f) l'integrazione ed il coordinamento, ove possibile, delle informazioni ambientali acquisite, con le reti e le attività di monitoraggio già attive sul territorio, al fine, sia di un proficuo reciproco controllo, che di evitare duplicazioni di attività;
 - g) garantire la costante informazione dei Terzi (Autorità competenti e pubblico), circa la compatibilità ambientale o le criticità dell'impianto rispetto ad una o più matrici ambientali.
-

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 11 a 54

5. CONTENUTI DEL PMA

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale deve quantomeno possedere i seguenti requisiti e contenuti:


- essere coerente con i contenuti dello Studio di Impatto Ambientale e verificare la conformità delle previsioni di impatto ambientale individuate nel SIA nelle diverse fasi di vita dell'impianto (fase di costruzione, di esercizio e di dismissione);
- correlare gli stati ante operam, in corso d'opera e post operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione;
- individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili rappresentativi dello stato ambientale;
- essere proporzionato alle caratteristiche ambientali dell'area vasta ed alle caratteristiche (intensità, frequenza, durata, ecc.) degli impatti attesi;
- contenere la programmazione temporale delle attività di monitoraggio (frequenza delle misurazioni da eseguire e durata dei monitoraggi);
- definire la localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio;
- definire i parametri di misura;
- individuare i valori limite normativi e/o standard di riferimento;
- individuare le metodiche di monitoraggio (misura, campionamento, analisi, osservazione, ecc.) elaborazione dati);
- indicare strumenti e modalità operative;
- definire le modalità di restituzione dei dati di monitoraggio e la trasmissione periodica degli esiti del monitoraggio agli enti competenti.

Il PMA deve concentrare le modalità di rilevazione verso quei parametri e fattori causali di impatto maggiormente significativi, la cui misura consente di valutare il reale impatto delle sole opere in progetto sull'ambiente.

Il soggetto attuatore delle attività di monitoraggio sarà il Gestore dell'impianto.

La redazione del PMA è articolata nelle seguenti fasi ed azioni:

- analisi e definizione del quadro informativo esistente (informazioni bibliografiche);
 - individuazione dei riferimenti normativi pertinenti (individuazione dei valori limite previsti dalla normativa vigente di settore);
 - scelta delle componenti ambientali potenzialmente impattate;
 - individuazione delle aree maggiormente critiche da monitorare nell'ambito dell'area vasta;
 - definizione delle modalità di raccolta, codifica e registrazione dei dati;
 - redazione del Progetto di PMA;
 - presentazione del Progetto di PMA agli Enti competenti per l'acquisizione di pareri e prescrizioni;
 - recepimento di osservazioni e prescrizioni e redazione del PMA definitivo;
 - presentazione del PMA definitivo agli Enti competenti per la definitiva approvazione.
-

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 12 a 54

6. SCELTA DELLE COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE E IMPATTI ATTESI

In coerenza con i contenuti dello SIA, le componenti/matrici ambientali prese preliminarmente in considerazione sono:

- atmosfera (qualità dell'aria);
- ambiente idrico (acque sotterranee e acque superficiali);
- suolo e sottosuolo (uso e qualità dei suoli, geomorfologia);
- paesaggio e beni identitari (intervisibilità e presenza di beni di interesse storico, culturale, architettonico e archeologico);
- ecosistemi e biodiversità (vegetazione, flora e fauna);
- rumore e vibrazioni;
- radiazioni ionizzanti e non;
- salute pubblica (rumore).

Va qui ricordato che sia la "Salute pubblica" che gli "Ecosistemi" sono componenti ambientali suscettibili di impatti secondari, cioè indotti dall'alterazione quali-quantitativa delle caratteristiche di altre matrici ambientali (impatti primari), per cui il loro monitoraggio ambientale deve essere effettuato in maniera "integrata", ponendo in correlazione gli impatti primari sulle componenti biotiche ed abiotiche con quelli secondari su salute pubblica ed ecosistemi.


Va inoltre ricordato che i progetti di impianti fotovoltaici non rientrano tra quelli da assoggettare a Valutazione di Impatto Sanitario (VIS) secondo la normativa vigente.

I potenziali impatti derivanti dalla realizzazione del progetto sono stati descritti nello SIA e nelle Relazioni specialistiche per quanto attiene la biodiversità, unitamente alle misure di mitigazione previste e vengono di seguito sinteticamente riportati.

Atmosfera

Per questa componente (qualità dell'aria) sono attesi impatti negativi bassi in fase di costruzione e dismissione, dovuti alla produzione e dispersione di polveri da scavi e movimentazione dei mezzi di cantiere, valore motivato dalla modesta magnitudo e dalla breve durata del fattore causale, dalla reversibilità del fenomeno e dall'efficacia delle misure di mitigazione.

In fase di esercizio l'impatto è sicuramente molto positivo, per il contributo offerto alla riduzione di emissione di gas clima alteranti.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 13 a 54

Ambiente idrico

L'assenza di interferenze dirette ed indirette sulla risorsa, in tutte le fasi di vita dell'impianto, fa sì che l'impatto atteso sia trascurabile, pur considerando l'eventuale consumo di acqua per il lavaggio temporaneo dei moduli, approvvigionata con autobotte.

Suolo e sottosuolo

I potenziali impatti sulla componente in fase di cantiere (costruzione e dismissione), dovuti alle lavorazioni (scavi), sono bassi, in quanto temporanei (di breve durata) e non alterano la morfologia dei luoghi, mentre in fase di esercizio l'impatto è stimato positivo e alto, in quanto l'insediamento dell'impianto incrementa l'intensità di fruizione economica dell'area, associando all'uso agricolo, che permane, quello industriale ed energetico, senza comportare apprezzabili deterioramenti delle caratteristiche geopedologiche del suolo.

Biodiversità


L'assenza di vegetazione di pregio e di habitat di particolare interesse faunistico sul sito di intervento, unitamente alle modeste interferenze indotte dalle attività di cantiere rispetto alle aree circostanti in termini di disturbo (polveri, rumore), fanno stimare l'impatto sulla componente basso.

In fase di esercizio, si escludono interferenze negative significative a carico della vegetazione, flora, fauna ed avifauna in particolare, mentre l'accessibilità all'area dell'impianto della fauna terrestre è garantito da un adeguato sollevamento da terra della recinzione perimetrale. Il mantenimento delle attività agro-pastorali sul sito garantisce il permanere delle condizioni *ante operam*, per cui l'impatto è complessivamente basso.

Paesaggio

La presenza del cantiere potrà comportare una temporanea e breve modificazione della percezione dei luoghi, progressivamente crescente con l'installazione dei pannelli FV e degli impianti ausiliari, inducendo un impatto da basso a moderatamente elevato (lunga durata, ma reversibile). Il paesaggio locale subirà quindi una modificazione evidente, in parte attenuata, soprattutto in termini di percezione visiva, dalle opere di mitigazione previste. L'assenza di punti visuali privilegiati nelle vicinanze, contribuisce a ridurre l'impatto reale e percepito.

Rumore

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 14 a 54

I potenziali impatti sul clima acustico sono dovuti alle attività di cantiere, prevalentemente in fase di costruzione dell'impianto ed in misura minore nella fase di dismissione ed in fase di esercizio. Il clima acustico *ante operam*, caratterizzato prevalentemente dall'azione del vento sugli aerogeneratori presenti e sulla vegetazione arborea, verrà ulteriormente monitorato prima dell'avvio dei lavori, mentre quello relativo alle diverse fasi di vita dell'impianto è stato simulato (v. elaborato "Valutazione previsionale di impatto acustico" ID Doc. SIA.gus_12_VIA) e sarà oggetto di monitoraggio *in progress*.

Durante le attività di cantiere, qualora dovessero manifestarsi superamenti dei limiti di legge in prossimità dei ricettori sensibili più prossimi, si procederà con la richiesta di deroga temporanea.

Durante la fase di esercizio, il rumore generato dal parco fotovoltaico rispetterà i valori limite di emissione, secondo quanto emerso dalla valutazione previsionale di impatto acustico.

Radiazioni

Una variazione dei campi elettromagnetici si potrebbe teoricamente riscontrare in fase di esercizio, soprattutto per la presenza del cavidotto AT.

Considerato che:

- i valori emissivi risultanti dai calcoli di verifica sono assolutamente modesti ed entro i limiti normativi;
- in prossimità delle sorgenti emissive principali (trasformatori ed inverter) non è prevista una presenza umana prolungata (> 4h/g);
- le emissioni della linea elettrica rientrano nei limiti cautelativi previsti dalla norma
- in prossimità delle sorgenti puntuali e lineari non sono presenti ricettori sensibili


si stima che gli impatti indotti sulle componenti siano trascurabili.

Salute pubblica

Considerato che:

- l'impianto fotovoltaico proposto è ubicato in un comprensorio prevalentemente agricolo e scarsamente interessato da insediamenti residenziali
- la presenza umana all'interno dell'impianto è, in fase di esercizio, temporalmente limitata e discontinua (manutenzioni)
- le uniche interferenze dirette sulla salute umana potrebbero coincidere con la fase di esercizio
- gli impatti emergenti a carico di quelle matrici ambientali che possono a loro volta incidere sulla salute pubblica (impatti secondari) sono tutti modesti

si può escludere l'esigenza di un monitoraggio diretto di questa componente, attraverso indagini *ad hoc*.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 15 a 54

7. DEFINIZIONE OPERATIVA DEL PMA

7.1 MATRICI AMBIENTALI DA MONITORARE

Per tutto quanto al paragrafo precedente e sulla base delle risultanze dello SIA, si ritiene che il PMA debba essere limitato al monitoraggio delle seguenti matrici ambientali:

- suolo e sottosuolo (caratteristiche pedologiche) (SU);
- qualità dell'aria, limitatamente alle fasi di costruzione e dismissione dell'impianto (AR);
- clima acustico, in tutte le fasi di vita dell'impianto (CA);
- radiazioni non ionizzanti, limitatamente alla fase di esercizio dell'impianto (EE);
- biodiversità, in tutte le fasi di vita dell'impianto (BD).

Inoltre, trattandosi di un impianto agri-fotovoltaico, si ritiene significativo monitorare l'evoluzione nel tempo della produzione agricola/zootecnica fornita dal fondo, espresso in valore di mercato della PLV a prezzo costante (PA).

7.2 FASI DEL MONITORAGGIO

Nel presente caso, le fasi del monitoraggio saranno quattro:

- monitoraggio *ante operam* (AO), da eseguirsi prima dell'avvio del cantiere;
 - monitoraggio in corso di costruzione dell'impianto (CO) (fase di cantiere);
 - monitoraggio in corso di esercizio dell'impianto (ES);
 - monitoraggio in corso di dismissione dell'impianto (DI) (fase di decommissioning).
-

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 16 a 54

7.3 IDENTIFICAZIONE DELLE STAZIONI DI MONITORAGGIO

Per ogni componente ambientale è prevista l'identificazione dei punti di monitoraggio tramite un codice alfanumerico che individua, nell'ordine:

- la matrice ambientale;
- fase di monitoraggio;
- la natura dell'interferenza: alterazione pedologica (ap), polveri (PI), rumore (rm), radiazioni (rd), ecc.;
- lettera identificativa della stazione: a,b,c,
- numero progressivo del monitoraggio: 01, 02, 03, ecc.;

Ad esempio, per quanto concerne il 3° monitoraggio delle polveri in fase di costruzione, nella stazione b, il codice sarà: **AR-CO-PI-b-03**.


