

Comune di : BONORVA  
Provincia di : SASSARI  
Regione : SARDEGNA



PROPONENTE

## SOLARSAP UNO SRL

Via di Selva Candida, 452  
00166 ROMA (RM)  
P.I. 17164341004

OPERA

## RICHIESTA DI CONNESSIONE ALLA RTN DI TERNA SpA

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE  
RINNOVABILE AGRIVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A  
42.334,64 kWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

### "SOLARE BONORVA S'ENA 'E SUNIGO"

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

Piano di monitoraggio ambientale

DATA : 15/09/2023

N°/CODICE ELABORATO :

SCALA : ---

Tipologia : EL (ELABORATI)

# REL 004

PROGETTISTI:

CONSULENZA SPECIALISTICA:

I TECNICI



EDILSAP s.r.l.  
Via di Selva Candida, 452  
00166 ROMA  
Ing. Fernando Sonnino  
Project Manager



ALMA CIVITA SRL  
Via della Provvidenza snc  
01022 Civita di Bagnoregio (VT)  
Arch. Massimo Fordini Sonnino  
Arch. Alessandra Rocca

Collaboratori:  
Arch. Marco Musetti  
Arch. Federico Cuzzolini  
Dott. Arch. Michela Fiore  
Dott. Arch. Alessia Fulvi  
Geom. Andrea Ippoliti



00	202203491	Emissione per Progetto Definitivo - Istanza di VIA e A.U.	EDILSAP srl	Ing. Fernando Sonnino	Ing. Fernando Sonnino
N° REVISIONE	Cod. STMG	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

## Sommarario

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>3</b>
1.1	<i>La proponente</i>	3
1.2	<i>L'impianto</i>	3
1.3	<i>Requisiti</i>	6
1.4	<i>Metodi e criteri</i>	6
<b>2</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE</b>	<b>7</b>
2.1	<i>Lo stato dei luoghi</i>	8
2.1.1	<i>Azienda "Società Agricola F.lli Sussarellu S.S."</i>	9
1.1.1.	<i>Azienda Agricola "Sussarellu Antonio Maria"</i>	9
2.1.2	<i>Altri terreni</i>	10
2.2	<i>Requisiti minimi</i>	12
2.3	<i>Attività previste</i>	13
2.4	<i>Presentazione dei risultati</i>	13
<b>3</b>	<b>SCOPO DEL PRESENTE DOCUMENTO</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>RESPONSABILE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>MODALITÀ DI RESTITUZIONE DEI DATI</b>	<b>16</b>
5.1	<i>Contenuti minimi dei database e dei report di rendicontazione</i>	16
5.2	<i>Tempistica delle rendicontazioni</i>	17
<b>6</b>	<b>INDICATORI</b>	<b>18</b>
6.1	<i>Indicatori Agro-Ambientali nel modello DPSIR</i>	19
6.2	<i>Indicatori ambientali</i>	20
6.3	<i>Indicatori per il comparto aria</i>	21
6.4	<i>Indicatori per il comparto idrologico</i>	21
6.5	<i>Indicatori di gestione aziendale</i>	22
6.6	<i>Indicatori di biodiversità</i>	22
6.7	<i>Indicatori paesaggistici</i>	22
6.8	<i>Indicatori per il comparto suolo</i>	22
6.9	<i>Il modello DPSIR per il comparto suolo</i>	23
6.10	<i>Indicatori per la qualità del suolo</i>	23
6.11	<i>Bioindicatori</i>	23
6.12	<i>Bioindicatori per il comparto aria</i>	24
6.13	<i>Bioindicatori per il comparto idrologico</i>	24
6.14	<i>Bioindicatori per il comparto suolo</i>	24
<b>7</b>	<b>MODALITÀ ESECUTIVE DEL MONITORAGGIO</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE</b>	<b>27</b>
8.1	<i>Atmosfera</i>	28
8.1.1	<i>Parametri e localizzazione punti di monitoraggio</i>	28
8.1.2	<i>Parametri meteorologici</i>	28
8.1.3	<i>Parametri chimici</i>	29

8.1.4	Localizzazione punti di monitoraggio .....	29
8.1.5	Monitoraggio AO .....	30
8.1.6	Monitoraggio in Fase di Cantiere .....	31
8.1.7	Monitoraggio PO.....	35
<b>8.2</b>	<b>Agenti Fisici: Rumore .....</b>	<b>36</b>
8.2.1	Parametri e localizzazione dei punti di monitoraggio.....	36
8.2.2	Monitoraggio AO .....	38
8.2.3	Monitoraggio in Fase di Cantiere (CO).....	39
8.2.4	Monitoraggio PO.....	40
<b>8.3</b>	<b>Suolo e sottosuolo.....</b>	<b>40</b>
8.3.2	Parametri chimico-fisici oggetto del monitoraggio .....	45
8.3.3	Localizzazione Punti Di Monitoraggio .....	45
8.3.4	Monitoraggio AO .....	46
8.3.5	Monitoraggio in fase di cantiere (monitoraggio CO).....	47
8.3.6	Monitoraggio PO.....	47
<b>8.4</b>	<b>Ambiente idrico .....</b>	<b>50</b>
8.4.1	Monitoraggio in Fase di cantiere (Monitoraggio CO) .....	51
8.4.2	Monitoraggio PO.....	52
<b>8.5</b>	<b>Ecosistemi e biodiversità .....</b>	<b>52</b>
8.5.1	Flora e vegetazione .....	53
8.5.2	Stato Fitosanitario.....	55
8.5.3	Monitoraggio Erpetofauna .....	61
8.5.4	Monitoraggio Chiroteri .....	62
8.5.5	Monitoraggio Coniglio Selvatico ( <i>OryctolagusCuniculus L.</i> ).....	63
8.5.6	Pellet Count .....	63
8.5.7	Conteggio diretto con faro.....	63
8.5.8	Analisi e Registrazione dei Dati.....	64
<b>8.6</b>	<b>Paesaggio.....</b>	<b>65</b>
8.6.1	Localizzazione Punti di Monitoraggio .....	65
8.6.2	Monitoraggio AO .....	67
8.6.3	Monitoraggio in fase di costruzione (Monitoraggio CO).....	67
8.6.4	Monitoraggio PO.....	67
<b>8.7</b>	<b>Rifiuti .....</b>	<b>67</b>
<b>9</b>	<b>AZIONI DI MITIGAZIONE IN CASO DI CRITICITÀ .....</b>	<b>69</b>
<b>9.1</b>	<b>Coltivazioni erbacee ed arboree .....</b>	<b>69</b>
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>70</b>
<b>11</b>	<b>INDICE DELLE FIGURE.....</b>	<b>74</b>

## 1 PREMESSA

Il Monitoraggio Ambientale rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA ai sensi dell'art.28 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. (incluse quelle strategiche ai sensi della L.443/2001e ss. mm.ii.), **lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di attuazione dell'opera** e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA.

Gli esiti del monitoraggio ambientale devono essere condivisi con il pubblico per l'informazione ai diversi soggetti interessati (autorità competenti, comunità scientifica, imprese, pubblico) e per il riuso dei risultati per altri processi di VIA o come patrimonio conoscitivo comune sullo stato dell'ambiente e delle sue evoluzioni.

Il presente documento è relativo alla Valutazione del Piano di Monitoraggio Ambientale dell'impianto agrivoltaico redatto ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 152/06 come modificato e integrato dal D.Lgs. 104/2017. Il principale riferimento normativo che ha guidato l'elaborazione del presente PMA è costituito oltre che dalle previsioni del SIA anche dalle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA, Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 REV. 1 del 16/06/2014" redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali.

Tutte le attività di MA devono essere programmate e documentate nel Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) e dovranno essere finalizzate a:

verificare lo scenario ambientale di riferimento (monitoraggio ante operam) utilizzato nello SIA per la valutazione degli impatti ambientali generati dall'opera in progetto;

verificare le previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA attraverso il monitoraggio dell'evoluzione dello scenario ambientale di riferimento a seguito dell'attuazione del progetto (monitoraggio in corso d'opera e post operam), in termini di variazione dei parametri ambientali caratterizzanti lo stato quali-quantitativo di ciascuna componente/fattore ambientale soggetta ad un impatto significativo;

verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre l'entità degli impatti ambientali significativi individuati in fase di cantiere e di esercizio (monitoraggio in corso d'opera e post operam);

individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro risoluzione (monitoraggio in corso d'opera e post operam).

### 1.1 La proponente

La società proponente dell'impianto è la SOLAR SAP UNO SRL con sede in SOLAR SAP UNO SRL, con sede in Via Selva Candida, 452 – 00166 Roma (RM); la società dispone delle aree di pertinenza in forza di atti preliminari stipulati che le rispettive proprietà hanno sottoscritto. Per la gestione ed esercizio dell'impianto sia fotovoltaico che agropastorale, verranno stipulati appositi contratti di manutenzione/gestione con gli attuali titolari dei fondi che ad oggi ivi gestiscono l'attività agricola e di allevamento (ovino e bovino).

### 1.2 L'impianto

La società SOLARSAP UNO s.r.l., intende promuovere un'iniziativa su un'area agricola disponibile totale di 63,6611 ettari, ubicata in agro del Comune di BONORVA (SS), che ha come obiettivo l'uso delle tecnologie solari finalizzata alla realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato **"SOLARE BONORVA S'ENA 'E SUNIGO"** da 42,344 MWp di potenza nominale in DC, a cui corrisponde una potenza massima in immissione in AC di 40,00 MW, come da preventivo STMG di Terna, codice pratica 202203491.

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

Descrizione	Comune	Località	Area (ha)	Potenza nominale (kWp)	Latitudine	Longitudine	Altitudine media (m)
Impianto AFV	Bonorva (SS)	S'Ena 'E Sunigo	63,6611	42.344,64	40,449722°N	8,80°E	340
SE TERNA	Bonorva (SS)	Moretta			40,470278°N	8,827778°E	350

L'impianto in oggetto realizzato in area agricola può essere definito "agrivoltaico" in quanto si tratta di un impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, e rispetta i requisiti minimi A, B e D2 introdotti dalla Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici alla Parte II art. 2.2, 2.3, 2.4 e 2.6, pubblicati dal MITE nel giugno 2022.

L'area oggetto di intervento presenta una superficie con destinazione agricola e di proprietà di soggetti privati. Il sito è caratterizzato da un'orografia tendenzialmente pianeggiante. La quota altimetrica media a cui si colloca il sito è di circa 340 m s.l.m.

Il sito ove si prevede di realizzare l'IMPIANTO AGRIVOLTAICO è localizzato nella Regione Sardegna, in provincia di Sassari, Comune di Bonorva, in Località "S'Ena e Sunigo" e "Pala de Suizagas". L'area prevista per la realizzazione dell'impianto (e di tutte le opere necessarie alla connessione alla rete elettrica di E-Distribuzione), è situata a circa 52,06 km da Sassari (mentre la distanza in linea retta è invece di 38,81 km) a Sud Est dalla Città di Sassari, a 5 km in linea d'aria a Nord Est dall'abitato del Comune di Bonorva.

La STMG emessa da TERNA prevede che l'impianto agrivoltaico oggetto della presente relazione venga collegato in antenna a 36kV sulla sezione a 36kV di una nuova stazione elettrica della RTN a 220/36 kV da inserire in entra – esce alla linea 220 kV "Codrongianos – Ottana", che è previsto nel Comune di Bonorva (SS), al Foglio 9 Particelle 3 e 11, in località MORETTE, ad un'altitudine media di circa 350 slm, Latitudine 40,470278° N - Longitudine 8,827778° E.

La connessione con la RTN sarà realizzata con un cavidotto interrato a 36kV della lunghezza di circa **4.500 m**.

Il percorso del cavidotto di connessione a 36 kV parte dalla Cabina di Consegna CC nell'area sud dell'impianto e si sviluppa interamente sulla viabilità pubblica, per circa 4.500 m lungo la Strada Provinciale n. 83 fino all'accesso nella Nuova SE 220/36 kV di TERNA, che risulta ubicata proprio parallelamente alla S.P.83.

Il presente progetto si configura, inoltre, come un IMPIANTO AGROVOLTAICO, in quanto rispetta le indicazioni riportate all'Art. 31 comma 5, 1-quater e 1-quinques della Legge n.108 del 29/07/2021, in quanto si tratta di una soluzione integrativa innovativa con montaggio dei moduli elevati da terra per un'altezza minima di 0.70 ml e un'altezza massima di 2.70 ml, con la rotazione assiale degli stessi, così da non compromettere né la coltivazione agricola né l'allevamento; anzi, visionati i fascicoli aziendali e redatto il Piano Agronomico, l'attività agricola verrà implementata anche con l'impianto di arnie per produzione mellifera. L'intervento è coerente con il quadro M2C2 - Energia Rinnovabile del Recovery Plan - Investimento 1.1 "Sviluppo Agrivoltaico", in quanto il presente progetto prevede l'implementazione di un sistema ibrido agricoltura - produzione di energia senza compromettere l'utilizzo dei terreni stessi per l'agricoltura.

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

In particolare, il progetto dell'impianto comprende:

Potenza installata	42.34464	MWp
Potenza di immissione	40	MWp
numero impianti	1	nr
numero inverter	16	nr
tracker 2x12	3042	nr
mezzi tracker 1x12	0	nr
potenza pannello	580	W
pannelli totali	73008	nr
numero pali tracker	9126	nr
area sezione palo tracker	155.142	m <sup>2</sup>
<b>superfici</b>		
superficie pannello singolo	2.5833	m <sup>2</sup>
superficie captante	188.598	ha
Superficie catastale opzionata	63.6611	ha
Superficie catastale agricola	63.6611	ha
Superficie con destinazione diversa da agricola	0	ha
Superficie recintata	58.17	ha
Superficie proiezione a terra dei pannelli	20.313	ha
Superficie proiezione a terra dei pannelli	16.726	ha
Superficie occupata da volumi (cabine, inverter, ecc)	487	m <sup>2</sup>
Fascia Mitigazione perimetrale produttiva (Largh=5 m)	2.58	ha
Tare Agricole	3.5615	ha
LAOR	33.80	%
Sagr/Stot	72.09	%
<b>Cavidotti</b>		
<b>Bassa tensione</b>		
Cavidotti bt in c.c. tra stringhe ed inverter	23.230	m
Cavidotti bt in c.a.inverter e cabine trafo		m
Cavidotti bt in c.a.illuminazione e videosorveglianza	6.700	m
totale cavidotti bt	29.930	m
<b>Media tensione</b>		
MT interni all'area d'impianto tra cabine di campo e CC	6.415	m
MT esterno fino alla SE TERNA	4.500	m
totale cavidotti MT	10.915	m
<b>Totali</b>		
totale cavidotti bt + MT	40.845	m
<b>Scavi</b>		
<b>Fondazioni</b>		
Cabine Trasformazione	264	mc
Cabine Consegna	17	mc
Control ROOM	10	mc
Totale cabine	291	mc
<b>Cavidotti in BT</b>		
BT in CC tra stringhe ed inverter	7.165	mc
BT in CA inverter e cabine trafo		mc
BT in c.a. illuminazione e videosorveglianza	1.005	mc
Totale cavidotti BT	8.170	mc
<b>Cavidotti a 36 kV</b>		
MT interni all'area d'impianto tra cabine di campo e CC	4.800	mc
MT esterno fino alla SE TERNA	4.800	mc
Totale cavidotti MT	9.600	mc
<b>Strade</b>		
Cassonetto per fondazione stradale	6.708	mc
TOTALE	24.769	mc

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

Viabilità e recinzione		
Superficie viabilità interna	26.833	m <sup>2</sup>
lunghezza viabilità interna	6.708	m
lunghezza recinzione	6.720	m
numero pali illuminazione	168	nr
armature stradali	168	nr
telecamere	84	nr

### 1.3 Requisiti

I requisiti di un PMA sono tipicamente i seguenti:

- Programmazione delle attività di monitoraggio e definizione degli strumenti.
- Coerenza con la normativa vigente nelle modalità di rilevamento e nell'uso della strumentazione.
- Segnalazione di eventuali anomalie e criticità.
- Utilizzo di metodologie validate e di comprovato valore tecnico e scientifico.
- Flessibilità di implementazione, in modo tale da poter subire modifiche sia sulla base delle indicazioni specifiche provenienti dagli Enti territoriali di controllo, sia per far fronte all'insorgenza di eventuali situazioni di criticità imprevedibili.
- Restituzione delle informazioni in maniera strutturata, di facile utilizzo. I valori misurati durante le attività di monitoraggio possono essere inseriti in un database progettato appositamente ai fini della gestione dei dati raccolti. Il database può avere struttura relazionale e può essere collegato ad una interfaccia geografica di tipo webGIS.

### 1.4 Metodi e criteri

Per quanto riguarda i criteri metodologici di carattere generale, nella preparazione di un PMA deve essere posta particolare attenzione nei confronti dei seguenti elementi:

- Scelta dell'area da monitorare: tale scelta deve essere basata sulla sensibilità e sulla vulnerabilità dei luoghi in rapporto con il prevedibile impatto connesso all'esercizio dell'impianto.
- Predisposizione della struttura per la gestione delle informazioni: la struttura preposta deve operare in conformità ai criteri di completezza, congruenza e chiarezza, tenendo anche in considerazione che alcune informazioni dovranno essere accessibili al pubblico.
- Programmazione delle attività: l'attività di monitoraggio prevede oltre le azioni programmate di gestione ed acquisizione dati dalle centraline installate, anche l'eventualità di realizzare una serie di accertamenti straordinari, all'insorgere di problemi e/o anomalie o per casi eccezionali, al fine di determinare le cause, l'entità e definire le possibili soluzioni.

Oltre agli aspetti tecnici relativi alla metodologia di monitoraggio risulta spesso necessaria una comunicazione rapida ed efficace fra i principali attori dell'iniziativa costituiti dalla committenza e dagli organi di controllo (tipicamente le ARPA), tale anche da favorire una corretta comunicazione con il pubblico.

## 2 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il monitoraggio ambientale rappresenta lo strumento in grado di fornire la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di realizzazione, esercizio e dismissione dell'impianto proposto. Permette di verificare l'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari "segnali" per attivare azioni correttive in caso di risposte ambientali non in linea con le previsioni effettuate nello Studio di Impatto Ambientale.

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), redatto in ottemperanza alla "Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.)", contiene le fasi di gestione e monitoraggio riferite ai fattori ambientali da monitorare, per i quali sono riportati i parametri ed i metodi unificati di prelevamento, trasporto e misura dei campioni, nonché le frequenze di misura e le modalità di restituzione dei dati ed è relativo alla progettazione definitiva dell'impianto agrivoltaico in agro **al Comune Censuario di Bonorva (SS), in Località "S'Ena e Sunigo" e "Pala de Suizagas"**, ricadente su una superficie prevalentemente pianeggiante, complessiva di ettari 63.6611 sui quali insistono aziende agricole ad indirizzo seminativo e pascolo.

I terreni oggetto di intervento costituiscono un unico appezzamento, distinti in catasto al **Comune Censuario di Bonorva (SS), classificato svantaggiato (codice 20090013- Zona CEE 4) ai sensi della Direttiva CEE 75/268 del 28 aprile 1975 e inserite negli elenchi allegati alle Direttive n. 75/273/CEE e n. 84/167/CEE, Regolamento (UE) n.1305/2013 art.32 paragrafo 1 lett. B.**



**Figura 1 - Foto aerea zenitale dell'area di impianto**

Il generatore fotovoltaico sarà composto da un lotto che conta complessivamente 3.042 Tracker monoassiali con configurazione 2Px12 con Pitch=8,50 m, ognuno con 2 file di 12 moduli bifacciali monocristallini JINKO Tiger Neo N-type 72HL4-BDV di potenza nominale pari a 580 W, per un totale di **73.008 moduli** che, in condizioni standard (radiazione 1Kw/mq - 25°C) sviluppano una potenza nominale di picco pari a:

$$P_{tot} = P_{mod} \times N_{mod} = 580 \times 73\,008 = 42\,344,64 \text{ KWp}$$

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

L'energia producibile, in corrente continua, dal generatore fotovoltaico sarà pari al prodotto tra l'energia solare media annuale che arriva alla superficie dei moduli per l'efficienza nominale del generatore fotovoltaico per la superficie del generatore ovvero:

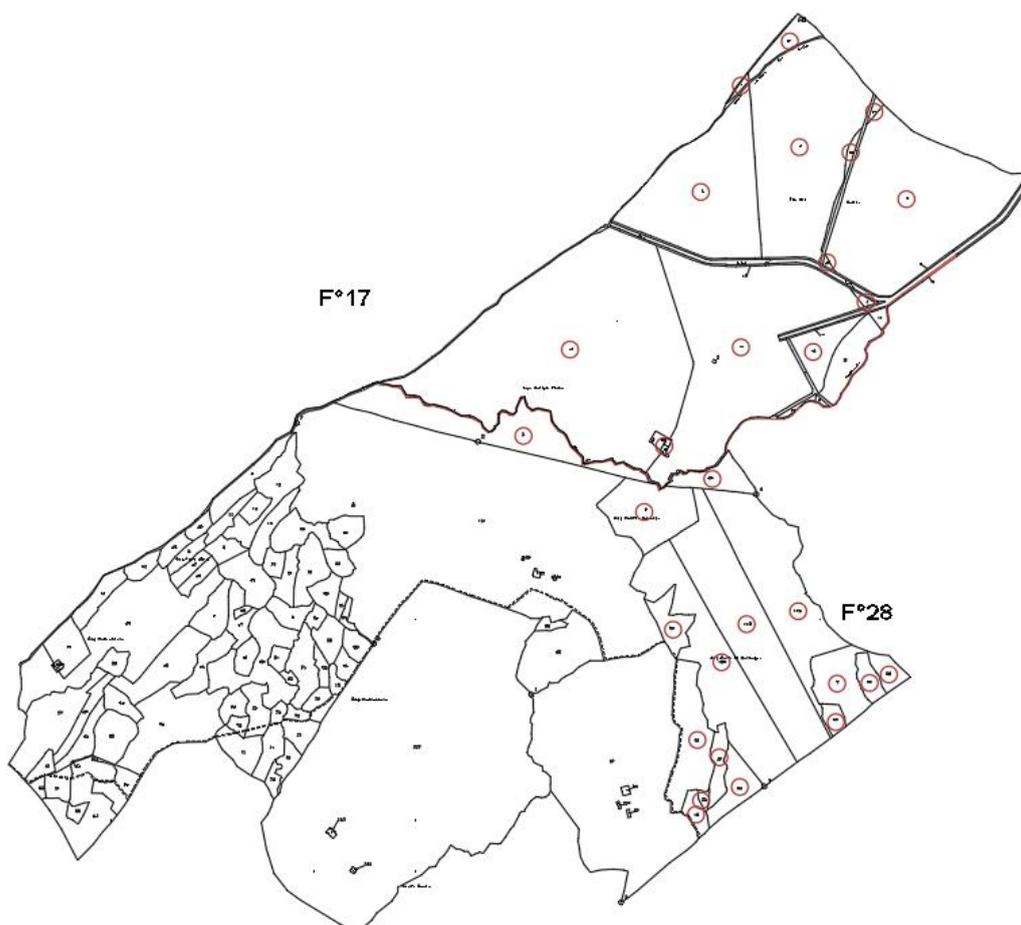
$$E_{cc} = G_m \times \eta_{pv} \times Sp_v = 1\,873 \text{ KWh/mq} \times 22,45\% \times 188\,598 \text{ mq} = 79\,314 \text{ MWh}$$

Al netto dei consumi ausiliari la **producibilità annua di energia immessa in rete** risulta essere di **78,00 GWh**

### 2.1 Lo stato dei luoghi

Il lotto oggetto di intervento è condotto da due aziende agricole. La prima condotta dalla Società Agricola F.Ili Sussarellu S.S. iscritta alla CCIAA di Sassari al REA 152682 con attività prevalente ATECO 01.45.00 "Allevamento di ovini e caprini", Partita Iva 02155140904; La seconda condotta dal Sig. Sussarellu Antonio Maria, azienda agricola iscritta alla CCIAA di Nuoro al REA 77058 Con attività prevalente ATECO 01.45.00 "Allevamento di ovini e caprini" partita Iva 01054190911.

I terreni oggetto di intervento delle aziende sono così censiti e distinti da due aziende agricole attive con stesso indirizzo produttivo.



**Figura 2 - Particelle catastali interessate**

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

**2.1.1 Azienda "Società Agricola F.Ili Sussarellu S.S."**

COMUNE censuario	FOGLIO	MAPP.	SUPERFICIE CATASTALE	QUALITA'	CLASS E	REDDITI DOMENICALE €.	AGRARIO €.
Bonorva	17	43	16.09.22	Seminativo	2^	623,32	332,44
Bonorva	28	2	03.06.60	Seminativo	4^	31,67	39,59
Bonorva	28	8	01.90.10	Seminativo	4^	19,64	24,54
Bonorva	28	10	00.19.28	Seminativo	4^	1,99	2,49
			00.00.62	Pascolo	4^	0,05	0,03
Bonorva	28	19	00.28.08	Seminativo	1^	13,78	6,53
			00.00.29	Pascolo	4^	0,02	0,01
Bonorva	28	20	00.06.70	Seminativo	4^	0,69	0,87
Bonorva	28	21	00.43.65	Pascolo	4^	3,38	2,25
Bonorva	28	39	00.56.55	Seminativo	4^	5,84	7,30
			00.02.62	Pascolo	4^	0,20	0,14
Bonorva	28	40	00.02.07	Seminativo	4^	0,21	0,27
			00.31.04	Pascolo	4^	2,40	1,60
Bonorva	28	58	00.33.77	Seminativo	4^	3,49	4,36
Bonorva	28	118	04.86.15	Seminativo	4^	50,22	62,77
Bonorva	28	119	03.94.29	Seminativo	4^	40,73	50,91
			00.09.46	Pascolo Arb	U	0,73	0,64
Bonorva	28	120	04.25.52	Seminativo	4^	43,95	54,94
<b>TOTALI</b>			<b>36.46.01</b>			<b>842,31</b>	<b>591,68</b>

L'azienda della Società Agricola, opera nel settore zootecnico con allevamento intensivo di ovini con nr. 250 capi in produzione, e bovino con nr. 103 capi. L'attività viene svolta su una superficie complessiva di 241 ettari coltivati prevalentemente a seminativi con prati polifita e pascoli necessari per il mantenimento del proprio patrimoni zootecnico.

La ditta opera su una superficie complessiva aziendale di circa 241 ettari, tra i quali insistono i mappali sopra riportati oggetto del presente intervento.

**1.1.1. Azienda Agricola "Sussarellu Antonio Maria"**

COMUNE censuario	FOGLIO	MAPP.	SUPERFICIE CATASTALE	QUALITA'	CLAS SE	REDDITI DOMENICALE €.	AGRARIO €.
Bonorva	17	2	07.37.65	Seminativo	2^	285,72	152,39
Bonorva	17	26	00.03.01	Seminativo	2^	1,17	0,62
Bonorva	17	27	00.07.00	Seminativo	2^	2,71	1,45
			00.00.57	Pascolo	4^	0,04	0,03
Bonorva	17	29	00.06.22	Seminativo	2^	2,41	1,28
Bonorva	17	30	00.81.89	Seminativo	2^	31,72	16,92

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

Bonorva	17	44	09.50.77	Seminativo	2 <sup>^</sup>	368,27	196,41
Bonorva	17	45	00.50.95	Seminativo	2 <sup>^</sup>	19,74	10,53
Bonorva	28	24	00.72.30	Seminativo	4 <sup>^</sup>	7,47	9,33
<b>TOTALI</b>			19.10.36			719,25	388,96

L'azienda Sussarello Antonio Maria ha un indirizzo zootecnico foraggero con allevamento di nr. 250 capi ovini. L'azienda nel suo complesso ha una superficie di 19.21.60 ettari con un ordinamento colturale foraggero improntato per il mantenimento del proprio patrimoni zootecnico.

