

Comune di: APRICENA

Provincia di: FOGGIA

Regione: PUGLIA



PROPONENTE

# NEOEN

NEOEN RENEWABLES ITALIA srl  
Via Giuseppe Rovani, 7 - 20123 MILANO (MI)

OPERA

## ID: 10651 – Integrazioni – PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE AGRIVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A 20.013,84 kWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

## "SOLARE APRICENA - NEOEN"

OGGETTO

TITOLO DELL' ELABORATO:

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

DATA:

25/01/2024

N°/CODICE ELABORATO:

REL 011

Tipologia: REL (RELAZIONI)

ITECNICI

PROGETTISTI:

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



Prof. Geol. Alfonso Russi  
Via Friuli, 5 - 06034 FOLIGNO



PROFESSIONISTI:

Agr. Dott. Massimo Macchiarola



Dott. Geol. Raffaele Di Ceglie



01	202202664	ID: 10651 Integrazioni Istanza VIA e AU – Modifica potenza	Agr. Dott. Massimo Macchiarola	Prof. Geol. Alfonso Russi	Ing. Fernando Sonnino
00	202201272	Emissione per Progetto Definitivo	Agr. Dott. Massimo Macchiarola	Prof. Geol. Alfonso Russi	Ing. Fernando Sonnino
N° REVISIONE	Cod. STMG	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

Proprietà e diritto del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

# INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
1.1	LINEE GUIDA IN MATERIA DI IMPIANTI AGRIVOLTAICI PUBBLICATE DAL MITE IL 27 GIUGNO 2022 .....	2
1.2	ATTIVITÀ DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	6
1.3	ARTICOLAZIONE TEMPORALE.....	7
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>2</b>
3.1	NORMATIVE DI RIFERIMENTO COMUNITARIE EUROPEE .....	2
3.2	NORMATIVE DI RIFERIMENTO NAZIONALI.....	3
<b>4</b>	<b>PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....</b>	<b>4</b>
4.1	OBIETTIVI DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	5
4.2	REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	6
4.3	CRITERI METROLOGICI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE .....	7
4.4	SCELTA DEGLI INDICATORI DI MONITORAGGIO .....	8
4.5	STRUTTURA ORGANIZZATIVA PREPOSTA ALL'EFFETTUAZIONE DEL MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	17
<b>5</b>	<b>CRITERI SPECIFICI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE PER LE SINGOLE COMPONENTI E/O FATTORI .19</b>	
5.1	ATMOSFERA E CLIMA.....	19
5.1.1	<i>Identificazione degli impatti da monitorare .....</i>	<i>19</i>
5.1.2	<i>Monitoraggio dei parametri microclimatici .....</i>	<i>20</i>
5.1.3	<i>Articolazione temporale.....</i>	<i>21</i>
5.2	ACQUE SUPERFICIALI .....	23
5.2.1	<i>Articolazione temporale.....</i>	<i>24</i>
5.3	SUOLO .....	25
5.3.1	<i>Campionamento .....</i>	<i>27</i>
5.3.2	<i>Localizzazione .....</i>	<i>27</i>
5.3.3	<i>Numero di campionamento .....</i>	<i>28</i>
5.3.4	<i>Profondità del campionamento .....</i>	<i>29</i>
5.3.5	<i>Epoca di campionamento .....</i>	<i>29</i>
5.3.6	<i>Verbale di campionamento.....</i>	<i>30</i>
5.3.7	<i>Analisi e stato del terreno .....</i>	<i>30</i>
5.3.8	<i>Analisi fisico-chimiche.....</i>	<i>30</i>
5.3.9	<i>Analisi microbiologiche .....</i>	<i>31</i>
5.3.10	<i>Analisi sui metalli pesanti .....</i>	<i>31</i>
5.3.11	<i>Articolazione temporale .....</i>	<i>33</i>
5.4	VEGETAZIONE.....	34
5.4.1	<i>Metodologia di monitoraggio.....</i>	<i>34</i>
5.4.2	<i>Criteri di individuazione delle aree da monitorare.....</i>	<i>35</i>
5.4.3	<i>Indicatori .....</i>	<i>35</i>
5.4.4	<i>Attività da monitorare .....</i>	<i>36</i>
5.4.4.1	<i>Monitoraggio ante-operam .....</i>	<i>36</i>
5.4.4.2	<i>Monitoraggio in corso d'opera .....</i>	<i>37</i>
5.4.4.3	<i>Monitoraggio post-operam.....</i>	<i>38</i>
5.4.4.4	<i>Articolazione temporale del monitoraggio .....</i>	<i>38</i>
5.4.5	<i>Documentazione da produrre .....</i>	<i>39</i>
5.5	FAUNA.....	41
5.5.1	<i>Protocollo di monitoraggio per l'analisi dell'avifauna e chiroterteri presenti ante-operam presso l'impianto</i> <i>41</i>	
5.5.1.1	<i>Protocollo di monitoraggio dell'avifauna.....</i>	<i>41</i>
5.5.1.2	<i>Metodica di monitoraggio ante-operam avifauna.....</i>	<i>43</i>
5.5.1.3	<i>Risultati e analisi .....</i>	<i>45</i>
5.5.2	<i>Protocollo di monitoraggio chiroterrofauna .....</i>	<i>46</i>
5.5.2.1	<i>Preparazione dei lavori .....</i>	<i>46</i>

5.5.2.2	Periodo di rilevamento e stima.....	46
5.5.2.3	Metodica di monitoraggio <i>ante-operam</i> dei chiroterri.....	47
5.5.2.4	Risultati e analisi.....	48
5.5.3	<i>Protocollo di monitoraggio per l'analisi dell'aviu fauna e chiroterri presenti in corso d'opera e post-operam presso l'impianto</i> .....	48
5.5.3.1	Avifauna.....	48
5.5.3.2	Chiroterri.....	48
5.5.4	<i>Articolazione temporale</i> .....	48
5.6	RUMORE.....	50
5.6.1	<i>Criteri metodologici adottati</i> .....	52
5.6.2	<i>Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio</i> .....	52
5.6.3	<i>Parametri acustici</i> .....	52
5.6.3.1	Parametri meteorologici.....	53
5.6.3.2	Parametri di inquadramento territoriale.....	54
5.6.4	<i>Articolazione temporale</i> .....	55
5.7	VIBRAZIONI.....	56
5.7.1	<i>Criteri metodologici adottati</i> .....	56
5.7.2	<i>Identificazione degli impatti da monitorare</i> .....	57
5.7.3	<i>Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio</i> .....	57
5.7.4	<i>Identificazione dei punti di monitoraggio</i> .....	60
5.8	PAESAGGIO.....	61
<b>6</b>	<b>RESITUZIONE DEI DATI</b> .....	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>QUADRI SINOTTICI DEL PMA</b> .....	<b>64</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>74</b>

# 1 PREMESSA

Come definito dal D.lgs. 8 novembre 2021, n. 1991 (di seguito anche D.lgs. n. 199/2021) di recepimento della direttiva RED II, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050.

L'obiettivo suddetto è perseguito in coerenza con le indicazioni del Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e tenendo conto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

In tale ambito, risulta di particolare importanza individuare percorsi sostenibili per la realizzazione delle infrastrutture energetiche necessarie, che consentano di coniugare l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

La società NEOEN RENWABLES ITALIA s.r.l., con sede in Via Giuseppe Rovani n. 7 – 20123 MILANO (MI) intende promuovere un'iniziativa su un'area agricola disponibile totale di 30,0241 ettari, ubicata in agro del Comune di Apricena (FG), che ha come obiettivo l'uso delle tecnologie solari finalizzata alla realizzazione di un impianto Agrivoltaico a terra da 20,013,84 kWp di potenza nominale in DC, a cui corrisponde una potenza massima in immissione in AC di 18,90 MW, ripartito in quattro lotti di terreno agricolo.

Il presente documento costituisce la proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), il quale è stato redatto fondando il proprio contenuto sulla base della documentazione relativa allo Studio di Impatto Ambientale (SIA).

In generale, si afferma che la realizzazione di Opere pongono il problema di garantire l'armonizzazione delle stesse con l'ambiente ed il territorio interessato, utilizzando tutte le soluzioni tecnico-progettuali che rendano possibile il conseguimento di tale obiettivo.

A tale scopo è necessario fare riferimento ad un sistema di monitoraggio ambientale, opportunamente esteso a tutte le componenti di interesse, che, attraverso la restituzione di dati aggiornati, fornisca indicazioni sui trend evolutivi e consenta la misura dello stato complessivo dell'ambiente e del verificarsi di eventuali impatti.

Il PMA è stato introdotto in maniera esplicativa nel D.lgs. 163/2006 e ss.mm.ii., in particolare nell'Allegato Tecnico di cui all'art. 164 (Progettazione) e nell'art. 167 (Norme generali sulla procedura di approvazione dei progetti), inoltre il PMA deve uniformarsi anche al D.M. 1° aprile 2004 del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio.

Per monitoraggio ambientale s'intende *“l'insieme dei controlli, effettuati periodicamente o in maniera continua, attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo, di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere”*.

## 1.1 Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici pubblicate dal MITE il 27 giugno 2022

Come accennato, l'Italia si pone come obiettivo quello di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, al fine di raggiungere gli obiettivi europei al 2030 e al 2050, in coerenza con le indicazioni del PNIEC e tenendo conto del PNRR.

Fra i diversi punti da affrontare vi è certamente quello dell'integrazione degli impianti a fonti rinnovabili, in particolare fotovoltaici, realizzati su suolo agricolo.

Una delle soluzioni emergenti è quella di realizzare impianti c.d. "agrivoltaici", ovvero impianti fotovoltaici che consentano di preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, garantendo, al contempo, una buona produzione energetica da fonti rinnovabili.

A riguardo, è stata anche prevista, nell'ambito del PNRR, una specifica misura, con l'obiettivo di sperimentare le modalità più avanzate di realizzazione di tale tipologia di impianti e monitorarne gli effetti.

Il tema è rilevante e merita di essere affrontato in via generale, anche guardando al processo di individuazione delle c.d. "aree idonee" all'installazione degli impianti a fonti rinnovabili, previsto dal Decreto Legislativo n. 199 del 2021 e, dunque, ai diversi livelli possibili di realizzazione di impianti fotovoltaici in area agricola, ivi inclusa quella prevista dal PNRR. In tutti i casi, gli impianti agrivoltaici costituiscono possibili soluzioni virtuose e migliorative rispetto alla realizzazione di impianti fotovoltaici standard.

In tale quadro, è stato elaborato il documento prodotto nell'ambito di un gruppo di lavoro coordinato dall'allora Ministero della transizione ecologica (oggi MASE) – Dipartimento per l'energia, e composto da:

- CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria;
- GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A.;
- ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile;
- RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A.

Il lavoro prodotto ha lo scopo di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un'interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola.

Con riguardo alla compresenza dell'attività agricola con gli impianti fotovoltaici, alcuni studi, condotti in Germania, hanno riportato una prima valutazione del comportamento di differenti colture sottoposte alla riduzione della radiazione luminosa, distinguendole in "colture non adatte", le piante con un elevato fabbisogno di luce, per le quali anche modeste densità di copertura determinano una forte riduzione della resa come ad es. frumento, farro, mais, alberi da frutto, girasole, ecc.; "Colture poco adatte" ad es. cavolfiore, barbabietola da zucchero, barbabietola rossa; "Colture adatte", per le quali un'ombreggiatura moderata non ha quasi alcun effetto sulle rese (segale, orzo, avena, cavolo verde, colza, piselli, asparago, carota, ravanella, porro, sedano, finocchio, tabacco); "Colture mediamente adatte" ad es. cipolle, fagioli, cetrioli, zucchine; "Colture molto adatte", ovvero colture per le quali l'ombreggiatura ha effetti positivi sulle rese quantitative come ad es. patata, luppolo, spinaci, insalata, fave.

Di tali aspetti è necessario tenere conto ove un'azienda agricola progetti di avviare la realizzazione di un sistema agrivoltaico. L'ottimizzazione contemporanea dell'ambito agricolo ed energetico è infatti, come già detto, fondamentale per la buona riuscita del progetto.

Gli aspetti e i requisiti che i sistemi agrivoltaici devono rispettare al fine di rispondere alla finalità generale per cui sono realizzati, ivi incluse quelle derivanti dal quadro normativo attuale in materia di incentivi, sono:

- **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 esercito, 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 pastorale;
- **REQUISITO C:** L'impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- **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;
- **REQUISITO E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici.

Si ritiene dunque che:

- 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;
- Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato" e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del Decreto Legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche;
- Il rispetto dei A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 "Sviluppo del sistema agrivoltaico", come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.

Come mostra la verifica dei requisiti, di seguito riportata, ai sensi dei requisiti minimi introdotti dalla Linee Guida alla Parte II art. 2.2, ***l'impianto fotovoltaico in oggetto realizzato in area agricola può essere definito "agrivoltaico"*** in quanto rispetta i requisiti **A, B**.

Sebbene per il presente impianto non sia richiesta la concessione di alcun incentivo statale, nel rispetto del requisito **B.1 "Continuità dell'attività agricola"**, si è scelto di rispettare anche il requisito **D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola**.

Non appartiene alla categoria di "impianti agrivoltaici avanzati" e non ha accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda al documento "REL 014 Relazione Tecnica".



## Verifica Requisito A:

### Definizioni:

- Superficie di un sistema agrivoltaico ( $S_{tot}$ ): area che comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico;
- SAU (Superficie Agricola Utilizzata): superficie agricola utilizzata per realizzare le coltivazioni di tipo agricolo, che include seminativi, prati permanenti e pascoli, colture permanenti e altri terreni agricoli utilizzati. Essa esclude quindi le coltivazioni per arboricoltura da legno (pioppeti, noceti, specie forestali, ecc.) e le superfici a bosco naturale (latifoglie, conifere, macchia mediterranea). Dal computo della SAU sono escluse le superfici delle colture intercalari e quelle delle colture in atto (non ancora realizzate). La SAU comprende invece la superficie delle piantagioni agricole in fase di impianto;
- LAOR (Land Area Occupation Ratio): rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico ( $Spv$ ), e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico ( $S_{tot}$ ). Il valore è espresso in percentuale;
- Superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico ( $Spv$ ): somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice).

### A.1 Superficie minima per l'attività agricola

Per rispondere al "Requisito A.1", almeno il 70% della superficie totale del sistema agrivoltaico ( $Stot$ ) deve essere destinata all'attività agricola:

$$SAU \geq 0,7 \cdot S_{tot}$$

$$23,8264 > 0,7 \cdot 33,9228 \quad 23,8264 > 23,7460 \quad \underline{\text{Condizione soddisfatta}}$$

### A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR)

Per rispondere al "Requisito A.2", la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli, rispetto alla superficie totale, deve essere inferiore al 40%:

$$LAOR \leq 40\%$$

$$LAOR = Spv/Stot$$

$$LAOR = 9,7820 / 33,9228 = 28,78\% < 40\% \quad \underline{\text{Condizione soddisfatta}}$$

## Verifica Requisito B:

### Definizioni:

- Produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico ( $FV_{agri}$ ): produzione netta che l'impianto agrivoltaico può produrre, espressa in GWh/ha/anno;
- Producibilità elettrica specifica di riferimento ( $FV_{standard}$ ): stima dell'energia che può produrre un impianto fotovoltaico di riferimento (caratterizzato da moduli con efficienza 20% su supporti fissi orientati a Sud e inclinati con un angolo pari alla latitudine meno 10 gradi), espressa in GWh/ha/anno, collocato nello stesso sito dell'impianto agrivoltaico.

### B.1 Continuità dell'attività agricola

Gli elementi da valutare nel corso dell'esercizio dell'impianto, volti a comprovare la continuità dell'attività agricola, sono:

#### **a) L'esistenza e la resa della coltivazione**

Al fine di valutare statisticamente gli effetti dell'attività concorrente energetica e agricola è importante accertare la destinazione produttiva agricola dei terreni oggetto di installazione di sistemi agrivoltaici. In particolare, tale aspetto può essere valutato tramite il valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema stesso espressa in €/ha o €/UBA (Unità di Bestiame Adulto), confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. In assenza di produzione agricola sull'area negli anni solari precedenti, si potrebbe fare riferimento alla produttività media della medesima produzione agricola nella zona geografica oggetto dell'installazione.

#### **b) Il mantenimento dell'indirizzo produttivo**

Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Fermo restando, in ogni caso, il mantenimento di produzioni DOP o IGP. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA per tutte le aziende contabilizzate.

### B.2 Producibilità elettrica minima

In base alle caratteristiche degli impianti agrivoltaici analizzati, si ritiene che, la produzione elettrica specifica di un impianto agrivoltaico ( $FV_{agri}$  in GWh/ha/anno) correttamente progettato, paragonata alla producibilità elettrica specifica di riferimento di un impianto fotovoltaico standard ( $FV_{standard}$  in GWh/ha/anno), non dovrebbe essere inferiore al 60 % di quest'ultima:

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

$$1,11 \geq 0,6 \cdot 1,52 \quad 1,11 > 0,91 \quad \underline{\text{Condizione soddisfatta}}$$

#### Verifica Requisito D.2:

**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**

#### *D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola*

Gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

1. Esistenza e la resa della coltivazione;
2. Mantenimento dell'indirizzo produttivo.



## 1.2 Attività del Monitoraggio Ambientale

Nella VIA, il Monitoraggio Ambientale rappresenta l'insieme delle attività da attuare successivamente alla fase decisionale. Tali attività sono finalizzate alla verifica dei risultati attesi dal processo di VIA ed a concretizzare la sua reale efficacia mediante dati qualitativi/quantitativi misurabili, ossia dei parametri, evitando che l'intero processo si riduca ad una mera procedura amministrativa e ad un esercizio formale.

Secondo il programma VIA, le attività di MA si articolano in quattro fasi principali:

- Monitoraggio: insieme delle misurazioni periodiche o continuative di specifici parametri e indicatori dello stato di qualità delle componenti ambientali di carattere biologico, chimico e fisico, impattate dalla realizzazione o dall'esercizio dell'opera, mediante rilevazioni che si protraggono per l'appunto antecedentemente e successivamente alla realizzazione del progetto;
- Valutazione: conformità con le Norme, i limiti legislativi e le previsioni d'impatto aspettate dalle prestazioni ambientali del progetto;
- Gestione: eventuali problematiche, non previste, emerse durante le attività di monitoraggio e di valutazione;
- Comunicazione: informazione ai diversi soggetti coinvolti (autorità competente e/o agenzie interessate) sui risultati delle attività di monitoraggio, valutazione e gestione del progetto.

### 1.3 Articolazione temporale

Nel Monitoraggio Ambientale deve essere fatto presente un quadro completo sullo sviluppo spazio-temporale delle attività di monitoraggio articolate in tre principali fasi di progetto:

- **Ante-Operam (AO):** si conclude prima dell'inizio delle attività interferenti con la componente ambientale. In tale fase si recepisce e si verificano tutti i dati reperiti e direttamente misurati per la redazione del SIA e si sviluppa l'attività di monitoraggio con un aggiornamento e/o completamento dei dati, anche in relazione ad eventuali prescrizioni;
- **Corso d'opera (CO):** fase nella quale rientra tutto il periodo in cui vengono eseguite le attività di cantiere per la realizzazione dell'impianto. Sono comprese tutte quelle azioni messe in atto per allestire il cantiere, le lavorazioni per la realizzazione dell'opera, le fasi di smantellamento del cantiere ed il ripristino dei luoghi. I dati che si ricavano in questo arco temporale permettono di comprendere i cambiamenti che si stanno già verificando durante la realizzazione, rispetto alle condizioni statiche di equilibrio dell'areale sottoposto ai lavori all'inizio dei lavori stessi.
- **Post-Operam (PO):** fase operativa nella quale si effettua il controllo durante la fase di esercizio dell'impianto agrivoltaico la cui realizzazione è già conclusa o durante la sua eventuale fase di dismissione. Questo stadio rappresenta il momento più importante di raccolta dati poiché saranno, questi ultimi, ad essere confrontati con i dati prelevati nella fase AO, nonché i dati che permetteranno di conoscere l'effettiva efficacia delle misure di mitigazione adottate.

Considerato lo sviluppo spaziale delle opere e la durata di realizzazione, è possibile che le tre fasi di monitoraggio si sovrappongono parzialmente, restando peraltro chiaramente distinti i risultati.

Inoltre, per ogni fase devono essere specificati gli strumenti e le modalità utilizzati per svolgere l'attività di monitoraggio, in modo tale che il responso fornito sia chiaro ed efficace e che espliciti nel modo più realistico possibile l'impatto dell'opera di progetto sull'ambiente e sui cittadini.

Le varie fasi hanno le finalità di seguito illustrate:

- **Monitoraggio Ante-Operam:**
  - Di definire lo stato fisico dei luoghi, le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti prima dell'inizio delle attività;
  - Di rappresentare la situazione di partenza, rispetto alla quale valutare la sostenibilità ambientale dell'opera, che costituisce termine di paragone per valutare l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione dell'opera;
  - Di consentire la valutazione comparata con i controlli effettuati in corso d'opera, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali.
- **Monitoraggio in Corso d'Opera (CO):**
  - Di analizzare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte dalla realizzazione dell'opera, direttamente o indirettamente;
  - Di controllare situazioni specifiche, al fine di adeguare la conduzione dei lavori;
  - Identificare le criticità ambientali, non individuate nella fase AO, che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio.