Tutte le stazioni di monitoraggio verranno identificate topograficamente mediante coordinate Gauss-Boaga, prima dell'avvio del cantiere e la loro ubicazione riportata nel PMA da sottoporre a validazione da parte degli Enti competenti.

Per quanto attiene il monitoraggio della produzione agricola/zootecnica, si assume come stazione di monitoraggio l'intero campo fotovoltaico.

7.4 DURATA E FREQUENZA DEI MONITORAGGI

La durata prevista dei monitoraggi sarà la seguente:

- Monitoraggio *Ante Operam* (AO): n. 1 monitoraggio entro 3 mesi dall'avvio del cantiere;
 - Monitoraggi in corso di costruzione (CO): n. 2 monitoraggi nelle fasi critiche del cantiere (esclusa la produzione agricola/zootecnica);
 - Monitoraggi in corso di esercizio (ES): n. 1 monitoraggio annuale per i primi 3 anni di esercizio dell'impianto + N. 1 monitoraggio quinquennale per la vita residua dell'impianto;
 - Monitoraggio in fase di dismissione (DI): n. 1 monitoraggio nella fase critica del cantiere (qualità aria e rumore); a fine rimozione impianto (qualità del suolo) (radiazioni: nessun monitoraggio).
-

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 17 a 54

7.5 NUMERO E UBICAZIONE STAZIONI DI MONITORAGGIO E MODALITÀ DI CAMPIONAMENTO

Monitoraggio suolo

- Numero di stazioni: n.2 stazioni per ogni sottocampo, ubicate rispettivamente l'una sotto i tracker e l'altra negli interfilari.
- Numero di ripetizioni:
 - Monitoraggio *ante operam*: n.1 ripetizione
 - Monitoraggio in fase di cantiere: nessun monitoraggio
 - Monitoraggio in fase di esercizio: n.1 monitoraggio/anno
 - Monitoraggio in fase di dismissione: n.1 monitoraggio entro 30 gg dallo smantellamento del cantiere.
- Modalità di campionamento: campione medio dell'orizzonte 0-0,40 m dal p.c.
- Parametri da monitorare:


A. Parametri agro-pedologici

- Tessitura del suolo;
- Profondità del suolo e degli apparati radicali;
- Densità apparente ed infiltrazione;
- Caratteristiche di ritenzione idrica;
- Contenuto idrico (umidità);
- C e N organici totali;
- pH;
- conducibilità elettrica;
- N (NO₃ e NO₄), P e K minerali;
- C ed N della massa microbica;
- N potenzialmente mineralizzabile;
- Respirazione del suolo;
- Rapporto: C biomassa/C organico totale;
- Respirazione/biomassa;

da determinarsi secondo quanto previsto dal Decreto del Ministro delle politiche agricole e forestali del 13 settembre 1999 – Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo".

B. Parametri di contaminazione

- elementi da N. 1 a n. 18 della Tab.1, colonna A dell'Allegato 5 alla Parte Quarta del D.Lgs. 152/06, da determinarsi secondo quanto previsto dal Regolamento relativo agli interventi di bonifica, di ripristino ambientale e di messa in sicurezza, d'emergenza, operativa e

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 18 a 54

permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento, ai sensi dell'articolo 241 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

Monitoraggio qualità dell'aria

- Numero di stazioni: n.2 stazioni per ogni sottocampo, ubicate rispettivamente sopra e sottovento al momento del campionamento.
- Numero di ripetizioni:
 - Monitoraggio *ante operam*: n.1 ripetizione prima dell'avvio del cantiere;
 - Monitoraggio in fase di cantiere: n. 2 ripetizioni in coincidenza con le fasi più critiche (scavi);
 - Monitoraggio in fase di esercizio: n. 1 monitoraggio/anno;
- Monitoraggio in fase di dismissione: n. 1 ripetizioni in coincidenza con la fase più critica.
- Modalità di campionamento: mediante campionatore volumetrico.
- Parametri da monitorare: polveri sedimentabili, PM₁₀ e PM_{2,5}.

Monitoraggio clima acustico

- Numero di stazioni: n. 2 stazioni per ogni sottocampo, ubicate lungo la recinzione.
- Numero di ripetizioni:
 - Monitoraggio *ante operam*: n.1 ripetizione prima dell'avvio del cantiere;
 - Monitoraggio in fase di cantiere: n. 2 ripetizioni in coincidenza con le fasi più critiche;
 - Monitoraggio in fase di esercizio: n. 1 monitoraggio/anno.
- Monitoraggio in fase di dismissione: n.2 stazioni per ogni sottocampo, ubicate lungo la recinzione;
- Modalità di campionamento: mediante fonometro certificato, da eseguirsi a cura di tecnico abilitato;
- Parametri da monitorare: emissioni sonore (valori limite di emissione previsti dal D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore").

Monitoraggio radiazioni non ionizzanti.

- Numero di stazioni: n.3 stazioni: una prima in prossimità del punto di partenza della linea elettrica interrata AT di collegamento tra i sottocampi, una seconda in prossimità della cabina elettrica di consegna, da cui parte la linea elettrica interrata di collegamento alla RTN ed una terza lungo il tracciato del cavidotto di connessione alla RTN, nel punto più prossimo ad un ricettore.
 - Numero di ripetizioni:
 - Monitoraggio *ante operam*: n.1 ripetizione prima dell'inizio del cantiere;
 - Monitoraggio in fase di cantiere: nessun monitoraggio;
 - Monitoraggio in fase di esercizio: n. 1 monitoraggio, entro anni 1 dall'entrata in esercizio dell'impianto;
 - Monitoraggio in fase di dismissione: nessun monitoraggio;
-

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 19 a 54

- Modalità di campionamento: monitoraggio in continuo RF e ELF con sonda isotropica per la misura rispettivamente, del campo elettrico e del campo magnetico;
- Parametri da monitorare: intensità campi elettromagnetici (Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"; 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"; Decreto Ministeriale 29 maggio 2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti).

Monitoraggio biodiversità

➤ Monitoraggio Vegetazione e flora

- Numero di stazioni: n. 1 per ogni sottocampo.
- Numero di ripetizioni:
 - Monitoraggio *ante operam*: n. 1 ripetizione prima dell'inizio del cantiere;
 - Monitoraggio in fase di cantiere: nessun monitoraggio;
 - Monitoraggio in fase di esercizio: n. 1 monitoraggio annuale;
 - Monitoraggio in fase di dismissione: entro l'anno successivo alla dismissione;
- Modalità di campionamento: vedi **Allegato 1**.
- Parametri da monitorare: vedi **Allegato 1**.

➤ Monitoraggio fauna

- Numero di stazioni: n. 3, due interne al sito ed una esterna (controllo)
- Numero di ripetizioni:
 - Monitoraggio *ante operam*: n.1 ripetizione prima dell'avvio del cantiere;
 - Monitoraggio in fase di cantiere: n. 1 ripetizioni in coincidenza con le fasi più critiche per le movimentazioni;
 - Monitoraggio in fase di esercizio: 3 ripetizioni/anno per i primi 3 anni e 3 ripetizioni /anno ogni 5 anni per il periodo successivo;
 - Monitoraggio in fase di dismissione: n. 1 ripetizioni in coincidenza con le fasi più critiche per le movimentazioni;
- Modalità di campionamento: transetti, punti di ascolto.
- Parametri da monitorare: presenza e frequenza delle presenze.

Monitoraggio produzione agricola/zootecnica

- Numero di stazioni: n.1 stazione coincidente con l'intero campo fotovoltaico.
 - Numero di ripetizioni:
 - Monitoraggio *ante operam*: n. 1 ripetizione prima dell'entrata in esercizio dell'impianto;
-

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 20 a 54

- Monitoraggio in fase di cantiere: nessun monitoraggio;
- Monitoraggio in fase di esercizio: n. 1 monitoraggio/anno.
- Monitoraggio in fase di dismissione: n. 1 monitoraggio/anno.
- o Modalità di campionamento: vedi **Allegato 2.**
- o Parametri da monitorare: vedi **Allegato 2.**

7.6 MODALITÀ OPERATIVE E GESTIONE DEI DATI

Tutta l'attività di monitoraggio (individuazione dei tecnici coinvolti, programmazione ed esecuzione dei rilievi e campionamenti, gestione dei campioni, raccolta ed analisi dei dati, conservazione dei dati e loro trasmissione agli Organi di controllo) verranno svolte da un Responsabile della gestione ambientale dell'impianto, di adeguata esperienza specifica.


Le attività di campionamento e misura verranno effettuate da tecnici esperti e/o appositamente abilitati (quando previsto).

Le analisi di laboratorio verranno eseguite da strutture accreditate.

Tutti i dati di monitoraggio verranno gestiti con un apposito data-base e conservati per tutta la durata dell'impianto.

Il Responsabile della gestione ambientale provvederà periodicamente:

- all'esame degli esiti dei monitoraggi, al loro confronto con i limiti normativi (ove presenti) e con i valori pregressi;
 - ad individuare tempestivamente scostamenti significativi rispetto alle previsioni dello SIA e/o ai valori *ante operam*;
 - se necessario, a proporre al Gestore dell'impianto le opportune misure correttive o di mitigazione aggiuntive;
 - a trasmettere periodicamente (annualmente) agli Enti di controllo i report informativi ed a segnalare eventuali situazioni anomale o potenzialmente a rischio.
-

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 21 a 54

ALLEGATO 1 - MONITORAGGIO VEGETAZIONE E FLORA

1. METODOLOGIA DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio della vegetazione e della flora, come detto, persegue l'obiettivo di controllare lo stato fitosanitario delle aree a maggiore valenza naturalistica che si trovano nelle vicinanze degli interventi di progetto e ha anche lo scopo di verificare la corretta esecuzione delle opere di mitigazione in progetto.

Per il raggiungimento di tali obiettivi verranno utilizzate, in corrispondenza delle aree prescelte, metodiche di indagine principalmente basate su rilievi in situ da realizzare secondo modalità e tempistica diversificate in rapporto alle differenti tipologie di aree e/o finalità degli interventi.

2. CRITERI DI INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DA MONITORARE

Le indagini in campo riguarderanno aree ricadenti all'interno del territorio della realizzazione dell'impianto agrovoltaico installato a terra con inseguitori solari a tracker mono assiali nel comune di Guspini (SU).

La scelta delle aree sarà effettuata sulla base di criteri differenziati distinguendo anzitutto le aree in cui verificare lo stato fitosanitario da quelle in cui verificare l'esecuzione e la buona riuscita degli interventi di mitigazione.

Nel primo caso, la scelta seguirà i seguenti criteri:

- Rappresentatività in relazione alle diverse unità di vegetazione (identificate in relazione alle tipologie floristiche e fisionomiche per consentire l'estensione dei dati rilevati ad altre aree con caratteristiche simili).
 - Sensibilità, nel senso che dovranno essere oggetto di controllo diretto in campo tutte quelle aree che risultano avere particolari caratteristiche di sensibilità in relazione al valore naturalistico e/o alla fragilità degli equilibri in atto (aree verdi ricadenti in ambiti a parco o vincolate dal punto di
-

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 22 a 54

vista ambientale). Rientrano a pieno titolo in questo contesto le fasce ripariali e le aree dei fontanili, nonché i lembi di vegetazione naturale relitti di significativa estensione.