### **2.1.2 Altri terreni**

All'interno del perimetro agro voltaico vi sono alcuni terreni che non fanno parte delle due aziende agricole, ma vengono comunque coltivati a foraggiere per l'alimentazione bestiame. I terreni risultano i seguenti:

COMUNE censuario	FOGLIO	MAPP.	SUPERFICIE CATASTALE	QUALITA'	CLASSE	REDDITI DOMENICALE €.	AGRARIO €.
Bonorva	17	3	00.01.22	Seminativo	2 <sup>^</sup>	0,47	0,25
			00.04.38	Pascolo	4 <sup>^</sup>	0,34	0,23
Bonorva	17	5	05.53.40	Pascolo	4 <sup>^</sup>	42,87	28,58
Bonorva	28	81	01.65.98	Seminativo	4 <sup>^</sup>	17,14	21,43
			00.12.66	Pascolo	4 <sup>^</sup>	0,98	0,65
Bonorva	28	82	00.72.10	Seminativo	4 <sup>^</sup>	7,45	9,31
<b>TOTALI</b>			08.09.74			69,25	60,45

Il piano è stato redatto secondo le "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA" (MATTM | DG per le Valutazioni Ambientali, 2014) (MATTM | DG per le Valutazioni Ambientali, 2015).

Con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., il Monitoraggio Ambientale è divenuto parte integrante del processo di Valutazione di Impatto Ambientale e rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA ai sensi dell'art. 28 del T.U. Ambiente, lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi dell'opera e che consente ai soggetti responsabili di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano rispondenti alle previsioni individuate nell'ambito del processo di VIA.

**La European Environment Agency (EEA) definisce il monitoraggio ambientale come "misurazione, valutazione e determinazione periodica e/o continua di parametri ambientali e/o livelli di inquinamento al fine di prevenire effetti negativi e dannosi per l'ambiente. Include anche la previsione di possibili cambiamenti nell'ecosistema e/o nella biosfera nel suo insieme." (EEA, 2022)**

Il monitoraggio assicura "il controllo sugli impatti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione dei piani e dei programmi approvati e la verifica del raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità prefissati, così da individuare tempestivamente gli impatti negativi imprevisti e da adottare le opportune misure correttive. Il monitoraggio è effettuato dall'Autorità procedente in collaborazione con l'Autorità competente anche avvalendosi del sistema delle Agenzie ambientali e dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

*Ambientale*” (art. 18, comma 1 del D.Lgs. 152/2006).

Il monitoraggio ambientale nel processo di valutazione di impatto ambientale ha tre finalità principali:

- Verifica e monitoraggio dello scenario di base: valutazione dello scenario di base utilizzato nell’analisi preliminare riportata nel SIA mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell’avvio dei lavori per la realizzazione dell’opera – attraverso misure effettuate periodicamente o in maniera continua – al fine di poter confrontare i dati dello scenario di partenza con le successive fasi oggetto del monitoraggio;
- Valutazione della rispondenza delle previsioni degli impatti valutati nel SIA e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione delle variazioni cui sono soggetti i parametri presi come riferimento per le diverse componenti ambientali che si prevede subiranno un impatto significativo a seguito della messa in opera e dell’esercizio dell’impianto. Questo consentirà di:
- Verificare l’efficacia delle misure di mitigazione degli impatti previste nel SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali riconducibili all’inserimento del progetto nel contesto territoriale, nella fase di cantiere e in quella di esercizio.
- Gestire eventuali criticità emerse in sede di monitoraggio e programmare immediatamente misure correttive per la loro risoluzione;
- Comunicare i risultati delle attività di monitoraggio all’autorità competente, agli enti interessati e al pubblico.

In conclusione, il monitoraggio previsto nel piano deve riguardare le tre fasi principali di vita dell’opera:

- ante operam (AO): periodo che precede l’avvio delle attività di cantiere e che può essere avviato nelle fasi autorizzative successive all’emanazione del provvedimento favorevole di VIA. Il monitoraggio ha, in questo caso, lo scopo di descrivere lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell’avvio di lavori per la realizzazione dell’impianto; l’analisi dello stato di fatto potrà essere utilizzata come livello di riferimento cui confrontare le misurazioni frutto delle indagini e del monitoraggio delle fasi successive;
- corso d’opera (CO): periodo che comprende le attività di cantiere per la realizzazione dell’opera quali l’allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell’opera, lo smantellamento del cantiere e il ripristino dei luoghi. In questa fase il monitoraggio sarà utile a documentare l’evoluzione della situazione dell’ambiente delineata durante la fase precedente, al fine di verificare che l’andamento dei fenomeni sia coerente con le previsioni dello SIA. Si verificherà, inoltre, l’efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali e si individueranno eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni, con la conseguente programmazione delle opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- post operam (PO): periodo che comprende le fasi di esercizio e di eventuale dismissione dell’opera, riferibili quindi al periodo che precede l’entrata in esercizio dell’opera nel suo assetto funzionale definitivo (pre-esercizio), all’esercizio dell’opera (eventualmente articolato a sua volta in diversi scenari temporali di breve/medio/lungo periodo) e alle attività di cantiere per la dismissione dell’opera alla fine del suo ciclo di vita. La fase post opera è di fondamentale importanza per la verifica che eventuali alterazioni temporanee intervenute in fase di cantiere rientrino entro i valori previsti e che eventuali trasformazioni permanenti siano compatibili con l’ambiente. Inoltre, verrà verificata l’efficacia delle

opere di mitigazione ambientale adottate.

## **2.2 Requisiti minimi**

Il Piano di Monitoraggio Ambientale è un elaborato che – seppure con una propria autonomia – deve garantire la piena coerenza con i contenuti del SIA relativamente alla caratterizzazione dello stato dell’ambiente nello scenario di riferimento che precede all’attuazione del progetto e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua messa in esercizio.

Il piano di monitoraggio, dunque, come previsto dalla Linee Guide redatte dal Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio (oggi MASE), deve riguardare le tre fasi principali di vita dell’opera e rispettare alcuni requisiti minimi fondamentali al fine di essere tecnicamente e realisticamente attuabile, anche in termini di costi-benefici, evitando quindi che il proponente sostenga oneri ingiustificati. Si riportano di seguito i requisiti minimi fondamentali previsti per il PMA:

- il PMA ha per oggetto la programmazione del monitoraggio delle componenti/fattori ambientali per i quali, in coerenza con quanto documentato nello Studio d’impatto ambientale, sono stati individuati impatti sull’ambiente significativi generati dall’attuazione dell’opera: il proponente non è pertanto tenuto a sostenere oneri ingiustificati e non attinenti agli obiettivi strettamente riferibili al monitoraggio degli impatti ambientali significativi relativi all’opera in progetto;
- il PMA deve essere commisurato alla significatività degli impatti ambientali previsti nello SIA; quindi, l’attività di MA da programmare dovrà essere adeguatamente proporzionata in termini di estensione delle aree di indagine, numero dei punti di monitoraggio, numero e tipologia dei parametri, frequenza e durata dei campionamenti, ecc.;
- il PMA deve essere, ove possibile, coordinato o integrato con le reti e le attività di monitoraggio svolte dalle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell’ambiente. Tale condizione garantisce che il MA effettuato dal proponente non duplichi o sostituisca attività svolte da altri soggetti competenti; nel rispetto dei diversi ruoli e competenze, il proponente potrà disporre dei dati derivanti dalle reti e dalle attività di monitoraggio ambientale, svolte da altri soggetti (ISPRA, ARPA/APPA, Regioni, Province, ASL, ecc.) per supportare efficacemente le specifiche finalità del MA degli impatti ambientali generati dall’opera;
- il PMA rappresenta uno strumento tecnico-operativo di programmazione delle attività di monitoraggio ambientale che discendono da dati, analisi e valutazione già contenute nel Progetto e nello SIA: pertanto i suoi contenuti devono essere efficaci, chiari e sintetici e non dovranno essere duplicati, ovvero dovranno essere ridotte al minimo, le descrizioni di aspetti a carattere generale non strettamente riferibili alle specifiche finalità operative del PMA (es. trattazioni generiche sul monitoraggio ambientale, sulle componenti ambientali, sugli impatti ambientali, sugli aspetti programmatici e normativi).

Allo stesso tempo il PMA deve essere strutturato in maniera sufficientemente flessibile per poter essere eventualmente rimodulato nel corso dell’istruttoria tecnica di competenza della Commissione CTVIA VIA-VAS e/o nelle fasi progettuali e operative successive alla procedura di VIA: in tali fasi potrà infatti emergere la necessità di modificare il PMA, sia a seguito di specifiche richieste avanzate dalle diverse autorità ambientali competenti che a seguito di situazioni oggettive che possono condizionare la fattibilità tecnica delle attività programmate dal Proponente.

### 2.3 Attività previste

In funzione delle risultanze emerse dalla valutazione degli impatti sulle componenti ambientali esaminate, sono state individuate le seguenti componenti ambientali da sottoporre a monitoraggio:

- **Ambiente idrico;**
- **Atmosfera e clima;**
- **Suolo e sottosuolo;**
- **Flora e vegetazione;**
- **Fauna;**
- **Paesaggio;**
- **Sistema agri-voltaico.**

L'attività di monitoraggio verrà esplicata attraverso la definizione della durata temporale e della periodicità dei controlli, in funzione della rilevanza della componente ambientale considerata e dell'impatto atteso a carico degli indicatori ambientali rappresentativi. Il periodo di esecuzione delle campagne di monitoraggio si dovrà distinguere in:

- **ante-operam (AO)**, finalizzato alla verifica dello scenario ambientale di riferimento riportato nella baseline del SIA (scenario di base) ed effettuato prima dell'avvio della fase di cantiere;
- **corso d'opera (CO)**, durante la fase di cantiere;
- **post-operam (PO)** con impianto in esercizio;
- finalizzati alla verifica della valutazione degli impatti elaborati nello SIA e delle potenziali variazioni dello scenario di base, mediante la rilevazione dei parametri di riferimento per le componenti ambientali soggette a monitoraggio.

Gli esiti delle attività saranno comunicati alle Autorità o Agenzie preposte ad eventuali controlli e al pubblico attraverso sezioni dedicate dei siti internet delle predette Autorità/Agenzie.

### 2.4 Presentazione dei risultati

I risultati delle attività di monitoraggio saranno restituiti con appositi rapporti tecnici (Report) per ciascuna campagna di monitoraggio (AO, CO, PO), contenenti:

le finalità specifiche dell'attività di monitoraggio condotta;

la descrizione e la localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio, oltre all'articolazione temporale del monitoraggio in termini di frequenza e durata;

i parametri monitorati, i risultati del monitoraggio e le relative elaborazioni e valutazioni, comprensive delle eventuali criticità riscontrate.

Per ciascuna stazione/punto di monitoraggio, sarà riportata una scheda anagrafica di sintesi con le informazioni utili alla sua identificazione univoca (es. codice identificativo, coordinate geografiche, componente/fattore ambientale monitorata, fase di monitoraggio, informazioni geografiche, parametri monitorati, ecc.). Tali schede, redatte sulla base del modello riportato nelle Linee Guida Ministeriali, saranno accompagnate da un'adeguata documentazione fotografica e da uno stralcio cartografico, per una chiara e rapida materializzazione a terra.

### 3 SCOPO DEL PRESENTE DOCUMENTO

Con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il monitoraggio ambientale è entrato a far parte integrante del processo di VIA assumendo, ai sensi dell'art.28, la funzione di strumento capace di fornire la reale "misura" dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari "segnali" per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito della VIA. Il monitoraggio ambientale nella VIA rappresenta l'insieme di attività, da attuare successivamente alla fase decisionale finalizzate alla verifica dei risultati attesi dal processo di VIA ed a concretizzare la sua reale efficacia attraverso dati quali-quantitativi misurabili (parametri), evitando che l'intero processo si riduca ad una mera procedura amministrativa e ad un esercizio formale. La serie dei controlli periodici programmati (follow-up) comprende le attività riconducibili sostanzialmente alle seguenti quattro principali fasi:

1. **Monitoraggio** – l'insieme di attività e di dati ambientali antecedenti e successivi all'attuazione del progetto (in corso dell'esercizio attuale e a seguito della modifica progettuale dell'opera e in esercizio);
2. **Valutazione** – la valutazione della conformità con le norme, le previsioni o aspettative delle prestazioni ambientali del progetto;
3. **Gestione** – la definizione delle azioni appropriate da intraprendere in risposta ai problemi derivanti dalle attività di monitoraggio e di valutazione;
4. **Comunicazione** – l'informazione ai diversi soggetti coinvolti sui risultati delle attività di monitoraggio, valutazione e gestione.

ART. 28 – monitoraggio - del D.Lgs. 152/06 stabilisce che:

*Il provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale contiene ogni opportuna indicazione per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti. Il monitoraggio assicura, anche avvalendosi del sistema delle Agenzie ambientali, il controllo sugli impatti ambientali significativi sull'ambiente provocati dalle opere approvate, nonché la corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera, anche, al fine di individuare tempestivamente gli impatti negativi imprevisti e di consentire all'autorità competente di essere in grado di adottare le opportune misure correttive.*

*1-bis. In particolare, qualora dalle attività di cui al comma 1 risultino impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore, rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, l'autorità competente, acquisite informazioni e valutati i pareri resi può modificare il provvedimento ed apporvi condizioni ulteriori rispetto a quelle di cui al comma 5 dell'articolo 26. Qualora dall'esecuzione dei lavori ovvero dall'esercizio 6 dell'attività possano derivare gravi ripercussioni negative, non preventivamente valutate, sulla salute pubblica e sull'ambiente, l'autorità competente può ordinare la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate, nelle more delle determinazioni correttive da adottare.*

*2. Delle modalità di svolgimento del monitoraggio, dei risultati e delle eventuali misure correttive adottate ai sensi del comma 1 è data adeguata informazione attraverso i siti web dell'autorità competente e dell'autorità procedente e delle Agenzie interessate.*

#### 4 RESPONSABILE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE

La figura del Responsabile del Monitoraggio Ambientale rappresenta il soggetto tecnico e l'interfaccia con gli organi di controllo che svolgerà il coordinamento per lo svolgimento e la gestione delle attività di monitoraggio, eventualmente coadiuvato da specialisti settoriali, per l'intera durata di tali attività. Le funzioni attribuibili a tale ruolo possono essere come di seguito individuato:

- coordinamento tecnico-operativo delle attività relative al monitoraggio delle diverse componenti previste nel PMA;
- verifica della conformità della documentazione tecnica risultante dal monitoraggio con quanto previsto nel PMA medesimo;
- predisposizione e trasmissione della documentazione da trasmettere all'Autorità ed eventualmente agli enti di controllo;
- comunicazione tempestiva all'Autorità Competente ed agli enti di controllo di eventuali anomalie riscontrate durante l'attività di monitoraggio, dalle quali possano risultare impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore, rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di Valutazione di Impatto Ambientale, e conseguente coordinamento delle azioni da svolgere in caso di tali impatti imprevisti;
- definizione, in caso di necessità, di opportuni interventi correttivi alle attività di monitoraggio da porre in atto previa comunicazione all'Autorità Competente.

Il Responsabile del Monitoraggio Ambientale costituisce, dunque, una figura integrata ai soggetti professionali che hanno responsabilità tecnica nel cantiere, interfacciandosi e coordinandosi con il Direttore Lavori e il Coordinatore per la Sicurezza nella fase di Esecuzione lavori.

## 5 MODALITÀ DI RESTITUZIONE DEI DATI

Il piano di monitoraggio deve contenere la definizione di un opportuno sistema di monitoraggio ambientale che permetta, come minimo, di effettuare il controllo da parte dell'Autorità Competente, nonché eseguire, da parte del soggetto proponente, l'autocontrollo, la validazione, l'archiviazione e l'aggiornamento dei dati; la possibilità di fare confronti, simulazioni e comparazioni; di operare restituzioni tematiche e, non ultimo, l'informazione ai cittadini (art. 28, comma 2, D.Lgs. 152/2006 e ss. mm.ii.). Non essendo le opere oggetto del presente documento di potenziale notevole impatto, non si ritiene utile il ricorso all'impiego di un Sistema Informativo Territoriale; tuttavia, allo scopo di ottemperare alla necessità di informazione di cui sopra, il soggetto proponente provvederà ad allestire una sezione del proprio sito web dedicata a contenere i dati e i report del monitoraggio.

### 5.1 *Contenuti minimi dei database e dei report di rendicontazione*

Il database del monitoraggio ambientale dovrà avere i seguenti contenuti minimi:

- metadati relativi alle misure effettuate in campo nelle varie fasi esecutive delle attività di monitoraggio, quali ad esempio:
  - coordinate geo-riferite dei punti di campionamento;
  - dati di contorno (ad esempio, per le misure relative alla componente aria, i dati meteo);
  - data, ora e durata della misura;
  - dati di riferimento della strumentazione utilizzata;
  - dati di riferimento del tecnico misuratore;
  - incertezza della misura (cioè, la sua rappresentatività);
- dati relativi alle misure, omogenei per unità di misura dell'inquinante, per unità di tempo di misura, ecc.;
- immagini relative ai momenti di misura e ai luoghi di misura;
- eventuali cartografie utili per la localizzazione di punti di misura, di sorgenti d'impatto impreviste e di interventi di mitigazione o compensazione.

Il database, compilato dal Responsabile del Monitoraggio Ambientale, verrà inviato al soggetto proponente alle scadenze previste dal presente PMA, accompagnato da una breve relazione tecnica illustrante i dati raccolti, le eventuali incongruenze tra quanto previsto dallo SIA e dal PMA stesso in relazione ai possibili impatti sulle componenti ambientali, ai provvedimenti da prendere in merito alla compensazione o mitigazione degli impatti effettivi misurati. Alla conclusione delle varie fasi di monitoraggio, il soggetto proponente provvederà ad inviare all'Autorità Competente il report di fine fase (Corso d'Opera, Post Opera) contenente gli elementi sopra menzionati.

I contenuti minimi delle relazioni tecniche costituenti i report rendicontativi saranno così articolati:

- sintesi della valutazione dell'impatto atteso stimato in fase di SIA;
- elenco e caratterizzazione delle misure di mitigazione e delle prescrizioni previste;
- georeferenziazione in scala adeguata dei punti di misura;
- dati registrati nell'ante opera;
- dati registrati nella fase oggetto del monitoraggio;
- tutti i metadati/informazioni che permettono una corretta valutazione dei risultati, una completa riconoscibilità e rintracciabilità del dato e ripetibilità della misura/valutazione;
- modalità di attuazione delle misure di mitigazione/compensazione e delle prescrizioni;

- valutazione dell'impatto monitorato rispetto a quanto atteso.

## 5.2 Tempistica delle rendicontazioni

La scansione delle scadenze per la compilazione dei report rendicontativi è conseguente ai tempi di acquisizione dei dati e alle fasi indicate per l'esecuzione del monitoraggio. Pertanto, per la produzione della documentazione costituente i report di restituzione, si individua lo scadenziario riportato nella tabella seguente.

**ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM:** Nella fase ante operam, il monitoraggio è finalizzato a registrare eventuali significative variazioni della qualità dell'aria rispetto alla caratterizzazione e/o alle previsioni contenute nello SIA a seguito di nuove/diverse pressioni ambientali.

FASE	COMPONENTE	COMPONENTE
Ante operam	Atmosfera Misura PTS (PM10- PM2,5)	Rumore Misura discontinuo

**ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IN FASE DI CANTIERE:** Nella tabella seguente si riporta, per ogni componente ambientale monitorata, la tipologia di indagine da eseguire e la durata della cantierizzazione.

FASE	COMPONENTE	COMPONENTE
Cantiere	Atmosfera NR. 1 misurazione Misura PTS (PM10- PM2,5)	Rumore NR. 2 misurazioni durante il cantiere Misura discontinuo

**ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IN FASE DI ESERCIZIO:** Nella tabella seguente si riporta, per ogni componente ambientale monitorata, la tipologia di indagine da eseguire nella fase di "esercizio".

FASE	COMPONENTE	COMPONENTE
Esercizio	Atmosfera Misura PTS (PM10- PM2,5) NON APPLICABILE	

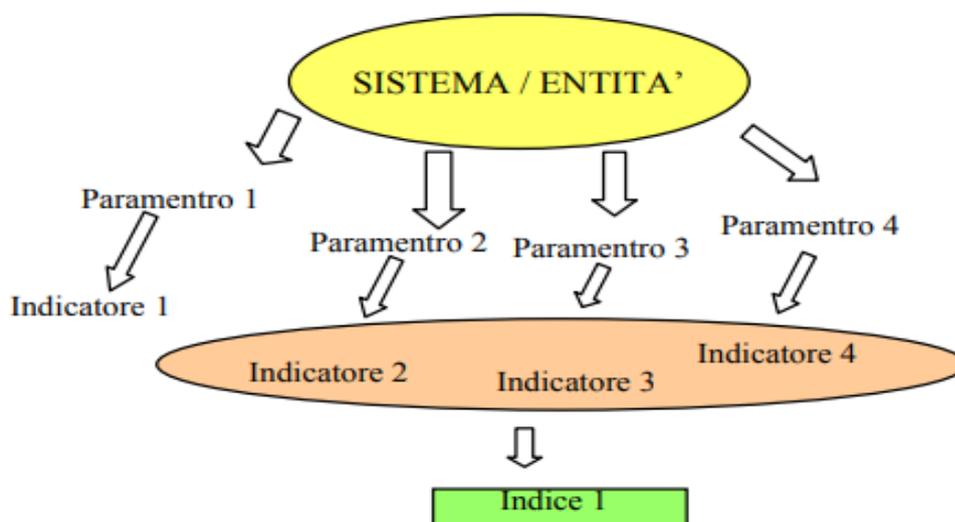
**ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IN FASE DI "POST OPERAM":** Nella tabella seguente si riporta, per ogni componente ambientale monitorata, la tipologia di indagine da eseguire nella fase di "smantellamento/post operam" dell'impianto.

FASE	COMPONENTE	COMPONENTE
Post operam	Atmosfera Misura PTS (PM10- PM2,5) NON APPLICABILE	Rumore Misura discontinuo NON APPLICABILE

L'elaborato finale, che sarà trasmesso agli organi competenti, consisterà in una relazione tecnica in cui verranno descritte le attività di monitoraggio effettuate e di risultati ottenuti, e comprenderà gli allegati cartografici dell'area di studio, dei punti, dei percorsi e delle aree di rilievo.

## 6 INDICATORI

Negli ultimi anni l'interesse verso lo studio dei sistemi agricoli ha accresciuto la necessità di disporre di strumenti d'indagine che permettono la caratterizzazione di sistemi agro-ambientali dal punto di vista agronomico, economico ed ecologico (Bockstaller e Giradin, 1996; Vazzana et al., 1996). Tali valutazioni richiedono analisi rapide ed efficaci nonché confronti nel tempo e nello spazio pur mantenendo un accettabile livello qualitativo delle stime. A tal proposito nascono mezzi che forniscono indicazioni e valutazioni sui fenomeni in atto. Questi strumenti, adeguati a rappresentare l'insieme dei sistemi complessi, prendono il nome di indicatori. Un indicatore è un attributo, generalmente fisico, che caratterizza in maniera quantitativa o qualitativa, una qualunque condizione dell'entità osservata (Giupponi, 1998; Benedetti e Bertoldi, 2000), sia con funzione conoscitiva, sia come base per gli interventi di Decision Maker. Qualsiasi parametro può essere un indicatore purché possa essere interpretato in chiave valutativa favorendo così l'analisi di situazioni complesse, la rappresentazione sintetica del comportamento di un'entità nonché il trasferimento di informazioni ad organi decisionali. Agli indicatori si chiede, oltre che rappresentare lo stato dei nostri sistemi, di orientare i sistemi di governo e i programmi d'azione nonostante essi abbiano un pur minimo contenuto soggettivo, influenzato dalla formazione dell'operatore che ne fa uso. La loro valutazione va quindi associata ad una stima, denominata criterio, che rappresenta l'interfaccia tra sistema fisico studiato e operatore (sistema uomo). La relazione fra indicatori ed entità da studiare, le potenzialità descrittive e le comparazioni spazio-temporali delle indicazioni ottenute sono molto delicate.



**Figura 3 -Relazione tra parametri, indicatori e indici (Silvestri et al., 2002)**

È opportuno definire i termini che sono spesso fonte di confusione, discutendo gli eventuali accorgimenti da adottare per il corretto uso degli indicatori. L'OECD (1999) definisce:

- parametro, una proprietà del sistema in studio misurabile in modo diretto;
- indicatore, valore derivante dal parametro e mediante il quale è possibile ottenere informazioni;
- indice, aggregazione di indicatori e relative indicazioni

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

Secondo Malcveschi (1984), gli indicatori possono essere suddivisi in tre grandi gruppi:

- indicatore di stato, inteso come una caratteristica del sistema;
- indicatore di processo (causa, effetto, sintomo) che rappresenta la conseguenza di un determinato aspetto dell'entità studiata. Quest'indicatore descrive con prontezza e fedeltà i cambiamenti subiti dall'entità (frana, erosione, ecc.);
- indicatore di co-occorrenza statistica, il quale non è direttamente correlato con l'entità studiata.

Attraverso questo indicatore possono essere avanzate previsioni dello stato del sistema in questione (minore ampiezza della SAU contro intensificazione degli ordinamenti produttivi). Prima di procedere all'impiego di un indicatore è quindi opportuno far fronte al soddisfacimento empirico per gli indicatori di stato e di processo e alla valenza convenzionale per gli indicatori di co-occorrenza statistica.

### **6.1 Indicatori Agro-Ambientali nel modello DPSIR**

In un contesto agro-ambientale gli indicatori sono usati per valutare non tanto la convenienza economica delle scelte operate dagli agricoltori, quanto le "esternalità", cioè i fenomeni esterni al mercato. La stima delle "esternalità" attraverso gli indicatori è la valutazione dell'impatto ambientale che le tecniche agronomiche hanno sul sistema agricolo (Bechini et al. 2001). Gli indicatori agro ambientali, infatti, contribuiscono a trasferire i dati fisici ed economici sulle attività umane e sulle condizioni dell'ambiente in informazioni utili a livello decisionale. Essi, fornendo informazioni sugli effetti che le pratiche agronomiche hanno sull'ambiente, porgono spunti riflessivi finalizzati alla revisione delle misure agroambientali. Lo studio degli ecosistemi, mediante indicatori, fa riferimento al modello PSR proposto da Anthony Friend negli anni 70. Tale modello Pressione-Stato-Risposta (PSR) evidenzia le relazioni tra sistemi ambientali e attività antropiche. Esso è basato sul concetto di causalità: le attività umane esercitano pressioni sull'ambiente e modificano la qualità e la quantità delle risorse, cioè lo stato dell'ambiente. Le risposte della società a tali cambiamenti avvengono attraverso politiche ambientali, economiche e settoriali, determinando un ciclo retroattivo con le pressioni e determinando altre attività e altri impatti sull'ambiente. Questo modello si basa sul concetto di causa/effetto e prevede una serie di indicatori ambientali suddivisi in:

- indicatori di pressione, ossia le attività umane che costituiscono fonti di pressione sui vari comparti ambientali. Tra questi indicatori troviamo l'uso del territorio, di acqua e di energia;
- indicatori di stato, cioè la qualità dell'ambiente e le sue alterazioni;
- indicatori di risposta, provvedimenti atti a migliorare lo stato dell'ambiente.