○ Monitoraggio Post-Operam (PO):

- Di confrontare gli indicatori, definiti nello stato AO, con quelli rilevati nella fase di esercizio dell'opera;
- Di controllare i livelli di ammissibilità, sia dello scenario degli indicatori, definiti nelle condizioni AO, sia degli altri eventualmente individuati in fase di cantierizzazione;
- Di verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e compensazione, anche al fine del collaudo.

Infine, per la stesura del Piano di Monitoraggio Ambientale si procede ad effettuare le:

1. Analisi dei documenti di settore, riferimenti normativi e scientifici;
2. Analisi delle diverse matrici ambientali ed i relativi impatti, come descritti nel SIA di Apricena;
3. Individuazione delle matrici più sensibili e perciò meritevoli di monitoraggio;
4. Stesura del PMA individuando, per ogni matrice, gli impatti principali da considerare e monitorare, i metodi di monitoraggio, i parametri oggetto del monitoraggio e le tempistiche.

## 2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il panorama geografico della Puglia è alquanto vario, ma è comunque possibile suddividere la regione in undici areali naturali, distinti per componenti fisico-ambientali, storico-insediative e culturali che ne connotano l'identità di lunga durata.

Gli undici ambiti di paesaggio sono stati individuati, nel PPTR, attraverso la valutazione integrata di una pluralità di fattori, quali:

- Conformazione storica delle regioni geografiche;
- Caratteri dell'assetto idrogeomorfologico;
- Caratteri ambientali ed ecosistemici;
- Tipologie insediative: città, reti di città, infrastrutture, strutture agrarie;
- Insieme delle figure territoriali costitutive dei caratteri morfotipologici dei paesaggi;
- Articolazione delle identità percettive dei paesaggi.

Gli ambiti di paesaggio rappresentano un'articolazione del territorio regionale in coerenza con il Codice dei beni culturali e del paesaggio (art. 135, comma 2, del Codice).



Figura 1-1. Schema delle regioni naturali della Puglia. In alto a destra, la location map.

Inoltre, è possibile suddividere la regione Puglia in sette areali naturali, distinti fra loro per caratteri fisico-biologici e per netta delimitazione da parte di confini orografici.



Figura 1-2. Schema delle regioni naturali della Puglia.

Tre di queste aree costituiscono la provincia di Foggia:

- Ad Ovest con i Monti della Daunia essa lambisce la grande dorsale appenninica: qui la sua principale vetta è il M.te Cornacchia (1151 m), da cui nasce il torrente Celone; il M.te Pagliarone (1042 m), il M.te Crispiniano (1105 m) e M.te S. Vito (1.015 m);
- Più imponente, ad Est, se non più elevato del Subappennino, è il Massiccio del Gargano (M.te Calvo, 1056 m e M.te Nero 1.024 m) che sovrasta da Nord il Tavoliere;
- Nella porzione centrale vi è il Tavoliere: la seconda più vasta pianura dell'Italia peninsulare, costituito da depositi terrigeni plio-pleistocenici.

Nella seguente figura, sono riportati le componenti e gli ambiti del PPTR. Tale strumento, rappresenta ben al di là degli adempimenti agli obblighi nazionali, un'operazione unica di grande prospettiva, integrata e complessa che prefigura il superamento della separazione fra politiche territoriali, identificandosi come processo "proattivo", fortemente connotato da metodiche partecipative e direttamente connesso ai quadri strategici della programmazione, i cui assi prioritari si ravvisano su scala europea nella competitività e sostenibilità.

L'area che ospiterà l'impianto in progetto ricade nel territorio del Comune di Apricena (FG), da cui dista circa 7 km a ESE rispetto all'abitato stesso. Essa è posta a circa 2,5 km a NNE di Poggio Imperiale e a circa 10 km da San Paolo di Civitate.

L'area di impianto è racchiusa nel reticolo di strade:

- A 14 a E;
- S.P. 39 a N;
- S.S 16 Adriatica a O
- S.P. 36 a S.

Le Coordinate Geografiche, corrispondenti al centro dei lotti, e i rispettivi Fogli e Particelle sono riportati nella tabella sottostante. La somma totale delle superficie ammonta a circa 36 ha.

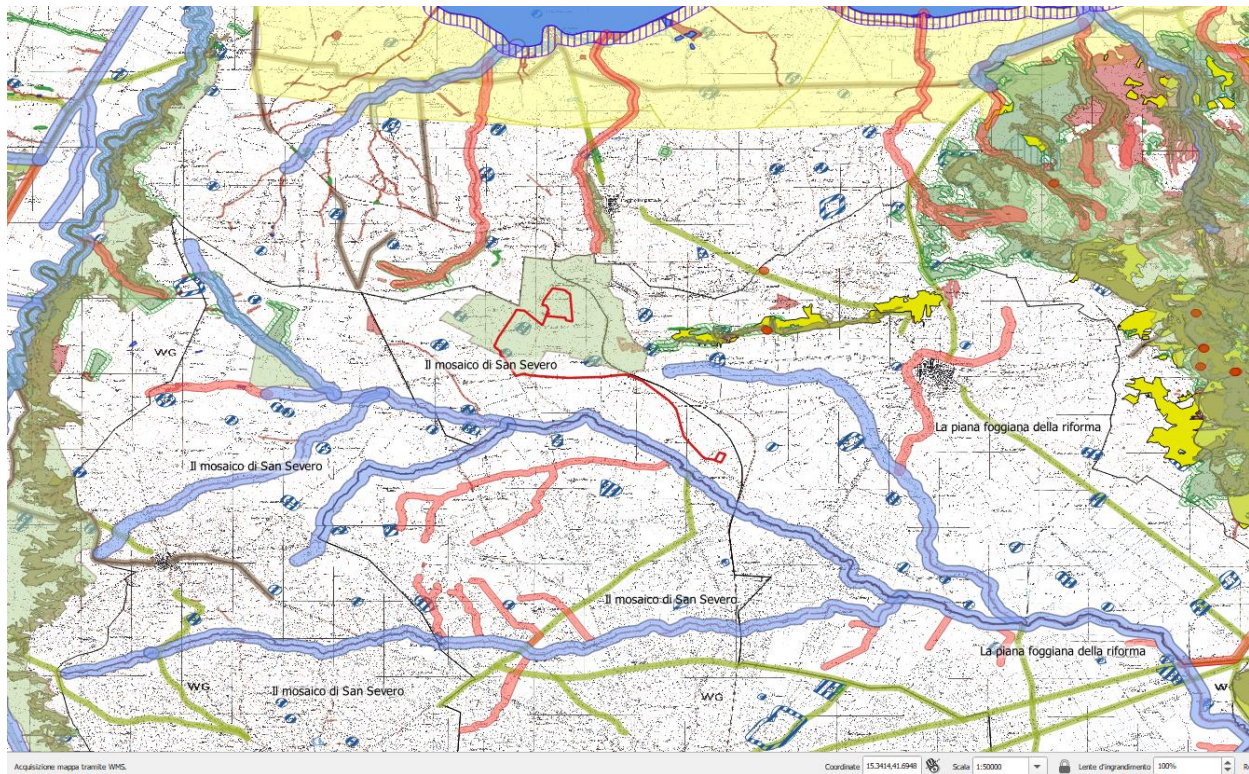
Lotto	Latitudine	Longitudine	Foglio	Particella
1	41°48'1.89"N	15°21'11.76"E	15	155 82 14 62

Tabella 1-1. Localizzazione dei lotti.

La quota media è di 110 m s.l.m.

Nella figura seguente sono stati riportati, in ambiente Qgis, le componenti e gli ambiti del PPTR. Tale strumento, rappresenta ben al di là degli adempimenti agli obblighi nazionali, una operazione unica di grande prospettiva, integrata e complessa che prefigura il superamento della separazione fra politiche territoriali, identificandosi come processo "proattivo", fortemente connotato da metodiche partecipative e direttamente connesso ai quadri strategici della programmazione, i cui assi prioritari si ravvisano su scala europea nella competitività e sostenibilità.





**Legenda**

  Area di impianto

**6.1.1 Componenti geomorfologiche**

UCP - Versanti

UCP - Grotte (100m)

**6.1.2 Componenti idrologiche**

  BP - Territori contermini ai laghi (300m)

  BP - Fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche (150m)

  UCP - Reticolo idrografico di connessione della R.E.R. (100m)

UCP - Aree soggette a vincolo idrogeologico

**6.3.1 Componenti culturali e insediative**

BP - Immobili e aree di notevole interesse pubblico

  BP - Zone gravate da usi civici (validate)

UCP - Area di rispetto delle componenti culturali e insediative (100m - 30m)

  siti storico culturali

**6.2.1 Componenti botanico-vegetazionali**

BP - Boschi

UCP - Aree umide

UCP - Prati e pascoli naturali

UCP - Formazioni arbustive in evoluzione naturale

UCP - Aree di rispetto dei boschi

**6.3.2 Componenti dei valori percettivi**

  UCP - Strade panoramiche

  UCP - Strade a valenza paesaggistica

**5 Ambiti Paesaggistici**

Ambiti (con confini comunali)

Gargano

Tavoliere

Figura 1-1. PPTR; in rosso, centrale, l'area di impianto.

## 3 RIFERIMENTI NORMATIVI

### 3.1 Normative di riferimento comunitarie europee

Per quanto riguarda le direttive di riferimento comunitarie sono incluse, in prima istanza, la Direttiva 96/61/CE concernente la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento per talune attività industriali ed agricole, sostituita dalla direttiva 2008/1/CE ed oggi confluita nella direttiva 2010/75/UE sulle emissioni industriali, come seconda c'è la Direttiva 2001/42/CE sulla Valutazione Ambientale Strategica (VAS) di Piani e Programmi.

Entrambe le direttive hanno introdotto il MA rispettivamente come parte integrante del processo di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio di un impianto e di controllo sui significativi impatti generati nei confronti dell'ambiente e derivanti dall'attuazione dei Piani e dei Programmi.

Grazie alla Direttiva 96/61/CE sono stati introdotti i principi generali del MA definiti come "General Principles of Monitoring" nel Best Reference Document, per assolvere agli obblighi previsti dalla direttiva, relativamente ai requisiti di monitoraggio delle emissioni industriali alla fonte.

Seppur con diverse finalità e specificità rispetto alla VIA, il citato documento sui Principi Generali contiene alcuni criteri di carattere generale quali l'ottimizzazione dei costi, rispetto agli obiettivi, la valutazione del grado di affidabilità dei dati e comunicazione dei dati.

La direttiva 2011/92/UE sulla VIA, modificata dalla direttiva 2014/52/UE introducendo importanti novità in merito al MA che viene riconosciuto come strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente, effetti provenienti dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera, all'individuazione di eventuali effetti negativi significativi, imprevisti, e all'adozione di opportune misure correttive.

Inoltre, la direttiva 2014/52/UE stabilisce che il monitoraggio:

- Non deve duplicare eventuali monitoraggi ambientali già previsti da altre normative pertinenti, che siano comunitarie o nazionali, al fine di evitare oneri ingiustificati; per tale scopo è possibile ricorrere a meccanismi di controllo esistenti derivanti da altre normative comunitarie o nazionali;
- È parte della decisione finale che ne va a definire le specificità (parametri da monitorare e durata del monitoraggio) in maniera adeguata e proporzionale alla natura, localizzazione e dimensione del progetto e all'incidenza dei suoi effetti sull'ambiente.

## 3.2 Normative di riferimento nazionali

Il D.P.C.M. del 27 dicembre 1988 recante “Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità ambientale” tutt’ora in vigore in virtù dell’art.34, comma 1 del D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., nelle more dell’emanazione di nuove norme tecniche, prevede che “[...] la definizione degli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni” costituisca parte integrante del Quadro di Riferimento Ambientale (Art. 5, lettera e).

Il D.lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. va a consolidare la finalità del MA, attribuendone la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si realizza in una fase successiva all’informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h).

Nella Parte Seconda di tale D.lgs. viene individuato il MA (art.22, lettera e); punto 5-bis dell’Allegato VII in cui è definito come “descrizione delle misure previste per il monitoraggio” facente parte dei contenuti del SIA, documentato quindi dal proponente nell’ambito delle analisi e delle valutazioni contenute nella procedura SIA stessa.

Il D.lgs. 163/2006 e ss.mm.ii. regola la procedura VIA per le opere strategiche di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) definendo per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del MA.

Ai sensi dell’Allegato XXI (Sezione II) al D.lgs. 163/2006 e ss.mm.ii.:

- Il Progetto di Monitoraggio Ambientale rappresenta parte integrante del progetto definitivo (art.8, comma 2, lettera g);
- La relazione generale definitiva del progetto “riferisce in merito ai criteri in base ai quali si è operato per la redazione del progetto di monitoraggio ambientale con particolare riferimento per ciascuna componente impattata e con la motivazione per l’eventuale esclusione di taluna di esse” (art.9, comma 2, lettera i);
- Sono specificati i criteri per la redazione del PMA per le opere soggette a VIA in sede Statale e comunque ove richiesto (art.10, comma 3):
  - a) Il Progetto di Monitoraggio Ambientale deve esporre i contenuti, i criteri, le metodologie, l’organizzazione e le risorse che verranno successivamente impiegate per attuare il Piano di Monitoraggio Ambientale, definito come il gruppo di controlli da dover effettuare mediante rilevazione e misurazione dell’evoluzione nel tempo di determinati parametri di carattere biologico, chimico e fisico che contrassegnano le componenti ambientali influenzate dalla realizzazione e/o dall’esercizio delle opere;
  - b) Il PMA deve conformarsi alle prescrizioni introdotte nel citato D.M. 1° aprile 2004 del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio. Dovranno essere adottati tecnologie e sistemi innovativi ivi previsti. Secondo quanto stabilito dalle Linee Guida rilasciato dal MATTM in collaborazione con il MiC, nella redazione del Piano di Monitoraggio Ambientale devono essere fedelmente rispettate le fasi progettuali di seguito riportate:
    - Analisi del documento di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione;
    - Definizione del quadro informativo esistente;
    - Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
    - Scelta delle componenti ambientali;
    - Scelta delle aree da monitorare;
    - Strutturazione delle informazioni;
    - Programmazione delle attività.

## 4 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

L'European Environment Agency (EEA) definisce il Monitoraggio Ambientale come l'insieme delle misurazioni, valutazioni e determinazioni – periodiche o continuative – dei parametri ambientali, effettuato al fine della prevenzione di possibili danni all'ambiente.

## 4.1 Obiettivi del Monitoraggio Ambientale

Il Monitoraggio Ambientale persegue i seguenti obiettivi:

1. Verificare la conformità alle previsioni di impatto individuale nel SIA per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'Opera;
2. Correlare gli stati Ante-Operam, in Corso d'Opera e Post-Operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
3. Garantire, durante la fase di costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
4. Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
5. Fornire alla Commissione VIA gli elementi, di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
6. Effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti, e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.



## 4.2 Requisiti del Piano di Monitoraggio Ambientale

Il PMA deve soddisfare i seguenti requisiti:

1. Prevedere il coordinamento delle attività di monitoraggio previste “ad hoc” con quelle degli Enti territoriali ed ambientali che operano nell’ambito della tutela e dell’uso delle risorse ambientali;
2. Essere coerente con il SIA relativo all’opera interessata dal MA. Eventuali modifiche e la non considerazione di alcune componenti devono essere evidenziate e sinteticamente motivate;
3. Contenere la programmazione dettagliata spazio-temporale delle attività di monitoraggio e definizione degli strumenti;
4. Indicare le modalità di rilevamento e uso della strumentazione coerente con la normativa vigente;
5. Prevedere meccanismi di segnalazione tempestiva di eventuali insufficienze e anomalie;
6. Prevedere l’utilizzo di metodologie validate e di comprovato rigore tecnico-scientifico;
7. Individuare parametri ed indicatori facilmente misurabili ed affidabili, nonché rappresentativi delle varie situazioni ambientali;
8. Definire la scelta del numero, delle tipologie e della distribuzione territoriale delle stazioni di misura in modo rappresentativo delle possibili entità delle interferenze e delle sensibilità/criticità dell’ambiente interessato;
9. Prevedere la frequenza delle misure adeguate alle componenti che si intendono monitorare;
10. Prevedere l’integrazione della rete di monitoraggio con le reti di monitoraggio esistenti;
11. Prevedere la restituzione periodica programmata e su richiesta delle informazioni e dei dati in maniera strutturata e georeferenziata, di facile utilizzo ed aggiornamento, e con possibilità sia di correlazione con eventuali elaborazioni modellistiche, sia di confronto con i dati previsti nel SIA;
12. Prevenire ad un dimensionamento del monitoraggio proporzionato all’importanza e all’impatto dell’Opera. Il PMA focalizzerà modalità di controllo indirizzate su parametri e fattori maggiormente significativi, la cui misura consenta di valutare il reale impatto della sola Opera specifica sull’ambiente. Priorità sarà attribuita all’integrazione quali-quantitativa di reti di monitoraggio esistenti che consentano un’azione di controllo duratura nel tempo;
13. Definire la struttura organizzativa preposta all’effettuazione del MA;
14. Identificare e dettagliare il costo del monitoraggio per le varie componenti ambientali e per le tre fasi, tenendo conto anche degli imprevisti.



### 4.3 Criteri metrologici del Piano di Monitoraggio Ambientale

Nella redazione del PMA sono state eseguite le seguenti fasi progettuali:

1. Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici: per la definizione delle metodiche di monitoraggio che per la determinazione dei valori di riferimento, rispetto ai quali effettuare le valutazioni ambientali;
2. Scelta delle componenti ambientali: quelle individuate dal SIA, integrate con quelle stabilite dalle raccomandazioni e prescrizioni del parere di compatibilità ambientale;
3. Scelta degli indicatori ambientali: basta sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto;
4. Scelta delle aree da monitorare: basata sulla sensibilità e vulnerabilità alle azioni di progetto, sia per la tutela della salute della popolazione sia per la tutela dell'ambiente, in particolare le aree naturali protette, di pregio o interesse individuate dalla normativa comunitaria, nazionale e regionale e le aree sensibili;
5. Strutturazione delle informazioni: si devono identificare tecniche di sintesi dei dati (grafiche e numeriche) che semplifichino la caratterizzazione e la valutazione dello stato ambientale nelle tre fasi.

Programmazione delle attività: in relazione allo stato di avanzamento dei lavori, delle attività di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni.

## 4.4 Scelta degli indicatori di monitoraggio

Per la descrizione dell'ambiente, il ricorso all'uso degli indicatori di monitoraggio, negli ultimi anni, si è limitato all'analisi delle strutture e, in minor misura, alle funzioni proprie delle componenti ambientali, sia prese singolarmente che nel complesso ecosistemico.

La più grande difficoltà a cui devono far fronte gli esperti del settore riguarda la necessità di ponderare il contributo stesso degli indicatori con lo scopo di definire, nel miglior modo possibile, uno status o una funzione ambientale. Nel tempo però le molteplici ricerche ed esperienze hanno concesso di individuare alcuni indicatori "chiave" che permettono di descrivere l'ambiente al meglio.

L'Agenzia Nazionale per la Protezione Ambientale (ANPA), oggi ISPRA, fornisce una fondamentale considerazione riguardante la "natura" stessa di tali indicatori di monitoraggio per conseguire l'elaborazione dei dati rispettando i termini delle procedure di VIA.

La maggior parte dei ricercatori è attualmente rivolta all'impiego del modello DPSIR. Nel modello DPSIR, acronimo di Determinanti-Pressioni-Stato-Impatti-Risposte, gli indicatori di monitoraggio vengono necessariamente inseriti in una logica di sistema, rispettando adeguatamente le esigenze delle politiche di sviluppo sostenibile, caratterizzate a loro volta da un'equilibrata integrazione di fattori ambientali, sociali ed economici.

Vien da sé la necessità di disporre di un modello descrittivo delle interazioni fra i sistemi economici, politici e sociali, con le componenti ambientali secondo la logica di una sequenza causa-condizione-effetto in modo tale da fornire una visione multidisciplinare e integrata dei diversi processi ambientali.

Gli indicatori del modello adottato vengono raggruppati ed organizzati, concettualmente, secondo diversi modelli di riferimento volti ad organizzare la lettura degli indicatori che descrivono la situazione ambientale in una struttura capace di identificare le relazioni di causa-effetto e le attività di risposta che devono essere attuate per ottenere un cambiamento nella direzione desiderata.

Il modello DPSIR, sviluppato dall'Agenzia Europea per l'Ambiente è lo strumento ritenuto più idoneo per descrivere le interazioni ed esprimere, mediante indici, sia la qualità dell'ambiente che le alternative progettuali di miglioramento; motivo per cui tutti i processi di reporting ambientale sono o dovrebbero essere guidati da questo modello.