- Prevista presenza di attività connesse alla costruzione dell'impianto particolarmente critiche sotto il profilo del potenziale impatto sulla vegetazione (scavi e modificazioni significative della morfologia).

Nell'ambito di questo gruppo di aree, quelle localizzate in adiacenza ad aree di cantiere, saranno oggetto anche di indagini integrative specificamente finalizzate al monitoraggio di specie infestanti.

I criteri utilizzati per definire le aree da sottoporre ad indagini in campo per la verifica degli interventi di mitigazione sono:

- Rappresentatività in relazione alle caratteristiche ed all'importanza dell'intervento rispetto agli obiettivi naturalistici e paesaggistici prefissati in fase progettuale.
- Significatività in termini di superficie interessata e numero di piante messe a dimora.
- Sensibilità dell'area interessata dall'intervento: saranno oggetto di controllo diretto le aree che per caratteristiche pedo-climatiche e vicinanza di fonti di inquinamento potrebbero presentare maggiori probabilità di insuccesso degli interventi di mitigazione.
- Caratteristiche delle piante da porre a dimora: si porrà più attenzione alle specie che presentano maggiori difficoltà di attecchimento ed accrescimento e maggiore vulnerabilità di carattere fitosanitario.

Infine, nell'ambito delle aree di cantiere e delle aree tecniche e di stoccaggio, quelle che a seguito di verifiche effettuate mediante fotointerpretazione e sopralluoghi risultano caratterizzate da presenze significative di vegetazione arbustiva e/o arborea saranno oggetto in fase ante operam di un censimento floristico, e in post operam di interventi di verifica della correttezza e dell'efficacia dei ripristini eseguiti.

3. INDICATORI

Per le indagini finalizzate alla caratterizzazione e alla verifica dello stato fitosanitario della vegetazione esistente saranno presi in esame:

- A livello di ciascuna area prescelta:
 - indicatori geografici e stazionali;
 - parametri pedologici;
 - caratteristiche fisionomiche, di composizione e struttura della vegetazione;
 - indicatori di presenza di interventi e di fenomeni di degrado a carico del soprassuolo;
 - parametri fitosociologici.
-


BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 23 a 54

- Per ognuno di 2 siti da individuare e monitorare all'interno ogni singola area prescelta:
 - indicatori geografici;
 - caratteristiche fisionomiche, di composizione e struttura della vegetazione;
 - indicatori di presenza di interventi e di fenomeni di degrado a carico del soprassuolo;
 - parametri fitosociologici.
- Per ognuno dei 5 esemplari arborei da individuare e monitorare all'interno di ciascun sito:
 - indicatori geografici;
 - posizione sociale dell'individuo e parametri dimensionali caratteristici del fusto e della chioma;
 - caratteristiche fitosanitarie dell'apparato epigeo;
 - indicatori di accrescimento.

In particolare la caratterizzazione fitosanitaria dell'apparato epigeo sarà effettuata mediante:

- valutazioni visive a distanza sull'intera pianta o sulla sola chioma, relative a presenza, localizzazione e diffusione di: alterazioni da patogeni; rami secchi; defogliazione; scolorimento (clorosi e/o necrosi); disturbi antropici, animali, abiotici (meteorici, idrologici, da inquinamento, da incendio); un ulteriore esame ravvicinato in situ, su un campione di foglie, relativo a presenza, localizzazione ed estensione di: clorosi, necrosi, anomalie di accrescimento, deformazioni, patogeni.
- Il controllo dell'accrescimento avverrà di norma indirettamente, misurando i valori di incremento registrati per ogni pianta, tra una campagna di indagine e la successiva, relativamente a: diametro del tronco; altezza totale della pianta; ampiezza della chioma.
- Le indagini integrative per il monitoraggio delle specie infestanti da prevedere in corrispondenza di aree già interessate da rilievi dello stato fitosanitario limitrofe ad aree di cantiere saranno realizzate mediante sopralluoghi che dovranno consentire l'identificazione delle specie infestanti e di definirne il grado di diffusione in un ambito areale esteso dall'area oggetto dei rilievi fitosanitari anche alla vicina area di cantiere e a una fascia interposta tra le due esternamente ad entrambe.
- Le indagini relative agli interventi di ripristino vegetazionale dovranno consentire una valutazione complessiva dell'efficacia di ciascun intervento, anche attraverso il controllo dei seguenti parametri:
 - grado di copertura e altezza del manto erboso;
 - grado di attecchimento di individui e specie arborei e arbustivi;
 - grado di accrescimento (con misura dei valori incrementali di altezza e diametro) di individui e specie arborei e arbustivi.

Il censimento floristico degli individui arborei e arbustivi ricadenti in aree di cantiere, tecniche o di stoccaggio rappresenta un'attività propedeutica alla programmazione della cantierizzazione e alla progettazione della nuova sistemazione post-cantiere.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 24 a 54

Nell'ambito del censimento, per ogni individuo o gruppo di individui verranno rilevati oltre agli indicatori geografici gli aspetti dendrometrici e fitosanitari al fine di riconoscere e valutare complessivamente le piante.

Le successive indagini finalizzate al controllo della correttezza ed efficacia del reimpianto della vegetazione temporaneamente soppressa dovranno prevedere:

- il controllo della corretta localizzazione ed esecuzione dei reimpianti
- la verifica del grado di attecchimento e accrescimento (con misura dei valori incrementali di altezza e diametro) di individui e specie arborei e arbustivi.

4. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Le attività di monitoraggio saranno realizzate in tre distinte fasi collocate rispettivamente:

- prima (fase ante operam);
- durante (fase di esercizio);
- dopo (post operam).


4.1 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

Il monitoraggio in fase ante operam ha lo scopo di fornire un quadro delle condizioni iniziali della vegetazione attraverso:

- la caratterizzazione stazionale, pedologica e fitosociologica delle aree oggetto di monitoraggio;
- la verifica dello stato sanitario della vegetazione a livello di aree, di siti e di singoli esemplari tramite rilievi in situ.
- il censimento floristico di aree di cantiere caratterizzate dalla presenza di specie arbustive e/o arboree, per disporre di un quadro iniziale che consenta di predisporre un corretto piano di ripristino ambientale.

Per il raggiungimento di tali obiettivi, si prevede l'esecuzione delle seguenti attività:

- Indagini preliminari, consistenti nell'analisi e integrazione della documentazione bibliografica;
 - Indagini in campo.
-

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 25 a 54

I rilievi in fase ante operam saranno effettuati per gradi di dettaglio crescenti, come segue:

- rilievi a livello di intera area;
- rilievi a livello di sito;
- rilievi a livello di singola pianta.

Per ciascun livello di rilievo saranno svolte le seguenti diverse attività:

❖ **Rilievi a livello di intera area**

● **Caratterizzazione del soprassuolo:** Per questa fase si prevede l'individuazione, per le differenti formazioni:


- vegetali ripariali presenti (distinte dal punto di vista fisionomico in prato, arbusteto, bosco), di:
 - percentuale di copertura;
 - altezza media;
 - specie prevalenti.
- Area a bosco:
 - tipologia;
 - composizione per specie dello strato arboreo;
 - struttura;
 - forma di governo;
 - età media;
 - tipi e intensità di interventi silvoculturali.

● **Caratterizzazione fitosociologica:** finalizzata alla individuazione delle associazioni vegetali presenti e alla verifica dell'esistenza di fenomeni regressivi, come la banalizzazione della composizione con la scomparsa delle specie più esigenti a favore di quelle più rustiche, tipiche degli ambienti disturbati: sarà eseguita sui popolamenti elementari di ogni tipologia fisionomica presente nell'area, con la definizione dei relativi gradi di ricoprimento e di associabilità.

A seguito dei rilievi a livello di area verranno scelti e localizzati, all'interno delle aree stesse, i siti da sottoporre a rilievi di maggiore dettaglio.

❖ **Rilievi a livello di sito**

Per ogni area saranno sottoposti ad osservazione da uno a due siti, di superficie minima di 0.25 ha, fornendo per ciascuno, oltre ai dati relativi all'estensione e ad una rappresentazione cartografica:

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 26 a 54

- **Caratterizzazione del soprassuolo:** Secondo gli stessi criteri e modalità previsti a livello di area, con l'approfondimento ulteriore dei popolamenti del bosco, definendo in particolare composizione e altezza media dello strato arbustivo ed erboso.
- **Caratterizzazione fitosociologica:** Tale attività sarà integrata, rispetto a quanto previsto a livello di area, da un censimento delle specie presenti (grado di copertura e stadio fenologico) per ciascuna tipologia fisionomica.
Il rilievo sul sito sarà completato da un'appropriata documentazione fotografica.

❖ **Rilievi a livello di singola pianta**

All'interno delle aree monitorate saranno selezionate alcune piante (nella misura di 5 per area), su cui effettuare misure dendrometriche ed analisi fitosanitarie dell'apparato epigeo e ipogeo:

- **Per ogni individuo:** Saranno definiti i seguenti parametri dendrometrici:
 - diametro;
 - altezza;
 - altezza d'inserzione, posizione e forma della chioma;
 - posizione sociale
- **Valutazione fitosanitaria dell'apparato epigeo:** Saranno presi in esame grado di presenza e/o diffusione di:
 - alterazioni da patogeni;
 - rami secchi e/o rami epicormici;
 - defogliazione;
 - decolorazione (clorosi, necrosi).

Sarà inoltre calcolata la classe di danno attribuibile alla singola pianta in base alla combinazione dei dati di defogliazione e decolorazione.

Saranno poi definite localizzazione, diffusione ed entità di disturbi: antropici, animali, da eventi meteorici, di origine idrologica, da incendio, da inquinamento (quest'ultimo limitatamente a stime di presenza-assenza).

La valutazione fitosanitaria sarà integrata con la descrizione-quantificazione in situ della presenza, localizzazione, estensione di:

- clorosi;
- necrosi;
- avvizzimento;
- anomalie di accrescimento e deformazioni;
- presenza di patogeni.

A livello di singola pianta dovrà essere predisposta la documentazione fotografica.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 27 a 54

❖ **Censimento floristico delle aree di cantiere**

Per le aree di cantiere, aree tecniche e di stoccaggio che in base ad accertamenti preliminari siano risultate caratterizzate da presenze di arbusti e/o alberi, sarà effettuato un censimento floristico mediante l'analisi e la registrazione, per ogni individuo o gruppo di individui (arborei e arbustivi) da censire, dei seguenti caratteri:

- Elementi di riconoscimento: Genere, specie, varietà, nome comune;
- Dati dendrometrici: Diametro fusto a 130 cm da terra, altezza;
- Posizione: Pianta singola; Gruppo; Filare;
- Dati fisionomici chioma;
- Dati fisionomici fusto, colletto, radici;
- Principali caratteristiche e presenza di traumi;
- Giudizio fitosanitario generale per danni abiotici, biotici o antropici;
- Interventi in relazione all'opera, alla sua fase di cantiere e al valore e qualità della pianta.

Verrà indicata la valutazione generale sull'individuo o gruppo oltre alle possibilità di intervento di conservazione o abbattimento in relazione sia alla sua posizione nell'area, sia allo stato sanitario e al valore della pianta. Tutti i dati rilevati per ciascun individuo o gruppo saranno registrati su di una apposita scheda. Per ciascuna area tecnica, di cantiere o di stoccaggio monitorata sarà prodotta una documentazione fotografica che ne ritragga l'intera superficie analizzata. Ogni scheda avrà un proprio numero di identificazione che corrisponderà alla numerazione riportata sulla tavola di rilievo fotografico allegato alla scheda.