Nel 1995 l'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) modificò il modello PSR in DPSIR (Driving Force, Pressure, State, Impact and Response) (Jesinghaus, 1999) riportato in Figura 3 - Schema DPSIR (Nappi, 2000).



**Figura 4 -Schema DPSIR (Nappi, 2000)**

Nel nuovo modello, ai precedenti indicatori vennero aggiunti:

- indicatori di cause primarie (Driving Force), intesi come settori economici e attività umane che inducono le pressioni (sviluppo demografico, modelli di produzione e consumo, crescita della domanda delle risorse);
- indicatori di impatto (Impact) che descrivono gli effetti sull'ecosistema e sulla salute umana, derivanti dai fattori di pressione ambientale.

Nel DPSIR, dunque, le Driving Force sono i processi socioeconomici; le Pressure sono processi causati, quindi gli effetti delle Driving Force; gli States sono i mutamenti subiti dall'ambiente per effetto delle Pressure; gli Impacts sono le ripercussioni negative sull'ambiente e le Responses sono le decisioni e i provvedimenti politici come leggi, piani e direttive.

## 6.2 Indicatori ambientali

A livello di agroecosistema l'uso di indicatori per l'analisi dei processi si basa su tre scale: azienda, sito e appezzamento (Pacini, 2002). Per ogni scala possono essere usati indicatori sia di tipo abiotico che biotico. I primi, tramite rilevamento dei singoli parametri chimici-fisici, costituiscono l'approccio tradizionale allo studio ecosistemico. Meno diffusa e standardizzata è l'applicazione degli indicatori biotici. Attraverso quest'approccio le condizioni di un ecosistema possono essere valutate mediante parametri propri delle comunità biotiche, che

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

costituiscono l'ambiente in studio e che risultano sensibili e selettivi nei confronti di azioni perturbatrici. Per ognuna delle scale scelte vengono infine attribuite valenze diverse alle informazioni ottenute dagli indicatori al fine di evitare fenomeni di compensazione che tenderebbero a falsare le rispettive indicazioni. Vari sono gli autori che si sono occupati di indicatori ambientali con lo specifico scopo determinare gli attributi di un sistema. Lazzerini et al. (2001) ha scelto gli indicatori suddividendo l'ecosistema in sottosistemi ambientali: acqua, suolo, paesaggio e biodiversità (Figura 4 - Esempi di Indicatori Agro-ambientali e relative unità di misura (Lazzerini et al. 2001)).

Bockstaller e Girardin (2003) invece hanno calcolato indici Diversità Colturale (IDC) e Successione Colturale (ISC) su scala aziendale e indici di Stabilità Coltura del territorio (DBT) calcolati su scala territoriale. Tali approcci evidenziano quanto sia importante frammentare il sistema in studio così da ottenere risultati quanto più congrui alla realtà. Di seguito vengono esposti alcuni esempi di comparti e relativi indicatori.

Comparto	Indicatore	Unità di Misura
Acqua	Lunghezza rete scolante	Km ha <sup>-1</sup>
	Bilancio Azoto (input/output)	Kg ha <sup>-1</sup>
	Nitrati	Kg ha <sup>-1</sup>
	Bilancio Fosforo (input/output)	Kg ha <sup>-1</sup>
Suolo	Potenziale ruscellamento del Fosforo	Numero
	Erosione potenziale	Numero
	Salinità	µS cm <sup>-2</sup>
	Azoto totale	%
Paesaggio	Fosforo assimilabile	ppm
	% superficie lasciata ad habitat naturale	% SAU
	Diversità colturale	Numero
Biodiversità	Qualità elementi del paesaggio	Numero
	Copertura boschiva	Numero ha <sup>-1</sup>
	Biodiversità siepi	Numero ha <sup>-1</sup>
	Biodiversità specie erbacee	Numero ha <sup>-1</sup>
	Numero specie erbacee	Numero

**Figura 5 - Esempi di Indicatori Agro-ambientali e relative unità di misura (Lazzerini et al. 2001)**

### 6.3 Indicatori per il comparto aria

Per il comparto aria, gli indicatori forniscono informazioni sull'inquinamento atmosferico da polveri sottili, biossido di zolfo, monossido di azoto e pollini aereodispersi. Vengono anche monitorati fenomeni strettamente associabili a tecniche agronomiche quali derive associate a trattamenti fitosanitari, spandimenti di liquami e concimazioni.

### 6.4 Indicatori per il comparto idrologico

Per il comparto idrologico, si vanno a monitorare sia i corsi superficiali che le falde sotterranee. La valutazione

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

dei corsi d'acqua prevede l'analisi della qualità biologica, attraverso identificazione del fitoplancton, delle macrofite, di macroinvertebrati e fauna ittica. La qualità idromorfologica prevede indicatori di continuità e lunghezza fluviale mentre indicatori di qualità fisico-chimica analizzano parametri di temperatura, salinità e pH. L'indicatore della lunghezza della rete scolante viene, ad esempio, calcolato mediante individuazione cartografica della rete permanente funzionante (canali, capofossi). Il valore di questo indicatore viene espresso come km ha<sup>-1</sup>.

### **6.5 Indicatori di gestione aziendale**

Fra gli indicatori usati per la gestione aziendale, c'è il numero di rotazioni delle colture e l'energia primaria, intesa come consumo di energia per ettaro (Gj ha<sup>-1</sup>) derivante da input diretti (combustibile) e indiretti (fertilizzanti). Vengono anche valutati indicatori di consumo di acqua aziendale sia essa intesa come acqua d'irrigazione che come consumo idrico per l'allevamento. Per questo indicatore, il consumo totale di acqua viene calcolato come rapporto tra quantità di acqua impiegata (consumo irriguo) e il reale fabbisogno irriguo, sommato al consumo degli allevamenti. Tale valore viene poi diviso per la SAU e espresso in m<sup>3</sup> /ha<sup>-1</sup> SAU. In particolare, il consumo irriguo viene calcolato a partire dalle specifiche pluviometriche degli impianti irrigui utilizzati, mentre il fabbisogno considera parametri quali: processo produttivo, ETP e piovosità (della zona di ubicazione dell'azienda) oltre che le caratteristiche del suolo.

### **6.6 Indicatori di biodiversità**

La biodiversità è valutata effettuando campionamenti a livello aziendale. Attraverso questi campionamenti sono valutabili indicatori di copertura boschiva e lunghezza delle siepi ma anche indicatori per il numero di specie erbacee totali e l'indice di diversità di Shannon per le specie erbacee (Farina, 1993). Quest'ultimo indicatore rappresenta la distribuzione spaziale (n ha<sup>-1</sup>) delle colture erbacee all'interno dell'azienda. L'indicatore di copertura boschiva valuta invece la superficie coperta a bosco in relazione al totale di area agricola usata (SAU). La valutazione delle infrastrutture ecologiche (siepi) prevede una preliminare analisi mediante cartografia digitale seguita da sopralluoghi per l'identificazione del numero reale di specie presenti. L'indicatore è espresso come lunghezza delle siepi (m) su ettari di superficie (SAU).

### **6.7 Indicatori paesaggistici**

Questa tipologia di indicatori valuta la qualità paesaggistica dell'azienda in studio. Le informazioni ottenute sono valutate attraverso indicatori di percentuale di superficie aziendale lasciato ad habitat naturale (Smending, 1995) e l'indice di diversità colturale di Shannon, che valuta la diversità degli elementi del paesaggio.

### **6.8 Indicatori per il comparto suolo**

Il suolo è un'entità complessa dove hanno sede interazioni tra componente biotica e abiotica, processi di degradazione e riciclo della sostanza organica. L'intensificazione delle attività agricole, intesa come pressione antropica sull'ambiente, risulta la principale causa di degradazione del suolo con conseguente riduzione della sua funzionalità e biodiversità. È proprio la degradazione del suolo che ha posto le basi per il monitoraggio attraverso l'uso di indicatori.

### 6.9 Il modello DPSIR per il comparto suolo

Il modello DPSIR è stato descritto nei precedenti paragrafi dove è stata discussa la sua applicazione per lo studio di matrici agro-ambientali. Lo stesso schema può essere applicato al singolo comparto suolo. In questo caso ciò che varia non sono le finalità del metodo ma le singole voci correlate al suolo.

Fra i determinati del suolo troviamo: l'agricoltura, gli eventi naturali, i cambiamenti climatici e l'utilizzo delle risorse naturali (suolo, acqua). Le pressioni sono rappresentate da infrastrutture, deforestazione, incendi mentre gli stati sono le contaminazioni, acidificazioni, salinizzazione, degradazione fisica ed erosione del suolo. Gli impatti diretti sono i cambiamenti dell'uso del suolo, quelli indiretti sono la perdita di biodiversità, i cambiamenti delle rese colturali ecc. Le risposte sono lo sviluppo di politiche comunitarie in ottica di protezione del suolo e riforme PAC.

### 6.10 Indicatori per la qualità del suolo

Gli indicatori del suolo ne valutano la qualità e la "salute", data la convinzione che esso è una componente vitale della biosfera per il mantenimento della qualità ambientale a livello locale e globale (Glanz, 1995). I concetti di qualità e salute del suolo, pur essendo molto simili, vanno ben distinti per la differente valenza ecologica-ambientale che essi hanno. Mentre la qualità, secondo Doran e Parkin (1994), è la capacità che ha il suolo d'interagire con l'ecosistema per mantenere la produttività biologica e la qualità ambientale, la salute è un concetto ecologico che relega il suolo ad organismo vivente e dinamico. Tutte queste proprietà sono legate tanto al concetto di capacità del suolo di "funzionare", legato alle sue caratteristiche strutturali, quanto al concetto dinamico di "fitness for use", cioè l'influenza delle attività umane sul suolo. La valutazione di questi due aspetti avviene attraverso l'impiego di indicatori statici e dinamici che mettono in evidenza gli effetti della gestione del suolo sulle sue proprietà. Poiché la qualità e lo svolgimento delle funzioni del suolo dipendono dall'interazione degli aspetti chimico-fisici e biologici, i parametri indicatori devono essere legati a tali aspetti e l'interpretazione deve tener conto di una valutazione integrata dei parametri misurati. Si distinguono in:

- **Indicatori statici** per la qualità del suolo: sono valutazioni del cambiamento della qualità del suolo nel lungo periodo. Parametri di tipo fisico e chimico sono indicazioni indispensabili per inquadrare lo stato del sistema suolo. Tra gli indicatori fisici ricordiamo la determinazione della tessitura come valutazione della ritenzione e disponibilità di acqua e nutrienti nell'ecosistema. Altri indicatori fisici sono l'umidità e la temperatura del suolo i cui valori vincolano e influenzano l'attività microbica edafica.
- **Indicatori dinamici** per la qualità del suolo: nello studio della qualità del suolo, oltre ai classici parametri chimico-fisici, assumono importanza indicatori direttamente correlabili alla quantità e qualità della sostanza organica. Questi indicatori sono legati alla disponibilità della sostanza organica, alla sua solubilità, al suo grado di evoluzione, intesa come sommatoria dei processi di degradazione ed umificazione. Questi sono tutti processi da imputarsi all'azione della componente biologica del suolo, intesa come la misura diretta dell'attività microbica e della composizione della microflora edafica. Gli indicatori dinamici sono di solito organismi biologici più o meno sensibili alle perturbazioni ambientali e che prendono il nome di bioindicatori. Le complesse interazioni che caratterizzano la fauna edafica e la stabilità della composizione delle comunità microbiche del suolo, sono punti di partenza per la bioindicazione, consentendo di quantificare i cambiamenti delle proprietà del suolo (van Straalen, 1998).

### 6.11 Bioindicatori

Un bioindicatore è "organismo o sistema biologico usato per valutare una modificazione, generalmente

degenerativa, della qualità dell'ambiente". In base agli obiettivi viene scelto il bioindicatore più sensibile e preciso alla valutazione ambientale, considerando la stretta correlazione esistente tra materiale biologico e ambiente. Un bioindicatore può essere una comunità, una specie oppure una porzione di organismo, con lo scopo di fornire informazioni indirette dello stato ambientale. Le informazioni ottenute sono gli effetti e i relativi danni che i fattori ambientali hanno sugli organismi indicatori (Bayne et al., 1985).

### **6.12 Bioindicatori per il comparto aria**

I bioindicatori usati per stimare la qualità dell'aria sono generalmente organismi sensibili a sostanze volatili inquinanti. Le modificazioni fisiologiche e morfologiche subite da questi organismi sono proporzionali alla concentrazione delle sostanze tossiche percepite.

Le api sono i principali organismi animali usati come bioindicatori per la qualità degli ambienti rurali ed agricoli. L'uso delle api, per la valutazione dei livelli di inquinamento ambientale, è dato dalle loro caratteristiche peculiari. La facilità di allevamento, l'elevata sensibilità alla presenza di sostanze tossiche, l'alta mobilità e l'ampio raggio di volo (che permettono di controllare ampie zone) fanno delle api un adeguato bioindicatore ambientale (Celli, 1994). Esse, perlustrando l'ambiente circostante, trattengono passivamente eventuali sostanze inquinanti. La risposta alla presenza di inquinanti si manifesta con tassi più o meno marcati di mortalità, dovute a tossicità delle sostanze inquinanti usate come bioindicatore passivamente eventuali sostanze inquinanti. Attraverso le api è anche possibile andare a determinare, mediante analisi di laboratorio, la natura degli inquinanti ed anche i periodi e le zone a rischio di inquinamento (Porrini, 1999).

### **6.13 Bioindicatori per il comparto idrologico**

Per il comparto idrologico, come bioindicatori, vengono usati i macroinvertebrati. Fra i macroinvertebrati sono contemplati varie specie di insetti, crostacei, nematodi e platelminti, comunemente presenti nei corsi d'acqua e particolarmente sensibili alla presenza di inquinanti. La quantificazione dell'inquinamento si basa sul calcolo dell'indice IBE (Extended Biotic Index) il quale fornisce indicazioni sulle modificazioni nella componente della comunità di macroinvertebrati indotte da presunti inquinanti. Concettualmente il calcolo dell'indice parte dal confronto tra la composizione attesa e la composizione della comunità realmente presente nel corso d'acqua in esame. Questo metodo permette di suddividere i corsi d'acqua in cinque classi di qualità, in funzione del tipo e del numero di taxa rinvenuti. Le cinque classi di qualità vengono usate per una rappresentazione grafica di mappe di qualità idrologica.

### **6.14 Bioindicatori per il comparto suolo**

Recenti studi sul sistema suolo hanno dimostrato "sensore" dei cambiamenti ambientali in tempi brevi. La sensibilità della componente biologica alla gestione e all'apporto di sostanze chimiche nei suoli agricoli, la propone come bioindicatore dello stress e del recupero ecologico del suolo. La corretta gestione degli ecosistemi non può prescindere dalla conservazione della funzionalità della comunità edafica, per questo motivo, per definire l'impatto di fattori ecologici ed antropici sul suolo, vengono usati parametri microbici. Il ruolo ecologico della comunità edafica è quindi quella di assicurare che, in presenza di perturbazioni, vi siano comunque delle specie in grado di svolgere determinate funzioni (Bengtson, 1998) tollerando le perturbazioni. Valutare la qualità del suolo attraverso bioindicatori significa quindi andare a valutare gli organismi che nella loro quantità (biomassa) e varietà (biodiversità) garantiscono il funzionamento dell'ecosistema. Essi forniscono informazioni sullo stato di salute dell'ecosistema, ma mette in evidenza anche situazioni di stress pregresse. Il principale bioindicatore del suolo è comunque la popolazione microbica.

## 7 MODALITÀ ESECUTIVE DEL MONITORAGGIO

Gli indicatori e i bioindicatori sino ad ora esposti sono strumenti usati per il monitoraggio ambientale. Per monitoraggio si intende la sistematica raccolta di dati quali-quantitativi effettuata con metodiche predefinite e con scopi di controllo dello stato ambientale. Sia che si usino indicatori fisici e chimici che indicatori biologici, il monitoraggio prevede le seguenti fasi:

- definizione dello specifico obiettivo;
- scelta degli indicatori in base all'obiettivo prefissatosi;
- scelta dell'adeguato metodo di monitoraggio e organizzazione dei punti di controllo (distribuzione spaziale degli indicatori);
- raccolta ed elaborazione dei dati o campioni;
- valutazioni sul sistema monitorato.

Fra i vantaggi del monitoraggio ambientale c'è sicuramente l'economicità della metodica, il contenimento dei tempi d'esecuzione delle analisi oltre che l'elevata potenzialità divulgativa dei risultati. La multidisciplinarietà della valutazione di ecosistemi permette inoltre l'elaborazione di modelli esportabili ad altri ambienti. Ciò nonostante, esistono non poche differenze tra le misure strumentali di parametri ambientali e il monitoraggio, differenze riscontrabili principalmente a livello di approccio metodologico. Principale differenza è l'oggettività delle misure strumentali a fronte di un apporto soggettivo nell'interpretazione dei risultati del monitoraggio. Le risposte degli indicatori sono frutto di sinergie di vari fattori ambientali, la risposta dello strumento è selettiva e tarata per un solo parametro. I due tipi di rilevamento, benché molto diversi, hanno gli stessi obiettivi e si integrano passando da un'analisi estensiva su vasto territorio, con il monitoraggio, ad una puntiforme del dato strumentale.

In particolare, il biomonitoraggio dell'aria sarà legato all'attività mellifera che viene introdotta nel progetto Agrisolare. Lo scopo è quello di biomonitorare l'ecosistema dell'area oggetto di intervento attraverso il campionamento dello stato di salute e di interferenza esterna che l'ambiente produce sulle api che andranno a stanziarsi nelle arnie previste nel progetto. Il progetto di biomonitoraggio prevede di monitorare la presenza di metalli pesanti, particolato, le diossine e IPA che eventualmente saranno depositati dall'attività di produzione del miele negli alveari ubicati nell'area d'indagine. Altri agenti inquinanti saranno noti solo al conseguimento delle analisi di laboratorio. La ricerca scientifica sarà condotta prendendo in esame le matrici dell'alveare in cui è possibile misurare gli analiti oggetto di studio: le api bottinatrici, il miele e il polline. L'estensione della rilevazione interesserà un'area di circa 2.5/3 kmq a partire dall'area dell'impianto circoscrivendo il campo di azione a ciò che effettivamente ruota intorno al progetto agrisolare. Il risultato finale del biomonitoraggio sarà espresso anche attraverso la produzione dal miele che costituirà un vero e proprio marker in quanto dalla sua analisi sarà possibile ricavare il maggior numero di informazioni riguardanti l'ambiente che circonda l'alveare. La qualità certificata consentirà di immettere nel mercato prodotti di qualità eccellente, oggetto di costante controllo che sarà espresso anche sull'etichetta del baratto che sarà venduto attraverso canali di distribuzione di pregio. Attraverso l'attività di biomonitoraggio sarà possibile acquisire anche indicatori riguardanti il livello di biodiversità vegetale presente nell'area di studio. A questo proposito saranno prese in considerazione le matrici "miele" e "polline" sulle quali sarà possibile ripercorrere i voli di impollinazione effettuati dalle api bottinatrici. Da questo tipo di ricerca saranno prodotti degli indici di biodiversità e delle mappe di distribuzione botanica utili al fine di rappresentare il grado di ecosistema presente nell'area. In sintesi, saranno condotte due tipi di ricerche ma riconducibili entrambe allo stesso scopo: misurare il grado di qualità ambientale presente nell'area impianto agrivoltaico. La ricerca cardine avrà il focus sulle tracce antropiche presenti nell'area oggetto di studio. Si intende rilevare principalmente il tenore di metalli pesanti, IPA (idrocarburi policiclici aromatici),

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

diossine e qualsiasi altro tipo di particolato sia presente sul corpo delle api. Per rilevare le emissioni inquinanti saranno prese in esame principalmente le “api bottinatrici”, ovvero le api più adulte dell’alveare che si dedicano alla perlustrazione esterna e alla raccolta delle fonti di rifornimento (acqua, polline, nettare, propoli). Sono queste le api che, essendo in contatto con l’atmosfera esterna ed avendo un corpo peloso capace di captare e incastrare il particolato presente nell’aria, saranno campionate. Il campionamento di “api bottinatrici”, stando a possibili variazioni di modalità di esecuzione della ricerca scientifica, avverrà con cadenza mensile: dagli inizi di aprile fino alla fine di settembre. La matrice sarà intercettata all’ingresso degli alveari e raccolta tramite retino per farfalle o barattolo. La quantità di api mediamente stabilite per il campionamento si aggira intorno alle 500 unità, corrispondenti alla quantità di 50g utili alle analisi di laboratorio. Ogni campione di api raccolto sarà immediatamente riposto in un recipiente sterile e gassificato per congelarne il contenuto. Ogni campione raccolto sarà spedito durante lo stesso giorno al laboratorio di analisi. A margine della ricerca sugli inquinanti, ma non meno importante, sarà condotta una ricerca per determinare il grado di biodiversità vegetale presente nell’area d’indagine. Per determinare la presenza vegetale dell’area impianto agrivoltaico sarà preso in esame il “miele giovane” contenuto all’interno dell’alveare. Ogni nettare raccolto in campo dalle api porta con sé delle microscopiche quantità di polline che identificano perfettamente la derivazione botanica di un determinato nettare, che in ultima analisi si trasformerà in miele. Infatti, per determinare la caratteristica dicitura di miele di castagno, o miele di acacia, o altri, si osserva il miele al microscopio e si identificano e contano le proporzioni di pollini presenti all’interno. Se non ci sarà preponderanza di un polline rispetto ad altri allora il miele sarà identificato come “miele millefiori”. L’analisi di laboratorio utilizzata a questo scopo è l’analisi melissopalinologica. I campioni di “miele giovane” saranno raccolti con cadenza quindicinale. Ogni campione sarà versato in una provetta sterile e inviata immediatamente al laboratorio di ricerca. I dati successivamente estrapolati dall’analisi melissopalinologica saranno incrociati con altre banche dati e saranno messi in rapporto per estrapolare degli indici di biodiversità (per esempio indice di Shannon, abbondanza relativa, diversità botanica). Ogni campionatura sarà corredata di schede tecniche compilate direttamente dal personale specializzato. Al termine di ogni anno sarà creato un elaborato finale in cui saranno presentati i dati raccolti e interpretati.

## 8 COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE

Le aree interessate dall'impianto saranno sottoposte a un monitoraggio delle componenti ambientali in fase Ante Operam, in Corso d'Opera e Post Operam; ciò si rende necessario per evidenziare se, durante le fasi di realizzazione ed esercizio dell'impianto, gli impatti negativi già previsti in riferimento a specifici parametri ambientali si attestino come maggiori rispetto alle previsioni e consentire al promotore dell'iniziativa di intervenire tempestivamente con misure correttive. (SNPA, 2020)

Il monitoraggio ante operam interesserà tutte le componenti ambientali individuate in fase di stima degli impatti potenziali nello Studio di Impatto Ambientale, riportate di seguito:

**Atmosfera:** obiettivo del monitoraggio atmosferico è quello di valutare la qualità dell'aria, verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione degli inquinanti e le eventuali conseguenze dell'opera sull'ambiente.

**Rumore:** obiettivo del monitoraggio dell'inquinamento acustico è la valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi dovuti all'introduzione di nuove fonti di emissioni acustiche;

**Suolo e sottosuolo:** riguarderà aree che verranno interessate da una modificazione delle condizioni del terreno, quali il maggior ombreggiamento e quindi la riduzione dell'evapotraspirazione del terreno tramite la determinazione di parametri fisici.

**Ambiente idrico:** monitoraggio dei corpi idrici superficiali e consumo idrico nelle varie fasi dell'opera.

**Ecosistema e biodiversità:** Il monitoraggio di questa componente riguarderà la vegetazione e la fauna.

**Flora:** sarà monitorata mediante l'osservazione lungo transetti e plot definiti nel presente piano.

**Fauna (avifauna, chiroteri, erpetofauna e coniglio selvatico sardo):** le tecniche di monitoraggio saranno sia dirette che indirette e consentiranno di comprendere se le misure di mitigazione previste hanno effettivamente consentito di accogliere la fauna anche in un contesto interessato da parziale antropizzazione.

**Paesaggio:** il monitoraggio del sistema paesaggistico è strettamente correlato alle altre componenti ambientali. Una corretta valutazione degli impatti potenziali attesi su patrimonio culturale e sui beni paesaggistici nello stato ante faciliterà la scelta di opportune misure mitigative e compensative da prevedere in progetto.

**Rifiuti:** si prevede il monitoraggio in fase di costruzione dell'impianto (CO) della quantità e qualità dei rifiuti prodotti in cantiere garantendo il corretto conferimento.

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva delle componenti oggetto del monitoraggio e dei relativi fattori ambientali interessati:

AMBIENTE		AZIONI IMPATTANTI	
COMPONENTI AMBIENTALI	FATTORI	CORSO D'OPERA (COSTRUZIONE E DISMISSIONE)	POST OPERA (ESERCIZIO)
Atmosfera	Emissione polveri	Movimentazione mezzi e materiali	Lavorazioni Agricole Modifiche della copertura del terreno Funzionamento trasformatori e inverters
	Emissione inquinanti(traffico)		
	Agenti atmosferici		
Agenti Fisici	Rumore	Movimentazione mezzi e materiali	Lavorazioni agricole Funzionamento trasformatori e inverters
Suolo e sottosuolo	Consumo di suolo	Installazione tracker e opere connesse Regolarizzazione del terreno Rifornimento mezzi d'opera	Presenza dell'impianto FV integrato all'attività agricola
	Modifiche delle caratteristiche geotecniche e di stabilità		
	Sversamento accidentale idrocarburi		
	Modifiche drenaggio superficiale	Installazione moduli FV	Pulizia e manutenzione
	Sversamento accidentale idrocarburi	Rifornimento mezzi d'opera	

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

Ambiente Idrico			dell'impianto
Biodiversità e Ecosistema	Modifiche della compagine vegetale	Regolarizzazione del terreno Movimentazione mezzi e materiali Installazione tracker e opera connesse	Presenza dell'impianto FV integrato all'attività agricola
	Modifiche alla fauna		
	Modifiche temperatura		
	Inquinamento acustico		
	Inquinamento luminoso		
Paesaggio	Modifiche della compagine vegetale Modifiche dell'aspetto paesaggistico Inquinamento luminoso	Presenza del cantiere	
Rifiuti	Inquinamento ambientale	Lavorazioni Stoccaggio materiali Rifornimento mezzi d'opera Installazione impianto	Lavorazioni agricole

## 8.1 Atmosfera

La componente atmosfera rappresenta una delle componenti per cui si registra il maggior impatto potenziale nella fase di stima degli impatti dello SIA. Il rischio è certamente legato alle modifiche dei livelli di emissioni di gas inquinanti e di polveri causate dalle modifiche del traffico veicolare che interesseranno l'area di progetto, in particolar modo in fase di cantiere. La caratterizzazione della qualità dell'aria in fase ante operam (AO) consentirà di monitorare le variazioni che incorreranno sulla componente atmosfera a causa della presenza del cantiere prima (CO) e dell'impianto poi (PO), consentendo alla proponente di mettere in atto misure correttive al fine di mantenere i livelli di emissione al di sotto dei limiti imposti dalla normativa a protezione della salute umana oltre che di vegetazione ed ecosistemi che potrebbero essere esposti al rischio. I campionamenti verranno eseguiti mediante rilevazioni strumentali secondo i metodi di riferimento indicati nel D. Lgs. 155/2010, che recepisce la Direttiva 2008/50/CE, per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

### 8.1.1 Parametri e localizzazione punti di monitoraggio

I parametri oggetto del monitoraggio della componente atmosfera saranno di due tipologie differenti: parametri meteorologici e parametri chimici.