Come si nota nella figura sottostante, il modello è costituito da cinque elementi, ciascuno dei quali, in merito all'analisi di un noto tema ambientale, deve trovare una rappresentazione mediante indici numerici. Tali indici devono essere rappresentativi, misurabili, basati su solidi presupposti scientifici, facili da interpretare, sensibili ai cambiamenti e capaci di evidenziare la tendenza del fenomeno del tempo.

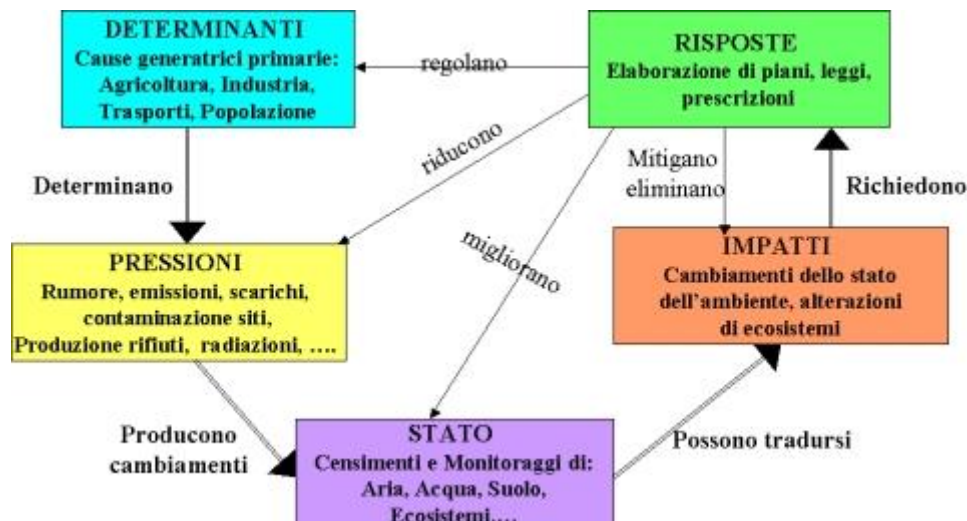


Figura 4-1. Schema del modello DPSIR. (Fonte: Linee guida per la raccolta e l'elaborazione dei dati - Relazione sullo stato dell'ambiente dell'UE 1998-EEA).

I cinque elementi presentati nel modello vengono di seguito spiegati e per ciascuna fase, accostati al significato di indicatori:

- Driving forces o Determinanti: rappresentano il ruolo dei settori economici e produttivi all'interno della società come cause primarie di alterazione degli equilibri ambientali.

Gli Indicatori di Determinanti si riferiscono solitamente ad attività e comportamenti antropici derivanti dagli sviluppi sociali ed economici, dai bisogni individuali, dagli stili di vita e dai livelli di produzione e consumo complessivi. Per citarne qualcuno si può far riferimento a cause come il traffico veicolare, le produzioni industriali, il consumo energetico, la densità di popolazione, ecc.

- Pressioni: sono gli effetti risultanti della presenza delle diverse attività antropiche che si riversano sull'ambiente, alterandone i naturali equilibri.

Gli Indicatori di Pressione individuano le emissioni di sostanze inquinanti in atmosfera, l'inquinamento acustico, gli scarichi industriali, il consumo di risorse naturali come, per esempio, lo sfruttamento di rocce e sabbie per le costruzioni, l'emissione di radiazioni, la produzione dei rifiuti, la contaminazione dei siti naturali, l'espansione urbana, la costruzione delle infrastrutture, ecc.

- Stato: descrive quantitativamente e qualitativamente le condizioni fisiche, chimiche e biologiche delle risorse ambientali di una certa area.

Gli Indicatori di Stato descrivono la temperatura, la concentrazione di alcuni gas inquinanti e/o presenti in atmosfera, il livello di rumore generato dal traffico veicolare come, per esempio, nelle vicinanze di un aeroporto, la popolazione di una specie animale nel proprio habitat, l'erosione generata dall'acqua e dal vento, la degradazione fisica di un suolo, le contaminazioni locali o diffuse, lo stato delle foreste e della natura presente e via dicendo.

- Impatti: equivalgono ai cambiamenti significativi indotti sull'ambiente, intesi come alterazioni generate dalle precedenti azioni antropiche negli ecosistemi, nella biodiversità, sullo stato di salute, nell'economia e nella disponibilità delle risorse.

Gli Indicatori di Impatto si traducono nei cambiamenti sullo stato dell'ambiente indotti dalle Pressioni, come l'aumento di gas ad effetto serra, la contaminazione del suolo e delle risorse idriche, la disponibilità di risorse e le biodiversità.

- Risposte: si riferiscono a tutte quelle azioni attuate (politiche, leggi, prescrizioni, piani, obiettivi, accordi di programma, atti normativi), per mano di gruppi sociali, soggetti pubblici o dagli organi di governo, per fronteggiare, mitigare, compensare, evitare o adattarsi ai cambiamenti manifestatisi sullo Stato dell'ambiente e per raggiungere accordi di protezione ambientale. Sono dunque le risposte fornite da tentativi governativi al fine di evitare, compensare, mitigare o adattarsi ai cambiamenti nello stato dell'ambiente. Ad alcune di queste risposte si può far riferimento come a forza guide negative, poiché esse tendono a re-indirizzare i trend prevalenti nel consumo e nella produzione. Altre risposte hanno come obiettivo quello di elevare l'efficienza dei processi e la qualità dei prodotti attraverso l'uso e lo sviluppo di tecnologie pulite.

Gli Indicatori di Risposta sono la percentuale di auto con marmitta catalitica e quella di rifiuti riciclati, lo sviluppo di tecnologie pulite, piani di gestione dei rifiuti, sviluppi politici comunitari europei di protezione del suolo, piani di bonifica e normative ed incentivi volti a proteggere l'uso delle risorse ambientali.

Secondo tale modello, i cinque elementi illustrati sono connessi tra loro secondo la logica di causa-effetto, infatti sono i Determinanti, ossia gli sviluppi di natura economica e sociale, ad esercitare le Pressioni, espressione delle alterazioni sullo Stato dell'ambiente e delle risorse naturali. A loro volta, i cambiamenti dello stato ambientale si traducono inevitabilmente negli Impatti che si esplicano sulla salute umana, sugli ecosistemi e sull'economia, i quali richiedono delle soluzioni, le Risposte.

Le azioni di risposta possono avere una ricaduta diretta su qualsiasi elemento del sistema, poiché mitigano gli impatti, migliorano lo stato dell'ambiente, riducono le pressioni e regolano i determinanti.

Verosimilmente gli impatti (già di livello medio-basso) possono raggiungere un elevato ed ulteriore abbattimento nel caso di realizzazione e corretta gestione delle attività di compensazione e mitigazione e che tali azioni costituiscono un importante investimento per l'aumento della sostenibilità dell'intervento e dell'areale.

Analogamente, un corretto programma di controllo-monitoraggio sull'area d'intervento e delle immediate vicinanze consentirà di tenere sotto controllo l'evoluzione dei fenomeni ambientali, al fine di garantire il mantenimento di condizioni di qualità ambientale soddisfacenti e, in alcuni casi, di poter intervenire correggendo e/o orientando le attività di gestione delle attività di cantiere e di futuro esercizio.

PAESAGGIO PERCETTIVO												
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni	Monitoraggio	
			D	P	S	I	R				Numero	Frequenza
Grado di inserimento paesaggistico del progetto	Calcolare con regressioni lineari multiple la qualità percepita di un paesaggio esistente e/o fotosimulato consentendone una quantificazione all'interno di una scala cardinale.	numero					R			Ottenere risposte oggettive ed attendibili in merito al grado di "percezione culturale" di nuovi elementi del paesaggio, da parte dei fruitori dello stesso.	1	Ogni 5 anni

ECOLOGIA DEL PAESAGGIO, ECOSISTEMI E RETI ECOLOGICHE												
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni	Monitoraggio	
			D	P	S	I	R				Numero	Frequenza
Habita umano	<p>Insieme delle aree:</p> <p>a) dove la popolazione umana vive;</p> <p>b) che gestiscono in modo permanente, totale o parziale;</p> <p>c) nelle quali apportano energia sussidiaria, limitando la capacità di autoregolazione dei sistemi naturali.</p> <p>La sua importanza risiede nel fatto che costituisce la variabile indipendente nei modelli di studio dei paesaggi, anche nel caso di bassi livelli di antropizzazione.</p>	%			S		R			Sopralluoghi e rilievi di verifica	1	Ogni 5 anni

<b>Biopotenzialità territoriale (BTC)</b>	Grandezza che rappresenta il flusso di energia che un sistema deve dissipare (per m <sup>2</sup> ) per mantenere il suo livello di organizzazione, ordine e metastabilità. Esprime la capacità latente di un paesaggio di ritornare allo stato di equilibrio metastabile. Viene stimata con un'apposita metodologia sulla componente di un paesaggio o parte di una sua parte.	Mcal/m <sup>2</sup> /anno				S	R			Sopralluoghi e rilievi di verifica	1	Ogni 5 anni

VEGETAZIONE E FLORA												
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni	Monitoraggio	
			D	P	S	I	R				Numero	Frequenza
<b>Numero di specie soggette a tutela</b>	Presenza di specie soggette a tutela.	Numero			S	I				Sopralluoghi e rilievi di verifica	1	Ogni anno
<b>Numero di singoli esemplari meritevoli di salvaguardia</b>	Presenza di singoli esemplari arborei o arbustivi meritevoli di salvaguardia.	Numero			S	I				Sopralluoghi e rilievi di verifica	1	Ogni 5 anni



USO DEL SUOLO E PATRIMONIO AGROALIMENTARE												
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni	Monitoraggio	
			D	P	S	I	R				Numero	Frequenza
Aumento superfici destinate a colture di pregio	Superfici adibite a agricoltura di pregio nell'intorno dell'area d'intervento	m <sup>2</sup>	D		S					Verifica sui dati del censimento agricoltura e sui registri delle colture di pregio	1	Ogni 5 anni



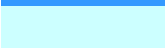
SUOLO E SOTTOSUOLO												
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni	Monitoraggio	
			D	P	S	I	R				Numero	Frequenza
Erosione	Indice di perdita di suolo	Numero			S	I				Sopralluoghi e rilievi di verifica	1	Ogni anno

FAUNA												
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni	Monitoraggio	
			D	P	S	I	R				Numero	Frequenza
Numero specie ornamentiche e di chiroterteri presenti	Censimento delle specie faunistiche per classe con particolare riguardo alle specie sinantropiche	91 e 1			S		R			Tenere sotto controllo la biodiversità faunistica permettendo di individuare, inoltre, la presenza di specie che si sono adattate a vivere in habitat antropizzati.	1	Ogni anno
Numero specie ornamentiche e di chiroterteri presenti in Lista Rossa e di interesse	Censimento delle specie faunistiche per status fenologico (residenti, migratori, nidificanti, ecc..) con particolare riguardo alle specie migratorie.	30 e 1			S		R			Tenere sotto controllo la biodiversità faunistica con particolare riguardo alle specie migratorie.	1	Ogni anno
Biopermeabilità	Capacità di una specie di attraversare un mosaico paesistico	numero		P			R			Tenere in considerazione questo indicatore per garantire la realizzazione di sistemi percolanti cioè attraversabili da parte della fauna	1	Ogni 5 anni

MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE													
Indicatori	Descrizione	Unità di misura	Tipologia di indicatore					Applicabilità	Significatività	Azioni	Monitoraggio		
			D	P	S	I	R				Numero	Frequenza	
Grado di attecchimento della vegetazione	Numero di piantine suddivise per specie che hanno attecchito rispetto al numero totale di piantine messe a dimora anche con riferimento alle specie xerofile e resistenti al fuoco).	numero			S		R			Sopralluoghi e rilievi di verifica	1	6 mesi 12 mesi 24 mesi.	In caso di dismissione
Grado di copertura della vegetazione	Percentuale di suolo interessato dall'intervento di rinaturalizzazione coperto da vegetazione rispetto alla superficie di intervento totale.	%			S		R			Sopralluoghi e rilievi di verifica	1	6 mesi 12 mesi 24 mesi.	In caso di dismissione
Numero di opere idraulico-agrarie nuove	Numero nuove realizzazioni di opere idraulico agrarie.	numero	D				R			Sopralluoghi e rilievi di verifica	1	ogni 5 anni	
Stato delle manutenzioni delle opere idraulico-agrarie	Stato delle sistemazioni oggetto di regolare manutenzione.	%			S		R			Sopralluoghi e rilievi di verifica	2	ogni anno	

Contenuto di sostanza organica nel terreno (in relazione alla desertificazione)	Monitoraggio di eventuali fenomeni di degrado dei suoli	%	D	S	R				Analisi chimico-fisiche dei terreni	1	ogni 5 anni
Superficie percorsa da incendi	Monitoraggio delle superfici all'interno dell'impianto eventualmente percorse da incendio	m <sup>2</sup>	D	P	I				Sopralluoghi e rilievi di verifica	1	ogni anno

### SIGNIFICATIVITA'/APPLICABILITÀ

	ELEVATA
	MEDIA
	BASSA

## 4.5 Struttura organizzativa preposta all'effettuazione del monitoraggio ambientale

In considerazione del numero e delle articolazioni delle attività di monitoraggio ambientale è necessario che venga definita la struttura organizzativa prevista per lo svolgimento e la gestione di tutte le attività di monitoraggio, per l'intera durata dello stesso.

In questa struttura deve essere individuata la figura del Responsabile Ambientale.

Viene inoltre riportato un elenco con le principali competenze specialistiche da prevedere per ciascuna componente e/o fattore ambientale.

COMPONENTE	FATTORE	COMPETENZE SPECIALISTICHE
ATMOSFERA E CLIMA	Modifiche climatiche	Qualità dell'aria Modellistica
	Rilascio inquinanti in atmosfera	Meteorologia Fisica/chimica dell'atmosfera Biologia
ACQUE SUPERFICIALI	Modifiche drenaggio superficiale	Biologia
	Modifiche chimico-fisico-biologiche acque superficiali	Modellistica
ACQUE SOTTERRANEE	Modifiche idrogeologiche, acquifero superficiale	Ingegneria idraulica o ambientale Geologia
	Modifiche chimico-fisico-biologiche acque sotterranee	Chimica
SUOLO	Modifiche pedologiche	Agronomia
	Modifiche di destinazione dell'uso del suolo	Pedologia
SOTTOSUOLO	Caratteristiche geologiche e geotecniche	Geologia Idrogeologia
	Instabilità dell'area dal punto di vista sismico	Geotecnica
VEGETAZIONE E USO DEL SUOLO	Perdita permanente di superficie vegetata	Scienze forestali Zoologia Biologia
	Perdita temporanea di vegetazione	
	Sottrazione permanente di superficie agricola	
FLORA E FAUNA	Perdita diretta di habitat	Botanica
	Elementi di disturbo	Agronomia
	Effetto barriera	Pedologia
ECOSISTEMI	Alterazione dell'ecosistema	Telerilevamento
	Frammentazione dell'ecosistema (analisi della connettività)	
SALUTE PUBBLICA	Vicinanza a insediamenti abitativi	

	Rischio d'incidente	Sociologia dell'ambiente e del territorio Comunicazione
	Produzione di polveri	
	Produzione di rifiuti	
	Produzione di rumori	
RUMORE E VIBRAZIONI	Traffico veicolare	Modellistica Acustica ambientale Valutazione di impatto acustico Ingegneria civile delle strutture Geotecnica Rilevamento vibrazioni Valutazione di impatto vibrazionale
	Vicinanza a insediamenti abitativi	
	Effetto di disturbo della fauna	
RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE	Reti di trasmissioni elettriche	Rilevamento campi elettromagnetici Valutazione di impatti dei campi elettromagnetici
	Alimentazione di energia elettrica	
PAESAGGIO	Modifica della percezione dei siti naturali e storico-culturali	Architettura del paesaggio Sociologia dell'ambiente e del territorio



## 5 CRITERI SPECIFICI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE PER LE SINGOLE COMPONENTI E/O FATTORI

### 5.1 Atmosfera e clima

Il PMA è finalizzato a caratterizzare la qualità dell'aria durante le diverse fasi operative mediante rilevazioni strumentali, focalizzando l'attenzione sugli inquinanti direttamente o indirettamente immessi nell'atmosfera.

Unitamente al monitoraggio dei parametri chimici (inquinanti atmosferici) è necessario effettuare il monitoraggio dei parametri meteorologici che caratterizzano lo stato del clima locale, nonché un aspetto di fondamentale importanza per effettuare una corretta analisi e/o previsione delle modalità di diffusione e trasporto degli inquinanti atmosferici.

Sulla base del SIA, l'impianto agrivoltaico non rilascia sostanze inquinanti in atmosfera, ma va valutato il fenomeno d'innalzamento delle polveri e produzione di gas, generati dal transito dei mezzi di trasporto usati durante la fase di cantiere per l'approvvigionamento dei materiali e per le operazioni di scavo.

Nella fase di realizzazione dell'opera il monitoraggio è direttamente correlato all'avanzamento dei lavori di cantierizzazione, pertanto il PMA è stato elaborato coerentemente con le informazioni contenute nel piano di cantierizzazione dell'opera, con particolare riferimento alla distribuzione spaziale e temporale delle diverse attività di cantiere ed alle specifiche modalità operative, tecniche e gestionali, di realizzazione dell'opera.

#### 5.1.1 Identificazione degli impatti da monitorare

Nella scelta delle aree oggetto dell'indagine si fa riferimento ai diversi livelli di criticità dei singoli parametri, con particolare riferimento a:

- Tipologia dei recettori;
- Localizzazione dei recettori;
- Morfologia del territorio interessato.

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla presenza del cantiere per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico sono collegati alle lavorazioni relative alle attività di scavo a sezione obbligata e che interessa solo la coltre superficiale del substrato areato in posto, ed alla movimentazione di piccole porzioni di terreno che serviranno a livellare alcune aree all'interno del sito per creare delle zone omogenee ed uniforme, oltre al transito dei mezzi pesanti e di servizio, che in determinate circostanze, specie durante la fase di cantiere possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività) oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria.

Per quanto riguarda la fase di cantiere le azioni di lavorazione maggiormente responsabili delle emissioni sono:

- Operazioni di scavo delle aree di cantiere;
- Movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento alle attività dei mezzi d'opera nelle aree di stoccaggio;
- Formazione della viabilità di servizio ai cantieri.

Dalla realizzazione ed esercizio della viabilità di cantiere derivano altre tipologie di impatti ambientali:

- Dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;
- Dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico di materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;

- Risollevarmento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle stesse.

Le maggiori problematiche sono generalmente determinate dal risollevarmento di polveri dalle pavimentazioni stradali dovuto al transito dei mezzi pesanti, dal risollevarmento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento e da importanti emissioni di polveri localizzate nelle aree di deposito degli inerti.

I punti di monitoraggio vengono individuati considerando come principali bersagli dell'inquinamento atmosferico recettori isolati particolarmente vicini al tracciato stradale e centri abitati o piccole frazioni o eventualmente case sparse disposti in prossimità dello stesso.

In generale si possono individuare 4 possibili tipologie di impatti:

- Inquinamento dovuto alle lavorazioni in prossimità dei cantieri;
- Inquinamento prodotto dal traffico dei mezzi di cantiere;
- Inquinamento dovuto alle lavorazioni effettuate sul fronte avanzamento lavori;
- Inquinamento prodotto dal traffico veicolare della strada in esercizio.

I punti di monitoraggio possono essere collocati seguendo i criteri sottoelencati:

- Verifica della presenza di altri recettori nelle immediate vicinanze in modo da garantire una distribuzione dei siti di monitoraggio omogenea rispetto alla lunghezza del tratto stradale;
- Possibilità di posizionamento del mezzo in aree circostanti e rappresentative della zona inizialmente scelta;
- Copertura di tutte le aree recettore individuate lungo il tracciato;
- Posizionamento in prossimità di recettori ubicati lungo infrastrutture stradali esistenti.

### Parametri da rilevare

I parametri da rilevare possono essere suddivisi in due categorie:

- Parametri meteorologici: Consistono in tutti quei parametri che vanno a caratterizzare il clima di un territorio, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, temperature dell'aria, umidità relativa e assoluta, precipitazioni atmosferiche, radiazione solare globale e diffusa.
- Parametri qualità dell'aria: Consistono in quei parametri che vanno a misurare la composizione degli elementi nell'aria, specialmente quelli che condizionano la salute pubblica e della vegetazione, per tale motivo la legislazione vigente, D. Lgs.155/2010 e ss.mm.ii, stabilisce valori limite di concentrazione. Gli elementi da rilevare sono: CO, NOx, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, Pb, As, Ni, Cd, Benzo(a) pirene, O<sub>3</sub>.

### **5.1.2 Monitoraggio dei parametri microclimatici**

Per il monitoraggio dei parametri microclimatici sarà prevista l'installazione di una Stazione agrometeorologica completa, completa di sensori per il rilevamento di:

- Radiazione solare globale;
- Anemometro;
- Termo-igrometro;
- Bagnatura fogliare;
- Barometro.