Elaborazione e restituzione dei dati

Tutti i dati del monitoraggio ante operam saranno oggetto di valutazione quanto ai risultati, a livello di rapporto finale. I dati dei rilievi in campo, registrati su apposite schede, e la cartografia tematica da questi derivata, saranno allegati al rapporto, e inseriti inoltre nel Sistema Informativo.

Per ciascuna area sottoposta a censimento floristico sarà prodotto un bollettino che comprenderà al suo interno la scheda di censimento botanico con relativa documentazione fotografica, una breve relazione e una planimetria con la localizzazione degli individui arboreo/arbustivi censiti.

I dati contenuti in ciascuna scheda botanica saranno caricati sul Sistema Informativo.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 28 a 54

4.2 MONITORAGGIO IN FASE DI ESERCIZIO

Il monitoraggio in corso d'opera ha lo scopo di consentire la verifica, attraverso le indagini in campo, di eventuali modificazioni delle condizioni della vegetazione registrate in fase ante operam, intervenute durante e/o in connessione con i lavori di costruzione dell'impianto agri-fotovoltaico.

Le indagini in campo saranno eseguite nelle stesse aree, negli stessi siti e sugli stessi esemplari arborei selezionati in fase ante operam, nonché con le stesse modalità (se si esclude una relativa semplificazione del rilievo a livello di area), una volta l'anno per l'intera durata dei lavori di costruzione che potenzialmente interferiscono su ciascuna area, e fino al primo anno dopo il termine degli stessi: questo prolungamento dell'indagine è da considerare parte integrante del monitoraggio sulla vegetazione esistente in corso d'opera, in quanto finalizzato ad individuare eventuali modificazioni anche tardive dello stato vegetazione comunque dovute all'attività di costruzione.

Con la medesima estensione temporale fino ad un anno dal termine dei lavori potenzialmente impattanti, ma con una cadenza all'incirca semestrale anziché annuale, saranno effettuati i sopralluoghi finalizzati al monitoraggio delle specie infestanti in corrispondenza di aree già interessate da rilievi dello stato fitosanitario limitrofe ad aree di cantiere.


I risultati del monitoraggio saranno valutati e restituiti nell'ambito di rapporti annuali e di un rapporto finale relativo all'intero ciclo di monitoraggio di corso d'opera. La cartografia tematica prodotta e i dati dei rilievi in campo, registrati su apposite schede, saranno allegati ai rapporti, e inseriti nel Sistema Informativo.

4.3 MONITORAGGIO POST-OPERAM

Il monitoraggio post operam avrà l'obiettivo specifico di controllare la corretta esecuzione degli interventi di ripristino vegetazionale previsti nell'area di intervento, attraverso la verifica del conseguimento degli obiettivi paesaggistici e naturalistici prefissati in fase progettuale.

Il monitoraggio sarà realizzato mediante indagini in campo ed avrà la durata di un anno, con inizio nell'anno successivo al termine delle attività di ripristino.

I rilievi in campo, che saranno eseguiti una sola volta, in corrispondenza di aree interessate dai ripristini e, all'interno di queste, su particelle opportunamente delimitate, dovranno consentire una valutazione di dettaglio delle condizioni generali dell'intervento e delle specie vegetali utilizzate sia rispetto al conseguimento degli obiettivi dell'intervento, sia relativamente all'efficacia delle piantumazioni mediante la determinazione dei seguenti parametri:

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 29 a 54

- sviluppo del cotico erboso grado di copertura e altezza media (stimati per l'intera area)
- percentuale di attecchimento delle specie arboree e arbustive (stimata all'interno di ogni particella, per specie e tipologia;
- coefficiente di accrescimento (diametro e altezza) delle specie arboree e arbustive (all'interno di singole particelle, stimato per individui e specie).

Con la medesima tempistica e modalità di esecuzione saranno realizzate le indagini finalizzate al controllo della correttezza ed efficacia del reimpianto della vegetazione arborea e/o arbustiva temporaneamente soppressa in ambito di aree di cantiere, aree tecniche di stoccaggio terre.

Anche i risultati del monitoraggio post operam, con le carte tematiche e le schede di registrazione prodotte, saranno valutati e restituiti sia nei rapporti finali che sul Sistema Informativo.

5. ARTICOLAZIONE TEMPORALE DEL MONITORAGGIO

Come già precisato nel capitolo precedente, il monitoraggio della Componente Vegetazione e Flora riguarda tutte le fasi di progetto (ante operam, in corso d'opera e post operam).

I rilievi in campo dovranno essere effettuati in epoca da tardo-primaverile a estiva. In corso d'opera sia i rilievi previsti una volta l'anno che i sopralluoghi da effettuare due volte l'anno saranno ripetuti con cadenza annuale il più possibile regolare, in modo cioè che ogni rilievo venga eseguito nello stesso periodo di quello corrispondente dell'anno precedente.

In merito ai rilievi in campo in corso d'opera si precisa inoltre che avranno inizio, per ciascuna area destinata al monitoraggio, successivamente all'avvio, nell'area stessa o nel suo intorno fino a 1 km di distanza, di qualsiasi attività connessa alla costruzione dell'Opera che risulti potenzialmente impattante per la Componente monitorata qualora l'avvio dei lavori avvenga dopo il mese di luglio la prima campagna di monitoraggio di corso d'opera sarà effettuata nell'anno successivo a quello di inizio dei lavori; termineranno per ciascuna area nell'anno solare successivo alla definitiva conclusione di tutte le attività potenzialmente impattanti.

Di seguito si fornisce l'elenco delle attività che saranno svolte durante le diverse fasi di monitoraggio ed i relativi tempi previsti, visualizzati anche mediante diagrammi temporali schematici.

Di tali diagrammi quelli relativi alle attività di fase ante operam e post operam sono riferiti all'intera durata (un anno) di ciascuna fase di monitoraggio, mentre quello della fase di corso d'opera è rappresentativo della distribuzione e della durata delle attività per il periodo di un anno-tipo.


BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 31 a 54

- a) Le indagini in campo, compresi i sopralluoghi (da eseguire due volte nell'anno) finalizzati al monitoraggio delle specie infestanti, si effettueranno in periodo tardo primaverile-estivo ed avranno, con la relativa analisi dei dati, durata complessiva pari a 3 mesi.
- b) L'inserimento nel sistema informativo dei risultati del telerilevamento e delle indagini in campo sarà realizzato in un periodo di circa 2 settimane.
- c) Per la redazione e l'emissione del report annuale o finale è previsto un periodo di 1 mese.

Monitoraggio post-operam

Attività	fase post operam												
	Mesi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Indagini in campo													
Analisi dati													
Inserimento sist.informativo													
Report finale													

- a) Le indagini in campo, si effettueranno in periodo tardo primaverile-estivo per la durata complessiva pari a 3 mesi, compresa l'analisi dei dati.
- b) L'inserimento nel sistema informativo dei risultati del telerilevamento e delle indagini in campo sarà realizzato in un periodo di circa 2 settimane.
- c) Per la redazione e l'emissione del report finale è previsto un periodo di 1 mese.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 32 a 54

ALLEGATO 2 - MONITORAGGIO PRODUZIONE AGRICOLA/ZOOTECNICA E AGRICOLTURA 4.0

1. METODOLOGIA DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio della produzione agricola/zootecnica, viene fatto per perseguire l'obiettivo di verificare lo stato delle attività agricole presenti nelle aree di intervento del progetto.

L'attività di monitoraggio delle colture nel progetto in questione seguirà i modelli dell'agricoltura 4.0, interesserà circa 52 ha e verrà avviata durante la fase di esercizio.

Per il raggiungimento di tali obiettivi verranno utilizzate, in corrispondenza delle aree prescelte, metodiche di indagine principalmente basate su rilievi in situ da realizzare secondo modalità e tempistica diversificate in rapporto alle differenti tipologie di aree e/o finalità degli interventi.

L'attività di monitoraggio è quindi utile sia alla verifica dei parametri fondamentali, quali la continuità dell'attività agricola sull'area sottostante gli impianti, sia di parametri volti a rilevare effetti sui benefici concorrenti.


Gli obiettivi del monitoraggio saranno diversi a seconda delle attività previste e avranno tra le varie finalità anche la verifica del risparmio idrico e il monitoraggio del microclima potenzialmente mutevole a seguito dell'interazione tra pannelli fotovoltaici e superfici agricole.

Per ogni obiettivo da raggiungere viene è stata sviluppata iter procedurale corredato di indicatori, modalità e frequenze del monitoraggio.

Affinché il progetto agrivoltaico possa avere successo dovrà essere verificata la continuità delle attività agricole e la messa in opera delle attività agricole pianificate in accordo con le disposizioni vigenti in materia di Agrivoltaico.

Gli esiti dell'attività di monitoraggio, con specifico riferimento alle misure di promozione degli impianti agrivoltaici innovativi, sono fondamentali per valutare gli effetti e l'efficacia delle misure stesse.

A tali scopi il DL 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio:

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 33 a 54

➤ Obiettivi REQUISITO D:

D.1) il risparmio idrico;

D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

➤ Obiettivi REQUISITO E: in aggiunta a quanto sopra, al fine di valutare gli effetti delle realizzazioni agrivoltaiche, il PNRR prevede altresì il monitoraggio dei seguenti ulteriori parametri:

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

Infine, per monitorare il buon funzionamento dell'impianto fotovoltaico e, dunque, in ultima analisi la virtuosità della produzione sinergica di energia e prodotti agricoli, è importante la misurazione della produzione di energia elettrica.


Di seguito una breve disamina di ciascuno dei predetti parametri e delle modalità con cui possono essere monitorati.

D.1 Monitoraggio del risparmio idrico

I sistemi agrivoltaici possono rappresentare importanti soluzioni per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica, in quanto il fabbisogno di acqua può essere talvolta ridotto per effetto del maggior ombreggiamento del suolo. L'impianto agrivoltaico, inoltre, può costituire un efficace infrastruttura di recupero delle acque meteoriche che, se opportunamente dotato di sistemi di raccolta, possono essere riutilizzate immediatamente o successivamente a scopo irriguo, anche ad integrazione del sistema presente. È pertanto importante tenere in considerazione se il sistema agrivoltaico prevede specifiche soluzioni integrative che pongano attenzione all'efficientamento dell'uso dell'acqua (sistemi per il risparmio idrico e gestione acque di ruscellamento).