### 8.1.2 Parametri meteorologici

I parametri meteorologici sono indispensabili per comprendere le condizioni di diffusione in atmosfera relative all'area d'esame; consentono, infatti, di valutare l'effettiva incidenza delle emissioni di inquinanti generate dall'esercizio e dalla realizzazione dell'opera sulla qualità dell'aria ambiente in termini di livelli di concentrazione. Al variare dei parametri climatici varia, di fatti, anche la velocità con cui gli inquinanti vengono trasportati e dispersi in aria, l'altezza di rimescolamento, la velocità con cui si formano nuovi composti, e questo influenza sicuramente la qualità dell'aria. Verranno quindi monitorati i seguenti parametri meteorologici mediante stazioni di rilevamento degli inquinanti che consentano il rilevamento in contemporanea dei parametri chimici e di quelli meteorologici:

Parametri meteorologici	Unità di misura
Direzione del vento	Gradisessagesimali [°]
Velocità del vento	m/s
Temperature aria	°C
Radiazione solare	W/m <sup>2</sup>
Umidità relativa	%
Pressione aria	KPa

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

La caratterizzazione meteorologica dell'area di indagine può essere supportata e integrata anche da serie storiche di dati provenienti dalle reti di rilevamento esistenti sul territorio.

### **8.1.3 Parametri chimici**

La scelta dei principali inquinanti chimici da sottoporre a monitoraggio è stata effettuata coerentemente con i contenuti dello SIA, sulla base dei potenziali inquinanti che si prevede verranno emessi in fase di cantiere, esercizio e dismissione dell'opera. Nel calcolo delle emissioni, in particolare in fase di cantiere, sono stati individuati diversi composti inquinanti dovuti alle emissioni delle macchine operatrici (al monitoraggio di questi ultimi verrà affiancato il monitoraggio di composti non valutati ma sicuramente presenti in un contesto in cui si prevede la movimentazione di mezzi e materiali).

I parametri oggetto del monitoraggio e i relativi valori limite e livelli criticici far riferimento, come stabilito dal D. Lgs. 155/2010 all'allegato XI, sono riportati nelle tabelle che seguono in funzione dei dati rilevati da ARPA Sardegna.

Quando si fa riferimento a "valori limite", ci si riferisce alle concentrazioni atmosferiche fissate in base alle conoscenze scientifiche al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi sulla salute umana e sull'ambiente. Il "livello critico" definito come valore limite per il monossido di carbonio è invece il livello fissato in base alle conoscenze scientifiche oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti sui recettori (alberi, piante, ecosistemi, esseri umani esclusi). I valori limite considerati per gli inquinanti fanno riferimento a diversi "periodi di mediazione" ovvero periodi di tempo durante il quale i dati raccolti vengono utilizzati per calcolare il valore riportato.

In particolare:

- media annua: media dei valori giornalieri compresi tra il 1° gennaio e il 31 dicembre dell'anno solare;
- media giornaliera: la media dei valori orari compresi tra le ore 01.00 e le ore 23.00 per il quale siano presenti almeno il 75% dei valori.

Per il monossido di carbonio (CO), invece, il livello critico considerato fa riferimento alla "massima concentrazione media giornaliera su 8 ore (MM8)" che si determina con riferimento alle medie consecutive su 8 ore, calcolate sulla base dei dati orari ed aggiornate ad ogni ora. Ogni media su 8 ore in tal modo calcolata è riferita al giorno nel quale la serie di 8 ore si conclude: la prima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultima fascia di calcolo per un giorno è quella compresa tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso.

Infine, il D. Lgs. 155/2010 definisce:

- margine di tolleranza: percentuale del valore limite entro la quale è ammesso il superamento del valore limite;
- soglie di allarme, ovvero concentrazioni atmosferiche oltre le quali vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunte le quali si deve immediatamente intervenire.

### **8.1.4 Localizzazione punti di monitoraggio**

Per la localizzazione dei punti di monitoraggio ci si è riferiti a quanto stabilito dall'Allegato III, punti 3 e 4 del D. Lgs. 155/2010 "Valutazione della qualità dell'aria ambiente ed ubicazione delle stazioni di misurazione delle concentrazioni in aria ambiente per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, piombo, particolato (PM10 e PM2,5), benzene, monossido di carbonio, arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici".

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

La scelta relativa alla localizzazione delle stazioni di monitoraggio è stata effettuata tenendo conto di diversi fattori, il principale fattore di cui tener conto in un progetto su larga scala è la presenza di recettori sensibili correlati alla presenza umana che potrebbe essere esposta al possibile aumento delle concentrazioni di inquinanti nelle immediate vicinanze dell'area di progetto.



**Figura 6 - Localizzazione punti di monitoraggio ATM (stazioni in blu) e PS (punti sensibili in verde)**

### **8.1.5 Monitoraggio AO**

Il monitoraggio Ante Operam ha inizio e si conclude prima dell'avvio delle attività del cantiere, in quanto tale attività, in questa fase, è utile per la definizione dello stato fisico dei luoghi e delle caratteristiche dell'ambiente

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

naturale e antropico prima che si insedi il cantiere per la realizzazione dell'opera e che, quindi, si possano verificare interferenze. Ancor prima di definire stazioni di monitoraggio fisse interne all'area di progetto, per un monitoraggio puntuale, si è indagata la presenza di stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria nelle vicinanze dell'area interessata dalla presenza dell'opera, appartenenti agli enti competenti in materia di monitoraggio ambientale, in questo caso ARPA Sardegna. La centralina di monitoraggio in zona rurale più prossima all'area di progetto è quella denominata CENMA1, localizzata alle seguenti coordinate: 8.7708794, 40.2565488 e così censita:

Denominazione	Provincia	Comune	Zone ai sensi DGR 52/19 del 2013	URL_SCHEDA
CENMA1	NUORO	Macomer	RURALE	<a href="https://portal.sardegناسira.it/dettaglio-aria?idOst=8246502&amp;denominazione=CENMA1">https://portal.sardegناسira.it/dettaglio-aria?idOst=8246502&amp;denominazione=CENMA1</a>

Il monitoraggio della qualità dell'aria ante-operam verrà supportato dalla serie storica dei dati raccolti da questa stazione. L'ultimo report disponibile con i dati relativi alla stazione è la Relazione annuale sulla qualità dell'aria in Sardegna per l'anno 2020 (ARPA Sardegna, 2021). **Si prevede, inoltre, di operare in situ con un monitoraggio semestrale attraverso 2 campagne di monitoraggio della durata di 2 settimane ciascuna da effettuarsi una in periodo estivo e una in periodo invernale** (le centraline verranno posizionate come da planimetria sopra riportata). Durante le due campagne verranno acquisiti, in contemporanea, i dati relativi a tutti i parametri individuati (meteo climatici e chimici) specifici dell'area di progetto e confrontati con quelli riportati per il periodo di riferimento dalla stazione CENMA1, che verranno comunque utilizzati per il monitoraggio in continuo. Queste campagne, unite ai dati restituiti dalle stazioni dell'ARPA Sardegna, avranno come obiettivo principale il rilevamento dei livelli di concentrazione di base degli inquinanti, che verrà utilizzato come dato di controllo per la verifica delle oscillazioni delle concentrazioni che si verificano nelle successive fasi: corso d'opera ed esercizio.

I metodi di misurazione di riferimento per ogni inquinante sono quelli riportati nell'Allegato VI al D. Lgs. 155/2010, il responsabile sceglierà la metodologia più idonea per il campionamento e la misurazione degli inquinanti in funzione al tipo di stazione utilizzata.

### **8.1.6 Monitoraggio in Fase di Cantiere**

Il monitoraggio relativo alla fase di cantiere comprende il periodo di realizzazione dell'opera dall'apertura del cantiere fino al collaudo dell'opera e quindi fino alla sua messa in esercizio.

Questa fase è quella che presenta le maggiori criticità e variabilità dei dati poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché è influenzata dalle eventuali modifiche della localizzazione e organizzazione delle aree di attività del cantiere.

Il monitoraggio in corso d'opera consente il controllo dell'evoluzione degli indicatori di qualità dell'aria e degli indicatori meteorologici che possono essere influenzati dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali.

In questa fase si propone un monitoraggio trimestrale della durata di 2 settimane. La prima campagna verrà effettuata alla fine dei primi 3 mesi dall'insediamento del cantiere e, di seguito, con cadenza trimestrale. I dati raccolti hanno lo scopo di verificare l'oscillazione degli indicatori ambientali rilevati nello scenario di base, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte direttamente o indirettamente dalla realizzazione dell'opera; in tal modo sarà possibile individuare eventuali criticità ambientali che richiedono di adeguare la conduzione dei lavori o applicare misure correttive.

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

I punti di monitoraggio relativi a questa fase non potranno coincidere con quelli individuati in fase progettuale, ma andranno scelti in funzione dell'avanzamento del cantiere, nei punti più delicati e nelle aree maggiormente interessate dai cambiamenti apportati all'ambiente circostante. Pertanto, al fine di rendere efficiente il monitoraggio della qualità dell'aria in tale fase, la determinazione dei punti previsti dovrà adeguarsi alle aree logistiche di cantiere.

Una possibile localizzazione di tali punti, in funzione delle aree di cantiere definite da progetto, viene riportata in Figura 6 - Localizzazione punti di monitoraggio e Tabella sopra riportate, ma si specifica che tali punti potranno subire modifiche in funzione dell'avanzamento del cantiere e delle aree in lavorazione. I punti di monitoraggio scelti dovranno quindi essere georiferiti e riportati in specifici report di campagna.

I metodi di misurazione di riferimento per ogni inquinante sono quelli riportati nell'Allegato VI al D. Lgs. 155/2010, il responsabile sceglierà la metodologia più idonea per il campionamento e la misurazione degli inquinanti in funzione al tipo di stazione utilizzata.

Al fine di contenere gli effetti delle emissioni di inquinanti gassosi e la produzione di polveri durante le attività di cantiere, si prevede di adottare le seguenti misure di mitigazione:

- Utilizzo della normale viabilità sino al raggiungimento dell'area di intervento per il trasporto materiali, mezzi e personale, e quindi evitando modificazioni all'assetto delle aree coinvolte;
- Controllo e limitazione della velocità di transito dei mezzi;
- Evitare di tenere i mezzi inutilmente accessi;
- Costante manutenzione dei macchinari e dei mezzi di lavoro;
- Abbattimento polveri in fase esecutiva;
- Bagnatura delle gomme degli automezzi;
- Umidificazione del terreno nelle aree di cantiere e dei cumuli di inerti per impedire l'emissione di polvere;
- Utilizzo di scivoli per lo scarico dei materiali.

In fase di cantiere le operazioni di controllo giornaliero saranno effettuate dalla Direzione Lavori.

Inoltre, dovranno essere previste le seguenti azioni:

- analisi delle caratteristiche climatiche e meteo dell'area della zona tramite anche la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici disponibili per verificare l'influenza delle caratteristiche locali sulla diffusione e trasporto delle polveri;
- dare opportune indicazioni sulle coperture da utilizzare sui mezzi che trasportano materiale di scavo e terre;
- indicare alle imprese la viabilità da percorrere per evitare l'innalzamento delle polveri;
- controllare degli pneumatici che non risultino particolarmente usurati e che possa quindi favorire l'innalzamento di polveri;

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

- far adottare tutte le necessarie misure di mitigazione, valutate in tempi congrui, per evitare l'innalzamento di polveri.



**Figura 7 - Stazione di monitoraggio ambientale del tipo Netsense o equivalente**

Come precedentemente indicato l'ARPA SARDEGNA fornisce la situazione rappresentativa della qualità dell'aria con i dati delle stazioni di rilevamento. La zonizzazione ha suddiviso il territorio regionale in zone di qualità dell'aria, atte alla gestione delle criticità ambientali grazie all'accorpamento di aree il più possibile omogenee in termini di tipologia di pressioni antropiche sull'aria ambiente. **L'agro in esame rientra nella zona rurale, caratterizzata da una bassa pressione antropica e una pianificazione con azioni finalizzate al mantenimento della qualità dell'aria.**

Le stazioni rappresentative nell'area vasta sono:

- la CEALG1 di Alghero è posizionata in area urbana, a ridosso di una scuola materna;

Comune	Stazione	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	PM10	SO <sub>2</sub>	PM2,5	Totale
Alghero	CEALG1	98,3	95,8	94,8	91,2	95,9	93,8	-	95,0
Macomer	CENMA1	99,3	94,1	87,9	95,4	99,2	95,2	95,0	94,2
Ottana	CENOT3	93,5	-	91,9	93,1	94,5	91,8	-	92,8
Siniscola	CENSN1	-	-	94,7	-	98,2	94,7	-	95,6
Santa Giusta	CESGI1	-	93,0	93,3	-	98,2	95,8	-	94,7
Nuraminis	CENNM1	-	-	94,1	92,0	97,8	94,8	-	94,6

- la CENMA1 di Macomer è ubicata in area periferica a sud del centro abitato, in direzione del polo industriale di Tossilo,

**Figura 8 - Percentuali di funzionamento della strumentazione - Zona Rurale**

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

dov'è presente un termovalorizzatore;

- la CENOT3 di Ottana è posta nell'area industriale, che accoglie una centrale elettrica e diversi stabilimenti chimici, peraltro attualmente in forte crisi;
- la CESGI1 di Santa Giusta, ubicata in area artigianale, per il monitoraggio dell'area di Oristano.

Le stazioni suddette sono tutte rappresentative della Zona Rurale e fanno parte della Rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria; per la descrizione del macroclima e della qualità dell'aria dell'area di riferimento si ritiene sufficiente tener conto dei dati rilevati dalle stazioni limitrofe al sito di impianto. Qualora risulti necessario si potrà far uso anche dei dati rilevati dalle stazioni meteo ARPA SARDEGNA.

Nella Zona Rurale, le stazioni della Rete di misura per la valutazione della qualità dell'aria hanno una percentuale media di dati validi per l'anno in esame pari al 94%.

Le stazioni di misura hanno registrato vari superamenti dei limiti: • per il valore obiettivo per l'O3 (120 µg/m3 sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni): 3 superamenti triennali nella CENMA1 e 9 nella CENOT3; • per il valore limite giornaliero per la protezione della salute umana per i PM10 (50 µg/m3 sulla media giornaliera da non superare più di 35 volte in un anno civile): 1 superamento nella CENMA1, 1 nella CENOT3, 4 nella CENSN1, 6 nella CESGI1 e 4 nella CENNM1. Il benzene (C6H6) è misurato dalle stazioni CEALG1, CENMA1 e CENOT3. La media annua varia tra 0,3 µg/m3 (CENOT3) e 0,8 µg/m3 (CENMA1), valori abbondantemente entro il limite di legge di 5 µg/m3 . I livelli

appaiono mediamente stazionari sul lungo periodo, con valori medi più elevati, ma pur sempre contenuti, nella stazione CENMA1.

Il monossido di carbonio (CO), evidenzia massime medie mobili di otto ore che variano tra 0,7 mg/m3 (CEALG1) e 1,1 mg/m3 (CESGI1), rimanendo quindi ampiamente entro i limiti

Comune	Stazione	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>		CO			NO <sub>2</sub>			O <sub>3</sub>				PM10		SO <sub>2</sub>			PM2,5
		MA	M8	MO	MO	MA	MO	MO	M8	M8	MG	MA	MO	MO	MG	MA			
		PSU	PSU	PSU	SA	PSU	SI	SA	VO	OLT	PSU	PSU	PSU	SA	PSU	PSU			
		5	10	200	400	40	180	240	120	120	50	40	350	500	125	25			
				18				25		35		24		3					
Alghero	CEALG1														-				
Macomer	CENMA1							3		1									
Ottana	CENOT3		-					9		1					-				
Siniscola	CENSN1	-	-				-	-	-	4					-				
Santa Giusta	CESGI1	-	-				-	-	-	6					-				
Nuraminis	CENNM1	-	-							4					-				

**Figura 9 - Medie annuali di biossido di azoto (µg/m3) zona Rurale**

di legge (10 mg/m3 sulla massima media mobile di otto ore). I valori medi annui di biossido di azoto (NO2)

variano tra 4 µg/m3 (CENNM1) e 8 µg/m3 (CESGI1), evidenziando livelli contenuti e stazionari negli anni,

entro il limite normativo di 40 µg/m3 (cfr. tabella 59). Le massime medie orarie variano tra 46 µg/m3 (CENNM1) e 95 µg/m3 (CENSN1), stazionarie e ampiamente entro il limite di legge di 200 µg/m3.



**Figura 10 - Medie annuali di benzene (µg/m3) - zona Rurale**



**Figura 11 - Riepilogo dei superamenti rilevati - Zona Rurale**

L'ozono (O3) è misurato nelle stazioni CEALG1, CENMA1 e CENOT3. La

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

massima media mobile di otto ore oscilla tra 87 µg/m<sup>3</sup> (CEALG1) e 119 µg/m<sup>3</sup> (CENOT3), mentre la massima media oraria tra 95 µg/m<sup>3</sup> (CEALG1) e 126 µg/m<sup>3</sup> (CENMA1), valori al di sotto della soglia di informazione (180 µg/m<sup>3</sup> ) e della soglia di allarme (240 µg/m<sup>3</sup> ). In relazione al valore obiettivo per la protezione della salute umana (120 µg/m<sup>3</sup> sulla massima media mobile giornaliera di otto ore da non superare più di 25 volte in un anno civile come media sui tre anni) non si registra nessuna violazione. In relazione al PM10, le medie annue variano tra 13 µg/m<sup>3</sup> (CENMA1) e 24 µg/m<sup>3</sup> (CESGI1), la massima media giornaliera tra 52 µg/m<sup>3</sup> (CENOT3) e 188 µg/m<sup>3</sup> (CENS1). Le concentrazioni annue si mantengono al di sotto del limite normativo di 40 µg/m<sup>3</sup> , mentre i superamenti del limite giornaliero di 50 µg/m<sup>3</sup> sono ridotti rispetto al limite dei 35 superamenti annui consentiti. Nel periodo decennale i livelli più elevati si riscontrano nella stazione CESGI1 e CENNM1, con evidenza di un numero significativo di superamenti anche nella stazione CENS1. I valori di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) si mantengono piuttosto bassi: le massime medie giornaliere variano tra 1 µg/m<sup>3</sup> (CENS1) e 5 µg/m<sup>3</sup> (CENOT3), i valori massimi orari tra 2 µg/m<sup>3</sup> (CENS1) e 18 µg/m<sup>3</sup> (CENOT3). **Nelle varie aree della Sardegna, tutte ricomprese nella “Zona Rurale”, i parametri monitorati rimangono stabili e ampiamente entro i limiti normativi. Si riscontrano livelli di particolato generalmente contenuti e con superamenti limitati.**

Per il monitoraggio dei parametri microclimatici sarà prevista l’installazione di una Stazione agrometeorologica completa di sensori come:

- Anemometro,
- Termo-igrometro,
- Barometro;
- Solarimetro.

**La centralina verrà posizionata in prossimità della parte centrale dell’Area Impianto in modo baricentrica rispetto all’area totale dell’impianto.** Dato che i parametri da rilevare non presentano particolari variazioni su brevi distanze, non sarà necessario installare altre unità di rilevamento. La stazione agrometeorologica acquisirà dati giornalieri e questi verranno immagazzinati in un cloud per essere visualizzati da remoto. I punti di misura dovranno essere collocati soddisfacendo alcune caratteristiche, tra le quali l’altezza dal suolo compresa tra 1.5 ÷ 4 m (dal suolo) affinché i dati rilevati siano rappresentativi delle modifiche determinate dall’impianto sul microclima. I dati rilevati saranno elaborati, per ogni punto e per ogni parametro, al fine di ottenere l’andamento annuale del valore misurato.

**8.1.7 Monitoraggio PO**

Il monitoraggio post-operam riguarderà l’intera fase di esercizio dell’opera, durante la quale non si prevedono grosse emissioni di inquinanti; perciò, si ritiene sufficiente ipotizzare una campagna quinquennale della durata di 2 settimane. Per i punti di monitoraggio si possono utilizzare quelli definiti per la fase AO che sono stati individuati anche in base alla presenza di recettori sensibili nell’area di progetto.

Inoltre, al fine di ottimizzare l’uso delle risorse e considerata la presenza di altri impianti in capo alla proponente nelle vicinanze di quello in analisi, si potrebbe ipotizzare di effettuare un monitoraggio congiunto dei parametri ambientali per gli impianti più prossimi, almeno in fase di esercizio.

COMPONENTI ATMOSFERA: IMPATTI RILEVANTI	EMISSIONE POLVERI (E SOSTANZE INQUINANTI)
FASE DI CANTIERE	Trascurabile
FASE DI ESERCIZIO	Nulla o positivo
FASE DI DISMISSIONE	Trascurabile

**Figura 12 - Impatti potenziali attesi**

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

Per quanto riguarda la durata si ritiene congruo limitare il monitoraggio alle fasi sopra descritte in quanto l'impianto AGRIVOLTAICO in fase di esercizio per definizione non produce sostanze gassose inquinanti.

È stato pubblicato sul BURAS il Piano regionale di qualità dell'aria, approvato dalla Giunta regionale con la deliberazione n. 1/3 del 10.01.2017. Il Piano, predisposto ai sensi del d.lgs. 155/2010 e s.m.i., individua le misure da adottarsi per ridurre i livelli degli inquinanti nelle aree con superamenti dei valori limite di legge, nonché le misure aggiuntive per preservare la migliore qualità dell'aria in tutto il territorio regionale; pertanto, il PAM proposto rispecchia le misure dettate dalla D.G.R. di cui sopra.

### **8.2 Agenti Fisici: Rumore**

Il monitoraggio dell'inquinamento acustico è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie dovuta all'introduzione di fonti di emissioni acustiche in ambiente esterno o abitativo. L'art. 2 della Legge 447/1995 definisce, di fatti, l'inquinamento acustico come "l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, (...)".

Per quanto riguarda gli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione, sono disponibili specifiche disposizioni normative, standard, norme tecniche e linee guida, che rappresentano utili riferimenti tecnici per le attività di monitoraggio acustico con particolare riferimento ad alcuni settori infrastrutturali (infrastrutture stradali, ferrovie, aeroporti) e attività produttive (industriali e artigianali).

Mentre, in relazione agli impatti dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie, ad oggi non sono disponibili specifiche disposizioni normative, metodologie di riferimento o procedure/tecniche di misura per l'acquisizione l'elaborazione dei parametri atti a descrivere gli impatti sugli ecosistemi; sebbene per alcuni contesti sono disponibili studi ed esperienze operative condotte in base agli obblighi previsti da Accordi e Convenzioni internazionali dedicati all'analisi degli effetti del rumore sulle specie sensibili (ad esempio del rumore subacqueo sui cetacei) e che forniscono elementi utili anche per le attività di monitoraggio.

#### **8.2.1 Parametri e localizzazione dei punti di monitoraggio**

Il rumore prodotto nei siti in cui si svolgono attività industriali/produttive si compone di diversi contributi, originati da sorgenti sonore di diversa tipologia: attività industriali propriamente dette, infrastrutture di trasporto a servizio del sito industriale e/o influenzate dal traffico indotto dal sito, operazioni correlate alle attività industriali (es. scarico/carico merci, specifiche lavorazioni, ecc.).

La caratterizzazione acustica di un ambiente o di una sorgente richiede la definizione di una serie di indicatori fisici (Leq, Ln, Lmax...) per mezzo dei quali "etichettare" il fenomeno osservato.

I descrittori acustici per il monitoraggio degli impatti connessi ad attività industriali sulla popolazione sono:

- LAeq, valutato nei due periodi di riferimento TR, diurno e notturno, secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998;
- LAeq, valutato sul tempo di misura TM, secondo la definizione di cui all'Allegato A del DM 16/3/1998.

La normativa nazionale individua le tecniche di misura e di elaborazione dei parametri acustici ai fini della determinazione dei descrittori specifici all'Allegato B del DM 16/3/1998.

Per la caratterizzazione acustica del territorio che ricade nel raggio di 1 km a partire dai siti individuati per la realizzazione dell'impianto e delle opere connesse si fa riferimento agli strumenti pianificatori comunali in materia di acustica ambientale. Per i comuni che non dispongano di un Piano Comunale di Classificazione Acustica (P.C.C.A.), predisposto ai sensi della Legge 447/95 "Legge quadro sull'inquinamento acustico", al fine

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

di verificare il rispetto dei livelli sonori indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'impianto e dalle opere connesse, occorre far riferimento al D.P.C.M. 01/03/1991, art. 6, comma 1, che prevede dei limiti di accettabilità per differenti classi di destinazione d'uso.

Zonizzazione	Limite diurno [Leqdb(A)](06:00-22:00)	Limite Notturno [Leqdb(A)](22:00-6:00)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona urbanistica A DM n. 1444/68	65	55
Zona urbanistica B DM n. 1444/68	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

**TABELLA DI CUI ALL'ART. 6 DPCM 1/03/1991 - LIMITI DI ACCETTABILITÀ EMISSIONI SONORE PER COMUNI NON PROVVISI DI PIANO DI ZONIZZAZIONE ACUSTICA, MACON PRG**

Il Parco Agrivoltaico in esame ricade nel territorio del Comune di BONORVA (SS) che non dispone di un Piano di Classificazione Acustica.

L'ambito comunale interessato dalla presenza del progetto ricade prevalentemente in aree di Classe III. **ALLEGATO 4, ART. 1, TABELLA 2 DPCM 1/03/1991 – VALORI DEI LIMITI MASSIMI DEL LIVELLO SONORO EQUIVALENTE (LEQA)**

Classi di destinazione d'uso del territorio	Tempi di riferimento	
	Diurno (06:00 - 22.00) Leq in dB(A)	Notturni (22:00 –06:00) Leq in dB(A)
III - Aree d tipo misto	<b>60</b>	<b>50</b>

I risultati della simulazione condotta nell'ambito del presente studio mostrano che la realizzazione del proposto parco AGRIVOLTAICO, in corrispondenza dei potenziali ricettori rappresentativi individuati, non prefigura un superamento dei limiti di accettabilità (D.P.C.M. 01.03.91, art. 6) applicabili per i comuni sprovvisti di Piano di Classificazione Acustica; detti livelli sonori, per quanto attiene al limite di emissione, sarebbero inoltre compatibili con una ipotetica futura classe acustica II o III. Per quanto precede si ritiene che il limite assoluto di immissione sarà rispettato in tutti i ricettori considerati sia nel periodo diurno che in quello notturno.

**Nella fase di esercizio l'impianto non avrà di fatto emissioni rilevabili se non nell'immediato intorno delle cabine, che risultano precluse dall'accesso al pubblico e distanti e schermate da qualsiasi tipo di recettore. Pertanto, l'impatto derivante si ritiene trascurabile o nullo.**

Al fine di verificare l'attendibilità delle stime ed ipotesi di calcolo effettuate, in fase di esercizio dell'impianto si dovrà comunque procedere all'esecuzione di verifiche strumentali da condursi in accordo con le procedure previste dalla legislazione vigente e dalle norme tecniche applicabili. Laddove, in sede di monitoraggio post-operam, si dovesse riscontrare un sensibile scostamento tra i valori di rumore stimati e quelli misurati, tale da non assicurare il rispetto dei limiti di legge, potranno comunque prevedersi efficaci misure mitigative. Tali accorgimenti possono individuarsi prioritariamente nella messa in atto di interventi di isolamento acustico passivo dell'edificio o, laddove tali misure risultassero insufficienti, nella regolazione automatizzata dell'emissione acustica degli elementi maggiormente impattanti.