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 ad un'altezza dal suolo significativa 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.

In particolare, il monitoraggio riguarderà:

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

Tale monitoraggio viene effettuato per tutta la durata di vita dell'impianto agrivoltaico, con la possibilità di comunicare i dati agli enti competenti ed eventualmente ai progettisti con report annuali.

### 5.1.3 Articolazione temporale

#### Ante-operam (AO)

Per la caratterizzazione climatica in fase ante-operam si fa affidamento a dati ottenuti da stazioni locali già presenti sul territorio. Tali dati saranno integrati con la stazione di monitoraggio climatico che verrà installata nell'area oggetto di studio. Come detto precedentemente, per l'installazione della nuova stazione devono essere consultate le autorità locali di competenza, creando un sistema con la rete territoriale. Per questa fase si suggerisce l'installazione della nuova stazione almeno 1 anno prima (o un arco temporale idoneo) dell'avvio dei lavori.

Riguardo alla qualità dell'area e le sue componenti, visto che l'impianto oggetto di studio non produce emissioni in atmosfera, si possono utilizzare stazioni di rilevamento mobili posizionate nei pressi dell'area per almeno 2 mesi prima dell'avvio dei lavori. I mezzi e la strumentazione utilizzata devono essere certificati e rispettare i requisiti di legge.

#### In corso d'opera (CO)

In corso d'opera saranno utilizzate le strumentazioni già impiegate ed installate nella fase di ante-operam. Riguardo alla strumentazione per la qualità dell'aria, deve essere presente per tutta la durata della fase di cantiere, gestita da remoto, con possibilità di attivare allarmi o notifiche su dispositivi

digitali, quando si rileva valori oltre il limite di legge; tale condizione permette di intervenire tempestivamente e limitare i possibili impatti.

Utilizzando la strumentazione già presente nell'area di studio, si ha la possibilità di effettuare un monitoraggio continuo nel tempo.

#### Post-operam (PO)

Anche in questa fase si utilizzeranno strumentazioni già presenti e installate sul territorio. Il monitoraggio della qualità dell'aria deve prolungarsi per almeno 1 anno dopo la conclusione dell'attività di cantiere, mentre la stazione di rilevamento dei dati meteorologici, essendo fissa, va ad integrarsi con la rete di rilevamento locale.

## 5.2 Acque superficiali

Il PMA deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA) e dalla direttiva 2006/118/CE relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento. Le disposizioni comunitarie sono state recepite dall'ordinamento nazionale con il D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., "Parte III - Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche" (artt. 53 – 176) e dai suoi Decreti attuativi, unitamente al D.Lgs. n. 30/2009 per le acque sotterranee.

Per il monitoraggio in corso d'opera (fase di cantiere) e post-operam (fase di esercizio), il PMA per le acque superficiali dovrà essere finalizzato all'acquisizione di dati relativi alle:

- Variazioni dello stato quali-quantitativo dei corpi idrici in relazione agli obiettivi fissati dalla normativa e dagli indirizzi pianificatori vigenti;
- Variazioni delle caratteristiche idrografiche e del regime idrologico ed idraulico dei corsi d'acqua e delle relative aree di espansione;
- Interferenze indotte sul trasporto solido naturale, sui processi di erosione e deposizione dei sedimenti fluviali e le conseguenti modifiche del profilo degli alvei.

Per l'impianto in esame, come ampiamente dimostrato nel SIA, in fase di esercizio non si prevedono impatti significativi, infatti i componenti presenti sono i pannelli fotovoltaici, le cabine di campo ed eventuali depositi agricoli, dove in corrispondenza di ogni struttura verranno previsti opportuni sistemi di regimentazione delle acque superficiali che raccoglieranno le eventuali acque meteoriche drenandole verso i compluvi naturali; inoltre l'intero impianto non comporterà significative modificazioni alla morfologia del sito, né comporterà una barriera al deflusso idrico superficiale. La qualità delle acque non sarà inoltre influenzata dalla presenza dell'impianto in quanto la produzione di energia tramite fonte solare si caratterizza per l'assenza di qualsiasi tipo di rilascio nei corpi idrici o nel suolo.

Possibili impatti si potrebbero verificare in fase di cantiere, dovuto ai mezzi meccanici in movimento. Per tale motivo, in questa fase saranno previsti opportuni sistemi di regimentazione delle acque superficiali che dreneranno le portate meteoriche verso i compluvi naturali. Le aree di cantiere non saranno impermeabilizzate e le movimentazioni riguarderanno strati superficiali. Gli unici scavi relativamente profondi riguarderanno quelli relativi alle opere di fondazione per l'alloggiamento delle cabine di campo e dei depositi agricoli, che di fatto riguardano situazioni puntuali. Durante la fase di cantiere non ci sarà dunque alterazione del deflusso idrico superficiale, anche in funzione del fatto che sulle aree interessate dalle opere non è stato rilevato un reticolo idrografico di rilievo. Per quanto attiene al deflusso superficiale, l'eventuale contaminazione, dovuta al rilascio di sostanze volatili di scarico degli automezzi, risulterebbe comunque limitata all'arco temporale necessario per l'esecuzione dei lavori e, quindi, le quantità di inquinanti complessive rilasciate risulterebbero basse e, facilmente, diluibili ai valori di accettabilità. Nel caso di rilasci di oli o altre sostanze liquide inquinanti, si provvederà all'asportazione delle zolle secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

### Strumentazione e localizzazione

L'esecuzione dei monitoraggi (strumentazione, numero di campioni da rilevare nel periodo di osservazione, modalità di campionamento, ecc.) dovrà essere conforme quanto previsto dalle linee guida e dagli standard adottati a livello internazionale e nazionale. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla norma UNI CEN EN ISO 17025.

Non si prevedono stazioni fisse di monitoraggio, ma si individuano dei rappresentativi siti di campionamento. Tali siti devono essere posizionati in tratti strategici del corpo idrico in modo da mettere in risalto eventuali agenti inquinanti o anomalie provenienti dall'impianto da realizzare. I siti devono essere scelti uno a monte e uno a valle dell'impianto.

#### Parametri da rilevare

La tecnica di campionamento e le analisi devono essere conformi a quanto previsto dalla normativa nazionale, i parametri da monitorare sono:

- Chimico-Fisico: Livello di inquinamento dei macrodescrittori per lo stato ecologico (LIMeco);
- Idrologico: Portata del corpo idrico, alterazione del regime idrico;
- Chimico: Durezza, cloro, solfati, sostanze azotate (ammoniaca, nitriti e nitrati), concentrazione delle sostanze inquinanti, idrocarburi, metalli pesanti, BOD5, COD;
- Fisici: temperatura, pH;
- Microbiologico: Escherichia coli.

### **5.2.1 Articolazione temporale**

#### Ante-operam (AO)

Anche se la Regione Puglia, durante le campagne di monitoraggio dei corpi idrici, ha classificato il Torrente Candelaro con uno stato ecologico "scarso" e stato chimico "buono", prima dell'avvio dei lavori, si ha la necessità di caratterizzare lo stato ecologico e le componenti chimico-fisiche del corpo idrico nelle immediate vicinanze dell'impianto, per questo motivo, si dovrà procedere ad effettuare un'analisi dei parametri sopra esposti in un periodo prossimo all'inizio della fase di cantiere.

#### In corso d'opera (CO)

Durante la fase di cantiere, dove sono stati riscontrati potenziali impatti con l'ambiente idrico, si deve prevedere una frequenza di campionamento idonea, specialmente in quelle fasi di lavoro dove sono previsti un numero elevato di mezzi meccanici in movimento e scavi profondi, che andrebbero a modificare il deflusso delle acque meteoriche o acque di cantiere e la dilavazione di sostanze inquinanti.

Oltre all'monitoraggio, in fase di cantiere si deve effettuare controlli periodici nelle aree di stoccaggio dei rifiuti, nelle aree di deposito dei mezzi e delle apparecchiature che potrebbero rilasciare oli o lubrificanti. Inoltre, sempre periodicamente, si necessita di un controllo del deflusso delle acque di regimazione superficiali.

#### Post-operam (PO)

In fase di esercizio dell'opera, come evidenziato nel SIA, non si prevedono impatti con la componente idrica, con ciò si suggerisce di effettuare un campionamento annuo nei primi 3 anni successivi dal termine dei lavori.

## 5.3 Suolo

Il PMA deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dal Dlgs.152/06 e ss.mm. e ii e dal D.M.n.161/12 e ss.mm.ii.

In tutte le fasi dell'opera, il monitoraggio dovrà essere finalizzato all'acquisizione di dati relativi alla:

- sottrazione di suolo ad attività pre-esistenti;
- Entità degli scavi in corrispondenza delle opere da realizzare, controllo dei fenomeni franosi e di erosione sia superficiale che profonda;
- Gestione dei movimenti di terra e riutilizzo del materiale di scavo (Piano di Riutilizzo in sito o altro sito del materiale di scavo);
- Possibile contaminazione per effetto di sversamento accidentale di oli e rifiuti sul suolo.

L'impatto sul suolo e sul sottosuolo indotto dall'opera e dalle opere accessorie sono riconducibili all'occupazione di superficie, all'alterazione morfologica e alla possibilità di insorgere fenomeni di erosione.

I terreni sui quali è previsto l'intervento sono aree prevalentemente agricole utilizzate come seminativi. A lavori ultimati, si prevederà il ripristino di tutte le aree non necessarie alla gestione dell'impianto. L'impatto del sottosuolo sarà limitato alle sole opere di fondazioni delle cabine elettriche, per effetto degli scavi e il getto di cls., ed avrà effetto puntuale e sarà poco significativa in quanto poco profondo e con un ingombro areale estremamente contenuto.

L'impianto di progetto è stato concepito in modo tale da assecondare la naturale conformazione del sito, in modo da limitare i movimenti terra e quindi le alterazioni morfologiche. Inoltre, le opere verranno localizzate su aree geologicamente stabili, escludendo situazioni particolarmente critiche.

### Strumentazione e localizzazione

L'esecuzione dei monitoraggi (strumentazione, numero di campioni da rilevare nel periodo di osservazione, modalità di campionamento, ecc.) dovrà essere conforme quanto previsto dalle linee guida e dagli standard adottati a livello nazionale. L'affidabilità e la precisione dei risultati dovranno essere assicurati dalle procedure di qualità interne ai laboratori che effettuano le attività di campionamento ed analisi e, pertanto, i laboratori coinvolti nelle attività di monitoraggio dovranno essere accreditati ed operare in modo conforme a quanto richiesto dalla norma UNI CEN EN ISO 17025.

Visto le caratteristiche spaziali dell'impianto, si prevedono almeno 5 campioni di suolo in ogni lotto dove ricade l'impianto.

La profondità di indagine per i parametri agronomici viene definite mediante le seguenti indicazioni:

- Tipologici che presentano solo colture erbacee: strato di terreno da 0 a 30 cm (topsoil)
- Tipologici che presentano colture arboree: strato di terreno da 0 a 30 cm (topsoil) e strato di terreno da 30 a 60 cm (subsoil).



## Parametri da rilevare

Le caratteristiche del suolo che si intendono monitorare in un campo agrivoltaico sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni, fra i quali la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità. In particolare verrà indagata la presenza di metalli pesanti, sia ante-operam che a cadenze regolari di due anni, per i primi cinque anni, e successivamente ogni cinque.

Per tali ragioni è stato prodotto un protocollo di monitoraggio che valuti nel tempo l'impatto sul suolo. Di seguito viene illustrata la metodologia utilizzata facendo riferimento alle seguenti fonti:

- Metodi di analisi chimica del suolo approvati dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (D.M.13.09.99 "Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo") e dal DM 471/99;
- MIPAF Osservatorio Nazionale Pedologico "Analisi Microbiologica del Suolo" Ed. 2002.

Il protocollo di monitoraggio si attua in due fasi:

1. La prima fase del monitoraggio precede la realizzazione dell'impianto agrivoltaico e consiste nella **caratterizzazione stazionale e pedologica dell'appezzamento**, tramite una scala cartografica di dettaglio, osservazioni in campo e una caratterizzazione del suolo.
2. La seconda fase del monitoraggio, invece, prevede la valutazione di alcune caratteristiche del suolo ad intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20-25-30 anni dall'impianto) attraverso il prelievo di campioni.

Tali intervalli sembrano essere sufficienti per rilevare le eventuali modifiche dei parametri del suolo. Tuttavia, verrebbero aumentati all'emergere di valori critici dei parametri monitorati.

Al fine di rendere rappresentative le analisi da effettuare rispetto all'area di intervento, il numero di campioni da prelevare sarà determinato in funzione della superficie occupata dai pannelli fotovoltaici e dalle caratteristiche dell'area (omogeneità od eterogeneità) ed estensione dell'area da campionare.

In tutte e due le fasi del monitoraggio deve essere effettuata un'analisi stazionale, con le analisi di laboratorio dei campioni di suolo.

Saranno poi oggetto di monitoraggio nella seconda fase solo quelle caratteristiche e proprietà che si ritiene possano essere influenzate dalla presenza del campo agrivoltaico.

Di seguito vengono riportate alcune definizioni che inserite nel decreto DM 471/99 Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo.

Analisi di caratterizzazione: insieme di determinazioni che contribuiscono a definire le proprietà fisiche e/o chimiche di un campione di suolo.

Zona di campionamento: area di terreno omogenea sottoposta a campionamento e suddivisa in più unità di campionamento.

Unità di campionamento: estensione definita di suolo, dotata di limiti fisici o ipotetici.

Campione elementare o subcampione: quantità di suolo prelevata in una sola volta in una unità di campionamento.

Campione globale: campione ottenuto dalla riunificazione dei campioni elementari prelevati nelle diverse unità di campionamento. Campione finale: parte rappresentativa del campione globale, ottenuta mediante eventuale riduzione della quantità di quest'ultimo.



### 5.3.1 Campionamento

Le modalità da seguire per il campionamento sono riportate:

- Nell'Allegato 2 Parte Quarta del D.Lgs 152/2006;
- Nel capitolo 2 del Manuale APAT 43/2006;
- Nel "Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati", D.M. n. 471/1999 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni";
- Nelle "Linee Guida in materia di bonifica dei siti inquinati nella Regione Siciliana" (G.U.R.S. parte prima S.O. – n. 17 del 22/04/2016).

Secondo le normative su esposte, per il progetto in essere, occorre predisporre un idoneo Piano di Campionamento (PdC) che dovrà riportare almeno le seguenti informazioni:

- Località di indagine;
- N° campionamenti;
- Posizione dei punti di campionamento su planimetria del sito investigato;
- Epoca di campionamento;
- Tipologia di campionamento;
- Modalità di esecuzione dei sondaggi.

Ai fini di un corretto campionamento occorrerà definire:

- I composti da ricercare: Vengono identificati in base alle informazioni.

I punti di campionamento secondo le seguenti possibilità:

1. Ubicazione ragionata (se sono disponibili informazioni approfondite sul sito che consentano di prevedere la localizzazione delle aree più vulnerabili e delle più probabili fonti di contaminazione);
2. Ubicazione Sistemica (a griglia, casuale, statistico);
3. La profondità di campionamento: Idealmente il sottosuolo viene suddiviso in zone sovrapposte denominate, a partire dalla superficie: (suolo superficiale (top soil), zona insatura, frangia capillare, zona satura);
4. Il metodo di campionamento: attraverso metodi di scavo manuale o meccanizzato: (scavo per mezzo di utensili manuali, scavo per mezzo di trivella o carotatore manuale, scavo per mezzo di pala meccanica, sistemi di perforazione a rotazione o a percussione).

### 5.3.2 Localizzazione

Nell'ambito dell'area di progetto, l'individuazione di una porzione omogenea rappresenta il passaggio cruciale per la conseguente scelta della zona di campionamento, poiché da ciò dipende la rappresentatività del campione e, di conseguenza, la concreta applicabilità delle informazioni desunte dalle analisi.

Al fine di verificare l'omogeneità del sito, la modalità più corretta di procedere consiste nel:

- Identificare la categoria nella quale ricade l'impianto mediante la Carta di Uso del Suolo della Regione Puglia;
- Elaborare carte tematiche (pendenze e dislivelli) mediante la carta DEM (Digital Elevation Model);
- Esecuzione di un sopralluogo per confermare il risultato delle elaborazioni ai punti precedenti.

Dopo aver accuratamente determinato l'omogeneità delle caratteristiche del sito, si procede nel determinare il numero dei campioni e la loro geolocalizzazione.

In tal senso, saranno impiegate le seguenti regole:

- La distribuzione dei siti di campionamento deve essere sufficientemente omogenea sul territorio agricolo in modo da evitare buchi o eccessive concentrazioni; qualora vi siano delle zone evidentemente diverse per qualche caratteristica, come contenuto di scheletro, tessitura, drenaggio, pendenza, esposizione, queste vanno eliminate dal campionamento ed eventualmente campionate a parte. Allo stesso modo sono da eliminare i bordi dell'area per almeno 5 metri da fossi, cumuli di deiezioni o altri prodotti, e altre zone rimaneggiate.
- Il numero dei siti deve essere statisticamente significativo a contenere la variabilità intrinseca del terreno per certe caratteristiche;
- I punti di campionamento dovranno essere eseguiti su almeno due punti dell'intera area, uno in posizione ombreggiata al di sotto dei moduli fotovoltaici, l'altro nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli;
- I campioni di suolo prelevati dovranno essere distanti almeno 200 metri dal successivo;
- Tali punti dovranno essere geo referenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio.

### 5.3.3 Numero di campionamento

Come esposto precedentemente i punti di campionamento dovranno essere su almeno due aree distinte dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata al di sotto del pannello fotovoltaico l'altro nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli. I campioni di suolo prelevati dovranno essere distanti al meno 200 metri dal successivo.

Il Dlgs 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, nelle sue "Linee guida per il 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.

Pertanto, considerato quanto esposto in precedenza, verificata la condizione di forte omogeneità dell'area oggetto dell'intervento si è ritenuto di utilizzare come campionamento n°1 campione ogni 8 ettari di terreno utilizzato, che complessivamente corrispondono a n°3 campioni, visto che la superficie totale dell'area è pari a circa 25 ettari di terreno.

Per assolvere all'obiettivo di uno in posizione ombreggiata al di sotto del pannello fotovoltaico, l'altro nelle aree di controllo meno disturbate dalla presenza dei pannelli. Si è deciso di arrivare ad un totale di 5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo.

### 5.3.4 Profondità del campionamento

Solitamente il prelievo di suolo destinato ad analisi microbiologiche e biochimiche si esegue alla profondità di 0-15 cm poiché, di norma, è questo lo strato di suolo maggiormente colonizzato dai microrganismi. Questo approccio non sempre risulta valido dal momento che la distribuzione della biomassa microbica lungo il profilo di un suolo è regolata da molteplici fattori e differisce anche in base al tipo di gestione da parte dell'uomo. A parità di tipo di suolo, infatti, un prato naturale polifita ed un campo arato devono essere campionati in modo differente; nel primo si avrà in linea di massima una biomassa localizzata nei primi 5 cm di profondità, nel secondo sarà necessario campionare anche gli strati più profondi. Avviene infatti che nei suoli agrari i microrganismi risultino distribuiti piuttosto uniformemente. Pertanto, è bene seguire le seguenti regole generali:

- Nei suoli arativi soggetti a rovesciamento o rimescolamento, occorre prelevare il campione alla massima profondità di lavorazione del suolo ed eventualmente, distinguendo i due campioni, anche lo strato immediatamente sottostante al limite di lavorazione;
- Nei suoli a prato da sfalcio è necessario prima eliminare attentamente la cotica erbosa, e successivamente campionare lo strato interessato dagli apparati radicali delle specie erbacee. In generale, per le analisi biochimiche è comunque sufficiente campionare a profondità di 0 - 10 o 0 - 20 cm;
- Per l'area in oggetto, le analisi saranno eseguite nei primi 20 cm di profondità;
- Per le analisi nell'area in oggetto e per ogni campione, saranno prelevati 5 sub-campioni per campione, per un totale di 30 sub-campioni.

In sede di monitoraggio bisognerà fare attenzione al controllo del mantenimento delle caratteristiche strutturali dei suoli nelle aree di cantiere, spesso utilizzate anche come siti di deposito temporaneo.

La contaminazione, sicuramente più probabile nelle aree di cantiere (per questo scelte come sedi dei punti di controllo), può essere tenuta sotto controllo.

Normalmente gli sversamenti accidentali, per lo più dovuti ai mezzi di trasporto e di movimentazione, sono vistosamente evidenti e pertanto si può correre ai ripari in tempi veloci garantendo un margine elevato di sicurezza. Nel caso dovessero verificarsi contaminazioni accidentali, si prevedranno delle indagini extra e specifiche, in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, in contemporanea a controlli sulle acque superficiali e sotterranee. Si precisa che, ad ogni modo, tali circostanze sono estremamente remote nel caso di cantieri che dovranno essere impiantati per la costruzione di impianti agrivoltaici.

### 5.3.5 Epoca di campionamento

Generalmente, l'epoca di campionamento di un suolo coltivato segue le lavorazioni principali e le concimazioni, al fine di poterne stimare i fabbisogni di fertilizzanti per una specifica coltura.