Il fabbisogno irriguo per l'attività agricola può essere soddisfatto attraverso:

- auto-provvigionamento: l'utilizzo di acqua può essere misurato dai volumi di acqua dei serbatoi/autobotti prelevati attraverso pompe in discontinuo o tramite misuratori posti su pozzi aziendali o punti di prelievo da corsi di acqua o bacini idrici, o tramite la conoscenza della portata concessa (l/s) presente sull'atto della concessione a derivare unitamente al tempo di funzionamento della pompa;

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 34 a 54

- servizio di irrigazione: l'utilizzo di acqua può essere misurato attraverso contatori/misuratori fiscali di portata in ingresso all'impianto dell'azienda agricola e sul by-pass dedicato all'irrigazione del sistema agrivoltaico, o anche tramite i dati presenti nel SIGRIAN;
- misto: il cui consumo di acqua può essere misurato attraverso la disposizione di entrambi i sistemi di misurazione suddetti

Al fine di monitorare l'uso della risorsa idrica a fini irrigui sarebbe, inoltre, necessario conoscere la situazione ex ante relativa ad aree limitrofe coltivate con la medesima coltura, in condizioni ordinarie di coltivazione e nel medesimo periodo, in modo da poter confrontare valori di fabbisogno irriguo di riferimento con quelli attuali e valutarne l'ottimizzazione e la valorizzazione, tramite l'utilizzo congiunto delle banche dati SIGRIAN e del database RICA. Le aziende agricole del campione RICA che ricadono nei distretti irrigui SIGRIAN possono considerarsi potenzialmente irrigate con acque consortile in quanto raggiungibili dalle infrastrutture irrigue consortili, quelle al di fuori irrigate in autoapprovvigionamento. Le miste sono individuate con un ulteriore livello di analisi dei dati RICA-SIGRIAN.

Nel caso in cui questi dati non fossero disponibili, si potrebbe effettuare nelle aziende irrigue (in presenza di impianto irriguo funzionante, in cui si ha un utilizzo di acqua potenzialmente misurabile tramite l'inserimento di contatori lungo la linea di adduzione) un confronto con gli utilizzi ottenuti in un'area adiacente priva del sistema agrivoltaico nel tempo, a parità di coltura, considerando però le difficoltà di valutazione relative alla variabile climatica (esposizione solare).

Nelle aziende con colture in asciutta, invece, il tema riguarderebbe solo l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrivoltaici. Nelle aziende non irrigue il monitoraggio di questo elemento dovrebbe essere escluso.

Gli utilizzi idrici a fini irrigui sono quindi funzione del tipo di coltura, della tecnica colturale, degli apporti idrici naturali e dall'evapotraspirazione così come dalla tecnica di irrigazione, per cui per monitorare l'uso di questa risorsa bisogna tener conto che le variabili in gioco sono molteplici e non sempre prevedibili.

In generale le imprese agricole non misurano l'utilizzo irriguo nel caso di disponibilità di pozzi aziendali o di punti di prelievo da corsi d'acqua o bacini idrici (auto-approvvigionamento), ma hanno determinate portate concesse dalla Regione o dalla Provincia a derivare sul corpo idrico a cui si aggiungono i costi energetici per il sollevamento dai pozzi o dai punti di prelievo.

Negli ultimi anni, in relazione alle politiche sulla condizionalità, il Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali ha emanato, con Decreto Ministeriale del 31/07/2015, le "Linee Guida per la regolamentazione da parte delle Regioni delle modalità di quantificazione dei volumi idrici ad uso irriguo", contenenti indicazioni tecniche per la quantificazione dei volumi prelevati/utilizzati a scopo irriguo. Queste includono delle norme tecniche contenenti metodologie di stima dei volumi irrigui sia in

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 35 a 54

auto-provvigionamento che per il servizio idrico di irrigazione laddove la misurazione non fosse tecnicamente ed economicamente possibile.

Nel citato decreto è indicato che riguardo l'obbligo di misurazione dell'auto-provvigionamento, le Regioni dovranno prevedere, in aggiunta a quanto già previsto dalle disposizioni regionali, anche in attuazione degli impegni previsti dalla eco-condizionalità (autorizzazione obbligatoria al prelievo), l'impostazione di banche dati apposite e individuare, insieme con il CREA, le modalità di registrazione e trasmissione di tali dati alla banca dati SIGRIAN.

Si ritiene quindi possibile fare riferimento a tale normativa per il monitoraggio del risparmio idrico, prevedendo aree dove sia effettuata la medesima coltura in assenza di un sistema agrivoltaico, al fine di poter effettuare una comparazione. Tali valutazioni possono essere svolte, ad esempio, tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola

Come riportato nei precedenti paragrafi, gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:


1. l'esistenza e la resa della coltivazione;
2. il mantenimento dell'indirizzo produttivo;

Tale attività può essere effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

Ai fini della concessione degli incentivi previsti per tali interventi, potrebbe essere redatto allo scopo una opportuna guida (o disciplinare), al fine di fornire puntuali indicazioni delle informazioni da asseverare. Fondamentali allo scopo sono comunque le caratteristiche di terzietà del soggetto in questione rispetto al titolare del progetto agrivoltaico.

Parte delle informazioni sopra richiamate sono già comprese nell'ambito del "fascicolo aziendale", previsto dalla normativa vigente per le imprese agricole che percepiscono contributi comunitari. All'interno di esso si colloca il Piano di coltivazione, che deve contenere la pianificazione dell'uso del suolo dell'intera azienda agricola. Il "Piano colturale aziendale o Piano di coltivazione", è stato introdotto con il DM 12 gennaio 2015 n. 162.

Inoltre, allo scopo di raccogliere i dati di monitoraggio necessari a valutare i risultati tecnici ed economici della coltivazione e dell'azienda agricola che realizza sistemi agrivoltaici, con la conseguente costruzione di strumenti di benchmark, le aziende agricole che realizzano impianti agrivoltaici dovrebbero aderire alla rilevazione con metodologia RICA, dando la loro disponibilità alla rilevazione dei dati sulla base della

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 36 a 54

metodologia comunitaria consolidata. Le elaborazioni e le analisi dei dati potrebbero essere svolte dal CREA, in qualità di Agenzia di collegamento dell'Indagine comunitaria RICA.

E.1 Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

Importante aspetto riguarda il recupero dei terreni non coltivati, che potrebbero essere restituiti all'attività agricola grazie alla incrementata redditività garantita dai sistemi agrivoltaici. È pertanto importante monitorare i casi in cui sia ripresa l'attività agricola su superfici agricole non utilizzate negli ultimi 5 anni.

Il monitoraggio di tale aspetto può essere effettuato nell'ambito della relazione di cui al precedente punto, o tramite una dichiarazione del soggetto proponente.

La definizione di pascolo permanente prevista dall'art. 2 (2) (c) del reg. 1120/2009, interpreta come terreno agricolo un terreno che è, da almeno 5 anni, usato per la produzione di erba e altre piante erbacee da foraggio, anche se quel terreno è stato arato e seminato con un'altra varietà di pianta erbacea da foraggio diversa da quella precedente.

E.2 Monitoraggio del microclima

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: la sua presenza diminuisce la superficie utile per la coltivazione in ragione della palificazione, intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

L'insieme di questi elementi può causare una variazione del microclima locale che può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).

L'impatto cambia da coltura a coltura e in relazione a molteplici parametri tra cui le condizioni pedoclimatiche del sito.

Tali aspetti possono essere monitorati tramite sensori di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria unitamente a sensori per la misura della radiazione posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto. In particolare, il monitoraggio potrebbe riguardare:

- la temperatura ambiente esterno (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 37 a 54

- la temperatura retro-modulo (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti) misurata con sensore (preferibile PT100) con incertezza inferiore a $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$;
- l'umidità dell'aria retro-modulo e ambiente sterno, misurata con igrometri/psicrometri (acquisita ogni minuto e memorizzata ogni 15 minuti);
- la velocità dell'aria retro-modulo e ambiente esterno, misurata con anemometri.


I risultati di tale monitoraggio possono essere registrati, ad esempio, tramite una relazione triennale redatta da parte del proponente.

E.3 Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

La produzione di elettricità da moduli fotovoltaici deve essere realizzata in condizioni che non pregiudichino l'erogazione dei servizi o le attività impattate da essi in ottica di cambiamenti climatici attuali o futuri.

Come stabilito nella circolare del 30 dicembre 2021, n. 32 recante " Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza – Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (DNSH)", dovrà essere prevista una valutazione del rischio ambientale e climatico attuale e futuro in relazione ad alluvioni, nevicate, innalzamento dei livelli dei mari, piogge intense, ecc. per individuare e implementare le necessarie misure di adattamento in linea con il Framework dell'Unione Europea. Dunque:

- in fase di progettazione: il progettista dovrebbe produrre una relazione recante l'analisi dei rischi climatici fisici in funzione del luogo di ubicazione, individuando le eventuali soluzioni di adattamento;
- in fase di monitoraggio: il soggetto erogatore degli eventuali incentivi verificherà l'attuazione delle soluzioni di adattamento climatico eventualmente individuate nella relazione di cui al punto precedente (ad esempio tramite la richiesta di documentazione, anche fotografica, della fase di cantiere e del manufatto finale).

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 38 a 54

2. ATTIVITA' DI MONITORAGGIO

2.1 MONITORAGGIO PEDOLOGICO

L'attività di monitoraggio pedologico acquisisce un ruolo importante durante la fase di esercizio dell'impianto poiché permette di valutare eventuali modifiche dei caratteri dei suoli nel tempo. La previsione di un piano di monitoraggio, dunque, è finalizzata alla raccolta di informazioni del suolo attraverso il controllo di pochi ma rappresentativi parametri. I dati dovrebbero essere acquisiti in alcune parcelle campione con il fine di comprendere se e quali tipologie di effetti potrebbero manifestarsi ed eventualmente pianificare, alla fine dell'esercizio, dell'azioni per il recupero. Per questo motivo dovranno seguire delle valutazioni del sito al termine delle operazioni di dismissione necessarie per ridefinire le condizioni di fertilità e di capacità d'uso.


In merito agli studi pedologici finalizzati alla realizzazione di impianti fotovoltaici, il numero di parcelle campione andrà determinato in funzione dell'estensione dell'impianto e delle differenti tipologie di suolo presenti.

Per ciascuna parcella deve essere previsto il prelievo di almeno due campioni (preferibilmente attigui ad eventuali punti già campionati nella fase ante operam), uno superficiale (topsoil) e uno sotto superficiale (sub-soil), indicativamente alle due profondità di 0-30 e 30-60 cm. I parametri indicatori più significativi da analizzare sono rappresentati da:

Parametri stazionali: Indice di qualità biologica QBS-ar:

L'indice si basa sull'assunto che i gruppi di microartropodi particolarmente adattati alla vita edafica sono presenti tanto più l'ecosistema del suolo è integro. Le attività antropiche riducono l'abbondanza e la diversità degli organismi edafici che svolgono un ruolo fondamentale nella decomposizione della materia organica. Su questa base il professor Vittorio Parisi, Ecologo del suolo dell'Università di Parma, ideò nel 2001 un indicatore in grado di esprimere la qualità biologica dei suoli sulla base del valore di biodiversità della micropedofauna presente. Questi organismi vivono nei primi centimetri di profondità, dove concentrano maggiormente la loro attività.

Il protocollo prevede il prelievo per ogni punto campionato di 3 zolle di terreno, con dimensioni di 10cm x10cm x 10cm, distanziate circa dieci metri l'una dall'altra. Le zolle vengono poi sottoposte ad una fonte graduale di calore che permette la migrazione dei microartropodi verso il basso. Quando le condizioni di umidità vengono a mancare gli insetti escono dalla zolla cadendo in una trappola. In seguito, vengono riconosciuti e valutati per la determinazione dell'indice. Ogni taxon avrà un punteggio differente. In base al punteggio ottenuto verrà stabilito il valore del QBS-ar. I punteggi che si ottengono nei diversi ambienti sono direttamente relazionati all'uso del suolo e vengono influenzati dalle operazioni di disturbo.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 39 a 54

In linea generale la vulnerabilità di un sito è direttamente proporzionata al valore dell'indice, più alto sarà maggiore sarà la vulnerabilità in caso di disturbo.