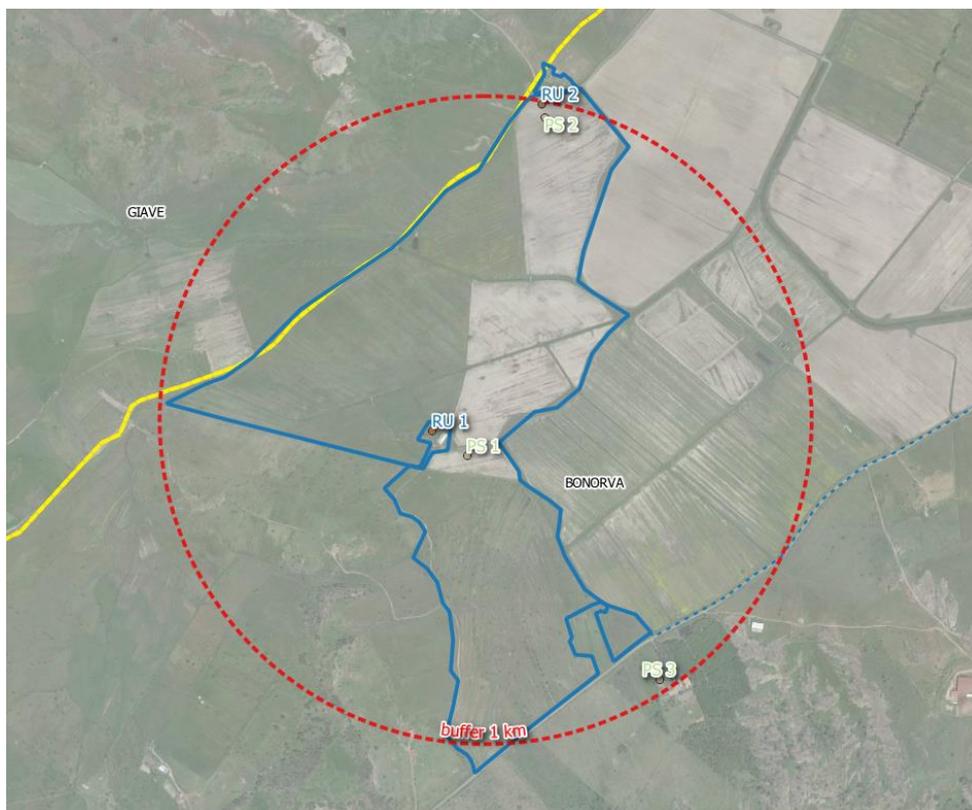
La localizzazione dei punti di monitoraggio dipende dagli obiettivi, ovvero se si vuole valutare:

- l'impatto dell'inquinamento acustico sulla popolazione;
- l'impatto dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie.

Il punto di monitoraggio per l'acquisizione dei parametri acustici è generalmente del tipo ricettore-orientato, ovvero ubicato in prossimità del ricettore (generalmente in facciata degli edifici). Per il monitoraggio degli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione, la scelta dell'ubicazione delle postazioni di monitoraggio è prevalentemente del tipo ricettore-orientata, quindi basata sulla presenza di edifici nell'area.

Le dimensioni dell'area di influenza dipendono strettamente dalla tipologia di sorgente sonora, quindi dalla tipologia dell'opera, dalle condizioni che influenzano la propagazione sonora e dalla sensibilità delle specie presenti.

Nel caso specifico, per la definizione dei punti di monitoraggio è stato considerato un raggio di influenza di 1 km dall'opera in progetto e si è valutata la presenza in tale areale di ricettori sensibili e ecosistemi di interesse conservazionistico (ISPRA, 2014). Poiché NON si è riscontrata la presenza di aree afferenti alla Rete Natura 2000 o altre aree naturali protette, in tale raggio, ma solamente nella Buffer di 1 km sono stati presi in considerazione solo i ricettori sensibili della popolazione presenti nell'areale di riferimento. Di seguito si riportano i punti di monitoraggio per le varie fasi di vita dell'impianto per cui verrà effettuato il monitoraggio.



**Figura 13 - Localizzazione piano di monitoraggio acustico RU (stazioni in blu) e PS (punti sensibili in verde)**

### **8.2.2 Monitoraggio AO**

Il monitoraggio ante operam (AO) ha come obiettivi specifici:

- la caratterizzazione dello scenario acustico di riferimento dell'area di indagine;
- la stima dei contributi specifici delle sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- l'individuazione di situazioni di criticità acustica, ovvero di superamento dei valori limite, preesistenti

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

alla realizzazione dell'opera in progetto.

Il monitoraggio precedente all'avvio dei lavori consiste quindi in 1 campagna di misura atta a definire principalmente la caratterizzazione acustica dello stato dei luoghi e l'individuazione di eventuali situazioni di criticità acustica. Tale campagna è stata effettuata durante i mesi di giugno – luglio da un tecnico competente in acustica ambientale.

Nello specifico, sono stati effettuati due rilievi da 30 minuti in diversi momenti della giornata in modo da essere rappresentativi del periodo di riferimento diurno. La postazione di misura (P01) è stata individuata in prossimità di uno dei ricettori maggiormente prossimi all'impianto e risulta rappresentativa del clima acustico dell'intero ambito di potenziale interferenza dell'opera.

I livelli di rumore documentati dai rilievi fonometrici risultano compatibili con i limiti normativi di Classe III, limite immissione diurna pari a 60 dBA, in cui, in base alla Classificazione Acustica del Comune di Bonorva (SS), ricadono il punto di misura e l'intera area di progetto. L'area a connotazione rurale risulta caratterizzata da una buona qualità acustica. Le sorgenti di rumore antropico che influiscono sul clima acustico dell'area sono costituite dallo scarso traffico circolante sulle locali strade rurali e dalla possibile lavorazione dei campi. La componente biotica è ascrivibile soprattutto al latrare dei cani e greggi di ovini.

### **8.2.3 Monitoraggio in Fase di Cantiere (CO)**

Il monitoraggio in corso d'opera (CO) ha come obiettivi specifici:

- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico e il rispetto di valori soglia per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del rispetto delle prescrizioni eventualmente impartite nelle autorizzazioni in deroga ai limiti acustici rilasciate dai Comuni;
- l'individuazione di eventuali criticità acustiche e delle conseguenti azioni correttive: modifiche alla gestione/pianificazione temporale delle attività del cantiere e/o realizzazione di adeguati interventi di mitigazione di tipo temporaneo;
- la verifica dell'efficacia acustica delle eventuali azioni correttive.

Come specificato nello Studio previsionale di impatto acustico durante la fase di realizzazione dell'impianto NON si renderà necessaria la richiesta di deroga ai limiti imposti da normativa presso i comuni interessati dall'intervento, a seguito della valutazione dei livelli di rumorosità associati alle attività.

L'installazione dell'impianto determinerà inevitabilmente degli impatti sulla componente rumore connessi all'impiego di mezzi d'opera e macchinari. La rumorosità è strettamente connessa alle tipologie di macchinari che verranno impiegati e alle scelte operative delle imprese che realizzeranno l'opera. Per tale ragione, la frequenza delle attività di monitoraggio in fase CO è strettamente legata al cronoprogramma delle attività di cantiere: individuate le lavorazioni significative dal punto di vista della rumorosità si programmano le attività di monitoraggio. Per questo particolare cantiere si può ipotizzare di effettuare 5 campagne di monitoraggio programmate in modo da coincidere con le operazioni che si configurano come le più rumorose:

- alla fine del primo mese di lavorazioni in concomitanza con l'installazione della recinzione e dei varchi d'accesso;
- alla fine del terzo mese di lavorazioni in concomitanza con la realizzazione di scavi per cavidotti e basamenti per le cabine;
- all'inizio del quinto mese di lavorazioni in concomitanza con l'installazione delle strutture per l'ancoraggio dei moduli;

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

- durante il settimo mese di lavorazioni in concomitanza con l'inizio delle operazioni di posa cavidotti, cablaggio stringhe, connessione agli inverter, connessione ai quadri di sottocampo e di trasformazione.
- alla fine del nono mese di lavorazioni in concomitanza con test, collaudi e messa in esercizio.

Durante le attività si valuterà il livello di emissioni sonore, le variazioni rispetto ai livelli registrati durante la campagna AO, il rispetto dei limiti eventualmente concessi in deroga e l'individuazione di eventuali criticità acustiche con l'introduzione di nuove azioni di mitigazione da mettere in atto al fine di limitare gli effetti derivanti dall'inquinamento acustico causato dalla presenza del cantiere nell'area.

Si cercherà anche di organizzare le campagne facendole coincidere con i periodi riproduttivi di fauna e avifauna e con i periodi di transito delle specie migratorie, in modo da poter valutare i potenziali impatti che le modifiche dello stato acustico dell'area possano causare sugli ecosistemi oltre che sulla popolazione.

### **8.2.4 Monitoraggio PO**

Il monitoraggio post operam (PO) ha come obiettivi specifici:

- il confronto degli indicatori misurati nello scenario acustico di riferimento con quanto rilevato ad opera realizzata;
- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico e il rispetto di valori soglia per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del corretto dimensionamento e dell'efficacia acustica degli interventi di mitigazione definiti in fase di progettazione.

Le sorgenti sonore associate all'esercizio del Parco Agrivoltaico sono costituite da:

- Inverter;
- Trasformatori (alloggiati nelle cabine di sottocampo e nella cabina di consegna);
- Estrattori per il condizionamento delle cabine dei sottocampi e nella cabina di consegna.

L'attività dell'impianto è strettamente connessa alla presenza di radiazione solare e, di conseguenza, il suo orario dipenderà dal periodo dell'anno e dalle condizioni meteorologiche. Quindi il funzionamento delle potenziali sorgenti di rumore sarà principalmente diurno; pertanto, si può escludere qualunque emissione sonora in periodo notturno.

Le simulazioni relative alle emissioni acustiche associate alla presenza dell'impianto fotovoltaico durante la fase di esercizio riportate nello Studio previsionale di impatto acustico e sviluppate con l'ausilio di modelli previsionali di dettaglio, hanno evidenziato livelli di impatto pienamente conformi ai limiti normativi con adeguati margini di sicurezza.

In fase di esercizio, quindi, si effettueranno un totale di 3 campagne di monitoraggio:

- una prima campagna di misura verrà effettuata in concomitanza con l'entrata in esercizio dell'opera (pre-esercizio);
- una seconda nelle condizioni di normale esercizio dopo un anno dalla messa in esercizio;
- un'ultima campagna dopo 5 anni dalla messa in esercizio dell'impianto per verificare un eventuale aumento dei livelli di emissione acustica a causa del possibile deterioramento dei componenti.

### **8.3 Suolo e sottosuolo**

Lo stato di salute della componente suolo riveste un ruolo particolarmente importante nel campo della progettazione di impianti agrivoltaici, in quanto la conservazione della fertilità degli stessi risulta funzionale e

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

fondamentale per una corretta integrazione di produzione energetica e produzione agricola.

Il monitoraggio viene preceduto dall'analisi della cartografia disponibile, utile per fornire un quadro conoscitivo dell'area vasta e comprendere, almeno in prima approssimazione, i principali tipi di suolo presenti nell'areale in esame. Alla cartografia geologica e pedologica di settore possono, inoltre, essere affiancate cartografie tematiche relative alla capacità d'uso dei suoli, alla vulnerabilità degli stessi oltre che alle matrici ambientali che entrano in gioco.

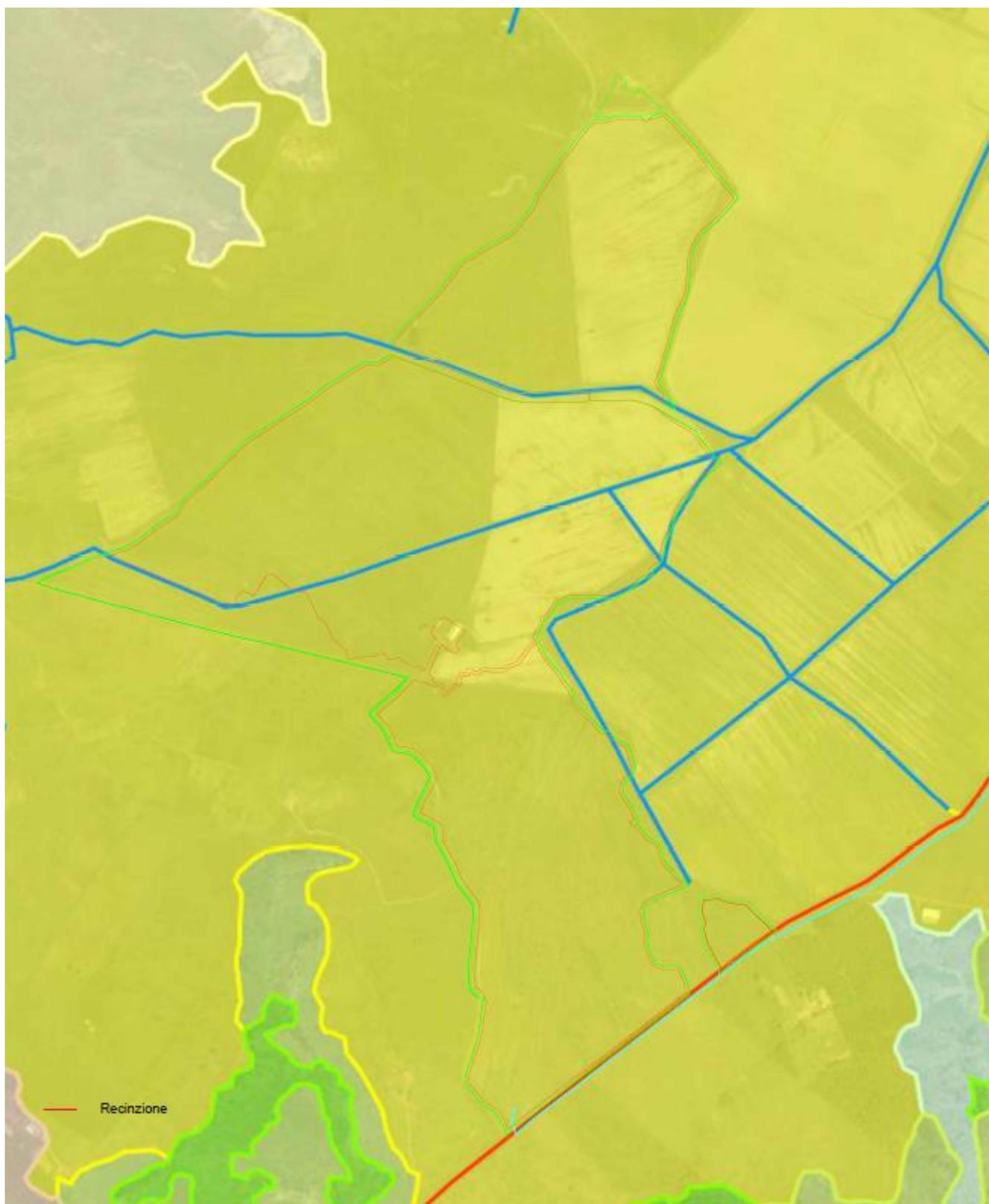
Il monitoraggio degli aspetti pedologici consiste nell'analisi delle caratteristiche dei terreni tramite la determinazione di parametri fisici, chimici e biologici. L'acquisizione di informazioni sui suoli può avvenire tramite rilievo diretto in campo oppure utilizzando anche dati pedologiche preesistenti. La cartografia dei suoli si avvale generalmente del cosiddetto "paradigma suolo" (Hudson, 1992), ciò equivale a dire che le misure dei caratteri e delle qualità del suolo rilevate in un punto specifico possono essere ritenute valide, con un determinato grado di approssimazione e di incertezza, nelle aree dove i fattori della pedogenesi sono analoghi a quelli dell'ambiente in cui il suolo è stato rilevato. Perciò si può considerare con buona approssimazione che in ambienti simili vi è una buona possibilità che vi siano suoli simili.

Il terreno in oggetto sotto lo stato di conservazione dell'ambiente naturale rispecchia una forte azione antropica. L'appezzamento in esame, come tutte le aziende insistenti nella zona di intervento, è inserito in un tessuto rurale ai margini di zone residenziali verso il comune di Bonorva (SS). Ne consegue che la maggior parte di essi sono dotati delle necessarie infrastrutture occorrenti all'attività agricola.

Il fondo oggetto dell'intervento distinto ai Foglio 17, p.lle 2, 3, 5, 26, 27, 29,30, 43, 44, 45, e al Foglio 28, p.lle 2,8,10,19,20,21,24,39,40,58, 81, 82, 118,119,120. Esso è facilmente accessibile, percorrendo la SP43 da Bonorva, al km3,8 si gira a sinistra verso l'Istituto Provinciale per l'Agricoltura e percorsi circa Km1,5 si arriva ad una strada di accesso in terra battuta in buono stato manutentivo.

Le relazioni con le infrastrutture di natura privata riguardano una serie di realtà economiche circostanti. L'area di riferimento è sub pianeggiante, è situata a circa 340 ms.l.m., con rilievi non molto elevati che emergono dalle alluvioni circostanti. Si estende su substrati quaternari antichi. Nella classificazione dei suoli della Sardegna (Soil Taxonomy, Soil Survey Staff, 1988 e lo schema FAO 1989), troviamo due unità di paesaggio ben distinte. Una (in rosso nella figura sotto) classificata "D", ricade su paesaggi su rocce effusive acide (andesiti, rioliti, riodaciti) ed intermedie del Cenozoico e loro depositi di versante. Il substrato "D5" identifica aree da aspre ad ondulate con copertura arbustiva ed arborea. L'altra (in verde nella figura sottostante) classificata "L" trattasi di paesaggi su alluvioni (a), (b) e (c) e su conglomerati arenarie eoliche e crostoni calcarei (d) dell'Olocene. Il substrato "L2" identifica aree pianeggianti o leggermente depresse con prevalente utilizzazione agricola.

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)



**Figura 14 - Carta uso del suolo**

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

8.3.1.1 Caratteristiche	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Scheletro %	assente	da scarso a comune	da comune ad elevato	elevato	elevato	elevato	elevato	elevato
Tessitura	tutte eccetto sabbiosi, sabbioso-franchi grossolani ed argilloso molto fine	tutte eccetto sabbiosi, sabbioso-franchi grossolani ed argilloso molto fine	tutte eccetto sabbiosi grossolani	sabbiosi grossolani argillosi molto fini				
Drenaggio	nomale	nomale	lento	molto lento o rapido	nomale	lento	molto lento o rapido	molto lento
Profondità (cm) del suolo	>80	80-60	60-40	<40	20-100	20-60	10-40	<10
Profondità dell'orizzonte petrocalcico	>100	80-40	40-20	<20	–	–	–	–
Prof. roccia madre: A) rocce tenere B) rocce dure	>80 >100	80-50 100-60	50-30 60-30	<30 <30	<20 <30	<20 <20	<20 <20	<10 <10
Salinità	assente	assente	assente	moderata	assente	assente	moderata	alta
Pietrosità	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata	elevata	elevata
Rocciosità	assente	assente	assente	comune	comune	elevata	elevata	elevata
Pericolo di erosione	assente	moderato	da moderato ad elevato	elevato	assente	da moderato ad elevato	elevato	elevato
Pendenze	0-5%	5-15%	5-15%	15-30%	30-40%	30-40%	40-60%	60%

La vegetazione naturale, situata per lo più ai margini delle zone dei coltivi, dei pascoli migliorati e sui modesti rilievi, è costituita da macchia mediterranea con vari gradi di evoluzione.

I terreni oggetto di valutazione ricadono in Classe VI – VII i terreni su substrato D5 e i Classe II – I i terreni su substrato L2.

Di seguito si descrivono sinteticamente i principali impatti potenzialmente attesi nelle fasi di realizzazione, esercizio e dismissione delle opere, in relazione ai possibili fattori di impatto, in relazione ai fattori potenzialmente impattanti, e in taluni casi viene indicata anche il caso di impatto in caso di evento accidentale.

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

COMPONENTE AMBIENTALE	FATTORI DI IMPATTO	POTENZIALI IMPATTI PREVISTI IN FASE DI CANTIERE	POTENZIALI IMPATTI PREVISTI IN FASE DI ESERCIZIO	POTENZIALI IMPATTI PREVISTI IN FASE DI DISMISSIONE
SUOLO E SOTTOSUOLO	Movimenti di terra e consumo di suolo	Sottrazione temporanea di suolo agricolo	Parziale sottrazione di suolo agricolo in misura < 30%	Parziale sottrazione di suolo agricolo in misura < 30%
	Modificazioni di suolo e sottosuolo	Solo in caso di eventi accidentali: contaminazione del suolo e inquinamento	Nulla o positivo	Solo in caso di eventi accidentali: contaminazione del suolo e inquinamento

**FATTORI DI IMPATTO**

COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO: IMPATTI RILEVANTI	MODIFICAZIONI DI SUOLO E SOTTOSUOLO	MOVIMENTI DI TERRA E CONSUMO DI SUOLO
FASE DI CANTIERE	Basso	Basso
FASE DI ESERCIZIO	Nulla o positivo	Parziale sottrazione di suolo agricolo in misura < 30%
FASE DI DISMISSIONE	Basso	Basso

**IMPATTI POTENZIALI ATTESI**

L'analisi delle caratteristiche pedologiche del suolo fornirà principalmente informazioni relative alla stratigrafia del terreno.

Le metodologie per la definizione della caratterizzazione pedologica sono quelle definite dall'AGRIS Sardegna nelle "Linee guida all'interpretazione delle analisi del suolo" (AGRIS Sardegna, 2016) (AGRIS Sardegna, Rilevamento pedologico: linee guida per la compilazione della scheda di campagna, 2014), le unità considerate sono invece quelle della Carta dei suoli della Sardegna in scala 1:250.000 (Aru, Baldaccini, & Vacca, 1991) e nella relativa Nota illustrativa (Aru, Baldaccini, & Vacca, 1991). Per la valutazione ci si riferirà a quanto stabilito nel manuale "Metodi di valutazione dei suoli e delle terre" (CRA, 2006).

**Analisi Chimico-Fisica**

Per ciascun profilo analizzato verranno prelevati 2 campioni per ogni orizzonte:

- Un campione superficiale (topsoil) rappresentativo dello strato superficiale da 10 a 40 cm;
- Un campione sotto-superficiale (subsoil) rappresentativo dell'orizzonte profondo da 60 a 80 cm.

Il campionamento è da realizzare tramite lo scavo di mini-profili ovvero con l'utilizzo della trivella pedologica manuale. Per garantire la rappresentatività del campione si ritiene necessario procedere al campionamento di almeno 3 punti (per il topsoil e per il subsoil) miscelando successivamente i campioni. Tutti i campioni verranno prelevati in duplice copia: di una copia verrà analizzata la composizione chimico-fisica mediante i parametri della tabella sotto riportata, mentre l'altra dovrà essere conservata indisturbata nel caso di ulteriori successive verifiche. Il campionamento dei suoli non dovrà essere effettuato nei mesi estivi, in quanto i suoli possono essere caratterizzati da eccessiva condizione di siccità, né nei mesi invernali in quanto gli stessi potrebbero essere interessati da periodi piovosi intensi. Ogni campione prelevato dovrà essere accompagnato da una scheda di campagna e da un verbale di prelievo con l'indicazione di tutte le caratteristiche qualificanti, le condizioni meteorologiche al momento del prelievo e le caratteristiche dell'ambiente circostante come: quota, esposizione, pendenza, uso del suolo, substrato, geomorfologia, pietrosità superficiale, rocciosità, rischio di inondazione, aspetti superficiali, erosione e deposizione, falda, drenaggio interno, profondità del suolo, permeabilità del suolo. I campioni prelevati verranno quindi analizzati in laboratorio, che dovrà essere accreditato secondo la norma ISO/IEC 17025, e ogni campione verrà quindi caratterizzato secondo i seguenti parametri chimico-fisici e organici:

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

Parametri chimico-fisici	UdM	Tipo	Descrizione
Tessitura	mm	FISICO	Classificazione USDA con triangolo tessiturale che identifica il terreno in base al diametro delle particelle dei diversi elementi in esso presenti: argilla (diametro inferiore a 0,002 millimetri), limo (da 0,002 a 0,05 millimetri di diametro), sabbia (da 0,05 a 2 millimetri di diametro). Dalla tessitura dipendono anche la permeabilità di un suolo, la capacità di scambio cationico, etc.
Scheletro	%	FISICO	Lo scheletro rappresenta la frazione di terreno costituita da elementi di diametro superiore a 2 mm che possono essere separati mediante un setaccio con maglie a 2 mm, maggiore è la % di questa porzione granulometrica, minore è la capacità di ritenzione idrica del suolo e la fertilità.
pH	-	CHIMICO	Il valore del pH influisce sulla disponibilità degli elementi nutritivi del suolo. In funzione della tipologia di pH che prediligono le specie agrarie possono essere suddivise in: acidofile, alcalo file e neutrofile. La determinazione del pH va effettuata per via potenziometrica, con pH metro tarato con soluzioni di riferimento certificate.
Carbonio organico(TOC)	g/Kg	CHIMICO	La concentrazione di carbonio organico nel suolo è direttamente proporzionale alla concentrazione della sostanza organica. Il contenuto di carbonio ha un contributo positivo sullo scambio cationico, sui nutrienti come azoto e fosforo e sulla capacità di ritenzione dell'acqua.
Azoto totale(N)	g/Kg	CHIMICO	L'analisi dell'azoto totale consente la determinazione delle frazioni di azoto organiche (NO) e ammoniacali (NH) presenti nel suolo. La metodologia utilizzata è il Metodo Kjeldhal: metodo analitico per la determinazione della concentrazione di azoto totale, espresso in g/kg.
Rapporto TOC/No	-	CHIMICO	Il rapporto carbonio organico/azoto organico fornisce informazioni inerenti allo stato di fertilità di un terreno. Maggiore è il rapporto C/N e maggiore è il rischio di immobilizzazione dell'azoto, ossia un maggiore utilizzo da parte dei microrganismi.
Fosforo assimilabile	mg/Kg	CHIMICO	Il fosforo esiste in diverse forme chimiche nel suolo. La forma maggiormente utilizzabile da parte delle piante è la frazione assimilabile, la cui concentrazione nel suolo si può determinare mediante il Metodo Olsen.
Capacità di scambio cationico (CSC)	Cmol/Kg	CHIMICO	La CSC rappresenta la quantità di cationi che possono essere scambiati da un suolo. Lo scambio di cationi è il risultato di un equilibrio tra quelli presenti sulla superficie delle particelle colloidale e quelli presenti in soluzione.

### 8.3.2 Parametri chimico-fisici oggetto del monitoraggio

All'analisi dei parametri chimico-fisici va affiancata l'analisi ai fini del monitoraggio di inquinanti organici e inorganici. Tra gli inquinanti organici troviamo: organici aromatici (benzene, etilbenzene, stirene, etc.) e idrocarburi pesanti (C>12); mentre tra gli inorganici: metalli pesanti (arsenico, cadmio, cromo, nichel, piombo, rame, zinco, alluminio, ferro), calcio, magnesio, potassio, sodio.

### 8.3.3 Localizzazione Punti Di Monitoraggio

La scelta della localizzazione dei punti di monitoraggio per la componente suolo segue una ratio diversa per ciascuna delle 3 fasi oggetto del monitoraggio:

**AO:** per la fase che precede l'inizio dei lavori vengono scelti i punti per il monitoraggio in funzione delle unità stratigrafiche individuate sulla base della cartografia di settore disponibile. In questo caso la Carta dei suoli della Sardegna scala 1:250000 (Aru, Baldaccini, & Vacca, 1991).