Il suolo su cui insisterà l'impianto agrivoltaico, essendo interessato da un seminativo non irriguo, rimarrà coperto da vegetazione erbacea, pertanto:

- Per le analisi sulla microflora si dovrà far riferimento alle oscillazioni quali-quantitative ambientali, temperature, precipitazioni, umidità, ecc.
- Per quanto riguarda le analisi biochimiche, è anche possibile lavorare su suolo essiccato all'aria e successivamente condizionato in laboratorio. Pertanto è sufficiente evitare i periodi in cui i suoli da campionare sono intrisi di acqua o quando sono troppo asciutti.

Converrà quindi riferirsi ad una situazione media o comunque non estrema. Si eviterà di campionare dopo un periodo di particolare siccità o piovosità evitando i mesi estivi (luglio-agosto) e invernali (novembre – gennaio), in accordo con il laboratorio di analisi.

### 5.3.6 Verbale di campionamento

Dato che nel corso del tempo il soggetto che esegue i campionamenti potrebbe cambiare, è buona norma avere cura di allegare al campione una breve scheda di campagna che riassume le osservazioni di campo ed i dati essenziali relativi allo stesso prelievo di suolo.

Per ogni campione, il tecnico che provvederà al prelevamento dei campioni di terreno dovrà stilare il “Verbale di campionamento del suolo” e certificazione di avvenuto prelievo da parte del laboratorio

Nel rapporto di analisi, oltre ai parametri chimico fisici, dovranno essere contenuti una stima dell'incertezza associata alla misura, il valore dell'umidità relativa, l'analisi della granulometria e la georeferenziazione dei tre punti di prelievo che costituiscono il singolo campione. Il prelievo e l'analisi devono essere eseguiti da laboratori accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025 o da laboratori di analisi degli organi tecnici della Regione Puglia.

### 5.3.7 Analisi e stato del terreno

Al fine di monitorare lo stato del suolo in fase ante-operam e in corso d'opera saranno previste le seguenti analisi:

- Analisi fisico-chimiche;
- Analisi microbiologiche;
- Analisi sui metalli pesanti.

### 5.3.8 Analisi fisico-chimiche

Si distinguono in analisi di base o di caratterizzazione e analisi di controllo.

- a) Analisi di base o di caratterizzazione sono necessarie per conoscere le caratteristiche fondamentali e la sua dotazione in elementi nutritivi e permettono di misurare alcune caratteristiche del terreno quali: scheletro e tessitura, reazione (pH), carbonati totali, calcare attivo, capacità di scambio cationico e conducibilità elettrica, che si mantengono praticamente stabili nel tempo, oppure si modificano molto lentamente e sono poco influenzabili. Pertanto verranno effettuate una volta in fase ante-operam;
- b) Analisi di controllo si effettuano su parametri che potrebbero variare nel tempo, pertanto verranno effettuare in corso d'opera. Rispetto alle analisi di base comprendono un minor numero di determinazioni analitiche e, quindi, consentono una riduzione dei costi e tempi di realizzazione più brevi. Nella fase post-operam, si ripeteranno le analisi microbiologiche e dei metalli pesanti, mentre per le analisi fisico-chimico le analisi di base saranno ripetute solo i seguenti parametri: Scheletro, PAS, pH, Conducibilità 1:2, Conducibilità in pasta satura, Sostanza organica, Azoto totale, CSC, Calcio scambiabile, Magnesio scambiabile, Sodio scambiabile);
- c) Nel rapporto di analisi, oltre ai parametri chimico fisici, dovranno essere contenuti una stima dell'incertezza associata alla misura, il valore dell'umidità relativa, l'analisi della granulometria e la georeferenziazione dei tre punti di prelievo che costituiscono il singolo campione.

Analisi chimico-fisiche del suolo		
Parametro	Unità di misura	Metodo
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	g/Kg	D.M. 13/09/99 Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo G.U. 248/1999.
Scheletro	g/Kg	
PAS	%	
pH	g/Kg	
Cloruri	S.S. CaCo <sup>3</sup> g/Kg	
Sostanza organica	g/Kg S.S.C.	
CSC	Meq/100 g S.S.	
Azoto totale	g/Kg S.S.N.	
Fosforo assimilabile	Mg/Kg S.S.P.	
Conducibilità elettrica	S/m	
Conducibilità in pasta satura	mS/cm	
Calcio scambiabile	Meq/100 g S.S.	
Potassio scambiabile	Meq/100 g S.S.	
Magnesio scambiabile	Meq/100 g S.S.	
Sodio scambiabile	Meq/100 g S.S.	
Microelementi (ferro-manganese, rame, zinco assimilabile)	Mg/Kg	

Tabella 5-1. Caratterizzazione fisico-chimica del suolo (ante-operam), mentre i parametri asteriscati saranno analizzati in corso d'opera.

### 5.3.9 Analisi microbiologiche

È la componente biotica del suolo, responsabile dello svolgimento dei principali processi del suolo, è considerata la più vulnerabile; in letteratura esistono molti indici ecologici che vengono calcolati sulla base della struttura tassonomica della comunità biotica.

Seguendo le indicazioni del MIPAF - Osservatorio Nazionale Pedologico -Analisi Microbiologica del Suolo uno dei metodi più immediati per misurare la quantità di biodiversità microbica è la "Carica microbica".

Si considera il numero di microrganismi, appartenenti ad un gruppo fisio-tassonomico generale (batteri filamentosi e non, lieviti, microfunghi, protozoi) oppure ad uno specifico gruppo fisiologico o funzionale (es. batteri aerobi ed anaerobi), presenti in una quantità unitaria di suolo (normalmente in un grammo di peso secco).

### 5.3.10 Analisi sui metalli pesanti

I metalli pesanti al di sopra di determinate soglie sono tossici per gli organismi animali e/o vegetali. La presenza eccessiva di metalli pesanti nel suolo è in grado di influire negativamente sulle attività microbiologiche, sulla qualità delle acque di percolazione, sulla composizione delle soluzioni circostanti, nonché alterare lo stato nutritivo delle piante, modificandolo sino ad impedire la crescita ed influire sugli utilizzatori primari e secondari.

I metalli che generalmente vengono rilevati negli impianti industriali e considerati più pericolosi per la fertilità del suolo sono: arsenico, cadmio, cromo, mercurio, nichel, piombo, rame e zinco. Nei suoli esistono dei valori di fondo, cioè concentrazioni naturali di metalli pesanti, diverse per l'orizzonte superficiale e quello profondo, talvolta con concentrazioni superiori a quelle fissate dalla legge.

Secondo il decreto ministeriale del 13/09/1999 "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo", e il Testo Unico sull'Ambiente 152/06, i valori di concentrazione di alcuni metalli pesanti accertati in suoli coltivati e naturali sono presenti nella tabella 3, mentre in tabella 4 sono riportati i valori limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo di siti a destinazione "commerciale- industriale". Per la loro determinazione verrà utilizzato il metodo IRSA.

Elemento	Concentrazione (mg Kg <sup>-1</sup> )
Cadmio	0,1- 5
Cobalto	1-20
Cromo	10-150
Manganese	750-1000
Nichel	5-120
** Piombo	5-120
* Rame	10-120
* Zinco	10-150

\* Le concentrazioni più elevate di Rame e Zinco sono caratteristiche di molti suoli utilizzate per la viticoltura.

\*\* Gli elevati livelli di Piombo (sicuramente non naturali) tengono conto dei valori che spesso si riscontrano nei suoli ubicati nelle vicinanze di vie di comunicazione ed in suoli in cui le colture hanno reso necessario l'intervento con antiparassitari a base di arseniato di piombo.

Tabella 5-2. Concentrazioni di alcuni metalli pesanti in suolo coltivati e naturali.

Elemento	Siti ad uso commerciale e industriale (mg kg <sup>-1</sup> ) espressi come s.s.
Cadmio	15
Cromo totale	800
Nichel	500
Piombo	1000
Rame	600
Stagno	350
Zinco	1500

Tabella 5-3. Valori limite accettabili per le sostanze presenti nel suolo e sottosuolo di siti a destinazione "commerciale-industriale".

### **5.3.11 Articolazione temporale**

#### **Ante-operam (AO)**

Prima dell'avvio della fase di cantiere si ha la necessità di caratterizzare la componente suolo presente nell'area indagata. Per tale scopo si deve prevedere almeno un campionamento prossimo all'inizio dei lavori.

#### **In corso d'opera (CO)**

Durante la fase di cantiere, dove sono stati riscontrati potenziali impatti, si deve prevedere un ulteriore campionamento con le tecniche e metodologie già applicate precedentemente.

#### **Post-operam (PO)**

In fase di esercizio dell'opera, non si prevedono impatti diretti dell'impianto agrivoltaico sul suolo, ma potrebbero verificarsi impatti potenziali dovuti alla gestione dell'attività agricola all'interno dell'impianto, per tale motivo si suggerisce di effettuare un campionamento annuo nei primi 3 anni successivi dal termine dei lavori.



## 5.4 Vegetazione

Il monitoraggio della Componente Vegetazione e Flora ha la doppia finalità di tenere sotto controllo gli effetti sulle comunità e sulle specie vegetali esistenti nel territorio in esame dovuti alle attività di costruzione e verificare la corretta realizzazione ed evoluzione degli interventi di sistemazione a verde previsti per l'inserimento paesaggistico-ambientale della nuova infrastruttura.

In particolare le attività di monitoraggio perseguono i seguenti obiettivi:

- Caratterizzare parte della vegetazione e della flora naturale e semi-naturale interessata dai lavori di realizzazione dell'opera dal punto di vista fisionomico-strutturale, fitosociologico e fitosanitario durante la fase di ante-operam, con particolare riferimento agli esemplari di pregio, alla vegetazione ripariale dei corsi d'acqua vincolati ed alle altre aree di particolare sensibilità ambientale;
- Controllare l'evoluzione della vegetazione, caratterizzata nella fase ante-operam, durante l'intero sviluppo delle attività di costruzione;
- Evidenziare, durante la realizzazione dell'opera, l'eventuale instaurarsi di fitopatologie correlate alle attività di costruzione al fine di predisporre i necessari interventi correttivi;
- Verificare la corretta applicazione degli interventi a verde rispetto agli obiettivi di inserimento paesaggistico ed ambientale dell'opera;
- Controllare l'attecchimento, il corretto accrescimento e lo stato fitosanitario delle piante messe a dimora;
- Rilevare lo stato di fatto delle aree impiegate per la realizzazione dei cantieri attraverso un censimento floristico per una corretta programmazione della cantierizzazione e della progettazione della nuova sistemazione post-cantiere.

Sarà valutata l'eventuale insorgenza di anomalie che possono manifestarsi a causa di stress idrici (dalla costipazione dei suoli e da modificazioni morfologiche), dell'impolveramento dell'apparato fogliare delle piante limitrofe alle aree di costruzione, e di interferenze dirette sui soggetti vegetali.

Nella fase di esercizio saranno monitorati i nuovi impianti di vegetazione per verificare l'attecchimento, il corretto accrescimento di alberi, arbusti e colture erbosa, e verificare il raggiungimento degli obiettivi paesaggistici e naturalistici.

Le analisi saranno svolte principalmente mediante indagini in campo mirate a completare il quadro informativo acquisito, con particolare riferimento alle aree di maggiore sensibilità ambientale.

Attraverso un'indagine bibliografica e con il supporto di una serie di rilievi in campo, saranno definiti la fisionomia e la struttura della vegetazione e della flora presente lungo la fascia di territorio indagata.

Tali indagini preliminari avranno anche lo scopo di verificare i contenuti del presente progetto di monitoraggio.

### 5.4.1 Metodologia di monitoraggio

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

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

## 5.4.2 Criteri di individuazione delle aree da monitorare

Le indagini in campo riguarderanno strettamente le aree ricadenti all'interno del sito oggetto di intervento. La scelta delle aree è stata effettuata sulla base di criteri differenziati distinguendo anzitutto le aree in cui verificare lo stato fitosanitario da quelle in cui verificare l'esecuzione e la buona riuscita degli interventi di mitigazione.

Nel primo caso, la scelta è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

- Rappresentatività in relazione alle diverse unità di vegetazione (identificate in relazione alle tipologie floristiche e fisionomiche per consentire l'estensione dei dati rilevati ad altre aree con caratteristiche simili);
- Sensibilità, nel senso che dovranno essere oggetto di controllo diretto in campo tutte quelle aree che risultano avere particolari caratteristiche di sensibilità in relazione al valore naturalistico e/o alla fragilità degli equilibri in atto. Rientrano a pieno titolo in questo contesto le "fasce ripariali" prossime al sito di intervento anche se allo stato attuale notevolmente rarefatte e degradate;
- Presenza di attività particolarmente critiche connesse alla costruzione dell'opera sotto il profilo del potenziale impatto sulla vegetazione.

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

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

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

## 5.4.3 Indicatori

Per le indagini finalizzate alla caratterizzazione e alla verifica dello stato fitosanitario della vegetazione esistente saranno presi in esame la caratterizzazione fitosanitaria dell'apparato epigeo effettuata mediante:

- Valutazioni visive a distanza sull'intera pianta o sulla sola chioma, relative a presenza, localizzazione e diffusione di: alterazioni da patogeni; rami secchi; defogliazione; scolorimento (clorosi e/o necrosi); disturbi antropici, animali, abiotici (meteorici, idrologici, da inquinamento, da incendio); un ulteriore esame ravvicinato in situ, su un campione di foglie, relativo a presenza, localizzazione ed estensione di: clorosi, necrosi, anomalie di accrescimento, deformazioni, patogeni;

- Il controllo dell'accrescimento avverrà di norma indirettamente, misurando i valori di incremento registrati per ogni pianta, tra una campagna di indagine e la successiva, relativamente a: diametro del tronco; altezza totale della pianta; ampiezza della chioma.

Le indagini integrative per il monitoraggio delle specie infestanti da prevedere in corrispondenza di aree già interessate da rilievi dello stato fitosanitario limitrofe ad aree di cantiere saranno realizzate mediante sopralluoghi che dovranno consentire l'identificazione delle specie infestanti e di definirne il grado di diffusione in un ambito areale esteso dall'area oggetto dei rilievi fitosanitari anche alla vicina area di cantiere.

Le indagini relative agli interventi di ripristino vegetazionale dovranno consentire una valutazione complessiva dell'efficacia di ciascun intervento, anche attraverso il controllo dei seguenti parametri:

- Grado di copertura e altezza del manto erboso;
- Grado di attecchimento di individui e specie arborei e arbustivi;
- Grado di accrescimento (con misura dei valori incrementali di altezza e diametro) di individui e specie arborei e arbustivi.

Il censimento floristico degli individui arborei e arbustivi ricadenti in aree di cantiere, tecniche o di stoccaggio rappresenta un'attività propedeutica alla programmazione della cantierizzazione e alla progettazione della nuova sistemazione post-cantiere. Nell'ambito del censimento, per ogni individuo o gruppo di individui verranno rilevati oltre agli indicatori geografici gli aspetti dendrometrici e fitosanitari al fine di riconoscere e valutare complessivamente le piante.

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

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

#### **5.4.4 Attività da monitorare**

Le attività di monitoraggio saranno realizzate in tre distinte fasi collocate rispettivamente prima (fase ante-operam), durante (corso d'opera) e dopo (post-operam) la costruzione dell'impianto.

##### **5.4.4.1 Monitoraggio ante-operam**

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

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

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

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

- Indagini in campo.

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

- Rilievi a livello di intera area di progetto;
- Rilievi a livello di sito;
- Rilievi a livello di singola pianta.

Per ogni area saranno sottoposti ad osservazione da uno a due siti, di superficie minima di 0,25 ha, fornendo per ciascuno, oltre ai dati relativi all'estensione e ad una rappresentazione cartografica:

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

#### **Elaborazione e restituzione dei dati**

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

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

#### **5.4.4.2 Monitoraggio in corso d'opera**

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

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

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

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

#### **5.4.4.3 Monitoraggio post-operam**

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

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

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

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

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

#### **5.4.4.4 Articolazione temporale del monitoraggio**

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

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

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

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

### Monitoraggio ante-operam

Attività	Fase ante-operam											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mesi												
Indagini preliminari												
Censimento floristico di cantieri, aree tecniche e di stoccaggio												
Altre indagini in campo												
Analisi dati												
Report finale												

### Monitoraggio in corso d'opera

Attività	Fase di corso d'opera											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mesi												
Sopralluoghi monitoraggio infestanti												
Altre indagini in campo												
Analisi dati												
Report annuale o finale												

### Monitoraggio post-operam

Attività	Fase post-operam											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mesi												
Indagini in campo												
Analisi dati												
Report finale												

#### 5.4.5 Documentazione da produrre

I risultati dell'attività di monitoraggio saranno riportati su una serie di documenti a carattere periodico (annuale), insieme ai risultati del monitoraggio delle altre componenti ambientali.

Il primo rapporto sarà redatto al termine della fase ante-operam e riguarderà oltre agli studi svolti nella fase preliminare di indagine bibliografica, gli esiti dell'indagine in campo a livello di aree, siti e individui, nonché i risultati del censimento floristico eseguito in aree di cantiere, tecniche e di stoccaggio.

In corso d'opera le relazioni annuali e quella finale analizzeranno allo stesso modo i risultati delle indagini in campo sullo stato della vegetazione esistente e sulla presenza di specie infestanti, valutandone l'evoluzione in rapporto al quadro iniziale definito in ante-operam e a quello registrato di anno in anno in corso d'opera, e l'eventuale insorgenza di criticità causate dall'attività di costruzione.

In fase post-operam, oggetto delle relazioni annuali saranno i ripristini vegetazionali, la cui efficacia e risposta agli obiettivi prefissati sarà valutata attraverso le indagini in campo i cui esiti saranno registrati nelle apposite schede e su carte tematiche.

La registrazione dei dati dei rilievi eseguiti sul terreno sarà effettuata utilizzando appositi modelli di schede. Più in dettaglio, la struttura e i contenuti previsti per i differenti modelli di scheda, in relazione alle diverse tipologie di interventi di monitoraggio e di dati da riportare.

Le schede dei dati delle indagini in campo costituiranno parte integrante delle relazioni annuali e/o conclusive di ciascuna delle fasi di monitoraggio previste, che saranno strutturate secondo due scale di riferimento e conterranno le informazioni elencate di seguito:

- Piccola scala (1:500.000/1: 100.000): carta di ubicazione delle aree di monitoraggio in fase ante-operam, corso d'opera e post-operam. Dalla carta sarà possibile accedere a una scheda informativa generale sul monitoraggio della Componente Vegetazione;
- Scala di dettaglio (da 1:2000 a 1:10.000) per la fase ante-operam e di corso d'opera: carta delle aree oggetto di rilievi (scala 1: 5.000) con l'indicazione dei siti, degli individui monitorati e delle viste fotografiche. Censimento delle essenze arboree – Planimetria per ciascuna area (di cantiere, tecnica o di stoccaggio) censita;
- Fase post-operam (ripristini vegetazionali): Carta dei ripristini vegetazionali (scala 1:10.000). Carta delle aree oggetto dei rilievi (scala 1:5.000).



## 5.5 Fauna

Il monitoraggio della fauna si articola in varie tecniche a seconda dei taxa indagati. Per tale studio si prende in esame l'avifauna e i chiroterteri, mentre non saranno oggetto di ricerca rettili, anfibi, mammiferi e insetti, in quanto le caratteristiche progettuali e l'ubicazione dell'opera escludono interazioni negative e significative su tali categorie.

Va ricordato che tutte le campagne di monitoraggio di ogni taxa devono essere svolte nello stesso arco temporale (stagione) in modo da rendere compatibili e confrontabili i dati raccolti nella fase di monitoraggio.

La restituzione dei dati è a cadenza annuale e dovrà essere redatto un rapporto tecnico, dove si riporterà la descrizione delle attività svolte e i risultati ottenuti, la localizzazione dei siti di monitoraggio e criticità riscontrate. La localizzazione delle specie individuate dovrà essere trasmessa anche in formato digitale (software GIS).

Il piano di monitoraggio sarà progettato secondo l'approccio BACI (Before After Control Impact) e individua specifiche metodiche standardizzate di monitoraggio, allo scopo di poter individuare variazioni o tendenze, seguendo le linee guida contenute nel documento "Protocollo di Monitoraggio dell'avifauna dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna" (ISPRA, ANEV, Legambiente), in quanto compatibili. In riferimento alla presenza dei chiroterteri il monitoraggio sarà essere eseguito in accordo con le "Linee guida per il monitoraggio dei Chiroterteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia, ISPRA (2004)".

### 5.5.1 Protocollo di monitoraggio per l'analisi dell'avifauna e chiroterteri presenti ante-operam presso l'impianto

Nel presente paragrafo si presentano le metodiche di monitoraggio dell'avifauna nidificante e migratoria e della chiroterterofauna impiegate nell'area interessate dall'impianto agrivoltaico nella fase ante-operam. L'indagine, attraverso una sistematica raccolta dei dati, viene volta a definire le specie di avifauna (nidificanti e migratrici) e chiroterterofauna presenti prima dell'inizio dei lavori. Le osservazioni saranno effettuate tenendo conto anche delle caratteristiche anemometriche (intensità, direzione, persistenza e durata del vento) e delle condizioni meteorologiche in sito.