Figura 1: A sinistra fasi di prelievo di una zolla di terra per l'analisi del QBS-ar, a destra fase di essiccazione delle zolle e cattura dei microartropodi.

Parametri fisico-chimici: Stabilità di struttura, densità apparente, porosità, Carbonio organico e sostanza organica, microelementi e macroelementi sono alcuni dei parametri che possono essere rilevati. Attraverso gli stessi si potrà riscontrare se le funzioni del suolo sono state in qualche modo alterate. La raccolta dei dati richiede un'analisi e uno studio approfondito in laboratorio.

I campionamenti dovranno essere effettuati in parcelle che permettano il confronto tra i suoli interessati nell'impianto e quelli non disturbati. Gli intervalli temporali dovranno essere prestabiliti in anticipo, prevedendo un controllo a partire dalla fase di avvio dell'attività di produzione energetica sino alla fase di dismissione dell'impianto.

2.1.1 Introduzione

Il monitoraggio dovrà essere articolato in quattro fasi rispettivamente: ante operam (prima del cantiere); in operam (fasi di cantiere), post operam (impianto in esercizio) e fase di dismissione dell'impianto. All'interno di ogni fase si prevedono le attività da mettere in atto riguardo i monitoraggi della risorsa suolo e della sua fertilità con le azioni preventive e/o correttive che si intende intraprendere qualora l'esito del monitoraggio evidenzii criticità.


BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 40 a 54

I campionamenti verranno svolti nei punti in cui sono stati effettuati i rilevamenti ispettivi in modo da ottenere delle informazioni coerenti e che siano il più rappresentative possibile considerando l'eterogeneità fisiografica dei suoli. Ci si riserva di valutare in seguito la possibilità di spostare i punti di campionamento qualora fosse necessario.

Il seguente monitoraggio è stato pianificato in accordo con: le indicazioni generali per gli studi pedologici in relazione alle istanze di autorizzazione di verifica di assoggettabilità a V.I.A. per la realizzazione di impianti fotovoltaici sviluppate dall'Agenzia Regionale AGRIS; delle Linee Guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra" redatte dalla Regione Piemonte, in collaborazione con IPLA; delle recenti linee guida (giugno 2022) in materia di impianti agrivoltaici; il protocollo dell'indice QBS-ar ideato dal professor Vittorio Parisi, Ecologo del suolo dell'Università di Parma.

2.1.2 Monitoraggio in fase ante operam

Preventivamente alla realizzazione delle opere dovranno essere raccolte tutte quelle informazioni necessarie alla caratterizzazione dei suoli fondamentali per la determinazione delle proprietà intrinseche dei terreni, finalizzate a stabilire le condizioni di partenza al tempo zero, nonché per pianificare le attività colturali all'interno del campo solare. I parametri stazionali sono stati già raccolti durante i sopralluoghi ispettivi. Il set di parametri fisico chimici ideali per raggiungere tale obiettivo sono: tessitura, stabilità di struttura, densità apparente, porosità, pH in H₂O, calcare totale e calcare attivo, carbonio organico e sostanza organica, azoto totale, basi di scambio (Ca, Mg, K, Na), capacità di scambio cationico (C.S.C.), microelementi (Fe, Mn, Cu, Zn), potassio totale e assimilabile, fosforo totale e assimilabile, contenuto idrico al punto di appassimento e alla capacità di campo (da cui dedurre il contenuto di acqua disponibile o AWC), conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione (ECe) e indice di qualità biologica QBS-ar. L'acquisizione dei parametri chimici sarà funzionale inoltre per stabilire il grado di fertilità dei suoli prima dell'impianto all'interno delle superfici progettuali. I monitoraggi preliminari dovranno essere svolti una sola volta nella stagione autunnale, da un esperto pedologo prima dell'avviamento della fase di cantiere, mentre i campioni di suolo dovranno essere analizzati da un laboratorio accreditato. Il tecnico qualificato incaricato del monitoraggio redigerà un'apposita relazione tecnica in cui si riportano tutti i dati acquisiti.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 41 a 54


2.1.3 Monitoraggio in fase in operam

Durante la fase di cantiere dovranno essere messe in atto delle attività di monitoraggio funzionali ad accertare che i movimenti di terra previsti siano effettuati con terreno "in tempera" attraverso l'uso di macchinari idonei, al fine di minimizzare la miscelazione del terreno superficiale con gli strati profondi (dove presenti). Gli orizzonti più fertili e superficiali saranno asportati e accumulati ordinatamente in aree idonee, prestando particolare attenzione alla direzione del vento dominante in modo da ridurre la potenziale dispersione eolica della frazione fine (particelle limo-argillose) del terreno. Tutte le aree di accumulo del suolo vegetale saranno tenute lontane da impluvi e da superfici soggette da eccessivo dilavamento o erosione da parte delle acque di deflusso superficiale. Al termine dei lavori di movimento terra dovrà prevedersi il ricollocamento della terra vegetale precedentemente stoccata, con spandimento regolare ed omogeneo finalizzato alla ricostituzione dell'orizzonte A (orizzonte vegetale) del suolo.

2.1.4 Monitoraggio in fase post operam

Saranno oggetto di monitoraggio nella fase di esercizio, in operam, i parametri chimici previsti nelle linee guida della regione Lombardia oltre a i caratteri e proprietà fisiche che si ritiene possano essere influenzati dalla presenza del campo fotovoltaico. Il campionamento verrà effettuato mediante trivella pedologica manuale in triplice copia (per il topsoil e per il subsoil) per garantire la rappresentatività del campione che verranno poi miscelati in fase di analisi. Nello specifico verranno monitorati: Carbonio organico %, pH, CSC, N totale, K sca, Ca sca, Mg sca, P ass (solo nell'orizzonte superficiale), CaCO3 totale. Oltre a questo, la densità apparente, la resistenza alla penetrazione e la temperatura del suolo (manuale) sono dei parametri che insieme all'indice di QBS-ar dovranno essere monitorati durante la fase in itinere.

L'acquisizione dei parametri chimici sarà funzionale a valutare inoltre il grado di fertilità dei suoli nel tempo, per tutta la durata della fase di esercizio dell'impianto. I monitoraggi verranno svolti nel periodo autunnale a cadenza biennale da un esperto pedologo, mentre i campioni di suolo dovranno essere analizzati da un laboratorio accreditato. I dati e le elaborazioni risultanti verranno riportati all'interno di apposita relazione tecnica

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 42 a 54

2.1.5 Monitoraggio in fase di dismissione


Al termine delle fasi di dismissione dell'impianto solare, dovranno essere necessariamente ridefinite le condizioni di fertilità e di capacità d'uso dei suoli attraverso un rilevamento pedologico analogo a quello condotto preliminarmente all'installazione dell'impianto. Dovranno pertanto essere ripetute le descrizioni dei profili pedologici, i campionamenti e le determinazioni di laboratorio sugli stessi parametri analizzati per la valutazione ex ante. A seguito di tali operazioni sarà possibile definire le azioni strategiche necessarie per un eventuale recupero della risorsa suolo a cui potrà seguire un ulteriore monitoraggio per verificare che tali interventi siano risultati efficaci. I dati derivati dalle osservazioni in campo, adeguatamente georiferiti nonché le interpretazioni dei dati nelle fasi ante, in operam, post operam verranno riportati nelle specifiche relazioni tecniche. Qualora il valore di fertilità dovesse essere inferiore al valore ex ante si procederà ad attuare delle azioni correttive prevedendo dei piani di concimazione adeguati con l'utilizzo di letame maturo e residui vegetali che apporteranno al suolo nuova sostanza organica. In seguito si prevedono dei sovesci di leguminose al fine di migliorare la qualità del terreno, contenere i patogeni, fissare l'azoto atmosferico e mobilitare le sostanze nel terreno.

Durante la fase di dismissione dovranno essere messe in atto delle attività di monitoraggio funzionali ad accertare che si provveda al corretto ripristino delle aree impermeabilizzate, alla rimozione del materiale estraneo e alla ristrutturazione del profilo pedologico. I movimenti di terra previsti dovranno essere effettuati con terreno "in tempera" attraverso l'uso di macchinari idonei. Inoltre si dovrà accertare la completa rimozione del materiale inerte di cava utilizzato per la realizzazione della viabilità.

2.2 MONITORAGGIO DEGLI INDIRIZZI PRODUTTIVI E AGRICOLTURA 4.0

2.2.1 Introduzione

Nella moderna azienda agricola tenere sotto controllo le colture sta diventando una prassi consolidata perciò l'attività di monitoraggio assume un ruolo sempre più importante nella pratica agronomica. Attraverso l'evoluzione tecnologica è oggi possibile utilizzare processi che consentono la raccolta automatica, l'integrazione e l'analisi di dati precisa e puntuale provenienti dal campo, da sensori o da altra fonte terza.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 43 a 54

Di fatto quella che ad oggi viene definita Agricoltura 4.0 rappresenta l'insieme di strumenti e strategie che permettono all'azienda agricola di impiegare in maniera sinergica e interconnessa tecnologie avanzate con lo scopo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione.

I vantaggi che si possono avere adottando queste soluzioni in campo agricolo sono molteplici:

- 0 Evitare gli sprechi calcolando in maniera precisa il fabbisogno idrico di una determinata coltura
- 0 Ottimizzazione dei fertilizzanti che vengono utilizzati in maniera puntuale nelle aree a maggior necessità.
- 0 Avere un maggior controllo sui costi di produzione e riuscire a pianificare con molta precisione tutte le fasi colturali monitorando lo stadio fenologico delle piante, con notevole risparmio di tempo e denaro.
- 0 Prevedere l'insorgenza di malattie o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni.


Nei pascoli collinari, non sempre si riesce a quantificare con precisione l'abbondanza della vegetazione: i risultati sono spesso negativi per l'immissione di troppi capi adulti rispetto al quantitativo di unità foraggere disponibili. A fronte di questo tipo di errore è oggi possibile monitorare l'andamento dello sviluppo vegetazionale e avere un'immagine ben precisa da poter utilizzare per pianificare con ratio i giorni di pascolamento delle mandrie.

2.2.2 Indici vegetazionali cosa sono, come vengono acquisiti e interpretati

Gli indici di vegetazione sono quei parametri nell'agricoltura 4.0 che raccolti ed elaborati permettono il monitoraggio delle colture. Il principio di base degli indici parte dal presupposto che la vegetazione assorbendo la radiazione solare in diverse bande ne riemette una percentuale differente in ciascuna di esse. Perciò questi valori sono una combinazione della percentuale di radiazione riflessa in diverse bande specifiche da cui è possibile trarre numerose informazioni riguardo lo stato di salute delle piante. Questi indici vengono calcolati a partire dai dati acquisiti da satellite o drone. L'informazione viene restituita sotto forma di immagine Raster. L'immagine si ottiene attraverso un processo definito "normalizzazione" in cui si identifica il valore minimo e il valore massimo dell'indice rilevato nel campo assegnando il colore rosso al primo e verde al secondo. La variazione nella gradazione del colore genera uno strato informativo che potrà essere così interpretato. Pertanto, le zone del campo visibili in rosso saranno quelle in cui la pianta si trova maggiormente in stress, viceversa per le zone del campo verdi.