**CO:** per quanto riguarda la fase di cantiere sono stati individuati i punti di interesse per il monitoraggio in base

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

al posizionamento delle aree individuate per il deposito e lo stoccaggio di mezzi e materiali, che potrebbero essere quelle maggiormente interessate dallo sversamento accidentale di sostanze inquinanti per il terreno.

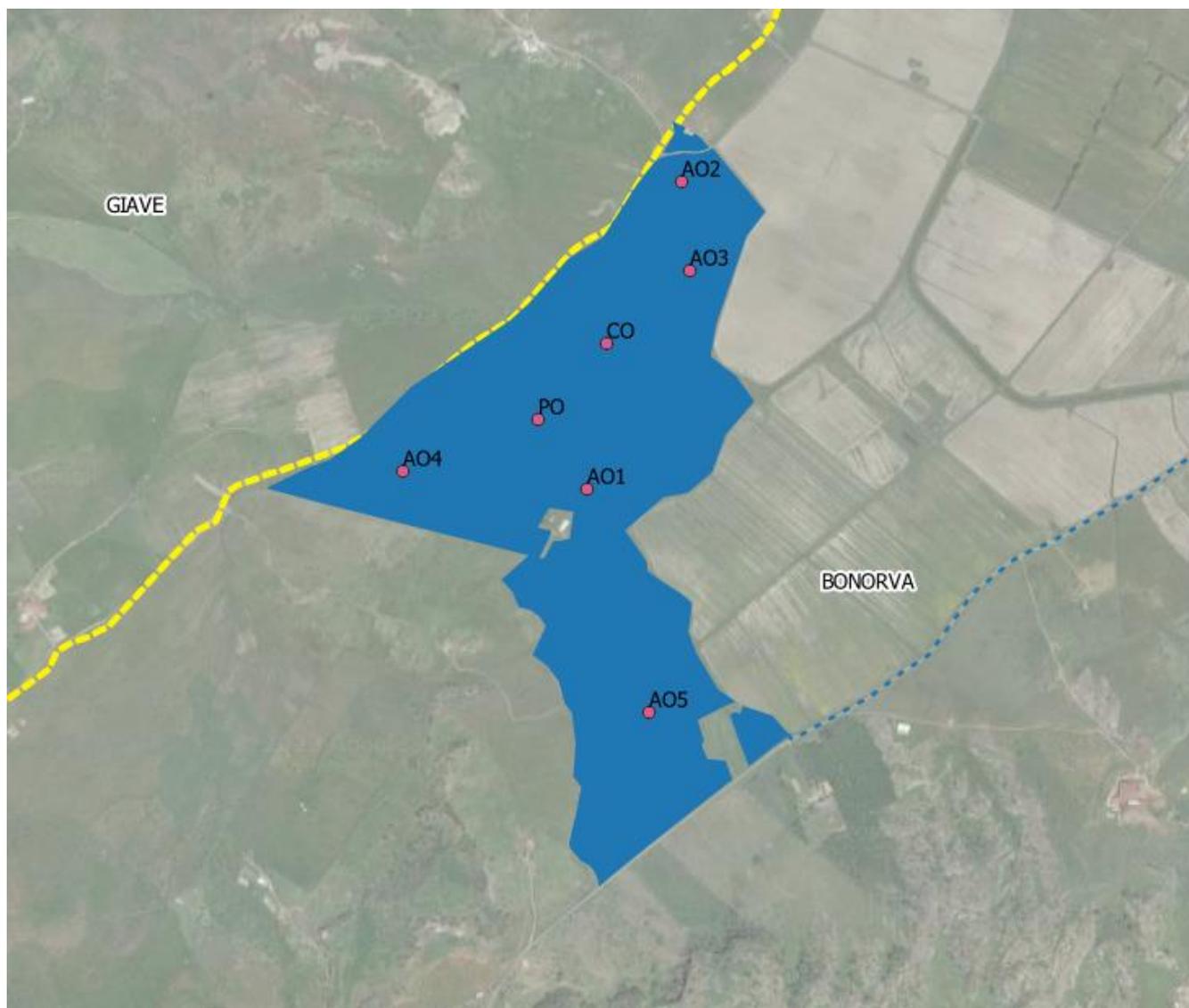
**PO:** infine, per la fase di esercizio, i punti di monitoraggio vengono scelti in base alle condizioni di luce cui viene esposto il terreno e quindi le coltivazioni sottostanti i pannelli: piena luce o ombra, al fine di valutare le caratteristiche del terreno e la risposta delle colture in entrambe le condizioni.

A margine di queste considerazioni, sono quindi stati scelti i punti per il monitoraggio nelle 3 fasi come segue:

### **8.3.4 Monitoraggio AO**

Il monitoraggio in fase di AO ha lo scopo di rendere noto il quadro iniziale relativo alle caratteristiche del terreno, al naturale arricchimento in alcuni elementi chimici e alle caratteristiche di fertilità. Prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'impianto si prevede di effettuare una campagna di monitoraggio della componente suolo e sottosuolo. Tale campagna avrà come scopo:

- M-1: valutazione del profilo pedologico reale mediante analisi dei suoli negli orizzonti superficiali (topsoil) e sotto-superficiali (subsoil) attraverso minipit (o pozzetti)-(A01-A03-A04);
- M-2: il campionamento e l'analisi chimico-fisica del terreno (A02-A05).



**Figura 15 - Localizzazione punti di monitoraggio**

**Monitoraggio ambientale**

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

L'analisi chimico-fisica permetterà anche di stabilire il livello di fertilità del terreno. La valutazione del profilo pedologico e il campionamento verranno effettuati in un numero di punti opportunamente scelti in base alla Carta dei suoli della Sardegna.

In questo caso sono stati scelti due punti per il monitoraggio nella fase AO:

- uno centrale rispetto all'unità stratigrafica identificata come preponderante nell'area di progetto;
- uno interno a una seconda unità stratigrafica interessata dalla presenza del progetto (si prevede uno per ogni sottocampo).

### **8.3.5 Monitoraggio in fase di cantiere (monitoraggio CO)**

Il monitoraggio in fase CO ha lo scopo di evidenziare eventuali alterazioni a carico del terreno come, ad esempio, l'inquinamento degli strati superficiali causato dall'accidentale sversamento di inquinanti. In questa fase si prevede di **effettuare 4 campagne a cadenza trimestrale** durante le quali verrà effettuato esclusivamente il monitoraggio dei parametri chimico-fisici (M-2), solo durante la prima delle 4 campagne si ripeterà un'analisi del profilo pedologico (M-1) allo scopo di confrontare lo stato ante e corso d'opera.

La localizzazione dei punti di monitoraggio, come detto, dipende dalla localizzazione delle aree logistiche di cantiere. Le campagne seguiranno lo stato di avanzamento dei lavori e quindi a seconda del campo in lavorazione si sceglierà il punto per il campionamento.

I punti di monitoraggio individuati nella figura sopra riportata.

### **8.3.6 Monitoraggio PO**

Il monitoraggio in fase PO ha il compito di evidenziare se la presenza dell'opera determina delle variazioni alle caratteristiche del suolo e/o alterazione della fertilità. *Durante la vita dell'impianto si adotterà la metodologia di monitoraggio proposta dalle "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate a impianti fotovoltaici a terra" proposta dalla Regione Piemonte (Regione Piemonte & ipla, 2010).* A tal fine, nella fase di esercizio dell'impianto si prevede un monitoraggio dei parametri chimico-fisici (M-1) con la seguente frequenza: **dopo 1 anno dalla realizzazione dell'impianto, successivamente dopo 3 e 5 anni; a seguire si prevede un monitoraggio quinquennale durante la vita utile dell'impianto**, che si stima intorno ai 30 anni. I punti di monitoraggio individuati in Figura soprariportata si sono così posizionati:

- in un punto dell'impianto meno disturbato dalla presenza dei pannelli, quindi in pieno sole;
- in posizione ombreggiata, quindi al di sotto dei pannelli FV.

Il campionamento verrà realizzato tramite lo scavo di mini-profili ovvero con l'utilizzo della trivella pedologica manuale. Per garantire la rappresentatività del campione si ritiene necessario procedere al campionamento di almeno 2 punti (per il topsoil e per il subsoil), miscelando successivamente i prelievi per l'ottenimento dei campioni.

L'impianto di progetto è stato concepito in modo tale da limitare i movimenti terra e quindi le alterazioni morfologiche. Pertanto, l'insorgere di eventuali fenomeni di degrado superficiale, dovuti ai movimenti di terra, è da ritenersi **trascurabile, se non nullo**.

Sigla	Indicatore
ICso	Contenuto di sostanza organica
Irm	Respirazione microbica
ICs	Salinità del suolo
ICn	Azoto totale dei suoli
ICp	Fosforo assimilabile

**Figura 16 - Indicatori da valutare attraverso indagini di laboratorio**

**Verranno effettuati due campionamenti:** uno nel periodo estivo ed uno nel periodo invernale, non meno di un mese dall'ultima concimazione, almeno per i primi 5 anni di vita utile dell'impianto se non si riscontrano impatti significativi; verranno improntati su terreni occupati dallo stesso tipo di coltura e stessa rotazione; avranno profondità da 0 a 20 cm in punti distanti tra loro non meno di 10 ml. I campioni di suolo verranno lasciati ad asciugare all'aria e verranno frantumati manualmente i macro-aggregati; successivamente verrà operata una setacciatura mediante vaglio a maglie di 2 mm e condotti in laboratorio per state effettuare le analisi.

I rilievi floristici verranno effettuati mediante sopralluoghi aziendali, e daranno la possibilità di individuare e valutare indicatori di biodiversità vegetazionali.

Sigla	Indicatore
IDh	Diversità di specie (erbacee-arbustive-arboree)
IRv	Ricchezza di specie (erbacee-arbustive-arboree)
IDve	Diversità di specie erbacee
IRve	Ricchezza di specie erbacee

**Figura 17 - Indicatori da valutare attraverso**

L'indicatore in questione valuterà la biodiversità delle specie spontanee aziendali. Attraverso i sopralluoghi sarà possibile definire il tipo di specie spontanee presenti in azienda. Il riconoscimento floristico verrà effettuato tramite campionamento su una superficie di 300 m<sup>2</sup> e la percentuale di presenza verrà attribuita secondo il metodo di Braun Blanquet.

I rilievi cartografici volgeranno l'attenzione non alla tipologia di vegetazione presente nel bordo campo quanto alla sua larghezza, come fattore ecologico caratterizzante lo scenario agro-ambientale. La larghezza utilizzata è quella di Boller (2004) che considera utili per le valutazioni di biodiversità:

- 3 metri: fasce inerbite ai bordi campi;
- Da 1 ai 3 metri: siepi spontanee o bordi bassi;
- 3-5 metri se associati ad una fascia inerbita;
- 5-6 metri: bordi alti.

*Al fine di contenere l'incidenza delle azioni di progetto sulla componente suolo e sottosuolo, si applicheranno azioni di mitigazione e prevenzione che permetteranno di ridurre al minimo l'ingombro delle aree di cantiere e la viabilità interna all'impianto, ridurre i rischi accidentali, e contenere eventuali interferenze con la componente ambientale, tra cui:*

*adozione del principio di minimo spreco e ottimizzazione delle risorse già in fase di progetto;*

*utilizzo delle aree e della viabilità esistente per quanto possibile;*

*ripristino delle aree al termine dei lavori e recupero dell'area al termine della vita utile dell'impianto;*

*riutilizzo in loco di terre e rocce da scavo, e gestione secondo normativa vigente;*

*adozione di tutte le necessarie precauzioni al fine di evitare accidentali sversamenti al suolo di prodotti inquinanti da parte delle imprese esecutrici dei lavori.*

I campioni di suolo prelevati dovranno essere distanti almeno 200 metri dal successivo. Il D.lgs. 152/2006, diversamente dal DM 471/99, non riporta indicazioni circa il numero di sondaggi da effettuare, questo, infatti, definisce impossibile indicare un valore predefinito del rapporto fra campione e superficie di prelievo poiché questo dipende dal grado di uniformità ed omogeneità della zona di campionamento, dalle finalità del campionamento e delle relative analisi. Alcune regioni, come la Sicilia nelle sue "Linee guida per il

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale" adotta 1 campione per 3-5 ettari, in presenza di condizioni di forte omogeneità pedologica e colturale, e nell'ottica di un contenimento dei costi un campione può essere ritenuto rappresentativo per circa 10 ettari. Anche la Regione Puglia, nel suo Disciplinare di Produzione Integrata – anno 2017 BURP n. 42 utilizza lo stesso criterio: - 2.000 mq per le colture orticole; - 5.000 mq per le colture arboree; - 10.000 mq per le colture erbacee.

**Pertanto, considerato quanto esposto in precedenza, verificata la condizione di forte omogeneità dell'area oggetto dell'intervento si è ritenuto di utilizzare come campionamento nr. 1 campione ogni 10 ettari di terreno utilizzato, che complessivamente corrispondono a nr. 2 campioni, vista la superficie totale dell'area di impianto. Per garantire la rappresentatività del campione si ritiene necessario procedere al campionamento di almeno 2 punti (per il topsoil e per il subsoil) indicativamente alle profondità 0-30 e 30-60 centimetri. Un prelievo di un campione (topsoil e subsoil) rappresentativo dell'area coperta dal pannello e un (topsoil e subsoil) rappresentativo dell'area posta tra i pannelli.**

Per l'identificazione dei punti sono state seguite le seguenti fasi:

- È stata creata una griglia 25 mt per lato;
- Sono stati generati mediante "Creazione punti random" all'interno di ogni poligono dei punti, ottenendone così una moltitudine di punti da campionare;
- In fine sono stati scelti casualmente 2 punti, di cui 1 (SU01a e SU01b) sotto i moduli e 2 (SU02a e SU02b) tra le file dei moduli come punto di controllo.

**Il campionamento sarà eseguito ad intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20 anni dall'impianto).**

Lo strato superficiale del suolo interessato dall'intervento verrà campionato ed analizzato secondo i metodi definiti da IPLA S.p.a., allo scopo di verificare il mantenimento dei requisiti di fertilità agronomica.

Caratteristica	Metodologia
<b>Caratteri stazionali:</b>	
<i>Presenza di fenomeni erosivi</i>	da manuale di rilevamento Ipla.
<i>Dati meteo e bilancio idrico del suolo</i>	Messa in opera di centralina meteo con sensori per l'umidità e temperatura del suolo in alcune stazioni.
<b>Caratteri del profilo pedologico e degli orizzonti:</b>	
<i>Compattazione del suolo</i>	Valutazione superficiale con penetrometro
<i>Descrizione della struttura degli orizzonti</i>	da manuale di rilevamento Ipla
<i>Presenza di orizzonti compatti</i>	Descrizione nella scheda pedologica
<i>Porosità degli orizzonti</i>	da manuale di rilevamento Ipla
<b>Caratteri del profilo pedologico e degli orizzonti:</b>	
<i>Compattazione del suolo</i>	Valutazione superficiale con penetrometro
<i>Descrizione della struttura degli orizzonti</i>	da manuale di rilevamento Ipla
<i>Presenza di orizzonti compatti</i>	Descrizione nella scheda pedologica
<i>Porosità degli orizzonti</i>	da manuale di rilevamento Ipla
<i>Tessitura</i>	Solo nel campionamento iniziale; Da campioni di suolo prelevati secondo metodologia Ipla e successive analisi di laboratorio secondo Metodi Ufficiali

Il monitoraggio deve essere previsto di un'analisi stazionale, l'apertura di profili pedologici con relativa descrizione e campionamento del profilo pedologico e successive analisi di laboratorio dei campioni di suolo. Si

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

devono descrivere tutti i caratteri della stazione e del profilo richiesti dalla metodologia regionale. Saranno poi oggetto di monitoraggio nella seconda fase solo quelle caratteristiche e proprietà che si ritiene possano essere influenzate dalla presenza del campo agrivoltaico e che si inseriscono nel seguente elenco, con alcuni riferimenti per la loro valutazione.

### **8.4 Ambiente idrico**

Consultata la normativa di settore riguardante la componente idrica, rappresentata da:

- 1) Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA);
- 2) Direttiva 2006/118/CE relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento;
- 3) Direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l'azione comunitaria nel campo della politica per l'ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino);

recepite dalla normativa italiana in:

- Parte III, Sezione II – Tutela delle acque dall'inquinamento (artt. 73-140) del D.Lgs. 152/2006 e dai suoi Decreti attuativi;
- D.Lgs. n. 30/2009 per le acque sotterranee;
- Lgs. 190/2010 per l'ambiente marino;

si ritiene che l'opera oggetto di valutazione non provochi una variazione della classe di qualità, ovvero dello stato ecologico e chimico dei corpi idrici, pertanto, non si prevede alcuna interferenza con le acque superficiali. Come evidenziato anche nello Studio d'impatto ambientale, infatti, l'opera non interferisce con aree a pericolosità idraulica laddove vi sono interferenze con aste fluviali minori, queste sono state escluse dall'area di impianto e si è previsto il rispetto di un buffer.

Per tali ragioni, il monitoraggio della componente idrica verrà effettuato esclusivamente in relazione agli inquinanti non appartenenti all'elenco di priorità (Tab. 1/B del D.M. 260/2010) in tutte le fasi di vita dell'opera, mentre in fase di cantiere (CO) e in fase di esercizio (PO) verrà monitorato anche il consumo idrico e confrontato con quello stimato in fase progettuale.

### **Monitoraggio AO**

In fase ante operam la caratterizzazione qualitativa della risorsa idrica verrà indagata consultando e acquisendo i dati relativi alle "acque" del corpo idrico più prossimo all'area di progetto, e disponibili sul portale Sardegna Ambiente, i cui campionamenti e le analisi vengono effettuati dai dipartimenti provinciali dell'ARPAS.

Alle analisi dell'ARPAS verrà affiancato un monitoraggio degli inquinanti non appartenenti all'elenco di priorità, così come definiti in Tab. 1/B del D.M. 260/2010, da effettuarsi attraverso **un campionamento ogni 4 mesi per un anno**, prima della realizzazione dell'impianto, per un totale di 3 campagne in corrispondenza del corpo idrico più prossimo all'area di progetto.

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

	CAS	Sostanza	SQA-MA <sup>(1)</sup> (µg/l)						
			Acque superficiali interne <sup>(2)</sup>	Altre acque di superficie <sup>(3)</sup>					
1	7440-38-2	Arsenico	10	5	27	62-73-7	Diclorvos	0,01	0,01
2	2642-71-9	Azinfos etile	0,01	0,01	28	60-51-5	Dimetoato	0,5	0,2
3	86-50-0	Azinfos metile	0,01	0,01	29	76-44-8	Eptaclor	0,005	0,005
4	25057-89-0	Bentazone	0,5	0,2	30	122-14-5	Fenitroion	0,01	0,01
5	95-51-2	2-Cloroanilina	1	0,3	31	55-38-9	Fention	0,01	0,01
6	108-42-9	3-Cloroanilina	2	0,6	32	330-55-2	Linuron	0,5	0,2
7	106-47-8	4-Cloroanilina	1	0,3	33	121-75-5	Malation	0,01	0,01
8	108-90-7	Clorobenzene	3	0,3	34	94-74-6	MCPA	0,5	0,2
9	95-57-8	2-Clorofenolo	4	1	35	93-65-2	Mecoprop	0,5	0,2
10	108-43-0	3-Clorofenolo	2	0,5	36	10265-92-6	Metamidofofos	0,5	0,2
11	106-48-9	4-Clorofenolo	2	0,5	37	7786-34-7	Mevinfos	0,01	0,01
12	89-21-4	1-Cloro-2-nitrobenzene	1	0,2	38	1113-02-6	Omtoato	0,5	0,2
13	88-73-3	1-Cloro-3-nitrobenzene	1	0,2	39	301-12-2	Ossidemeton-metile	0,5	0,2
14	121-73-3	1-Cloro-4-nitrobenzene	1	0,2	40	56-38-2	Paration etile	0,01	0,01
15	-	Cloronitrotolueni <sup>(4)</sup>	1	0,2	41	298-00-0	Paration metile	0,01	0,01
16	95-49-8	2-Clorotoluene	1	0,2	42	93-76-5	2,4,5 T	0,5	0,2
17	108-41-8	3-Clorotoluene	1	0,2	43	108-88-3	Toluene	5	1
18	106-43-4	4-Clorotoluene	1	0,2	44	71-55-6	1,1,1 Tricloroetano	10	2
19	74440-47-3	Cromo totale	7	4	45	95-95-4	2,4,5-Triclorofenolo	1	0,2
20	94-75-7	2,4 D	0,5	0,2	46	120-83-2	2,4,6-Triclorofenolo	1	0,2
21	298-03-3	Demeton	0,1	0,1	47	5915-41-3	Terbutilazina (incluso metabolita)	0,5	0,2
22	95-76-1	3,4-Dicloroanilina	0,5	0,2	48	-	Composti del Trifenilstagno	0,0002	0,0002
23	95-50-1	1,2 Diclorobenzene	2	0,5	49	1330-20-7	Xileni <sup>(5)</sup>	5	1
24	541-73-1	1,3 Diclorobenzene	2	0,5	50		Pesticidi singoli <sup>(6)</sup>	0,1	0,1
25	106-46-7	1,4 Diclorobenzene	2	0,5	51		Pesticidi totali <sup>(7)</sup>	1	1
26	120-83-2	2,4-Diclorofenolo	1	0,2					

**Note alla tabella 1/B**

(1) Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQA-MA).

(2) Per acque superficiali interne si intendono i fiumi, i laghi e i corpi idrici artificiali o fortemente modificati.

(3) Per altre acque di superficie si intendono le acque marino-costiere e le acque transizione.

**Figura 18 - Tabella 1/B-Allegato 1 Parte 1 al D.M. 260/2010**

Nel caso in cui, in questa fase, non si riscontri il rispetto degli Standard di Qualità Ambientale di Media Annuo (SQA-MA) per i parametri monitorati si informerà immediatamente l'ente di competenza (ARPAS) affinché indaghi le cause e adotti immediate misure correttive.

In linea generale, la determinazione dei parametri analitici richiede un preciso trattamento dei campioni di acqua (conservazione in bottiglie scure o chiare in plastica o in vetro, tempo massimo di determinazione dei parametri dal momento del campionamento, temperatura di conservazione del campione) che varia in funzione del parametro e che pertanto è responsabilità degli operatori che effettuano il campionamento e l'analisi in laboratorio attenzionare.

**8.4.1 Monitoraggio in Fase di cantiere (Monitoraggio CO)**

In fase di costruzione dell'impianto si prevede il prelievo di campioni dei corpi idrici più prossimi all'area di progetto e, anche in questo caso, l'analisi chimica relativa agli inquinanti non appartenenti all'elenco di priorità, così come definiti in Tab. 1/B del D.M. 260/2010. Al proposito si prevedono **4 campagne di monitoraggio a cadenza trimestrale durante le diverse fasi di realizzazione dell'impianto** e l'analisi di laboratorio dovrà restituire valori degli inquinanti conformi agli Standard di Qualità Ambientale di Media Annuo (SQA-MA). In questa fase, verrà monitorato anche il consumo idrico legato alle attività di cantiere al fine di dimostrare la coerenza delle stime rispetto ai consumi effettivi. Al proposito, verranno redatti i report mensili in

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

cui saranno riportati i dati di consumo effettivo d'acqua in relazione ad ogni tipologia di attività di cantiere che richieda l'impiego di risorse idriche.

FASECANTIERE(durata54settimane stimate)	
OPERAZIONI	CONSUMI IDRICI [mc]
Bagnaturaterreno	960
Irrigazioneper attecchimento	740
Serbatoiofossasettica	20
Puliziapannelli	218
<b>TOTALE</b>	<b>1938</b>

Durante la fase di cantiere le aree non saranno impermeabilizzate e le movimentazioni riguarderanno strati superficiali, si ritiene quindi che non ci sarà un'interferenza con la circolazione idrica sotterranea. In definitiva, durante la fase di cantiere non si prevedranno alterazioni del deflusso idrico, superficiale e/o profondo.

#### **8.4.2 Monitoraggio PO**

Per il monitoraggio relativo alla fase di esercizio dell'impianto della componente idrica verranno utilizzati i dati dell'ARPA Sardegna relativi ai corpi idrici più prossimi all'impianto con cadenza annuale. Inoltre, verrà monitorato il consumo idrico legato alle attività di pulizia dei pannelli, manutenzione e gestione delle aree a verde. A tal proposito, verranno redatti dei report annuali in cui saranno riportati i dati di consumo effettivo d'acqua in relazione ad ogni tipologia di attività che richieda l'impiego di risorse idriche al fine di dimostrare la coerenza delle stime rispetto ai consumi effettivi.

**La qualità delle acque non sarà inoltre influenzata dalla presenza dell'impianto in quanto la produzione di energia si caratterizza anche per l'assenza di qualsiasi tipo di rilascio nei corpi idrici o nel suolo. Conseguentemente è da escludere qualunque tipo di interferenza con l'ambiente idrico superficiale e sotterraneo.**

FASEESERCIZIO		
OPERAZIONI	CONSUMIIDRICI [mc]annuali	CONSUMIIDRICI [mc] 30anni
Irrigazione	740	1480
Puliziapannelli	218	6540
<b>TOTALE</b>	<b>958</b>	<b>8020</b>

#### **8.5 Ecosistemi e biodiversità**

Oggetto del monitoraggio è la comunità biologica, rappresentata dalla vegetazione naturale e seminaturale e dalle specie appartenenti alla flora e alla fauna (con particolare riguardo a specie e habitat inseriti nella normativa comunitaria, nazionale e regionale), le interazioni svolte all'interno della comunità e con l'ambiente abiotico, nonché le relative funzioni che si realizzano a livello di ecosistema.

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

L'obiettivo delle indagini è quindi il monitoraggio delle popolazioni animali e vegetali, delle loro dinamiche, delle eventuali modifiche della struttura e composizione delle biocenosi e dello stato di salute delle popolazioni di specie target, indotte dalle attività di cantiere e/o dall'esercizio dell'opera.

### **8.5.1 Flora e vegetazione**

L'obiettivo del monitoraggio consiste nella caratterizzazione delle fasce di mitigazione e compensazione e successiva salvaguardia della qualità delle popolazioni dal punto di vista fitosanitario, ecologico e delle relazioni tra fitocenosi e contesto territoriale interessato. Oggetto del monitoraggio è la vegetazione naturale e seminaturale, le interazioni svolte all'interno della comunità e con l'ambiente abiotico.

Il monitoraggio verrà effettuato nel rispetto delle **Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.)** Indirizzi metodologici specifici: **Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna) (Capitolo 6.4) REV. 1 del 13/03/2015.**

Nel contesto del progetto è prevista la messa a dimora di olmo, prugnolo, perastro e biancospino nella fascia di mitigazione perimetrale, il mantenimento di alcune aree come da stato attuale e la semina del prato polifita di leguminose migliorato con veccia e trifoglio con lo scopo di migliorare la fertilità del terreno.

Il rilevamento di queste componenti si basa su transetti con una lunghezza di circa 100 m. Dal punto di inizio transetto al punto di fine transetto, indicati con numeri progressivi, si dovranno raccogliere informazioni relative alle specie presenti, corredando l'analisi a una documentazione fotografica georeferenziata. Il censimento delle specie vegetali dovrà inoltre evidenziare se le specie osservate sono specie protette o a rischio estinzione (secondo le liste rosse IUCN) o se si tratta di specie alloctone.