Durante i rilevamenti sarà mantenuta priorità di attenzione per le specie di avifauna e chiroterterofauna di interesse comunitario e per le specie particolarmente protette dalla normativa regionale. A questo proposito, il monitoraggio fa riferimento soprattutto alle specie e agli habitat elencati negli Allegati della Direttiva Habitat (92/43/CEE) e della Direttiva Uccelli (2009/147/CEE), e negli elenchi redatti nei Piani di Gestione delle limitrofe Zone Speciali di Conservazione della Rete Natura 2000 limitrofi. I rilievi servono per valutare le pressioni (attività/fattori che potrebbero avere un impatto sulla specie o sugli habitat durante il periodo di rendicontazione considerato) e le minacce (attività/fattori che si ritengono possano verificarsi con ragionevole certezza nel futuro) che agiscono sulle singole specie.

#### 5.5.1.1 Protocollo di monitoraggio dell'avifauna

##### 5.5.1.1.1 Preparazione dei lavori

La preparazione dei lavori consisterà in:

- Localizzazione geografica dei siti e individuazione delle aree di studio (layout definitivo) con sopralluogo in sito;
- Conoscenza delle caratteristiche dell'impianto agrivoltaico da realizzare;
- Valutazione delle caratteristiche di uso del suolo e delle tipologie ambientali dell'area;

- Individuazione delle stazioni di rilevamento, punti d'ascolto o dei transetti in campo frequentati nel monitoraggio ante-operam;
- Predisposizione delle schede di rilevamento e della cartografia funzionale alle indagini di campo.

#### 5.5.1.1.2 Periodo di rilevamento e stima

Nel periodo di rilevamento dei popolamenti avifaunistici saranno eseguite uscite di rilevamento variabile in base al popolamento da rilevare, allo status fenologico e alle condizioni meteorologiche.

Mese di rilevamento	Popolamenti censibili
gennaio	svernanti/sedentari
febbraio	svernanti/sedentari
marzo	migratori/nidificanti
aprile	migratori/nidificanti
maggio	nidificanti/migratori
giugno	nidificanti
luglio	nidificanti
agosto	migratori/nidificanti
settembre	migratori
ottobre	migratori/svernanti
novembre	svernanti/sedentari
dicembre	svernanti/sedentari

Tabella 5-4. Indicazione dei principali popolamenti avifaunistici rinvenibili nel periodo di rilevamento.

Per tutti i rilevamenti sarà individuato il numero esatto di individui osservati (n), là dove ciò non sarà possibile, saranno identificate le seguenti 4 classi di abbondanza:

- tra 1 e 5 individui (A);
- tra 6 e 10 individui (B);
- tra 10 e 20 individui (C);
- più di 20 individui (D);

Per il rapporto spaziale degli uccelli con l'area di impianto saranno identificate le seguenti 4 fasce di volo:

- di passaggio in quota sopra l'area di impianto (altezza superiore a 100 m);
- di passaggio sopra l'area di impianto (altezza tra 0 e 30 m);
- lontano dall'area di impianto (distanza superiore ai 400 m).

## 5.5.1.2 Metodica di monitoraggio ante-operam avifauna

### 5.5.1.2.1 Avifauna nidificante

Censimento standardizzato delle specie nidificanti: passeriformi nidificanti, rapaci nidificanti e uccelli notturni. Il monitoraggio è descritto per le aree di impianto esteso oltre i confini dell'area di progetto (1-2 km), riferito in particolare alle specie di interesse comunitario e alle specie particolarmente protette dalla normativa delle Regioni interessate. La nidificazione delle specie rilevate sarà valutata secondo la notifica PAI (Progetto Atlante Italiano), che individua tre categorie di nidificazione (certa, probabile e eventuale).

#### PASSERIFORMI

Campionamento mediante punti di ascolto, con l'ausilio di registratore digitale fornito di parabola/microfono omnidirezionale, realizzato all'interno di un'area di raggio 2 km dal baricentro dell'impianto. In tale area sarà realizzato un rilievo in diversi punti di ascolto. Essi, inoltre, saranno realizzati evitando giornate ventose o caratterizzate da condizioni meteorologiche sfavorevoli, rispettando le seguenti regole:

- Due uscite settimanali almeno, nel periodo inizio maggio – fine giugno;
- Ad ogni uscita saranno effettuati rilievi puntiformi della durata di 10 minuti (preceduti da 5 minuti di silenzio una volta raggiunto il punto di registrazioni);
- La prima registrazione sarà effettuata 30 minuti prima dell'alba e l'ultima entro e non oltre le ore 11 (a partire da tre ore prima del tramonto);
- Durante i rilievi saranno annotate tutte le specie e gli individui sentiti ed osservati suddivisi in specie ed individui entro i 50/100m dall'osservatore e specie ed individui oltre 50/100m dall'osservatore;
- Ad ogni punto corrisponde una coppia di coordinate, così da poter cartografare con precisione i rilievi effettuati;
- Durante le registrazioni e negli spostamenti da un punto di registrazione all'altro saranno segnalate tutte le specie contattate anche solo visivamente (molto importante è la segnalazione di nidi, di individui impegnati nella costruzione del nido, nell'alimentazione della prole o comunque in atteggiamenti legati alla riproduzione) annotandone la distanza;
- Le eventuali registrazioni saranno ascoltate da un esperto ornitologo, che provvederà alla determinazione delle specie in base alle differenti caratteristiche dei canti e dei versi emessi dagli uccelli.

#### RAPACI

Sarà utilizzata la metodologia visual count descritta nel seguito per le specie migratrici, estendendo i rilievi anche al periodo che va dal 1° marzo al 30 luglio e garantendo almeno una uscita settimanale in condizioni meteorologiche favorevoli con periodo di osservazione dalle 8.00 alle 16.00. E sarà perlustrata un'area di circa 2 Km in linea d'aria intorno al sito dell'impianto autorizzato.

Durante ogni rilevamento saranno annotate su carta 1:10.000 tutte le osservazioni di rapaci diurni osservati e i relativi spostamenti, con particolari riferimenti a comportamenti riproduttivi (parate, voli di coppia, festoni, vocalizzazioni, etc.)

Inoltre sarà verificata la presenza di luoghi utilizzati per la nidificazione in un raggio di 2 km in linea d'aria dal sito proposto per l'impianto, segnalando anche quelli potenzialmente idonei.

#### UCCELLI NOTTURNI

Saranno censite le coppie nidificanti, attraverso l'ascolto degli individui in canto, effettuando un'uscita della durata di circa due ore, dopo il crepuscolo (dal tramonto al sopraggiungere dell'oscurità, fino al buio completo) ogni due settimane circa, con punti d'ascolto circoscritti a 2 km in linea d'aria di raggio dal centro del sito proposto per l'impianto agrivoltaico. Il periodo di interesse è stato marzo – giugno. L'ascolto di individui al canto sarà effettuato evitando giornate ventose o con condizioni meteorologiche sfavorevoli. L'attività di ascolto dei richiami di uccelli notturni ha avuto una durata di 5 minuti, successiva all'emissione di sequenze di tracce di richiami opportunamente amplificati (per almeno 30 sec/specie).

Inoltre sarà verificata la presenza di luoghi utilizzati per la nidificazione in un raggio di 2 km in linea d'aria dal sito proposto per l'impianto agrivoltaico, segnalando anche quelli potenzialmente idonei, con particolare riferimento a pareti rocciose.

Sarà verificata l'idoneità dell'area per il reperimento delle risorse trofiche, descrivendo dettagliatamente anche gli habitat presenti, in un raggio di 2 km in linea d'aria dal sito.

Le osservazioni notturne saranno eseguite nei siti in cui l'attività notturna è considerata probabile, a partire da un punto di osservazione e estendendo la visuale di 90 gradi su entrambi i lati.

#### 5.5.1.2.2 Avifauna migratrice

##### RAPACI DIURNI

Censimento standardizzato delle specie migratrici con particolare riferimento alle specie di interesse comunitario e alle specie particolarmente protette dalla normativa della regione interessata.

Utilizzando la metodologia visual count, sarà verificato il transito di rapaci in un'area di circa 2 Km in linea d'aria intorno al sito dell'impianto in previsione, nei periodi marzo – aprile – maggio e settembre e ottobre, con le seguenti modalità:

- Il punto di osservazione è stato identificato in modo da avere una buona visuale e poter così scrutare quanto più cielo possibile, nonché il sito proposto per l'impianto;
- Le osservazioni (almeno 2 a settimana) saranno effettuate dalle ore 8 alle ore 17, con l'ausilio di binocolo e cannocchiale sul luogo dell'impianto, nelle quali saranno determinati e annotati tutti gli individui e le specie che transitano nel campo visivo dell'operatore;
- Saranno annotate, per ogni individuo avvistato, la direzione e il verso della migrazione nonché l'altezza da terra in corrispondenza dell'ipotetico impianto;
- I dati sono saranno elaborati e restituiti ricostruendo il fenomeno migratorio sia in termini di specie e numero di individui.

La raccolta di dati sulle specie di avifauna migratrice sarà mirata a consentire la stima di:

- Tempo trascorso in volo sopra l'area di progetto;
- L'uso relativo di parti dell'area, incluso un intervallo di altezze.

Il censimento sarà svolto per una durata minima di 12 ore durante ogni visita al sito e la copertura prevederà il monitoraggio di tutte le ore del giorno (alba, mezzogiorno, tardo pomeriggio). Quando non possibile i conteggi saranno suddivisi in tre turni distribuiti durante il giorno accumulando comunque almeno 12 ore per stagione in ogni punto di osservazione.

## PASSERIFORMI

Sarà utilizzata la stessa metodologia visual count di cui al punto precedente, effettuando almeno 2 uscite settimanali (evitando giornate particolarmente avverse per le condizioni meteorologiche) nel periodo 15 aprile - 15 maggio e 15 settembre – 30 ottobre. Sarà considerata un'area buffer di circa 2 Km in linea d'aria intorno al sito dell'impianto autorizzato.

### 5.5.1.2.3 Avifauna svernante

Sarà utilizzata la metodologia censimento visivo lungo percorsi e transetti nel periodo che va dal 15 dicembre al 15 febbraio, garantendo almeno un'uscita settimanale in condizioni meteorologiche favorevoli. Sarà perlustrata un'area di circa 2 Km in linea d'aria intorno al sito dell'impianto in previsione annotando la distanza dall'osservatore.

### 5.5.1.3 Risultati e analisi

Per l'avifauna nidificante sarà calcolato l'indici di comunità quali (Farina, 2001):

- Ricchezza specifica (n. di specie contattate);
- Rapporto tra il numero di specie non-Passeriformi e il numero di Passeriformi (nP/P);
- Indici di frequenza (EFP: campionamento frequenziale progressivo);
- Indici di abbondanza (indici di abbondanza relativa, indici puntuali di abbondanza);
- Indice di dominanza ( $p_i$  = abbondanza relativa della i-esima specie): Dove  $p_i$  corrisponde all'importanza relativa di ciascuna specie nel popolamento considerato (Turcek, 1956; Purroy, 1975);
- Indice di diversità secondo Shannon & Weaver, 1949 ( $H' = -\sum P_i \ln P_i$ ): indice utilizzato per descrivere la "diversità" di una comunità ornitica e procedere al confronto tra differenti aree o tipologie ambientali. Il valore dell'indice è 0 per un popolamento composto da una sola specie e aumenta quanto più la comunità è complessa;
- Equipartizione ( $J' = H'/H'_{max}$ , dove  $H'_{max} = \log S$ , secondo Pielou, 1996): questo indice misura la distribuzione delle abbondanze delle diverse specie. Nel caso in cui le specie siano presenti con la stessa abbondanza l'equipartizione è pari ad 1;
- Stime di densità (n. di individui per unità di superficie).

Per i rapaci diurni e notturni e per le specie dell'allegato I della Direttiva "Uccelli" verranno cartografati i siti di avvistamento in periodo riproduttivo e/o di svernamento e indicati eventuali siti di nidificazione localizzati e gli home ranges desumibili sulla base delle osservazioni e dell'ecologia delle specie.

Laddove vengano individuate una o più direttrici principali di transito migratorio nell'area di studio, queste saranno cartografate. Per le altre specie nidificanti e/o svernanti nell'area, sarà sufficiente una resa cartografica che ne veda la debita collocazione in aree individuate come comprensori di habitat omogenei.

Infine, sarà fornita una valutazione degli impatti e delle incidenze sugli effetti cumulati con altri impianti analoghi esistenti o in progetto nell'area.

## 5.5.2 Protocollo di monitoraggio chiroterofauna

In funzione delle potenziali specie presenti nel sito di indagine, del contesto geografico e della dimensione del parco agrivoltaico autorizzato, nonché della necessità di uniformare i dati raccolti con gli esiti degli altri Paesi europei (EUROBATS, 2006, Grunkorn et al., 2005), saranno eseguite le attività sotto descritte.

### 1. ANALISI DELLE CONOSCENZE

Realizzazione di un elenco di dati esistenti e un'analisi cartografica dei biotopi e strutture del paesaggio al fine di identificare, sulla base dei dati raccolti dalla bibliografia disponibile la presenza dei più importanti rifugi idonei alla chiroterofauna.

A tal fine oltre alla bibliografia di settore sarà consultato il catasto speleologico regionale per individuare siti potenzialmente idonei al rifugio dei chiroterteri.

In base alla cartografia ambientale esistente o ortofotocarte sarà possibile svolgere un'analisi di area vasta per la verifica preliminare delle potenziali aree di caccia e dei corridoi di volo della chiroterofauna nel raggio di 10 km dal sito di impianto del parco agrivoltaico.

### 2. RICERCA DEI RIFUGI

Saranno censiti in un intorno di 5 km dal sito dell'impianto, i principali siti idonei alla nidificazione, svernamento e rifugio di specie di chiroterteri (chiese, case abbandonate, cascine, ponti).

### 5.5.2.1 Preparazione dei lavori

La preparazione dei lavori consisterà nella:

- Localizzazione geografica dei siti e individuazione delle aree di studio in base al layout progettuale con sopralluogo in sito;
- Valutazione delle caratteristiche di uso del suolo e delle tipologie ambientali dell'area;
- Individuazione delle stazioni di rilevamento, punti d'ascolto;
- Predisposizione delle schede di rilevamento e della cartografia funzionale alle indagini di campo.

### 5.5.2.2 Periodo di rilevamento e stima

Il periodo di rilevamento dei popolamenti della chiroterofauna vedrà eseguire uscite di campo da aprile a ottobre a titolo di esempio, di seguito sono indicati i periodi di indagine ottimale con bat detector, secondo la tipologia dell'impianto e della sua localizzazione geografica:

- 15/04-15/05: 4 ore nella prima metà della notte, a cominciare mezz'ora dopo il tramonto;
- 01/06-15/07: notte intera;
- 01/08-31/08: 4 ore nella prima metà della notte, a cominciare mezz'ora dopo il tramonto;
- 01/09-31/10: notte intera.

In tutta Europa sono stati rilevati numerosi contatti di *Nyctalus noctula* alla fine di settembre e ottobre, in attività di caccia, nel pomeriggio, ad un'altezza dal suolo tra 5 e 100 m. Pertanto, laddove si sospetta la presenza di *N. noctula* i rilevamenti dovranno iniziare 3-4 ore prima del tramonto.



### 5.5.2.3 Metodica di monitoraggio ante-operam dei chiroterteri

#### 5.5.2.3.1 Monitoraggio bioacustico

La fase di monitoraggio riguarderà indagini mediante bat detector in modalità eterodyne e time expansion, con successiva analisi dei sonogrammi, sulla chiroterrofauna migratrice e stanziale, al fine di valutare l'utilizzo e la frequentazione dell'area ed individuare eventuali corridoi preferenziali di volo.

In particolare saranno eseguiti rilevamenti con rilevatore di ultrasuoni per tutte le fasi di attività dei chiroterteri al fine di determinare un indice di attività calcolato come numero di passaggi/ora. Saranno effettuati dei punti di ascolto di almeno 30 minuti presso l'area di collocazione del parco agrivoltaico, nonché in una zona di controllo nel raggio di 2 km in linea d'aria dal sito agrivoltaico proposto, due volte al mese, nel periodo aprile – ottobre. Per ogni punto saranno annotati i passaggi degli animali al fine di calcolarne gli indici orari di passaggio. Inoltre, saranno eseguite tre campagne di registrazione in continuo nella zona di installazione dell'impianto. Le tre campagne saranno effettuate in primavera – fine estate – inizio autunno (ovvero una campagna in aprile, una a settembre e l'altra in ottobre).

Saranno eseguite anche delle registrazioni automatiche in "altitudine", a cavallo tra settembre e ottobre con un rilevatore di ultrasuoni (in eterodyne o frequency division) o fissato ad un'apposita asta telescopica a moduli estensibile o utilizzando strutture esistenti (es. tralicci, ripetitori, ecc. di notevole altezza presenti nell'area) per valutare l'attività delle specie che cacciano ad altezze maggiori dal suolo e difficilmente contattabili per la loro struttura del segnale di emissione.

Nei rilevamenti saranno annotati i contatti avvenuti considerando un contatto una sequenza acustica ben definita, mentre per sequenze continue deve essere considerato un contatto ogni 5 secondi. I dati così raccolti saranno rappresentati in indici di frequentazione (contatti/ora).

#### 5.5.2.3.2 Strumentazioni utilizzate nell'ambito dei rilevamenti

Per questa ricerca saranno utilizzati più bat-detector con microfono con frequenza di campionamento da 192 kHz a 384 kHz e dispositivi in grado di effettuare registrazioni a spettro completo o zero-crossing in continuo.

I dati raccolti saranno successivamente analizzati e determinate le specie mediante l'ausilio del software con licenza (es. Kaleidoscope Pro della **Wildlife Acoustic**).

L'identificazione delle varie specie sarà eseguita principalmente su un'analisi oggettiva dei sonogrammi a video derivati dalle registrazioni in espansione temporale, utilizzando per esempio il lavoro di Russo & Jones (2002), come riferimento per il settaggio dei parametri dello spettrogramma. Inoltre i campioni registrati saranno confrontati con una sonoteca di riferimenti. In particolare sul sonogramma saranno calcolati i seguenti parametri diagnostici per le varie specie:

- Frequenza di inizio (FI);
- Frequenza di fine (FF);
- Frequenza di massima energia (FMAX calcolata con il Power Spectrum Analysis);
- Durata dell'impulso (D);
- Frequenza centrale (FC).

Questi parametri saranno utilizzati come confronto con la bibliografia nota (Russo & Jones, 2004; Preatoni et al., 2005).



#### **5.5.2.4 Risultati e analisi**

Per la chiroterofauna sarà calcolato:

- Indice di attività;
- Abbondanza delle specie più rappresentative in funzione degli habitat censiti e della metodica di rilevamento scelta;
- Tasso di passaggio/ora.

#### **5.5.3 Protocollo di monitoraggio per l'analisi dell'aviu fauna e chiroterteri presenti in corso d'opera e post-operam presso l'impianto**

Al fine di determinare impatti relativi a dislocamento e / o disturbo, tutti i metodi utilizzati per stimare l'abbondanza e i movimenti degli uccelli e chiroterteri durante la raccolta dei dati di base devono essere applicati nello stesso modo (e in condizioni ambientali simili) nella fase in corso d'opera e post-operam per garantire la comparabilità di questi due set di dati.

##### **5.5.3.1 Avifauna**

Per l'avifauna sarà attuato lo stesso protocollo previsto al paragrafo 5.5.1.1 sia in corso d'opera che in fase post.

Ciò fornirà un'indicazione di eventuali differenze nell'uso e nell'abbondanza degli animali presso la struttura in seguito alla costruzione.

In fase post-operam saranno condotte anche indagini per le stime del tasso di mortalità per collisioni e ustioni mortali attorno ai pannelli solari e vittime di collisione e elettrocuzione presso le infrastrutture ausiliarie. Le raccolte standardizzate dovranno essere effettuate nella misura di 1 rilievo a settimana per un totale di 48 campionamenti.

##### **5.5.3.2 Chiroterteri**

Per il monitoraggio in corso d'opera e post-operam è da ripetere quanto fatto nell'ante-operam secondo il protocollo previsto al paragrafo 5.5.2

#### **5.5.4 Articolazione temporale**

Per ogni tecnica applicata si seguono le seguenti fasi temporali:

##### Ante-operam (AO)

Prima dell'avvio della fase di cantiere si ha la necessità di caratterizzare la componente faunistica presente nell'area indagata. Per tale scopo si deve prevedere un monitoraggio nella stagione idonea per ogni gruppo tassonomico, prima dell'inizio dei lavori.

##### In corso d'opera (CO)

Durante la fase di cantiere, dove sono stati riscontrati potenziali impatti e disturbi, si deve prevedere un ulteriore monitoraggio con le tecniche e metodologie applicate precedentemente.