Esistono svariati tipi di indici che descrivono diversi aspetti della vegetazione:

Indici di vigoria, sono influenzati dallo sviluppo delle piante in termini di biomassa. L'indice più comune è l'NDVI, ma ne esistono tanti altri di questo tipo, e permettono di riconoscere le zone del campo che presentano problemi di sviluppo.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 44 a 54

I valori dell'indice NDVI variano tra -1 e 1, quelli compresi tra -1 e 0 sono tipici di aree non coltivate come suolo nudo, corsi d'acqua e roccia affiorante. Mentre i valori compresi tra 0 e 1 indicano il livello medio di vigoria raggiunto dalla pianta che varierà in funzione dello stadio fenologico.

Indici di stress idrico (NDMI) influenzati dallo stress idrico della pianta o dal contenuto d'acqua nel suolo. L'indice descrive il livello di stress idrico della coltura, e dalla sua interpretazione è possibile riconoscere immediatamente le zone dell'azienda o del campo che presentano problemi di stress idrico.

I valori dell'indice così come per l'NDVI vanno da -1 a 1. I valori compresi tra -1 e -0.8 danno informazioni legate alla presenza di suolo nudo. Mentre i valori compresi tra -0.8 e 1 danno informazioni di stress progressivamente inferiori. Anche l'NDMI medio varierà in funzione dello stadio fenologico della coltura.

Indici di clorosi (OSAVI) influenzati dalla presenza di clorofilla. La clorosi è una disfunzione che colpisce gli organi verdi delle piante causando una mancata o insufficiente formazione di clorofilla o di una sua degradazione. Gli effetti sono evidenti soprattutto sulle foglie che subiscono l'ingiallimento, si presentano di dimensione ridotta e spesso sono soggette a caduta anticipata. La causa può essere riconducibile ad una malattia di natura infettiva oppure non infettiva (fisiopatia), come una carenza nutrizionale (ferro) o un eccesso di ristagno idrico.

L'interpretazione dei valori permette di verificare in tempo reale il corretto sviluppo della coltura. Spesso la lettura avviene in più fasi sfruttando la correlazione degli indici per ottenere maggiori informazioni e una diagnosi di eventuali problemi in corso.


Una prima analisi consiste nell'identificazione di aree con stress vegetativo mediante gli indici di vigoria.

Se sono state rilevate aree con stress vegetativo verrà analizzato l'indice di clorosi per le aree in questione. Se l'indice ha un valore basso (assenza di clorosi) la bassa vigoria sarà un problema di sviluppo causato da: scarsa emergenza, compattazione del suolo, ritardo nella crescita.

Al contrario se ad un basso indice di vigoria corrispondesse un alto indice di clorosi potrebbe essere in corso un grave problema alla coltura causato da: malattie, insetti, ristagno idrico, carenze nutrizionali.

Infine, si confronta l'indice di vigoria con quello di stress idrico. Se l'indice di stress idrico è alto e quello di vigoria lo è altrettanto lo stress recente non ha influito sullo sviluppo della pianta; al contrario se la vigoria è bassa, si hanno piante poco sviluppate con stress idrico.

In ogni caso quando la vigoria delle piante è bassa, qualunque sia la causa, gli indici di stress idrico non raggiungeranno mai valori molto elevati.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 45 a 54

2.2.3 Strumenti di acquisizione: Droni e satelliti

Gli strumenti che vengono utilizzati nell'agricoltura di precisione 4.0 sono fondamentalmente droni e satelliti. I dati ottenuti da drone e satellite sono molto variabili tra loro e si caratterizzano in particolare per la di-versa frequenza della disponibilità del dato nel tempo e per la diversa risoluzione spaziale (la dimensione del pixel a terra). Ad esempio, un dato con una risoluzione spaziale di 10m significa che ciascun pixel rappresenta un'area di 10m x 10m a terra. Le differenze non dipendono ovviamente solo dal mezzo di acquisizione, ma anche dal sensore che viene utilizzato.

2.2.3.1 I droni

I droni volano ad altezze di decine di metri. Le immagini ottenute sono comunemente ad alta risoluzione spaziale (qualche cm): permettono quindi di visualizzare in modo nitido l'interfila delle piante, di identificare la chioma degli alberi o la presenza di un pozzo o di un edificio in un campo.

Il volo da drone viene effettuato su richiesta ma è subordinato alle condizioni meteo e all' orario della giornata. Tali voli hanno di conseguenza una risoluzione temporale irregolare.


I sensori multispettrali più comuni installati sul drone rilevano la riflettanza nelle bande del visibile, del red-edge e del vicino infrarosso. Raramente includono bande nella lunghezza d'onda dello SWIR.

Ciò significa che è possibile calcolare gli indici di vigoria da drone, così come visualizzare una mappa RGB del proprio appezzamento, mentre è raro che si possano calcolare indici multispettrali di clorofilla e di stress idrico. È possibile invece valutare lo stress idrico mediante rilievi con termocamera.

2.2.3.2 I satelliti

Esistono numerosi satelliti che acquisiscono immagini multispettrali dallo spazio. Tra i più comuni troviamo Sentinel-2, Landsat 8, PlanetScope, Sky Sat.

Le immagini ottenute da satellite hanno una risoluzione spaziale di qualche metro: Landsat 8 fornisce da-ti con risoluzione spaziale di 30m, mentre Sentinel-2 di 10, 20 o 60 m (a seconda della banda), PlanetScope di 3m e SkySat di 1m. La risoluzione temporale invece è nella maggior parte dei casi regolare. Ad esempio, Landsat 8 è disponibile ogni 16 giorni, mentre Sentinel-2 ogni 3/5 giorni (a seconda delle zone). PlanetScope e Skysat hanno una risoluzione giornaliera.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 46 a 54

La risoluzione temporale regolare determina una disponibilità del dato in più fasi della stagione colturale; ma bisogna anche ricordare che nei giorni di transito del satellite, in cui l'area in esame è coperta da nuvole, il dato non è utilizzabile.

Alcuni satelliti hanno la possibilità di acquisire molte bande spettrali. Ad esempio, Sentinel-2 acquisisce 12 bande spettrali che permettono di calcolare non solo gli indici di vigoria ma anche quelli di stress idrico e di clorofilla. In modo simile, anche Landsat 8 consente il calcolo di indici di vigoria e di clorofilla.

2.2.3.3 *La scelta dello strumento*

La scelta dello strumento che permetta l'acquisizione del dato risulta fondamentale nello sviluppare un corretto piano di monitoraggio. In funzione della tipologia di coltura la precisione e la frequenza dell'informazione richiesta saranno differenti. Tutto dipende dal rapporto costi benefici che può essere sostenuto.


Dal punto di vista organizzativo, il volo da drone è un servizio su richiesta che può essere fornito in fasi fenologiche specifiche della coltura garantendo un'alta risoluzione spaziale (qualche centimetro). Per contro, meteo e specifici orari della giornata comportano una risoluzione temporale irregolare lungo la stagione colturale. Inoltre, è raro calcolare indici di clorosi e stress idrico a patto che il drone non sia munito di specifici sensori (termocamera stress idrico).

Il dato satellitare, invece, in stagioni non particolarmente nuvolose, fornisce immagini in modo continuativo e con una maggiore frequenza; anche se non per forza sincrono con le fasi più delicate della coltura. In più il satellite acquisendo molte bande spettrali può calcolare tutti gli indici vegetazionali. Di contro, la risoluzione spaziale è più bassa rispetto al drone (metri).

Tra gli altri fattori da valutare vanno considerati le caratteristiche specifiche delle colture: quelle con interfilare molto stretto, come i cereali, non hanno particolari vantaggi nell'utilizzare indici ad alta risoluzione spaziale, specialmente su campi grandi e regolari.

È invece molto utile verificare l'andamento nel tempo dell'indice. Studi scientifici come (Benincasa et al., 2018) hanno confrontato l'NDVI da drone con quello calcolato da satellite su frumento tenero, ed hanno concluso che i risultati sono sostanzialmente equivalenti.

La necessità di un dato con risoluzione spaziale migliore si ha invece con interfilare ampio, gestione del terreno variabile (ad esempio con sfalci alternati a lavorazioni), campi piccoli. L'azienda può anche valutare l'utilizzo del dato da satellite integrato con uno o più voli da drone.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 47 a 54

2.3 MONITORAGGIO DEL RISPARMIO IDRICO

Il monitoraggio sull'efficienza del consumo idrico può essere efficacemente monitorato in caso di autoapprovvigionamento tramite la: misurazione dai volumi di acqua dei serbatoi/autobotti prelevati attraverso pompe in discontinuo, tramite sensori posti su pozzi aziendali o tramite la conoscenza della portata concessa (l/s) presente sull'atto della concessione.

Qualora ci si avvalga di un servizio di irrigazione: l'utilizzo di acqua può essere misurato attraverso contatori/misuratori fiscali di portata in ingresso all'impianto dell'azienda agricola o sul by-pass dedicato all'irrigazione del sistema agrivoltaico. In questo progetto l'approvvigionamento irriguo avviene dal consorzio di bonifica della Regione Sardegna. Sulle superfici sono presenti le bocchette irrigue da cui si potrà attingere l'acqua per l'irrigazione. Tramite apposita richiesta sarà possibile presentare la domanda di utenza irrigua stabilendo in anticipo la portata d'acqua in concessione.

Gli utilizzi idrici a fini irrigui sono quindi in funzione del tipo di coltura, della tecnica colturale, degli apporti idrici naturali e dall'evapotraspirazione così come dalla tecnica di irrigazione, per cui per monitorare l'uso di questa risorsa bisogna tener conto che le variabili in gioco sono molteplici e non sempre prevedibili.


Per quanto riguarda le aziende o i terreni condotti in asciutta, privi di sistema irriguo, stando al requisito D1 riportato nel paragrafo 7.2.4 il tema riguarda solo l'analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana, il cui indice dovrebbe evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dai sistemi agrivoltaici. Nelle aziende non irrigue il monitoraggio di questo elemento dovrebbe essere escluso.

A tale scopo i dati agrometeorologici verranno acquisiti dai sensori meteo. Le unità centrali saranno dotate anche di pluviometro cui informazioni permetteranno di sviluppare dei modelli previsionali utili per programmare le attività zootecniche e colturali, creare statistiche, evidenziare dei trend e misurare i valori di evapotraspirazione fuori e dentro il campo solare.

I sistemi agrivoltaici possono rappresentare importanti soluzioni per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica, in quanto il fabbisogno di acqua può essere talvolta ridotto per effetto del maggior ombreggiamento del suolo. È importante tenere in considerazione se il sistema agrivoltaico prevede specifiche soluzioni integrative che pongano attenzione all'efficientamento dell'uso dell'acqua (sistemi per il risparmio idrico e gestione acque di ruscellamento).

2.3.1 Introduzione

Il monitoraggio dovrà essere articolato in quattro fasi rispettivamente: ante operam (prima del cantiere); in operam (fasi di cantiere), post operam (impianto in esercizio) e fase di dismissione

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 48 a 54

dell'impianto. All'interno di ogni fase, se necessarie, si prevedono le attività da mettere in atto insieme alle azioni preventive e/o correttive che si intende intraprendere qualora l'esito del monitoraggio evidenzia criticità.