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)



**Figura 19 - Localizzazione dei transetti**

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

Dopo aver identificato le aree in cui effettuare il monitoraggio, si provvederà, nella stagione fenologicamente adeguata, ad effettuare rilievi fitosociologici (BraunBlanquet, 1928, 1964; Pignatti, 1959), censimento ed inventario floristico nei plot e nei quadrati permanenti lungo i transetti individuati. Le tipologie vegetazionali possono modificare la loro estensione in relazione al disturbo indotto da variazioni delle falde idriche, alterazioni del suolo o fenomeni di inquinamento. L'analisi dell'estensione dei tipi vegetazionali deve naturalmente prevedere una fase preliminare di identificazione e descrizione delle tipologie vegetazionali e di valutazione della loro estensione nell'ambito territoriale di interesse ambientale. Per un'adeguata interpretazione degli aspetti dinamici in fase di monitoraggio post operam, è necessario, che in fase ante operam, vengano identificate le serie di vegetazione e le successioni vegetali presenti. La conoscenza delle serie vegetazionali deve essere posta alla base della progettazione degli eventuali interventi di mitigazione e compensazione riguardanti la componente. Per le comunità temporaneamente impattate, devono essere individuati i tempi di resilienza delle stesse a fronte dell'intensità e durata della perturbazione.

Transetti monitoraggio flora				
Nome transetto	Lunghezza	Identificativo	Coordinate SR:WGS84	Localizzazione
Transetto 1	165 m	TR1	40.45578060499237, 8.804034323919431	Loc. S'ENA 'E SUNIGO
Transetto 2	100 m	TR2	40.44950618689208, 8.792569119487144	Loc. S'ENA 'E SUNIGO
Transetto 3	163 m	TR3	40.44321754592959, 8.802763719356298	Loc. S'ENA 'E SUNIGO
Transetto 4	176 m	TR4	40.44994818862141, 8.799925899940165	Loc. S'ENA 'E SUNIGO

### 8.5.2 Stato Fitosanitario

- Il monitoraggio dello stato fitosanitario prevede la raccolta di informazioni non solo relative alla presenza di mortalità, patologie, parassitosi, ma anche relative ad altezza e diametro degli esemplari o delle popolazioni coinvolte. Lo stato fitosanitario può essere quindi dedotto dall'analisi dei seguenti indicatori:
- presenza di patologie/parassitosi;
- alterazioni della crescita;
- tasso di mortalità/infestazione delle specie chiave.

Il monitoraggio dello stato fitosanitario verrà realizzato con la frequenza che segue:

**Monitoraggio AO:** una campagna di monitoraggio in cui vengano definite quali sono le specie che popolano l'area e il loro stato fitosanitario. Tale monitoraggio s'intende eseguito in fase di sopralluogo del biologo naturalista dott.r Andrea Chiocchio e dal dott.r Fabrizio Vinci che, a tal proposito, hanno redatto i seguenti elaborati:

- Relazione Naturalistica;
- VINCA;
- Relazione Pedoagronomica.

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

**Monitoraggio CO:** 4 campagne di monitoraggio totali, una ogni 3 mesi, durante le quali venga valutato lo stato di salute delle specie conservate e delle aree destinate alla rinaturalizzazione. Contestualmente verrà monitorato lo stato di crescita e il tasso di mortalità delle specie di nuovo impianto ricadenti lungo la fascia di mitigazione e nelle aree di compensazione.

**Monitoraggio PO:** 1 campagna di monitoraggio con cadenza semestrale, per un totale di 4 campagne durante i primi 2 anni di esercizio dell'impianto e una campagna annuale dal terzo al quinto anno atte a verificare lo stato di salute e il tasso di mortalità degli esemplari piantati lungo la fascia di mitigazione e nelle aree destinate alla compensazione, con i seguenti obiettivi specifici:

- reintegrazione delle fallanze;
- potatura annuale per la rimozione del secco di tutti gli alberi di nuovo impianto;
- verifiche dei pali tutori e dei legacci con consolidamento del fusto;
- intervento di controllo fitosanitario ed eventuale intervento antiparassitario sulle alberature;
- rimozione della vegetazione infestante con lavorazione meccanica;
- alla fine del terzo anno dovranno essere rimossi i pali tutori.
- Successivamente, e fino alla fine della vita utile dell'impianto, si prevede un monitoraggio
- annuale delle colture.

### **Stato delle Popolazioni**

Lo stato delle popolazioni può essere caratterizzato attraverso l'analisi dei seguenti indicatori:

- condizioni e trend di specie o gruppi di specie vegetali selezionate;
- comparsa/aumento delle specie alloctone, sinantropiche e ruderali.

Il monitoraggio dello stato delle popolazioni è strettamente legato alla presenza di popolazioni nell'area di progetto e sarà così cadenzato:

- nella fase AO è stata effettuata una campagna i cui risultati sono stati riportati in Relazione Naturalistica;
- in CO si prevede di effettuare 4 campagne di monitoraggio a cadenza trimestrale per il controllo delle popolazioni individuate e che si conservano;
- durante il PO si opererà una campagna annuale per il controllo delle popolazioni preesistenti ed eventuali nuove popolazioni nelle aree di compensazione.

### **Stato degli Habitat**

La caratterizzazione degli habitat è articolata su basi qualitative (variazione nella composizione specifica) e quantitative (variazioni nell'estensione), tenendo conto dei seguenti indicatori:

- frequenza delle specie ruderali, esotiche e sinantropiche;
- conta delle specie target suddivise in classi di età (plantule, giovani, riproduttori);
- rapporto tra specie alloctone e specie autoctone;
- grado di conservazione/estensione habitat d'interesse naturalistico.
- Anche il monitoraggio dello stato degli habitat dipende dalla presenza di habitat nell'area considerata e si seguirà le tempistiche previste per il monitoraggio dello stato delle popolazioni nelle varie fasi AO, CO, PO.

### **Fauna**

Il monitoraggio interesserà la comunità biologica rappresentata dalla fauna selvatica presente nell'area. L'analisi è rivolta alle interazioni all'interno della comunità e con l'ambiente biotico, nonché le relative funzioni

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

che si realizzano a livello di ecosistema. L'obiettivo è quindi il monitoraggio delle popolazioni animali, delle loro dinamiche, delle eventuali modifiche della struttura e composizione delle biocenosi e dello stato di salute delle popolazioni di specie target, indotte dalle attività di cantiere e/o dall'esercizio dell'opera.

Nel presente paragrafo sono individuati:

- taxa ed associazioni tassonomiche e funzionali;
- scale temporali e spaziali d'indagine;
- metodologie di rilevamento e analisi dei dati biotici e abiotici.

Lo studio suddivide la fauna in base ai gruppi tassonomici chiave e specifica per ciascuna di esse la frequenza dei campionamenti, la relativa intensità sul territorio (densità numero dei prelievi, lunghezza dei transetti etc.), la durata e la tempistica.

Il monitoraggio ante operam prevede la caratterizzazione delle zoocenosi presenti in area vasta e nell'area direttamente interessata dal progetto. Il monitoraggio in corso e post operam verifica l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza e nella struttura delle cenosi precedentemente individuate.

I parametri da monitorare sono sostanzialmente relativi allo stato degli individui delle popolazioni appartenenti alle specie target selezionate. Una caratterizzazione faunistica è conseguita attraverso sopralluoghi effettuati nell'area di interesse.

### **Monitoraggio Avifauna**

Per il monitoraggio dell'avifauna si prevede di applicare il modello BACI, acronimo di Before After Control Impact (Green, 1979). Tale modello si basa sul principio per cui le comunità ecologiche, se sottoposte a condizionamenti esterni dovuti alla presenza dell'uomo, subiscono inevitabilmente delle trasformazioni. Tale approccio stima l'impatto di un'opera o di una perturbazione ambientale sul territorio prendendo come riferimento il confronto con un'area di controllo, dalle caratteristiche simili e su cui non si rilevano attività antropiche.

Al fine di realizzare lo studio è necessario dunque avere a disposizione dati di osservazione sia dell'area direttamente analizzata, sia di aree simili per conformazione ambientale e territoriale, che non saranno interessate dalla realizzazione del progetto, dette aree di controllo, in modo da evidenziare le eventuali trasformazioni degli equilibri ecologici della zona.

La metodologia per il monitoraggio dell'avifauna consiste nella scelta di localizzazione di transetti lineari nei quali verranno eseguite le seguenti operazioni:

- effettuare il riconoscimento delle specie tramite avvistamento diretto;
- annotare i punti in cui è avvenuto l'ascolto del verso.

**Il monitoraggio verrà realizzato in fase Ante Operam, in Corso d'Opera e Post Operam e prevede campagne di osservazione condotte nel periodo primaverile/estivo.**

Il censimento avifaunistico verrà effettuato da operatori, i quali, percorrendo i transetti, indicheranno su una scheda da campo le specie, identificate a vista o al canto, attribuendo ad ogni individuo segnalato i seguenti codici:

Cod.	Descrizione
GA	Generico avvistamento
MC	Maschio in canto o attività territoriale
IV	Individuo in volo di spostamento
NI	Nidiata o giovane appena involato
AR	Attività riproduttiva (individuo con imbeccata o con materiale per il nido)
M	Maschio
F	Femmina

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

Le tecniche di stima dell'abbondanza di popolazioni animali saranno basate sulla ricerca di tracce, sull'uso di trappole, sulla raccolta di suoni, sulla ricerca di escrementi, sulla cattura e riconoscimento di un certo numero di individui. Si utilizzano schemi campionari basati per lo più su transetti di forma e dimensioni variabili, secondo metodologie messe a punto specificamente per ciascuna specie o taxa che verranno opportunamente messe a punto prima dell'inizio dei lavori. In linea generale per le popolazioni animali, per ridurre i margini di errore di stima legati alla mobilità, campionamenti di tipo estensivo sono da preferire a quelli di tipo intensivo. Questi codici si applicano ad ogni segnalazione e costituiscono informazioni supplementari relative al popolamento dell'area e sulle potenziali nidificazioni presenti. Le informazioni raccolte durante le indagini vengono poi divise in base agli esemplari individuati entro i transetti dalla posizione dell'osservatore. I transetti verranno mantenuti nelle successive fasi di monitoraggio. Di seguito viene mostrata la posizione dei transetti di osservazione. Con le lettere sono indicati i punti di monitoraggio nelle aree di progetto, con i numeri invece i punti di monitoraggio nelle aree di controllo.

Transetti monitoraggio avifauna				
Nome transetto	Lunghezza	Identificativo	Coordinate SR:WGS84	Localizzazione
Transetto 4	176 m	TR4	40.44994818862141, 8.799925899940165	Loc. S'ENA 'E SUNIGO

È preferibile effettuare i rilevamenti durante la massima attività dell'avifauna, ossia tra l'alba e la metà della mattinata, ma l'orario può variare in base alle condizioni climatiche e della luce nel caso sussistano particolari necessità organizzative. La frequenza delle indagini è annuale e si riferisce al periodo compreso tra fine maggio e inizio giugno di ogni anno, al fine di evitare il principale flusso migratorio primaverile (e quindi il conteggio degli individui di passo) e allo stesso tempo di concentrare i rilevamenti all'interno del periodo in cui si ha la massima attività canora territoriale degli individui e di conseguenza la maggiore probabilità di rilevarli (Bani L., 2015). Verrà inoltre condotta un'osservazione dell'ambiente circostante lungo il transetto, al fine di poter riferire eventuali cambiamenti di natura del popolamento o dell'ambiente.

I dati raccolti nelle differenti fasi di monitoraggio saranno utili alla comprensione della biodiversità dell'ecosistema. Per ogni transetto verrà eseguita una descrizione dell'ambiente riportandone la lunghezza ed i percorsi.

Per ogni punto di monitoraggio, saranno descritte le comunità censite, fornendo i valori dei seguenti indici:

- Indice di ricchezza: che rappresenta il numero di specie rilevate;
- Indice dei nidificanti: rappresenta la stima delle coppie nidificanti sulla base dei risultati dei rilievi effettuati in stagione estiva entro i 100 m dal transetto, sulla base dei codici utilizzati per i censimenti.
- Indice di Shannon-Wiener (1963): indice utilizzato per stabilire la complessità di una comunità calcolato col seguente algoritmo:

- $Diversità (H') = -\sum (ni/N) * \ln (ni/N)$

Dove:

ni = numero di individui in un taxon (o unità tassonomica), è un raggruppamento di organismi reali, distinguibili morfologicamente e geneticamente da altri e riconoscibili come unità sistematica, posizionata all'interno della struttura gerarchica della classificazione scientifica;

N = numero totale di individui.

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

L'indice di Shannon-Wiener misura la probabilità che un individuo preso a caso dalla popolazione appartenga ad una specie differente da una specie estratta in un precedente ipotetico prelievo; è il più diffuso indice di diversità e tiene conto sia del numero di specie sia delle abbondanze relative delle medesime. Maggiore è il valore di  $H'$ , maggiore è la biodiversità. Esso varia potenzialmente tra 0 (tutti gli individui appartengono alla stessa specie) e infinito (per popolazioni infinite formate da infinite specie), i valori misurati in comunità reali variano generalmente tra 1,5 e 3,5.

Le informazioni raccolte verranno poi riportate in report riferiti ai transetti di monitoraggio, aggiornati nel corso delle indagini previste. Per completare l'analisi e la restituzione dei dati, si effettuerà il calcolo e il confronto dei valori di coppie nidificanti e del valore ecologico delle stesse.

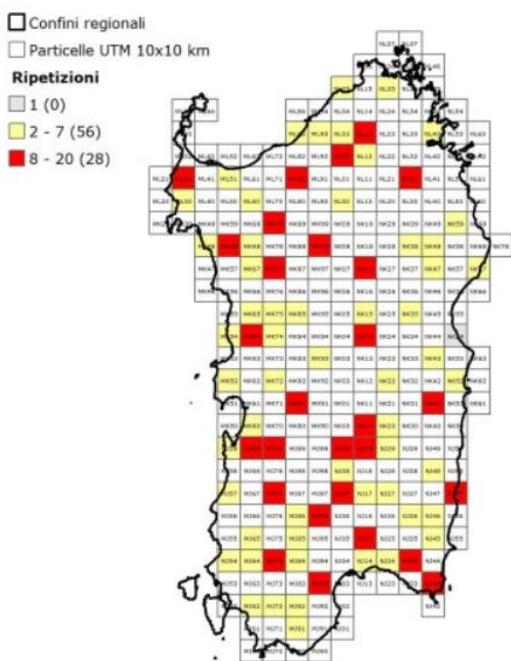
Oltre l'osservazione nei transetti definiti precedentemente si dovrà tenere conto dell'eventuale occupazione dei nidi artificiali posti all'interno dell'area di progetto e l'eventuale presenza di nidi naturali realizzati dagli animali.

Per l'elaborazione dei dati si valuterà il modello statistico più adatto alle esigenze di tale monitoraggio.

Preso atto che l'areale su cui insiste il presente progetto di impianto agrivoltaico è interessato da: "area con presenza di specie animali tutelate da convenzioni internazionali", si prevede:

per il monitoraggio della Gallina Prataiola verrà preso esempio dai metodi/dati utilizzati dal gruppo coordinatori regionali e rilevatori che hanno collaborato al progetto finanziato dal *"Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali nell'ambito delle attività della Rete Rurale Nazionale dal 2009 al 2020"*.

Le analisi hanno preso in considerazione complessivamente 7.195 e 6.840 punti d'ascolto, utilizzati rispettivamente nelle analisi per particelle e per punti; la Tabella sopra riportata mostra i punti utilizzati suddivisi per anno nel periodo considerato. La metodologia di analisi standard prevede l'accorpamento dei dati raccolti all'interno di una particella. In aggiunta è stata introdotta l'analisi basata sui singoli punti di ascolto per le specie di cui non è stato possibile arrivare alla definizione di un andamento certo con il metodo standard. Nell'analisi per punti, al fine di aumentare la precisione delle stime, sono stati utilizzati, all'interno delle particelle



**Figura 20 - Particelle UTM 10x10 km utilizzate nel calcolo degli andamenti delle specie tipiche di ambiente agricolo e dell'andamento del Farmland Bird Index: le particelle sono distinte in base al numero di ripetizioni annuali (in rosso le particelle visitate almeno 8 anni, in giallo quelle visitate un numero inferiore di anni). In grigio sono riportate le particelle con almeno sette stazioni censite solamente una volta nel periodo 2000-2020, dunque ancora non utilizzate nel calcolo degli andamenti.**

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

selezionate con la procedura standard, i dati relativi alle sole stazioni ripetute. Per questo motivo il numero complessivo di punti d'ascolto utilizzati con le due procedure è leggermente differente.

- Metodi

Si riassumono i metodi utilizzati nel corso di tutta la procedura che consente di arrivare al calcolo del Farmland Bird Index a livello regionale, dalla raccolta di dati sul campo alla fase di elaborazione statistica. Per una versione maggiormente dettagliata dell'intera metodologia si rimanda alla sezione "Metodologie e database" scaricabile alla pagina [www.reterurale.it/farmlandbirdindex](http://www.reterurale.it/farmlandbirdindex).

- TECNICA DI RILEVAMENTO

La tecnica di rilevamento prescelta nel presente Piano di Monitoraggio Ambientale è quella dei **punti di ascolto** (PdA) senza limiti di distanza della durata di 10 minuti (Blondel et al. 1981, Fornasari et al. 2002) da effettuarsi una sola volta nel corso di ogni stagione riproduttiva. I campionamenti saranno eseguiti indicativamente in maggio e giugno, periodo durante il quale la totalità delle specie nidificanti è presente presso le aree di rilievo. I rilievi avranno inizio poco dopo l'alba e verranno condotti con condizioni meteorologiche favorevoli (assenza di vento forte o precipitazioni intense).

- COMPILAZIONE DELLA SCHEDA DI RILEVAMENTO

Per ogni stazione di campionamento i rilevatori sono tenuti a riportare su un'apposita scheda tutti gli individui visti o sentiti, separando gli stessi a seconda che l'osservazione sia avvenuta entro od oltre un raggio di 100 m dall'osservatore. Le osservazioni verranno corredate di codici descrittivi del comportamento animale

(individuo in canto, individuo in attività riproduttiva, ecc.). Oltre ai dati ornitologici i rilevatori saranno tenuti a

*Tabella 1: Numero di rilevamenti per anno (punti d'ascolto) considerati nelle analisi degli andamenti delle specie tipiche degli ambienti agricoli.*

Anno	Numero punti di ascolto	
	Analisi per particelle	Analisi per punti
2000	316	274
2001	575	504
2002	45	45
2003	29	22
2004	300	248
2005	132	108
2006	0	0
2007	0	0
2008	0	0
2009	270	242
2010	408	398
2011	457	450
2012	524	518
2013	543	525
2014	541	513
2015	507	480
2016	343	335
2017	542	518
2018	559	558
2019	545	545
2020	559	557

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

riportare le caratteristiche ambientali entro un raggio di 100 m dall'osservatore nonché informazioni di carattere generale relative al rilevamento (ad esempio codice identificativo, data e orario, condizioni meteorologiche). La stazione di campionamento verrà georeferenziata tramite GPS.

### ○ DISTRIBUZIONE DEI PUNTI DI ASCOLTO

Le particelle da campionare sono selezionate principalmente in base a due criteri:

- 1) devono essere state visitate almeno una volta prima della stagione riproduttiva imminente;
- 2) devono preferibilmente contenere una percentuale significativa di ambienti agricoli.

L'esplorazione di ciascuna particella UTM 10x10 km comporta generalmente l'esecuzione di 15 punti d'ascolto da eseguirsi in altrettanti quadrati di 1 km di lato, a loro volta individuati in base a una procedura di randomizzazione.

La stazione d'ascolto di norma viene ripetuta esattamente nello stesso punto (le coordinate archiviate nel database vengono aggiornate e validate ogni anno) e possibilmente dallo stesso rilevatore che ha eseguito il censimento l'anno precedente.

Preso atto che, dall'esame dei dati pervenuti al 2020 nell'area in oggetto non sono stati rilevati dati significativi, il Piano di Monitoraggio prevede il posizionamento di una sola stazione di PdA (punto di ascolto) all'interno dell'area in oggetto.

### **8.5.3 Monitoraggio Erpetofauna**

Il censimento dell'erpetofauna consiste nell'individuazione di transetti, al fine di verificare l'eventuale presenza di erpetofauna, e, qualora riscontrata, le specie presenti nell'area per effettuare, successivamente, un'analisi quali-quantitativa del popolamento. I transetti sono posti sempre lungo la fascia di mitigazione perimetrale in quanto occupata da vegetazione che può favorire la frequentazione da parte di piccoli animali, soprattutto rettili.

Nei censimenti a vista l'unità di campionamento è costituita generalmente da un transetto lineare di lunghezza prestabilita; vengono contati gli esemplari che si osservano a sinistra e a destra della linea che si sta percorrendo.

Per ottenere informazioni utili nell'area studio sono identificati 10 transetti lunghi circa 100 metri e larghi 2 metri. Nel censimento a vista, i transetti devono essere percorsi a piedi in modo da coprire i principali tipi di ambienti presenti nell'area indagata e quindi è necessario definire e strutturare gli habitat in cui si effettua il censimento e i punti di maggiore attenzione in ognuno di essi, come le migliori aree di termoregolazione (aree aperte, cumuli di detriti, fascine di legna, ecc), facendo attenzione agli ambienti caratteristici tipici di ogni specie.

Transetti monitoraggio erpetofauna				
Nometransetto	Lunghezza	Identificativo	CoordinateSR:WGS84	Localizzazione
Transetto 4	176 m	TR4	40.44994818862141, 8.799925899940165	Loc. S'ENA 'E SUNIGO

Il censimento verrà condotto una volta l'anno secondo la seguente metodologia:

L'osservazione verrà effettuata con percorsi rappresentativi degli habitat che mostrano caratteristiche microclimatiche idonee alla presenza delle specie;

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

I transetti potranno essere percorsi in periodo tardo primaverile/estivo nella tarda mattinata quando le condizioni di luce sono favorevoli e quando si ha il picco del periodo riproduttivo delle specie;

I transetti verranno percorsi da una coppia di operatori che dovranno cercare le specie lungo i transetti e nei possibili nascondigli. Un operatore annoterà le specie riconosciute ed il numero di individui (oltre che le loro dimensioni), individuando le coperture percentuali degli habitat nel sito monitorato; l'altro operatore dovrà invece, se fattibile, fotografare l'area indagata e le specie annotate sulla scheda.

I transetti saranno mantenuti nelle successive fasi di monitoraggio. I dati raccolti nel corso delle campagne di monitoraggio potranno offrire un'indicazione relativa alla diversità della comunità dell'ecosistema studiato. Si prevede inoltre la georeferenziazione dei transetti e la descrizione degli ambienti indagati per ogni singolo transetto. I risultati di ogni stazione saranno disposti in opportune schede contenenti:

- Il numero di individui per ogni specie osservata;
- L'iscrizione alle liste di specie di interesse comunitario (all. II e IV della direttiva 92/43/CEE);
- La ricchezza in specie;
- Le elaborazioni statistiche integrate da tabelle e grafici esplicativi.

Infine, verranno calcolati gli indici di abbondanza correlando il numero di esemplari con lo sforzo orario di campionamento secondo la seguente formula:  $IA = [(n^{\circ} \text{ esemplari/ore}) * (n^{\circ} \text{ operatori})]$

### **8.5.4 Monitoraggio Chiroteri**

La tecnica di monitoraggio adottata per il censimento dei chiroteri consiste nel rilevamento tramite bat detector lungo transetti che restituisce una valutazione qualitativa delle specie presenti (ricchezza di specie) e i conteggi presso i roosts (posatoi, siti di rifugio) estivi, riproduttivi o di ibernazione, che invece forniscono una quantificazione delle popolazioni (Battersby, 2010) (Agnelli P., 2004). Il censimento dei chiroteri avverrà una volta all'anno nel periodo notturno e si utilizzerà un bat detector per la rilevazione degli ultrasuoni attraverso i quali sarà possibile il riconoscimento delle singole specie. Il dispositivo rileva gli impulsi di ecolocalizzazione emessi dai microchiroteri (sottordine dei chiroteri a cui appartengono tutte le specie italiane), che, opportunamente classificati, consentono il riconoscimento a livello di specie. Non si prevede intrappolamento. In genere l'indagine può essere eseguita nel periodo primaverile (marzo-aprile-maggio) o estivo (giugno-luglio-agosto), corrispondente al periodo di massima attività di questi mammiferi. I censimenti della chiroterofauna devono avvenire di notte; tendenzialmente tra le ore 21.30 e le 01.00 (periodo di massima attività degli individui dopo il crepuscolo). I transetti verranno percorsi a piedi e verrà attivato lo strumento per registrare le frequenze di emissione dei chiroteri che vanno da 14.000 Hz a 100.000 Hz.

Durante il periodo di ispezione, i diversi ambienti del sito verranno attraversati ripetutamente al fine di aumentare la probabilità di rilevamento di specie con diverse tempistiche di emergenza ai roost.

I transetti (percorsi a piedi o in auto) sono selezionati su un griglia regolare di lato 100x100 m che ricopre l'area di indagine e corrispondono ad un lato di griglia o con la sua diagonale. Il conteggio presso i roosts presuppone un'attenta ricerca dei siti idonei nell'area di studio (edifici, cavità naturali e artificiali). Una volta individuato il roost, si può procedere al conteggio al suo interno oppure al conteggio dei soggetti al momento dell'involto.

L'uso di fototrappole opportunamente collocate all'uscita/e del roost facilita un più preciso conteggio dei soggetti; in generale è preferibile ripetere i conteggi in giorni diversi. Il conteggio effettuato all'interno del roost richiede molta cautela e preparazione, in particolare durante la fase di ibernazione e qualora si tratti di roost riproduttivi.

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

Il numero totale di chiroteri presenti in una data area può essere espresso sommando le osservazioni condotte ai singoli roost: se il totale viene diviso per la superficie dell'area di studio, si otterrà la densità di chiroteri presenti (T.H.Kuntz, 1996).

Inoltre, come nel caso dell'avifauna, sarà importante effettuare una valutazione secondo l'approccio BACI, oltreché dell'occupazione delle BatBox poste all'interno delle aree di progetto da parte dei chiroteri.

### **8.5.5 Monitoraggio Coniglio Selvatico (*Oryctolagus Cuniculus L.*)**

Le metodologie adottate nello studio per la stima della grandezza di popolazione per il coniglio selvatico sono di due tipologie: la conta delle pallottole fecali (pellet count) e il censimento delle tane occupate e/o delle latrine e i conteggi notturni con faro.

Il conteggio diretto è un'operazione che viene effettuata di notte, lungo dei transetti prestabiliti e di lunghezza nota o punti fissi di osservazione, e il conteggio delle pallottole fecali è un metodo indiretto che si basa sull'assunto che esiste un'emissione giornaliera di feci per coniglio relativamente costante e nota, correlata alla reale abbondanza della specie. Una delle differenze tra i due metodi è che il primo restituisce densità relative mentre il secondo densità assolute, che permettono di poter giungere alla stima della grandezza effettiva della popolazione. Per questo motivo il metodo di conteggio delle pallottole fecali, introdotto per il coniglio da Taylor e Williams (R. H. Taylor, 1956), viene largamente utilizzato ed è ritenuto tra i più attendibili oggi disponibili. Verrà utilizzato in particolare il conteggio diretto notturno durante la stagione primaverile, e il pellet count nel periodo estivo.

### **8.5.6 Pellet Count**

Il metodo del conteggio delle pallottole fecali è indiretto e assoluto, poiché consente di calcolare la densità di individui su unità di superficie, raccogliendo testimonianze dell'attività dell'animale, e, allo stesso tempo, consente una valutazione del numero effettivo degli individui o della densità della specie nell'area campione.

La conta degli escrementi terrà conto degli esemplari maschi e femmine (la forma è diversa per una precisa diversità morfologica anatomica) e delle dimensioni degli escrementi che indicano se trattasi di esemplari giovani e/o adulti nel gruppo.