### Post-operam (PO)

In fase di esercizio dell'opera, non si prevedono impatti diretti dell'impianto agrivoltaico, ma potrebbero verificarsi impatti potenziali dovuti alla gestione dell'attività agricola all'interno dell'impianto, per tale motivo si suggerisce di effettuare un monitoraggio annuo nei primi 3 anni successivi dal termine dei lavori.

## 5.6 Rumore

Da un punto di vista fisico per suono in un certo punto dello spazio si intende una rapida variazione di pressione (compressione e rarefazione) intorno al valore assunto dalla pressione atmosferica in quel punto. Si definisce sorgente sonora qualsiasi dispositivo, apparecchio ecc. che provochi direttamente o indirettamente (ad esempio per percussione) dette variazioni di pressione: in natura le sorgenti sonore sono quindi praticamente infinite.

Affinché il suono si propaghi, occorre poi che il mezzo che circonda la sorgente sia dotato di elasticità. La porzione di spazio interessata da tali variazioni di pressione è definita campo sonoro.

Si può esemplificare che la generazione del suono avvenga mediante una sfera pulsante in un mezzo elastico come l'aria; le pulsazioni provocano delle variazioni di pressione intorno al valore della pressione atmosferica che si propagano nello spazio circostante a velocità finita come onde sferiche progressive nell'aria stessa (vedi figura seguente), similmente a quanto si osserva gettando un sasso in uno stagno: le varie particelle del mezzo entrano in vibrazione propagando la perturbazione alle particelle vicine e così via fino alla cessazione del fenomeno perturbatorio.

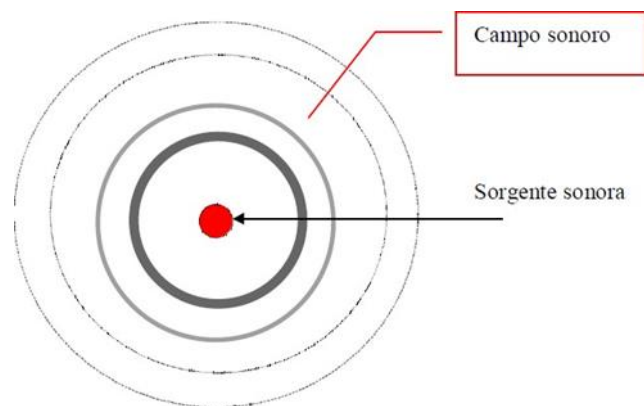


Figura 5-1. Schema di generazione del suono.

Qualora le oscillazioni sonore abbiano una frequenza (numero di cicli in un secondo) compresa all'incirca tra 20 e 20.000 Hz (campo di udibilità) ed una ampiezza, ovvero contenuto energetico, superiore ad una certa entità minima di pressione pari a  $2 \times 10^{-5}$  Pa, definita soglia di udibilità, (inferiore di circa 5 miliardi di volte alla pressione atmosferica standard di 1013 mbar), queste sono allora udibili dall'orecchio umano e possono talora suscitare sensazioni avvertite come fastidiose o sgradevoli, cui attribuiamo genericamente la denominazione di "rumore", anziché di suono.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale della componente "Rumore" è redatto allo scopo di caratterizzare, dal punto di vista acustico, l'ambito territoriale interessato dall'opera progettata. Il monitoraggio di tale componente ambientale deve essere articolato nelle tre fasi di:

- Ante-operam;
- In corso d'opera;
- Post-operam.

Ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera, risalendo alle loro cause. Ciò per determinare se tali variazioni sono imputabili all'opera in costruzione o realizzata e per ricercare i correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente. Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- Verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- Verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- Garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio dell'infrastruttura stradale;
- Rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Nell'ambito di tali fasi operative si procederà, rispettivamente, alla rilevazione dei livelli sonori attuali (assunti come "punto zero" di riferimento), alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione dell'opera e delle attività di cantiere e alla rilevazione dei livelli sonori nella fase post-operam.

In particolare, il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato ai seguenti obiettivi:

- Testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio dell'infrastruttura di progetto;
- Quantificare un adeguato scenario di indicatori ambientali tali da rappresentare, per le posizioni più significative, la "situazione di zero" a cui riferire l'esito dei successivi rilevamenti atti a descrivere gli effetti indotti dalla realizzazione e dall'esercizio dell'opera;
- Consentire un agevole valutazione degli accertamenti effettuati, al fine di evidenziare specifiche esigenze ambientali ed orientare opportunamente gli eventuali interventi di mitigazione previsti nel progetto acustico.

Le finalità del monitoraggio della fase di corso d'opera sono le seguenti:

- Documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati nello stato ante-operam dovuta allo svolgimento delle fasi di realizzazione dell'infrastruttura di progetto;
- Individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività del cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

Il monitoraggio della fase post-operam è finalizzato ai seguenti aspetti:

- Confronto degli indicatori definiti nello "stato di zero" con quanto rilevato in corso di esercizio dell'opera e con quanto rilevato nella fase di esercizio dell'impianto;
- Controllo ed efficacia degli eventuali interventi di mitigazione realizzati (collaudo, ecc.).

L'individuazione dei punti di misura deve essere effettuata in conformità a criteri legati alle caratteristiche territoriali dell'ambito di studio, alle tipologie costruttive previste per l'opera di cui si tratta, alle caratteristiche dei recettori individuati nelle attività di censimento, oltre che a quanto prescritto dalla normativa vigente (L. 447/95, DM 16/03/98 e ss.mm.ii.).

### 5.6.1 Criteri metodologici adottati

Deve essere rilevato sia il rumore emesso direttamente dai cantieri operativi e dal fronte di avanzamento lavori, che il rumore indotto, sulla viabilità esistente, dal traffico dovuto allo svolgimento delle attività di cantiere.

Deve essere effettuata una valutazione preventiva dei luoghi e dei momenti caratterizzati da un rischio di impatto particolarmente elevato (intollerabile cioè per entità e/o durata) nei riguardi dei recettori presenti, che consenta di individuare i punti maggiormente significativi in corrispondenza dei quali realizzare il monitoraggio.

La campagna di monitoraggio consentirà inoltre di verificare che sia garantito il rispetto dei limiti previsti dalle normative vigenti nazionali e comunitarie; a tale proposito, infatti, le norme per il controllo dell'inquinamento prevedono sia i limiti del rumore prodotto dalle attrezzature sia i valori massimi del livello sonoro ai confini delle aree di cantiere e presso i recettori o punti sensibili individuati.

Per quanto concerne, invece, il monitoraggio del rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere, le rilevazioni previste hanno allo scopo di controllare la rumorosità del traffico indotto dalle attività di costruzione. I punti di misura vanno previsti principalmente nei centri abitati attraversati dai mezzi di cantiere ed in corrispondenza dei recettori limitrofi all'area di cantiere.

### 5.6.2 Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio

La campagna di monitoraggio acustico ha lo scopo di definire i livelli sonori relativi alla situazione attuale, di verificare gli incrementi indotti dalla realizzazione dell'infrastruttura di progetto (corso d'opera) rispetto all'ante-operam (assunta come "punto zero" di riferimento) e gli eventuali incrementi indotti nella fase post-operam.

Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle 3 fasi temporali devono essere rilevate le seguenti categorie di parametri:

- Parametri acustici;
- Parametri meteorologici;
- Parametri di inquadramento territoriale.

Tali dati vanno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine con le modalità che verranno di seguito indicate.

### 5.6.3 Parametri acustici

Generalmente le grandezze acustiche variano con il tempo, in relazione alle caratteristiche della sorgente sonora; volendo quindi rappresentare un evento sonoro comunque variabile nel tempo T di integrazione con un unico valore del livello sonoro è stato definito il **Livello continuo equivalente di pressione sonora ( $L_{eq}$ )**:

$$L_{eq} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \left( \int_0^T \frac{p(t)^2}{p_0^2} dt \right) \right] (dB)$$

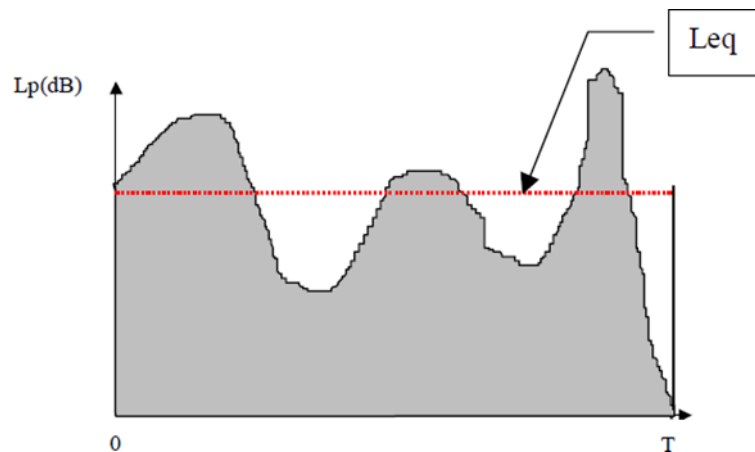


Figura 5-2. Schizzo che definisce il livello continuo equivalente di pressione sonora.

Esso rappresenta pertanto un rumore comunque fluttuante mediante il livello di un rumore uniforme avente il medesimo contenuto energetico del rumore fluttuante:

- Per valutare l'effetto di disturbo che il rumore provoca sugli individui sono state elaborate altre grandezze e tra queste quella di maggiore diffusione, soprattutto per la praticità di misurazione mediante un semplice fonometro, è quella del livello sonoro in dB (A);
- Il livello di pressione sonora LP(A) in dB (A) è la grandezza psicoacustica base per esprimere le risposte soggettive degli individui ai rumori.

Infatti da numerosi studi è emersa la conferma che i livelli sonori ottenuti con un fonometro utilizzando un criterio di pesatura "A" esprimono con molta buona approssimazione l'effetto simultaneo di suono e di disturbo di rumori qualunque sia il loro livello di pressione sonora: tale criterio consiste nella correzione dei livelli energetici in funzione della sensibilità dell'orecchio alle varie frequenze.

Per quanto riguarda i Descrittori Acustici, i parametri da rilevare sono:

- Livello equivalente ( $L_{eq}$ ) ponderato "A" espresso in decibel;
- Livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99 che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 95 e il 99% del tempo di rilevamento. Essi rappresentano la rumorosità di picco (L1), di cresta (L10), media (L50) e di fondo (L90 e, maggiormente, L99).

### 5.6.3.1 Parametri meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio possono essere rilevati i seguenti parametri meteorologici:

- Temperatura;
- Velocità e direzione del vento;
- Presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- Umidità.

Il parametro principale da controllare è comunque la velocità del vento presso i punti di misura individuati, che deve rispettare secondo la normativa vigente il seguente limite:

- Velocità del vento > 5 m/s.

Bisogna inoltre verificare che non si verifichi nessuna delle seguenti condizioni:

- Presenza di pioggia e di neve.

### 5.6.3.2 Parametri di inquadramento territoriale

Nell'ambito del monitoraggio è prevista l'individuazione di una serie di parametri che consentono di indicare l'esatta localizzazione sul territorio delle aree di studio e dei relativi punti di misura.

In corrispondenza di ciascun punto di misura saranno riportate le seguenti indicazioni:

- Ubicazione precisa dei recettori;
- Comune con relativo codice ISTAT; Stralcio planimetrico in scala adeguata;
- Zonizzazione acustica da DPCM 1/3/91 o da DPCM 14/11/1997 (quest'ultima se già disponibile);
- Presenza di altre sorgenti sonore presenti, non riconducibili all'opera in progetto;
- Caratterizzazione acustica delle sorgenti sonore individuate, riportando ad esempio le tipologie di traffico stradale presente sulle arterie viarie, ecc.;
- Riferimenti della documentazione fotografica a terra;
- Descrizione delle principali caratteristiche del territorio:
- Copertura vegetale, tipologia dell'edificato.

Allo scopo di consentire il riconoscimento ed il riallestimento dei punti di misura nelle diverse fasi temporali in cui si articola il programma di monitoraggio, durante la realizzazione delle misurazioni fonometriche saranno effettuate delle riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

Di seguito una tabella descrittiva dei criteri temporali di campionamento.

Descrizione	Durata	Parametri	Fasi		
			Ante-operam	In fase di opera	Post-operam
			Frequenza di campionamento		
Misura di rumore indotto dal traffico legato al progetto.	Spot durante una settimana tipo.	L <sub>eq</sub> diurno L <sub>eq</sub> notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	Una volta
Misura di rumore dovuto alle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento dei lavori.	Spot durante una giornata tipo.	L <sub>eq</sub> diurno L <sub>eq</sub> notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	-
Misura di rumore dovuto alle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere.	Spot durante una giornata tipo.	L <sub>eq</sub> diurno L <sub>eq</sub> notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	-
Misura di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere.	Spot durante una settimana tipo.	L <sub>eq</sub> diurno L <sub>eq</sub> notturno (se necessario)	Una volta	Semestrale	Una volta

Tabella 5-5. Criteri temporali di campionamento.



## 5.6.4 Articolazione temporale

### Ante-operam (AO)

Il PMA deve prevedere il rilevamento di un adeguato scenario di indicatori acustici atti a rappresentare lo “stato di bianco” cui riferire l’esito dei successivi monitoraggi. In questa fase si necessita di un campionamento continuo di almeno 1 mese prima dell’avvio dei lavori.

Alcune tipologie di lavori presenti durante il cantiere possono superare i livelli di immissione acustica diurni e notturni, imposti dal DPCM 01/03/91 e il DPCM 14/11/97. Dunque, preliminarmente all’avvio delle attività di cantiere dovrà essere effettuata una richiesta all’amministrazione locale in deroga al superamento di tali limiti.

### In corso d’opera (CO)

Durante la fase di cantiere, dove sono presenti maggiori fonti di rumore, si deve prevedere un monitoraggio continuo per tutta la durata del cantiere.

### Post-operam (PO)

Il PMA prevede la verifica degli Impatti acustici intervenuti, oltre alla fase di cantiere e anche in quella di esercizio dell’opera, per accertarsi della reale efficacia degli eventuali provvedimenti posti in essere al fine di garantire la mitigazione dell’impatto acustico sia sull’ambiente antropico circostante che sull’ambiente naturale e verificare se bisogna attuare la predisposizione di eventuali nuove misure per il contenimento del rumore, aggiuntive a quelle previste nel SIA.

Durante la fase di esercizio dell’impianto le emissioni di rumore sono limitate al funzionamento dei macchinari elettrici, progettati e realizzati rispettando gli standard normativi più recenti e la cui ubicazione è prevista all’interno di cabine tali da attenuare ulteriormente il livello di pressione sonora in prossimità della stessa sorgente. In questa fase si deve prevedere un monitoraggio continuo per tutto il primo anno successivo al termine del cantiere.

## 5.7 Vibrazioni

Per una data opera inserita in un determinato contesto territoriale, la causa di immissione di fenomeni vibranti all'interno di edifici presenti nelle zone limitrofe dell'opera, è rappresentata dai macchinari utilizzati nelle lavorazioni durante le fasi di costruzione, mentre, in fase di esercizio dell'opera, è attribuibile a macchinari eventualmente impiegati durante attività lavorative proprie di processi produttivi.

Il monitoraggio ambientale della componente "Vibrazioni" viene effettuato allo scopo di verificare che i ricettori interessati dalla realizzazione dell'infrastruttura siano soggetti ad una sismicità in linea con le previsioni progettuali e con gli standard di riferimento. Le attività di monitoraggio permetteranno di rilevare e segnalare eventuali criticità in modo da poter intervenire in maniera idonea al fine di ridurre al minimo possibile l'impatto sui recettori interessati.

Il progetto di monitoraggio ambientale si occuperà di conseguenza di:

- Individuare gli standard normativi da seguire;
- Individuare gli edifici da sottoporre a monitoraggio;
- Individuare le tipologie di misura da effettuare;
- Definire la tempistica in cui eseguire le misure;
- Individuare i parametri da acquisire;
- Individuare le caratteristiche tecniche della strumentazione da utilizzare.

### 5.7.1 Criteri metodologici adottati

Il monitoraggio ambientale della componente Vibrazioni consiste in una campagna di misure atte a rilevare la presenza di moti vibratorii all'interno di edifici e a verificarne gli effetti sulla popolazione e sugli edifici stessi. Per quanto concerne gli effetti sulla popolazione, le verifiche riguardano esclusivamente gli effetti di "annoyance", ovvero gli effetti di fastidio indotti dalle vibrazioni percettibili dagli esseri umani.

Tali effetti dipendono in misura variabile dall'intensità, dal campo di frequenza delle vibrazioni, dalla numerosità degli eventi e dal contesto abitativo nel quale gli stessi eventi si manifestano (ambiente residenziale, fabbrica, ecc.). Tale disturbo non ha un organo bersaglio, ma è esteso all'intero corpo e può essere ricondotto ad un generico fastidio all'insorgenza di ogni vibrazione percettibile. Le norme di riferimento per questo tipo di disturbo sono la ISO 2631 e la UNI 9614 che indicano nell'accelerazione del moto vibratorio, il parametro fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione del disturbo indotto sulle persone.

Per quanto riguarda gli effetti sulle strutture, in presenza di livelli elevati e prolungati di vibrazioni, possono osservarsi danni strutturali ad edifici e/o strutture. È da notare, però, che tali livelli sono più alti di quelli normalmente tollerati dagli esseri umani, i cui livelli sono riportati nelle norme ISO 2631 e UNI 9614. In definitiva, soddisfatto l'obiettivo di garantire livelli di vibrazione accettabili per le persone, risulta automaticamente realizzata l'esigenza di evitare danni strutturali agli edifici, almeno per quanto concerne le abitazioni civili.

Come unica eccezione sono da annoverare le vibrazioni che incidono su monumenti e beni artistici di notevole importanza storico-monumentale, i quali devono essere trattati come punti singolari con studi e valutazioni mirate.

Ne consegue che all'interno dei normali edifici non saranno eseguite misure finalizzate al danno delle strutture ma solo quelle relative al disturbo delle persone. Il riscontro di livelli di vibrazione che recano disturbo alle persone sarà condizione sufficiente affinché si intervenga nei tempi e nei modi opportuni per ridurre i livelli d'impatto.

### 5.7.2 Identificazione degli impatti da monitorare

Si procederà inizialmente alla rilevazione degli attuali livelli di vibrazione, che sono assunti come "punto zero" di riferimento e poi alla misurazione dei livelli vibrazionali determinati durante le fasi di realizzazione dell'opera. Il monitoraggio della fase ante-operam è finalizzato a testimoniare lo stato attuale dei luoghi in relazione alla sismicità indotta dalla pluralità delle sorgenti presenti (traffico veicolare, ecc.) prima dell'apertura dei cantieri.

Tale monitoraggio viene previsto allo scopo di:

- Rilevare i livelli vibrazionali dovuti alle lavorazioni effettuate nella fase di realizzazione dell'opera progetta;
- Individuare eventuali situazioni critiche (superamento dei limiti normativi) che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere modifiche alla gestione delle attività di cantiere e/o di adeguare la conduzione dei lavori.

Per le rilevazioni in corso d'opera si deve tenere conto del fatto che le sorgenti di vibrazione possono essere numerose e realizzare sinergie d'emissione e esaltazioni del fenomeno se s'interessano le frequenze di risonanza delle strutture degli edifici monitorati.

### 5.7.3 Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio

Esistono norme di riferimento internazionali per la definizione dei parametri da monitorare: esse sono la ISO 2631 e la UNI 9614, che indicano nell'accelerazione del moto vibratorio il parametro fisico che può caratterizzare le vibrazioni ai fini della valutazione del disturbo indotto sulle persone. Poiché l'accelerazione è una grandezza vettoriale, la descrizione completa del fenomeno vibratorio deve essere effettuata misurando la variabilità temporale della grandezza in tre direzioni mutuamente ortogonali. Un altro parametro assai importante da quantificare ai fini del disturbo alle persone è il contenuto in frequenza dell'oscillazione dei punti materiali. Per quanto riguarda l'organismo umano, è noto che esso percepisce in maniera più marcata fenomeni vibratorii caratterizzati da basse frequenze (1-16 Hz) mentre, per frequenze più elevate la percezione diminuisce. Il campo di frequenze d'interesse è quello compreso tra 1 e 80 Hz. Questo è quanto si evince dalla norma ISO 2631, che riporta i risultati di studi effettuati sottoponendo l'organismo umano a vibrazioni pure (ossia monofrequenza) di frequenza diversa.