2.3.2 Monitoraggio in fase ante operam

In questa fase non sono previsti monitoraggi

2.3.3 Monitoraggio in fase in operam

In questa fase non sono previsti monitoraggi

2.3.4 Monitoraggio in fase post operam

Durante la fase di esercizio dell'impianto per le colture in asciutta il monitoraggio del risparmio idrico verrà monitorato attraverso un numero definito di stazioni e sensori che verranno installate sul campo e acquisiranno in tempo reale i dati agrometeorologici, tra cui pioggia (mm), bagnatura fogliare e umidità del terreno. Le informazioni permetteranno di sviluppare dei modelli previsionali utili per programmare le attività colturali, creare statistiche ed evidenziare i trend e misurare i valori di evapotraspirazione fuori e dentro il campo solare. Qualora il valore di evapotraspirazione all'interno del campo solare sia superiore rispetto all'esterno, come azione correttiva si prevede la gestione del cotico erboso aumentando il carico di bestiame per il periodo necessario. Ciò consentirà di ridurre la quantità d'acqua sfruttata dalle specie erbacee all'interno del campo solare.

In merito alle aziende con colture irrigue il monitoraggio verrà condotto per analizzare dell'efficienza d'uso dell'acqua consortile. La fornitura d'acqua dovrà essere misurata tramite l'inserimento di contatori lungo le linee di adduzione. L'analisi e il confronto dei dati potrà evidenziare l'eventuale risparmio irriguo dovuto alla minor evapotraspirazione legata alla presenza dei pannelli FV.

Tale comparazione sul consumo irriguo dovrà tenere conto delle difficoltà di valutazione relative alla variabile climatica (esposizione solare).

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 49 a 54

2.3.5 Monitoraggio in fase di dismissione

In fase questa fase non sono previsti monitoraggi, ma si ritiene necessario la redazione di una relazione tecnica finale asseverata da un esperto agronomo o agrotecnico.

2.4 MONITORAGGIO DELLA CONTINUITÀ DELL'ATTIVITÀ AGRICOLA

2.4.1 Introduzione


Al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica verrà accertata la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione di sistemi agrivoltaici.

Tale attività verrà effettuata attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza biennale. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).

La fertilità è la risultante della combinazione e della interazione dinamica delle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo in relazione alla produttività delle piante, alla protezione dell'ambiente ed alla conservazione delle risorse pedologiche.

Per favorire il mantenimento della fertilità dei suoli è indispensabile conoscere l'asportazione degli elementi nutritivi operate dalle colture, in modo da integrarli con adeguate concimazioni. Di qui l'importanza di definire, prima di ogni coltivazione, un bilancio o "piano di concimazione" che tiene appunto conto dei quantitativi di elementi nutritivi presenti nel terreno e della necessità della coltura.

Per verificare la fertilità dei suoli è necessario monitorare nel tempo, con specifici rilevamenti pedologici, il contenuto dei principali elementi nutritivi del terreno quali: azoto, fosforo, potassio e sostanza organica, che potrebbero essere soggetti a variazioni a causa di potenziali mutamenti microclimatici e dalla gestione delle pratiche agricole. Inoltre attraverso i dati telerilevati sarà possibile sviluppare delle mappe di prescrizione di concimazione in funzione della vigoria delle piante, che messe in pratica consentiranno di mantenere buoni livelli di fertilità per tutta la durata di esercizio dell'impianto.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 50 a 54

Il di monitoraggio dovrà essere articolato in quattro fasi rispettivamente: ante operam (prima del cantiere); in operam (fasi di cantiere), post operam (impianto in esercizio) e fase di dismissione dell'impianto. All'interno di ogni fase, se necessarie, si prevedono le attività da mettere in atto dettagliate delle azioni preventive e/o correttive che si intende intraprendere qualora l'esito del monitoraggio evidenzi criticità

2.4.2 Monitoraggio in fase ante operam

In questa fase non sono previsti monitoraggi i valori di fertilità sono validati dai monitoraggi pedologici.


2.4.3 Monitoraggio in fase in operam

In questa fase non sono previsti monitoraggi.

2.4.4 Monitoraggio in fase post operam

Il grado di fertilità potrà essere efficacemente monitorato, oltre ai monitoraggi pedologici, anche con l'applicazione dei modelli di agricoltura 4.0. L'indicatore prescelto è l'indice NDVI (indice di vigoria) che verrà acquisito da satellite ogni 5 giorni ad una risoluzione spaziale di 3metri/pixel. In base a questo processo esperti tecnici di agricoltura di precisione potranno definire le aree omogenee che potranno ricevere una dose di concime naturale personalizzata. Intervenendo in maniera diretta, sarà possibile aumentare l'apporto di fertilizzanti nelle aree a bassa vigoria ottimizzando la quantità adoperate e di conseguenza la resa.

Dalla combinazione dei dati acquisiti nel rilevamento pedologico e quelli telerilevati potranno essere attuate delle azioni correttive elaborando dei piani di concimazione che consentano il mantenimento della fertilità all'interno del sistema agrivoltaico. I dati consentiranno inoltre di sviluppare delle mappe basate sulla vigoria delle specie erbacee nelle superfici coltivate e nei prati pascoli previsti. In base a questo processo si potranno definire i quantitativi di unità foraggiere disponibili e pianificare con ratio i giorni di pascolamento degli ovini. Attraverso queste informazioni sarà possibile migliorare la gestione del cotico erboso e del pascolamento.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 51 a 54

2.4.5 Monitoraggio in fase di dismissione

In fase di dismissione le informazioni ottenute dai rilevamenti pedologici consentiranno di valutare il valore di fertilità dei suoli. Qualora il valore dovesse essere inferiore allo stato ex ante si procederà ad attuare delle azioni correttive prevedendo dei piani di concimazione adeguati, elaborati da un esperto agronomo o agrotecnico, adoperando letame maturo e residui vegetali che apporteranno al suolo nuova sostanza organica. In seguito si prevedono dei sovesci di leguminose al fine di migliorare la qualità del terreno, contenere i patogeni, fissare l'azoto atmosferico e mobilitare le sostanze nel terreno.

Infine si ritiene necessario la redazione di una relazione tecnica finale asseverata da un esperto agronomo o agrotecnico.

2.5 MONITORAGGIO DEL MICROCLIMA


2.5.1 Introduzione

Le potenziali variazioni diurne e stagionali del microclima associate alle differenti condizioni di irraggiamento solare, a seguito dell'installazione dei tracker, potrebbe comportare la variazione di alcuni parametri del suolo quali: temperatura, umidità, tasso di degradazione della sostanza organica e attività della micropedofauna.

Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

Tali variazioni potrebbero potenzialmente incidere sulle caratteristiche pedologiche delle superfici progettuali e allo stesso tempo potrebbe variare il normale sviluppo della pianta, favorendo l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come potrebbe mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).

Ecco perché si ritiene opportuno integrare un sistema di monitoraggio che consenta l'acquisizione di dati agrometeorologici al fine di studiare le interazioni (positive o negative) che si possono instaurare all'interno dell'agroecosistema indagando costantemente le relazioni tra il mondo biologico, il mondo agricolo e quello fisico-climatico.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 52 a 54

Il monitoraggio dovrà essere articolato in quattro fasi rispettivamente: ante operam (prima del cantiere); in operam (fasi di cantiere), post operam (impianto in esercizio) e fase di dismissione dell'impianto. All'interno di ogni fase, se necessarie, si prevedono le attività da mettere in atto insieme alle azioni preventive e/o correttive che si intende intraprendere qualora l'esito del monitoraggio evidenzia criticità.

2.5.2 Monitoraggio in fase ante operam

In questa fase si prevede l'installazione di una stazione meteo principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno). Le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti agricoli, acquisiranno le informazioni trasmettendoli via radio alla stazione principale. Il set di dati sarà funzionale allo studio preliminare del microclima dell'area a cui dovranno essere affiancati i dati storici rilevati dalla stazione meteo più vicina.


2.5.3 Monitoraggio in fase in operam

In questa fase per quanto riguarda il microclima le attività di monitoraggio vengono ricondotte a quelle prevista nella fase di ante operam.

2.5.4 Monitoraggio in fase post operam

Nella fase di esercizio dell'impianto attraverso i sensori installati all'interno del campo solare disposti sotto e fuori pannello sarà possibile monitorare regolarmente nel tempo i parametri microclimatici quali pioggia, intensità del vento, pressione atmosferica, umidità del suolo, temperatura terreno-aria e bagnatura fogliare. I valori acquisiti da remoto consentiranno di verificare l'effetto dei pannelli fotovoltaici sul suolo e sulle colture e dovuta alla potenziale variazione dei parametri agrometeorologici.

A questi dati potranno essere integrate le informazioni telerilevate relative alla banda dell'infrarosso termico ad una risoluzione spaziale di 3-5 metri/pixel che consentiranno di sviluppare delle mappe termiche in grado di fornire un'informazione a vista sulla variazione della temperatura all'interno del campo solare. La registrazione del dato consentirà di verificare gli effetti della variazione termica sulle colture e sul suolo realizzando delle tendenze stagionali per tutta la fase di esercizio dell'impianto.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 53 a 54

Come azione preventiva alle variazioni microclimatiche le colture di copertura previste, quali sono i prati pascoli permanenti, potranno garantire ai suoli una protezione ad eventuali fluttuazioni delle temperature.

2.5.5 Monitoraggio in fase di dismissione

In fase questa fase non sono previsti monitoraggi, ma si ritiene necessario la redazione di una relazione tecnica finale asseverata da un esperto agronomo o agrotecnico.

Le potenziali variazioni diurne e stagionali del microclima associate alle differenti condizioni di irraggiamento solare, a seguito dell'installazione dei tracker, potrebbe comportare la variazione di alcuni parametri del suolo quali: temperatura, umidità, tasso di degradazione della sostanza organica e attività della micropedofauna.


Il microclima presente nella zona ove viene svolta l'attività agricola è importante ai fini della sua conduzione efficace. Infatti, l'impatto di un impianto tecnologico parzialmente in movimento sulle colture sottostanti e limitrofe è di natura fisica: intercetta la luce, le precipitazioni e crea variazioni alla circolazione dell'aria.

Tali variazioni potrebbero potenzialmente incidere sulle caratteristiche pedologiche delle superfici progettuali e allo stesso tempo potrebbe variare il normale sviluppo della pianta, favorendo l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come potrebbe mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).

Ecco perché si ritiene opportuno integrare dei sistemi di monitoraggio che consentano l'acquisizione di dati agrometeorologici al fine di studiare le interazioni (positive o negative) che si possono instaurare all'interno dell'agroecosistema indagando costantemente le relazioni tra il mondo biologico, il mondo agricolo e quello fisico-climatico.

L'automatizzazione della raccolta, dell'integrazione e dell'analisi dei dati che provengono direttamente dai campi grazie all'utilizzo di sensori e droni e satelliti.

In riferimento alla sensoristica l'impianto sarà dotato di un sistema di monitoraggio, che sfrutta tali tecnologie costituito da una stazione principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici (temperatura, umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale. Gli utenti possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli ottenuti dall'elaborazione del dato per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche. Tali dati modelli possono essere utili non solo per la pianificazione agronomica ma anche per il monitoraggio del suolo. Infatti, attraverso la restituzione giornaliera dei valori di umidità e di temperatura del suolo sarà

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	Studio di Impatto Ambientale Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 54 a 54

possibile correlare questi dati con i parametri biologici (QBS-ar) e fisico-chimici, pianificare correttamente i rilevamenti pedologici e infine valutare l'insorgere di eventuali impatti a carico della risorsa suolo.

I risultati di tale monitoraggio verranno registrati essere tramite una relazione biennale redatta da parte del proponente.