Per mettere in pratica questo metodo è necessario scegliere delle aree campione che siano rappresentative del territorio studiato. All'interno di ogni area campione sono scelti in maniera casuale dei punti di conteggio, che saranno georiferiti con GPS e resi individuabili all'operatore tramite segnalazione sul terreno. I punti di osservazione corrisponderanno ad altrettante aree di conteggio dalla superficie nota all'interno delle quali le pallottole fecali vengono prima rimosse per l'azzeramento e successivamente contate dopo un intervallo di tempo noto.

L'algoritmo che permette di associare il numero di pallottole fecali rinvenute durante il conteggio alla densità di individui è quello proposto da Eberhardt e Van Etten (R. C. Van Etten, 1965) attraverso l'espressione:

$$N = m / (g * t)$$

in cui N è la densità di individui per unità di superficie campionata, ma è il numero di pallottole su ciascuna superficie campione, g è la produzione giornaliera di pallottole fecali per coniglio e t è il periodo di tempo nel quale queste sono state depositate. Si procede poi a calcolare la media della densità cunicola registrata nei vari punti di osservazione relativi ad una determinata area campione, moltiplicandone il valore per stimare il numero di animali presenti sull'intera area.

### **8.5.7 Conteggio diretto con faro**

Il conteggio dei conigli selvatici lungo ogni transetto sarà effettuato con il metodo di censimento notturno con i

## Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

fari. Questi, manovrati a mano, avranno un raggio utile di 150 m circa. I conteggi saranno realizzati in un arco temporale compreso tra un'ora dopo il tramonto e le ore 0:30 del giorno successivo.

La localizzazione geografica di ogni coniglio osservato sarà derivata utilizzando un programma GIS, attraverso la georeferenziazione con un GPS tipo Garmin, il punto geografico sul tratto dell'itinerario perpendicolare rispetto alla posizione del coniglio e stimando la distanza anche con l'uso di un telemetro. Su un'apposita scheda saranno riportate quindi le coordinate e l'orario di ogni avvistamento, annotando anche l'età (adulto o giovane) di ogni individuo e la tipologia ambientale in cui veniva osservato il coniglio.

### **8.5.8 Analisi e Registrazione dei Dati**

I dati registrati verranno elaborati e riportati in un report di fine campagna. Tutte le elaborazioni verranno effettuate per verificare ricchezza e complessità delle diverse specie. In fase d'opera la modifica di alcuni parametri come la scomparsa di specie, porteranno ad una ulteriore verifica ed alla messa in atto di misure di compensazione. Il monitoraggio della fauna ante operam, sarà limitato alle stagioni effettivamente intercorrenti tra la conclusione del Provvedimento Autorizzatorio e la data effettiva di inizio lavori (Pantelleria, 2020).

## 8.6 Paesaggio

Il monitoraggio della componente paesaggio sarà strettamente correlato alle altre componenti ambientali. Per tale componente è importante la valutazione approfondita degli impatti potenziali attesi su patrimonio culturale e beni paesaggistici con la relativa analisi dello stato ante per operare in maniera opportuna attraverso l'introduzione di misure mitigative e compensative.

Per tale componente non è ancora prevista una metodologia univoca in quanto le relative linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale non contengono ancora un capitolo dedicato al paesaggio, anche se lo prevedono. Ciononostante, considerato che la componente paesaggio è una di quelle sulle quali si prevedono gli impatti maggiori dovuti all'inserimento dell'opera nel contesto territoriale, si prevede comunque il suo monitoraggio.

Il monitoraggio del sistema paesaggio sarà predisposto per tutte le fasi di vita dell'opera, in quanto un opportuno monitoraggio della componente paesaggio è lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le risposte ambientali non siano coerenti con le previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA (ISPRA & Fasano, 2021).

Durante le attività di monitoraggio verrà verificata la possibile insorgenza di impatti sulla sensibilità paesaggistica (sottrazione di elementi caratteristici del paesaggio, alterazione della percezione da punti di vista privilegiati, etc.) e verranno evidenziate eventuali criticità legata principalmente ai seguenti parametri:

- INTRUSIONE FISICA: ovvero verificare se il progetto provoca l'inserimento di elementi incongrui ai caratteri peculiari del paesaggio.
- QUINTA VISIVA: verificare che il progetto o i lavori per la sua realizzazione non implichi cambiamenti importanti tali da modificare lo skyline naturale ed antropico del paesaggio circostante;
- RELAZIONI VISIVE: verificare che il progetto non provochi alterazioni delle relazioni visive che insistono sul territorio e, quindi, anche che la morfologia degli elementi naturali e antropici risulti invariata.

### 8.6.1 Localizzazione Punti di Monitoraggio

Per quanto riguarda la localizzazione dei punti di monitoraggio, nello studio d'impatto ambientale, così come nella relazione paesaggistica, vengono riportati alcuni punti di interesse utilizzati per l'analisi dell'impatto estetico-percettivo dell'opera.

La scelta dei punti di osservazione si basa sulle reti di fruizione del paesaggio, ovvero i luoghi caratteristici del territorio che un utente privilegia in funzione della panoramicità o storicità dei luoghi (Moretti & Lucchesi, 2015). Sono quindi stati individuati i seguenti elementi costituenti la rete:

- Strade panoramiche e/o a valenza paesaggistica individuate dal PPR;
- Punti panoramici;
- Centri urbani e nuclei storici;
- Aree archeologiche ex art. 136 del Codice;
- Siti facenti parte di Rete Natura 2000: SIC/ZPS/ZSC;

Beni paesaggistici tutelati ai sensi dell'art. 142, lettere a, b, c, e, i, m del Codice;

Tali punti verranno utilizzati come stazioni per il monitoraggio AO, CO e PO rendendo possibile il confronto tra l'impatto reale dell'opera in realizzazione e in esercizio e l'impatto potenziale valutato in fase di analisi. In questo modo si potrà verificare l'insorgenza di impatti sul paesaggio legati al progetto e dimostrare la coerenza dei potenziali impatti calcolati in fase di analisi e rispetto agli impatti reali dell'opera, intervenendo opportunamente nel caso vengano registrati impatti imprevisti.

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

### GEOLOCALIZZAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO COMPONENTE PAESAGGIO

Punti monitoraggio paesaggio				
Numero identificativo	Tipologia	Descrizione	Latitudine(y)	Longitudine(x)
1	FOTO	SP 83	40.447134889°	8.798323400°
2	FOTO	SP 83	40.440142811°	8.801505980°
3	FOTO	SP 83	40.456585246°	8.823609826°
4	FOTO	SP 21	40.454666995°	8.832311475°
5	FOTO	SP 21	40.451401177°	8.834562314°
6	FOTO	SP 21	40.462294790°	8.821323085°
7	FOTO	SP da Bonorva a Giave	40.442119965°	8.761385846°
8	FOTO	SP da Bonorva a Giave	40.446472562°	8.762072137°
9	FOTO	SP da Bonorva a Giave	40.449328674°	8.760927542°



**Figura 21 - Localizzazione punti di monitoraggio componenti paesaggio**

### **8.6.2 Monitoraggio AO**

Il monitoraggio in fase AO consente di determinare quale sia lo scenario di base in cui l'opera si inserisce e consiste, quindi, nell'analisi dello stato dell'ambiente, dei beni paesaggistici e culturali che lo caratterizzano. La valutazione qualitativa del sistema paesaggistico viene determinata attraverso l'analisi di:

- aspetti intrinseci degli elementi costituenti il sistema paesaggistico;
- caratteri percettivo-interpretativi
- tipologia di fruizione.

Tale fase si concretizza, quindi, nella verifica approfondita dello scenario ambientale di riferimento contenuto nello SIA e nella relazione paesaggistica a cui si giunge a seguito di una serie di analisi bibliografiche del contesto territoriale, foto interpretative dell'evoluzione storica del contesto agrario di riferimento, estetico-percettive oltre che dell'inserimento dell'opera e survey archeologici e paesaggistici.

I risultati derivanti dal monitoraggio della fase AO saranno rappresentati da:

- Report fotografico dai punti di visibilità;
- Relazione paesaggistica;
- Fotosimulazioni di impatto estetico-percettivo.

### **8.6.3 Monitoraggio in fase di costruzione (Monitoraggio CO)**

Durante la fase di realizzazione dell'opera si provvederà a monitorare l'impatto che il cantiere ha sul contesto territoriale. A tale scopo, durante le 3 campagne di monitoraggio in CO verranno raccolti dati in relazione a:

la percezione che si ha della presenza del cantiere dai punti di visibilità analizzati in fase AO;

le modifiche indotte dalla presenza del cantiere al traffico veicolare;

le interferenze del cantiere con l'ecosistema, e quindi flora ma in particolare fauna che frequenta l'area.

Tutti i dati raccolti durante il monitoraggio confluiranno quindi in un report di sintesi degli impatti – contenente documentazione fotografica – e si valuterà la necessità di applicare eventuali misure correttive e/o compensative non già previste.

### **8.6.4 Monitoraggio PO**

Per quanto riguarda il monitoraggio relativo alla fase PO si prevede di operare una campagna di monitoraggio un anno dopo la messa in esercizio dell'impianto, per consentire alla vegetazione prevista nella fascia perimetrale di attecchire. Successivamente, si prevede di operare attraverso ulteriori 2 campagne di monitoraggio dopo 3 e 5 anni per verificare le modifiche dello skyline, eventualmente, prevedere ulteriori misure mitigative.

I risultati del monitoraggio verranno riportati in un report fotografico riassuntivo utile a monitorare il rispetto dei parametri di intrusione fisica, quinta visiva e relazioni visive.

## **8.7 Rifiuti**

I rifiuti prodotti durante la realizzazione dell'impianto verranno correttamente catalogati e conferiti in discariche autorizzate preferendo il recupero e il riuso di buona parte del materiale di risulta prodotto, ad eccezione di quelli pericolosi e contaminati che verranno correttamente conferiti ai fini dello smaltimento definitivo.

Il monitoraggio dei rifiuti seguirà tutto il processo, dalla loro produzione al loro smaltimento. I rifiuti saranno tracciati, caratterizzati e, ai sensi di quanto definito alla parte quarta del D. Lgs 152/06 e s.m.i., registrati e classificate sulla base dei relativi processi produttivi e dell'attribuzione dei rispettivi codici CER (Codice Europeo

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

dei Rifiuti).

Per il trasporto dei rifiuti speciali dal cantiere all'impianto di smaltimento sarà necessaria la compilazione del Formulario di Identificazione Rifiuti (FIR) come da normativa vigente. Una copia del FIR sarà conservata presso il cantiere come storico. Apposito Registro di Carico e Scarico (RCS) permetterà di monitorare quantità e tipologia di rifiuti prodotti sulla base del materiale in ingresso in cantiere. Le operazioni di carico e scarico dovranno essere trascritte su RCS entro il termine di legge di 10 giorni lavorativi. Anche in questo caso, una copia del registro verrà conservata in cantiere. Il responsabile del monitoraggio verificherà che, in prossimità delle aree di stoccaggio e logistica, vengano allestite aree adeguatamente recintate e impermeabilizzate – nel rispetto della normativa vigente in materia di sicurezza dei cantieri temporanei e mobili (D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii.) – che fungano da deposito temporaneo (come definito dall'art. 183, comma 1, lett. bb), del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.), in accordo con società specializzata e regolarmente autorizzata al ritiro e allo smaltimento.

Con il fine di monitorare la quantità e qualità dei rifiuti prodotti in fase di cantiere (CO) verranno anche redatti dei report mensili in cui verranno riportate le seguenti informazioni:

**SCHEDA MONITORAGGIO RIFIUTI**

CODICE CER	TIPO RIFIUTO	DESCRIZIONE RIFIUTO	QUANTITÀ	UNITÀ DI MISURA	ATTIVITÀ DI PROVENIENZA	DI	STATO FISICO	DESTINAZIONE	GRADO PERICOLO
XX XXXX	imballaggio carta			tonnellate	imballaggio pannelli	di	solido	Recupero	HP1
XX XXXX	imballaggio plastica			tonnellate	imballaggio strutture	di	liquido	Termovalorizzatore	HP2
XX XXXX				tonnellate			fango	Discarica	...

Dove, il grado di pericolo verrà definito secondo la scala che segue, consultabile nel regolamento Europeo n. 1357/2014 del 18.12.2014 che sostituisce l'allegato III della direttiva 2008/98/CE:

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

HP1-Esplosivo	HP9-Infettivo
HP2-Comburente	HP10-Tossico per la riproduzione
HP3-Infiammabile	HP11-Mutageno
HP4-Irritante- Irritazione cutanea e lesioni oculari	HP12-Liberazione di gas a tossicità acuta
HP5-Tossicità specifica per organi bersaglio (STOT)/Tossicità in caso di respirazione	HP13-Sensibilizzante
HP6-Tossicità acuta	HP14-Ecotossico
HP7-Cancerogeno	HP15- Rifiuto che non possiede direttamente una delle caratteristiche di pericolosità menzionate ma può manifestarle a successivamente.
HP8-Corrosivo	

I dati mensili raccolti durante la fase di realizzazione dell'opera saranno quindi confrontati con i dati relativi alla stima delle quantità di rifiuti prodotti in fase di cantiere, calcolati in fase di Studio d'Impatto Ambientale. Si specifica, inoltre, che gli stessi accorgimenti relativi alla gestione dei rifiuti previsti per la fase di cantiere saranno adottati anche nella fase di smantellamento dell'impianto.

## **9 AZIONI DI MITIGAZIONE IN CASO DI CRITICITÀ**

### **9.1 Coltivazioni erbacee ed arboree**

Il progetto proposto non è ambizioso, non prevede coltivazioni particolari di elevato pregio e con costi di impianto elevati che spesso portano a difficoltà logistiche per la realizzazione delle coltivazioni. Si sono previste coltivazioni con specie, anche locali, di facile attecchimento e con poche pretese in termini di cure colturali.

**Si ritiene che difficilmente si possa avere il fallimento delle coltivazioni messe in atto.**

Una mancata emergenza del prato polifita non può verificarsi, vista la molteplice presenza di più specie presenti sul campo; laddove una specie abbia un minore successo per motivi climatici, agronomici o pedologici, sarebbe integrata da un'altra specie più appropriata all'areale.

Il miscuglio seminato rimescolando più specie è alla base del miglioramento genetico evolutivo. **Questo approccio, infatti, "riduce ed elimina la necessità di prodotti chimici, ed incide positivamente sulla salute".**

L'approccio che è stato fatto nel seminare specie diverse diventa sempre di più il modo ideale di declinare l'espressione "ad ogni suolo il proprio seme". Accanto a questa capacità di adattarsi alle condizioni più diverse in cui vengono coltivate, le popolazioni, proprio grazie alla diversità che racchiudono, forniscono anche produzioni stabili da un anno all'altro, controllano malattie, insetti e infestanti molto meglio delle varietà uniformi rendendo superfluo l'uso di pesticidi, quindi riducendo i costi di produzione e assumendo una dimensione più sostenibile.

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

## **10 CONCLUSIONI**

Dall'esame delle caratteristiche ambientali del territorio interessato dalle opere in progetto e dalle analisi, valutazioni e considerazioni esposte nello Studio di Impatto Ambientale, non è emersa alcuna componente ambientale che possa venire potenzialmente compromessa dall'impianto in progetto. Il progetto proposto è stato elaborato in linea con le migliori tecniche disponibili, cercando di promuovere gli obiettivi di tutela ambientale senza trascurare gli aspetti tecnico-economici relativi all'impianto in esercizio. Dalle valutazioni preliminari effettuate è emersa sin da subito la coerenza del progetto proposto con gli strumenti di tutela e di pianificazione territoriale e urbanistica, dal livello comunitario a quello comunale. Ad una preliminare valutazione degli impatti significativi sull'ambiente di riferimento non sono infatti emerse particolari criticità che avrebbero potuto incidere significativamente sulle componenti ambientali esaminate.

Ciò premesso, nella valutazione delle alternative progettuali è stata presa in considerazione esclusivamente l'opzione "zero", ovvero la non realizzazione dell'impianto in progetto. Essa è stata, tuttavia, ritenuta peggiorativa rispetto alla presente proposta progettuale: la mancata realizzazione dell'impianto porterebbe, infatti, a far decadere i benefici socio-economici ed occupazionali previsti (cfr. Ricadute socio occupazionali dell'iniziativa) e non permetterebbe di contribuire al risparmio energetico da fonti rinnovabili, oltre che al raggiungimento degli obiettivi posti dal Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima, PNIEC, licenziato a gennaio 2020, che fissa i traguardi nazionali al 2030 anche per l'utilizzo delle FER. Il PNIEC però è stato scritto quando gli obiettivi climatici prevedevano una riduzione del 45% delle emissioni, mentre ora l'asticella è stata alzata al 55%, quindi andrà presto aggiornato. Ma intanto possiamo fare riferimento a quello che c'è scritto nel piano attuale. Per ottemperare all'obiettivo vincolante dell'UE di raggiungere almeno il 32% di consumi da FER entro il 2030, si sono individuati diversi scenari per il settore elettrico, termico e dei trasporti, ovvero i principali consumatori di energia. In particolare, per il settore della produzione di energia elettrica ci si è posti il traguardo di produrre circa 190 TWh / anno di elettricità da FER, corrispondente al 55% del consumo interno lordo di energia elettrica previsto al 2030, pari a circa 340 TWh. La produzione di elettricità da FER si prevede ripartita tra idroelettrico (49,3 TWh, 26,4%), eolico (41,5 TWh, 22,2%), fotovoltaico (73,1 TWh, 39,1%), geotermico (7,1 TWh, 3,8%) e biocombustibili (15,7 TWh, 8,4%). In questo scenario, il fotovoltaico dovrebbe svolgere il ruolo primario tra le FER, affiancato da eolico ed idroelettrico, la colonna portante storica tra le energie rinnovabili. Trascurando l'idroelettrico, la cui produzione di energia elettrica è rimasta pressoché costante negli ultimi 15 anni, concentriamo l'attenzione su eolico e fotovoltaico.

Dalla disamina dei vincoli territoriali e ambientali e degli strumenti di programmazione e pianificazione vigenti nell'area in esame, non è emerso alcun elemento che possa limitare o precludere la realizzazione dell'intervento proposto che risulta, altresì, coerente con le strategie pianificatorie messe in atto dai pertinenti strumenti esaminati (cfr. SIA "quadro di riferimento programmatico").

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

	COMPONENTI AMBIENTALI						
	ATMOSFERA	VEGETAZIONE, FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI	LITOSFERA E IDROSFERA	PAESAGGIO	RUMORE E VIBRAZIONI	RADIAZIONI E INQUINAMENTO LUMINOSO	SALUTE PUBBLICA E ASPETTI SOCIO-ECONOMICI
FASE DI CANTIERE	T	T	T	T	T	T	T
FASE DI ESERCIZIO	M +	T	T	T	T	T	E +
FASE DI DISMISSIONE	T	T	T	T	T	T	T

Legenda valutazione impatti	T = trascurabile/ non significativo	B = basso	M = medio	E = elevato	ME = molto elevato
	impatto significativo: "+" = positivo "-" = negativo				

**Figura 22 - Prospetto riepilogativo degli impatti**

Il prospetto seguente Figura 22 - Prospetto riepilogativo degli impatti riporta un riepilogo degli impatti residuali sulle componenti ambientali esaminate, in ciascuna delle fasi di cantiere, esercizio e dismissione dell'impianto proposto, ampiamente valutati come trascurabili e non significativi.

Per la componente atmosfera si registra un impatto significativo positivo di lungo periodo e di intensità media durante la fase di esercizio, imputabile al risparmio di emissioni sia di gas ad effetto serra che di macroinquinanti (CO2, SO2, NOX e Polveri), rispetto alla produzione di energia da combustibili fossili tradizionali. Anche le componenti salute pubblica e aspetti socio-economici registrano un impatto significativo positivo di intensità elevata e di lungo periodo durante la fase di esercizio: rappresentando la "cassa di risonanza" degli impatti dovuti alle differenti azioni progettuali su tutte le componenti ambientali esaminate, risentono, infatti, del trascinarsi dovuto ai benefici ambientali precedentemente esposti per la componente atmosfera, a cui si aggiungono le benefiche ricadute sociali, occupazionali ed economiche a livello locale, sia nel breve (fase di cantiere e di dismissione) che nel lungo periodo (fase di esercizio).

Come emerge dalla seguente figura, che riepiloga le valutazioni effettuate sulla base della metodologia di stima degli impatti adottata, gli impatti residuali ponderati del progetto proposto sull'ambiente naturale e antropico possono essere complessivamente considerati in larga misura trascurabili e non significativi, in ciascuna delle fasi di cantiere, esercizio e dismissione esaminate, grazie anche all'adozione delle misure di mitigazione previste a scopo precauzionale.



**Figura 23 - Valutazione globale ponderata degli impatti sulle componenti ambientali in seguito all'applicazione delle misure di mitigazione proposte**  
monitoraggio ambientale

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

L'assenza di significativi impatti residuali negativi, diretti e indiretti, sulle componenti biotiche ed abiotiche del territorio interessato dalle opere in progetto, va intesa sia per l'area oggetto di interventi che per quelle limitrofe.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale predisposto fornirà, tuttavia, la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di realizzazione ed esercizio dell'impianto proposto, facendo emergere l'eventuale necessità di "azioni correttive" in caso di risposte ambientali non in linea con le previsioni effettuate nel presente Studio.

**La fattibilità del progetto proposto è stata valutata sulla base delle linee guida scaturite a seguito della pubblicazione del D.Lgs 199/2021 e ss. mm. ii. Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "agrivoltaico". Per tali impianti dovrebbe inoltre previsto il rispetto del requisito D.2.**

**Pertanto:**

- **REQUISITO A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- **REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercitato, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e
- **REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

In particolare: D.2) Monitoraggio della continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di coltivazioni e la continuità delle attività dell'azienda agricola interessata. Nella check list di seguito sono elencati i parametri analizzati e la loro congruità con i dettami della normativa vigente:

Requisito richiesto per la definizione di un impianto agri voltaico	Verifica to (SI/NO/ NP)	Eventuale valore di riferimento	Soluzioni attuate / Valore determinato
<b>REQUISITO A</b>			
A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;	SI	10.1.1.1.1.1.1.1 >70%	72,09%
A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola	SI	<40%	33,80%
<b>REQUISITO B</b>			
B.1) Continuità dell'attività agricola	SI	continuità dell'attività agricola e pastorale sul terreno	Relazioni asseverate del tecnico aziendale
a) Esistenza e resa della coltivazione	SI	PLV ante operam	aumento PLV post operam
b) Mantenimento dell'indirizzo produttivo	SI	Eventuale passaggio a colture più redditizie	quello realizzato è l'unico attualmente realizzabile e il più redditizio
B.2) Producibilità elettrica minima dell'impianto agrivoltaico	SI	FV agri ≥ 0,6 · FV standard	FV agri = FV standard
<b>REQUISITO D2</b>			
Monitoraggio della continuità dell' attività agricola	SI	esistenza e la resa della coltivazione; mantenimento dell'indirizzo produttivo	Piani di coltivazione, Quaderno di Campagna, Fascicolo aziendale, adesione contabilità RICA

**Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)**

Viste le superfici a disposizione, il loro orientamento agronomico, le coltivazioni effettuate, nel rispetto della normativa vigente che, tra l'altro, detta le condizioni per la definizione della attività agri voltaica, l'impianto sopra descritto rientra appieno in tale definizione e l'attività agricola può essere svolta senza essere impedimenti a quella per la produzione di energie rinnovabili; i vantaggi e dell'intero comparto (agricolo – elettrico) soddisfano ampiamente anche i requisiti dei dettami del Piano di Monitoraggio Ambientale.

**Concludendo, verificata l'assenza di potenziali impatti residuali significativi negativi sulle componenti ambientali esaminate, si ritiene che il progetto proposto per L'IMPIANTO AGRIVOLTAICO di cui al presente PMA possa essere considerato sostenibile dal punto di vista ambientale rispetto all'ambito territoriale di riferimento, anche in virtù delle ottimizzazioni di cui è provvisto e delle misure di mitigazione proposte.**

**GLI INDICATORI PRESI IN CONSIDERAZIONE HANNO MESSO IN LUCE ATTRIBUTI CHE VANNO RICONOSCIUTI ALLA POSSIBILITÀ DI INTRAPRENDERE "AGRICOLTURA BIOLOGICA ALL'INTERNO DELLE AREE INTERESSATE DALL'IMPIANTO" INTESA IN TERMINI DI MAGGIORE APPORTO DI SOSTANZA ORGANICA E MACROELEMENTI COME L'AZOTO, MAGGIORE BIODIVERSITÀ DELLE FASCE VEGETATE E DEI BORDI CAMPO. QUEST'ULTIMO VANTAGGIOSO ASPETTO ECOLOGICO PONE LE BASI PER AUSPICARE ED INCENTIVARE L'APPROCCIO, ANCHE BIOLOGICO, AGLI IMPIANTI AGRIVOLTAICI. TUTTI I VALORI CHE SI OTTERRANNO, IN FASE DI ESERCIZIO, SARANNO IL VERO INDICATORE, DATO CHE PER LA REDAZIONE DEL PRESENTE DOCUMENTO SONO STATI PRESI IN CONSIDERAZIONE VALORI PURAMENTE INDICATIVI.**

Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di picco di 42.344,64 kWp presso Bonorva (SS)

## 11 INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Foto aerea zenitale dell'area di impianto.....	7
Figura 2 - Particelle catastali interessate.....	8
Figura 3 -Relazione tra parametri, indicatori e indici (Silvestri et al., 2002) .....	18
Figura 4 -Schema DPSIR (Nappi, 2000) .....	20
Figura 5 - Esempi di Indicatori Agro-ambientali e relative unità di misura (Lazzerini et al. 2001).....	21
Figura 6 - Localizzazione punti di monitoraggio .....	30
Figura 7 - Stazione di monitoraggio ambientale del tipo Netsense o equivalente .....	33
Figura 8 - Percentuali di funzionamento della strumentazione - Zona Rurale.....	33
Figura 9 - Medie annuali di biossido di azoto ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) zona Rurale.....	34
Figura 10 - Medie annuali di benzene ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) – zona Rurale .....	34
Figura 11 - Riepilogo dei superamenti rilevati - Zona Rurale .....	34
Figura 12 - Impatti potenziali attesi.....	35
Figura 13 - Localizzazione piano di monitoraggio acustico .....	38
Figura 14 - Carta uso del suolo .....	42
Figura 15 - Localizzazione punti di monitoraggio .....	46
Figura 16 - Indicatori da valutare attraverso indagini di laboratorio .....	47
Figura 17 - Indicatori da valutare attraverso .....	48
Figura 18 - Tabella1/B–Allegato1Parte1 alD.M.260/2010 .....	51
Figura 19 - Localizzazione dei transetti .....	54
Figura 20 - Particelle UTM 10x10 km utilizzate nel calcolo degli andamenti delle specie tipiche di ambiente agricolo e dell'andamento del Farmland Bird Index: le particelle sono distinte in base al numero di ripetizioni annuali (in rosso le particelle visitate almeno 8 anni, in giallo quelle visitate un numero inferiore di anni). In grigio sono riportate le particelle con almeno sette stazioni censite solamente una volta nel periodo 2000-2020, dunque ancora non utilizzate nel calcolo degli andamenti. ....	59
Figura 21 - Localizzazione punti di monitoraggio componenti paesaggio .....	66
Figura 22 - Prospetto riepilogativo degli impatti.....	71
Figura 23 - Valutazione globale ponderata degli impatti sulle componenti ambientali in seguito all'applicazione delle misure di mitigazione proposte .....	71