Nel caso di vibrazioni multifrequenza, ossia composte dalla sovrapposizione di armoniche di diversa frequenza, del tipo di quelle indotte da lavorazioni, per la definizione di indicatori di tipopsico-fisico, legati alla capacità percettiva dell'uomo, occorre definire un parametro globale, poiché la risposta dell'organismo umano alle vibrazioni dipende oltre che dalla loro intensità anche dalla loro frequenza, Tale parametro globale, definito dalla UNI 9614 (che recepisce la ISO 2631), è l'accelerazione complessiva ponderata in frequenza  $a_w$ , che risulta essere il valore efficace (r.m.s.) dell'accelerogramma misurato adottando degli opportuni filtri che rendono tutte le componenti dello spettro equivalenti in termini di percezione e quindi di disturbo:

$$a_w = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0.5}$$

Nella formula precedente T è il tempo di durata della misura e  $a(t)_w$  è l'accelerogramma misurato adottando i filtri di pesatura riportati nella stessa norma. A tal proposito, poiché non risulta noto a priori se l'individuo soggetto al fenomeno vibratorio risulta sdraiato, seduto o in piedi, bisognerà utilizzare la curva di pesatura per "postura non nota o variabile" (UNI 9614 Prospetto I). Pertanto, è consigliabile esprimere il valore dell'accelerazione in dB secondo la seguente relazione:

$$L_w = 20 \log \left( \frac{a_w}{a_0} \right)$$

Dove:

$a_0$  è l'accelerazione di riferimento pari a  $10^{-6} \text{ m/s}^2$ .

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	$\text{m/s}^2$	dB
Aree critiche	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni notte	$7,0 \cdot 10^{-3}$	77
Abitazioni giorno	$10,0 \cdot 10^{-3}$	80
Uffici	$20,0 \cdot 10^{-3}$	86
Fabbriche	$40,0 \cdot 10^{-3}$	92

Tabella 5-6. Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate infrequenza valide per l'asse Z (Prospetto II-UNI 9614).

Destinazione d'uso	Accelerazione	
	$\text{m/s}^2$	dB
Aree critiche	$3,6 \cdot 10^{-3}$	71
Abitazioni notte	$5,0 \cdot 10^{-3}$	74
Abitazioni giorno	$7,0 \cdot 10^{-3}$	77
Uffici	$14,4 \cdot 10^{-3}$	83
Fabbriche	$28,8 \cdot 10^{-3}$	89

Tabella 5-7. Valori e livelli limite delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza valide per gli assi X e Y (Prospetto III-UNI 9614).

I valori sopra riportati sono riferiti a vibrazioni di livello costante con periodi di riferimento diurni compresi tra le ore 6:00 e le ore 22:00 e viceversa notturni tra le 22:00 e le 6:00. È da precisare che la UNI 9614 definisce una vibrazione di livello costante quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s), varia nel tempo in un intervallo di ampiezza inferiore a 5 dB.

Nel caso di vibrazioni di livello non costante (quando il livello dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza, rilevato mediante costante di tempo "slow" (1 s), varia nel tempo in un intervallo di ampiezza maggiore a 5 dB), il parametro fisico da misurare è l'accelerazione equivalente  $a_{w-eq}$  o il corrispondente livello definiti come segue:

$$a_{w-eq} = \left[ \frac{1}{T} \int_0^T a_w^2(t) dt \right]^{0.5}$$

$$L_{w-eq} = 10 \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T \left[ \frac{a_w(t)}{a_0} \right]^2 dt \right]$$

Dove:

T è la durata del rilievo in secondi.

Per quanto attiene ai valori limite si considerano ancora quelli esposti nelle tabelle precedenti. La norma UNI 9614 definisce le vibrazioni impulsive quando sono generate da eventi di breve durata costituiti da un rapido innalzamento del livello di accelerazione sino ad un valore massimo seguito da un decadimento che può comportare o meno, a seconda dello smorzamento della struttura, una serie di oscillazioni che tendono ad estinguersi nel tempo.

Per tale tipologia di vibrazioni, se il numero di eventi giornalieri N è non maggiore di 3, il valore dell'accelerazione complessiva ponderata in frequenza va confrontato con i limiti riportati nella seguente tabella, (Prospetto V - UNI 9614):

Destinazione d'uso	Asse Z		Asse X e Y	
	m/s <sup>2</sup>	dB	m/s <sup>2</sup>	dB
Aree critiche	5 10 <sup>-3</sup>	74	3,6 10 <sup>-3</sup>	71
Abitazioni notte	7 10 <sup>-3</sup>	76	5,0 10 <sup>-3</sup>	74
Abitazioni giorno	0.3	109	0.22	106
Uffici	0.64	116	0.46	113
Fabbriche	0.64	116	0.46	113

Tabella 5-8. Valori e livelli delle accelerazioni complessive ponderate in frequenza validi per vibrazioni impulsive (Prospetto V-UNI 9614).

Nel caso in cui il numero di impulsi giornaliero N sia maggiore di 3, i limiti della precedente tabella, relativamente alle "Abitazioni giorno", alle "Fabbriche" e agli "Uffici" vanno diminuiti in base al numero di eventi e alla loro durata.

Nessuna riduzione è prevista per le "Aree critiche" e per le "Abitazioni notte".

I nuovi limiti si ottengono dai precedenti (valori in m/s<sup>2</sup>) moltiplicandoli per il coefficiente F così definito:

Impulsi di durata inferiore ad un secondo	Impulsi di durata superiore ad un secondo
$F = 1.7N^{-0.5}$	$F = 1.7N^{-0.5}t^{-k}$

Dove:

t = durata dell'evento;

k = 1.22 per pavimenti in calcestruzzo k = 0.32 per pavimenti in legno.

Qualora i limiti così calcolati fossero minori dei limiti previsti per le vibrazioni di livello costante dovranno essere adottati come limiti questi ultimi valori. Vanno intesi come ambienti critici in relazione al disturbo alle persone le aree critiche come le camere operatorie ospedaliere o i laboratori in cui si svolgono operazioni manuali particolarmente delicate.

Nel caso in cui le vibrazioni misurate superino i valori limite riportati nelle tabelle precedenti i fenomeni vibratorii possono essere considerati oggettivamente disturbanti per un individuo presente all'interno di un edificio.

I trasduttori devono essere posizionati nei punti in cui la vibrazione interessa l'organismo ad essa soggetto. Nel caso in cui la posizione delle persone sia variabile la misura deve essere eseguita al centro degli ambienti in cui soggiornano le persone esposte.

#### **5.7.4 Identificazione dei punti di monitoraggio**

In linea generale devono essere previste campagne di monitoraggio nelle tipologie di ricettori che risultano più sensibili.

I punti sensibili individuati sono riportati con indicatori di colore arancione nella planimetria seguente. Le posizioni dei punti di misura potranno subire variazioni durante lo svolgimento delle misure in funzione delle condizioni reperite in sito, al fine di caratterizzare al meglio l'area di interesse.

## 5.8 Paesaggio

Per stato fisico dei luoghi si intende lo stato morfologico dei luoghi e lo stato fisico degli insediamenti antropici ricadenti nelle aree dove verranno localizzate le opere.

La quantità e qualità delle indagini sono impostate con l'obiettivo principale di verificare il decremento della qualità e delle caratteristiche del paesaggio naturale ed antropico nelle aree interessate dalla realizzazione delle opere.

Le indagini condotte in fase ante-operam avranno lo scopo di definire compiutamente la caratterizzazione dello stato delle aree d'indagine prima dell'inizio dei lavori, individuando gli indicatori visivi in grado di consentire il raffronto tra le tre fasi del monitoraggio ed una valutazione il più possibile oggettiva degli effetti sulla componente.

Le indagini che saranno condotte in fase di Corso d'Opera avranno il principale scopo di accertare le eventuali condizioni di criticità indotte dalle lavorazioni.

Nella fase in esercizio le indagini saranno finalizzate per lo più ad accertare l'efficacia delle misure di mitigazione ambientale indicate nel progetto, in termini di percezione visiva delle opere realizzate.

Tutte le informazioni raccolte, opportunamente confrontate con quelle raccolte durante il monitoraggio degli altri ambiti, permetteranno di comporre, per la situazione attuale ed un esaustivo quadro di riferimento sull'evoluzione dei caratteri del paesaggio nelle fasi costruttive e successivamente all'entrata in esercizio dell'opera, raffrontandoli con le previsioni dello SIA e della Relazione Paesaggistica.

In base alle caratteristiche del progetto in esame sarà eseguita un'indagine, con la finalità di verificare l'integrazione delle opere nel contesto paesaggistico attraverso il confronto delle visuali dai beni tutelati e dai centri abitati più vicini.

La principale tipologia d'impatto sul paesaggio, relativa all'inserimento di un nuovo impianto, è legata alla modificazione della percezione visiva dei recettori sensibili, dovuta a:

- Fenomeni di mascheramento visivo totale o parziale;
- Alterazione dell'equilibrio reciproco dei lineamenti caratteristici dell'unità paesaggistica, a causa dell'intromissione di nuove strutture fisiche estranee al contesto per forma, dimensione, materiali o colori.

La stima della misura dell'alterazione della percezione visiva rileva in senso inverso l'integrazione dell'opera nel contesto paesaggistico in cui si va ad inserire.

Questa alterazione può avvenire sui diversi piani del campo visivo:

- Primo piano (0 – 250/500 m): l'interferenza con la direttrice d'osservazione in primo piano, corrisponde ad una percezione ravvicinata o da media distanza, alla medesima quota plano-altimetrica. In tale ambito i fenomeni percettivi sono condizionati prevalentemente dall'andamento morfologico del piano campagna e dalla presenza di oggetti posti lungo la direttrice di osservazione;
- Secondo piano o piano intermedio (250/500 – 1000 m): l'interferenza con la direttrice d'osservazione in secondo piano, corrisponde ad una percezione da media distanza, dalla quale è possibile rilevare le interferenze sui lineamenti portanti dell'aspetto paesaggistico dell'area interferita, nonché le loro relazioni. Gli elementi dell'infrastruttura in progetto, che influenzano maggiormente la percezione da questo punto di osservazione, sono quelli che delineano come unità dissonanti rispetto ad una armonica, o quanto meno assimilata tale, struttura del paesaggio;



- Quinta visiva (> 1000 m): le interferenze con la direttrice d'osservazione sulla quinta visiva corrispondono alla percezione da grande distanza, quella che vede l'impianto attraversare gli elementi di sfondo della visuale. In questo caso gli elementi infrastrutturali a maggior criticità sono i pannelli fotovoltaici, che riescono ad essere percepiti e che possono interferire con grandi sistemi antropici o naturali, quali lo skyline di centri abitati, di rilievi montuosi o collinari. Il soggetto principale su cui si concentra questa indagine sono i recettori antropici in senso stretto, ovvero le popolazioni residenti ed i turisti che visitano le aree interessate dall'impianto.

La prima fase di monitoraggio è stata finalizzata a documentare lo stato dell'area di indagine prima dell'inizio dei lavori.

Si avrà cura che nelle immediate vicinanze non fossero presenti ostacoli di dimensioni rilevanti tali da "oscurare" il campo visivo inquadrato.

Per la definizione del cono visivo, come metodo di analisi dello stato del paesaggio percepibile dalle postazioni dei recettori, sarà considerato il campo visivo diviso in tre zone:

- Un "cono di alta percezione", corrispondente ai 45° centrali del cono visivo, nel quale si concentra principalmente la percezione visiva;
- Due "coni di media percezione", complementari al cono di alta percezione (45° a destra e a sinistra), all'interno dei quali gli oggetti in esso presenti possono essere osservati ruotando gli occhi;
- Due "coni di bassa percezione", tra i 45° ed i 90° rispetto all'asse frontale, potenzialmente percepibili, all'interno dei quali gli elementi più periferici possono essere visibili nitidamente ruotando la testa.

I punti di monitoraggio, da cui si acquisiranno le immagini fotografiche, consistono nei beni tutelati e nei centri abitati più vicini alle opere in progetto.

Saranno redatte delle schede in cui si riporterà:

- 1) Stralcio planimetrico in scala 1:10.000 con ubicazione dei punti di vista fotografici;
- 2) Documentazione fotografica dell'area d'intervento con rilevamento delle porzioni di territorio dove è prevedibile la massima visibilità delle opere in progetto e dei suoi elementi di maggiore impatto percettivo.

Durata e frequenza del monitoraggio

Sono previste in ciascuna dei punti di misura individuati le seguenti indagini:

- Ante-Operam: n. 1 rilievo in ciascun punto di monitoraggio;
- In Operam: n. 2 rilievi in ciascun punto di monitoraggio;
- In esercizio: n. 1 rilievo in ciascun punto di monitoraggio.

## 6 RESITUZIONE DEI DATI

I risultati dei monitoraggi ambientali ante-operam, in corso d'opera e post-operam previsti dal PMA saranno raccolti in rapporti periodici oltre che condivisi attraverso un Sistema informativo che sarà reso disponibile. Tali rapporti saranno trasmessi al MASE, all'Arpa Puglia con periodicità semestrale.

## 7 QUADRI SINOTTICI DEL PMA

MICROCLIMA E QUALITA' DELL'ARIA									
PARAMETRO	Unità di Misura	METODO DI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
Precipitazioni	mm	Centralina meteorologica	Centralina meteorologica interna al campo agrivoltaico	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	Non necessario	Controllo velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, temperature dell'aria, umidità relativa e assoluta, precipitazioni atmosferiche, radiazione solare globale e diffusa	Controllo velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, temperature dell'aria, umidità relativa e assoluta, precipitazioni atmosferiche, radiazione solare globale e diffusa	Elettronica	Annuale (per tutta la durata di vita dell'impianto)
Temperatura (min max, 14 h CET)	°C								
Velocità del vento	m/s								
Direzione del vento	gradi sessagesimali								
Umidità atmosferica (14 h CET)	%								
Pressione atmosferica	kPa								
CO	mg/m <sup>3</sup>	Mezzo mobile	Interna al campo agrivoltaico e presso i recettori sensibili lungo il percorso di realizzazione del cavidotto interrato	UNI CEN/TS 16450:2013	Non necessario	2 campagne di monitoraggio	1 campagna di monitoraggio	Elettronica	Semestrale
Nox	µg/m <sup>3</sup>								
NO2									
SO2									
C6H6									
PM10									
PM2.5									
Pb	ng/m <sup>3</sup>								
As									
Ni									
Cd									
Benzo(a) pirene	µg/m <sup>3</sup>								
O3									

ACQUE SUPERFICIALI E PROFONDE

PARAMETRO	Unità di Misura	METODO DI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
pH	unità di pH	Determinazione analitica	Presso il Torrente Cervato	APAT CNR IRSA 2060 Manuale 29/2003	1 misura per i parametri fisico-chimici e chimico-batteriologici	Semestrale (2 misure dei parametri fisicochimici, chimicobatteriologici e biologici, per tutta la durata dei lavori, con cadenza quadrimestrale, salvo diversi accordi con gli Enti competenti	Annuale per i primi tre anni di esercizio (1 misure dei parametri fisicochimici, chimicobatteriologici e biologici, per tutta la durata dei lavori, con cadenza quadrimestrale, salvo diversi accordi con gli Enti competenti	Elettronica e/o cartacea	Annuale
Temperatura	°C			APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003					
Conducibilità	(jS/cm			APAT IRSA CNR 2030 Manuale 29/2003					
Ossidabilità Kübel	mg/l di O2 consum.			Metodo di Kubel					
Carbonati				APAT IRSA CNR 2010 Manuale 29/2003					
COD (come O2)	mg/l			APAT CNR IRSA 5130 Manuale 29/2003 + US Standards Met. 5220D- EPA 410.4					
BOD5 (come O2)	mg/l			APAT CNR IRSA 5120 A/B1 Manuale 29/2003					
Calcio	mg/l			APAT IRSA CNR 3130 Manuale 29/2003					
Sodio									
Potassio									
Magnesio									
Cloruri									
Fluoruri	mg/l	Determinazione analitica	Presso il Torrente Cervato	APAT IRSA CNR 4020 Manuale 29/2003	1 misura nei pressi dell'impianto presso il Torrente Candelaro	1 misura nei pressi dell'impianto presso il Torrente Candelaro	Non necessario	Elettronica e/o cartacea	Annuale
Solfati				APAT CNR IRSA 4020 Manuale 29/2003 + APAT CNR IRSA 4150 Manuale 29/2003					
Azoto ammoniacale				APAT IRSA CNR 3030/4030 Manuale 29/2003					

Azoto nitrico			APAT IRSA CNR 4020/4050 Manuale 29/2003					
Azoto nitroso			APAT IRSA CNR 4020/4040 Man 29 2003					
Arsenico			APAT CNR IRSA 3020 Manuale 29/2003					
Cadmio			APAT CNR IRSA 3020 Manuale 29/2003					
Cromo								
Ferro								
Mercurio								
Manganese								
Nichel								
Piombo								
Rame								
Zinco								
Cromo VI								
Composti organici alogenati	mg/l		EPA 7199 1996 + APAT IRSA CNR 3150 Metodo B2 Manuale 29/2003	1 misura nei pressi dell'impianto presso il Torrente Candelaro	1 misura nei pressi dell'impianto presso il Torrente Candelaro	non necessario	Elettronica e/o cartacea	Annuale
Idrocarburi policiclici aromatici			EPA 3510 C 1996 + EPA 3630 C 2007 + EPA 8100 1986					
Indice di idrocarburi								
Fenoli totali			APAT CNR IRSA 5160 B2 Man 29 2003 + APAT IRSA CNR 5070 Man 29 2003					
Cianuri (liberi)			APAT CNR IRSA 4070 Man 29 2003 + DIN EN ISO 14403					
Pesticidi totali fosforati			APAT CNR IRSA 5060 Man 29 2003+ APAT IRSA CNR 5100 Man 29 2003					

Composti organici aromatici			EPA 5021A 2003 + EPA 8015C 2007 + EPA 5021A 2003					
Solventi clorurati			APAT IRSA CNR 5150 Man 29 2003					
Solventi organici azotati			EPA 5021A 2003 + EPA 8121 1994					

SUOLO E SOTTOSUOLO									
PARAMETRO	Unità di Misura	METODO DI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
<b>Analisi fisico-chimiche</b>									
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	g/Kg	Metodi di analisi chimica del suolo approvati dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (D.M.13.09.99 "Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo") e dal DM 471/99; MIPAF Osservatorio Nazionale Pedologico "Analisi Microbiologica del Suolo" Ed. 2002	Interno al campo agrivoltaico (n°1 campione ogni 8 ettari di terreno utilizzato)	Allegato 2 Parte Quarta del D.Lgs 152/2006;  Capitolo 2 del Manuale APAT 43/2006;  "Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati", D.M. n. 471/1999 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni";  "Linee Guida in materia di bonifica dei siti inquinati nella Regione Siciliana" (G.U.R.S. parte prima S.O. – n. 17 del 22/04/2016).	5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo	5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo	5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo	Elettronica e/o cartacea	1-3-5-10-15-20-25-30 anni dall'impianto
Scheletro	g/Kg								
PAS	%								
pH	g/Kg								
Cloruri	S.S. CaCo <sup>3</sup> g/Kg								
Sostanza organica	g/Kg S.S.C.								
CSC	Meq/100 g S.S.								
Azoto totale	g/Kg S.S.N.								
Fosforo assimilabile	Mg/Kg S.S.P.								
Conducibilità elettrica	S/m								
Conducibilità in pasta satura	mS/cm								
Calcio scambiabile	Meq/100 g S.S.								
Potassio scambiabile	Meq/100 g S.S.								
Magnesio scambiabile	Meq/100 g S.S.								
Sodio scambiabile	Meq/100 g S.S.								
Microelementi (ferro-manganese, rame, zinco assimilabile)	Mg/Kg								



Analisi Microbiologica									
Rapporto funghi/batteri	Unità Formanti Colonie (UFC)/unità di superficie	MIPAF - Osservatorio Nazionale Pedologico - Analisi Microbiologica del Suolo uno dei metodi più immediati per misurare la quantità di biodiversità microbica è la "Carica microbica"	Interno al campo agrivoltaico (n°1 campione ogni 8 ettari di terreno utilizzato)	UNI CEI EN ISO/IEC 17025	5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo	5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo	5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo	Elettronica e/o cartacea	1-3-5-10-15-20-25-30 anni dall'impianto
Protozoi e nematodi utili predatori di batteri, funghi e nematodi fitoparassiti (livello di restituzione dei nutrienti)	conta numero di spore								
Grado di diversificazione delle popolazioni microbiche (livello di difesa delle colture)	attività della biomassa microbica								
Presenza di patogeni (fungini e nematodi fitoparassiti)	Ricerca microrganismi indicatori								
Presenza condizioni di anaerobiosi	Ricerca batteri anaerobi								
pH									
Salinità	Conducibilità elettrica (mS/cm)								
Tessitura	%								
Carbonio organico	g/Kg								
Rapporto C/N	%								
Rapporto Ca/Mg; rapporto Mg/K	%								
Analisi sui metalli pesanti									
Cadmio	mg Kg <sup>-1</sup>	Determinazione analitica	Interno al campo agrivoltaico (n°1 campione ogni 8 ettari di terreno utilizzato)	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018	5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo	5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo	5 punti di campionamento di cui 3 sotto i pannelli fotovoltaici e 2 esterni come punti di controllo	Elettronica e/o cartacea	1-3-5-10-15-20-25-30 anni dall'impianto
Cobalto	mg Kg <sup>-1</sup>								
Cromo	mg Kg <sup>-1</sup>								
Manganese	mg Kg <sup>-1</sup>								
Nichel	mg Kg <sup>-1</sup>								
** Piombo	mg Kg <sup>-1</sup>								
* Rame	mg Kg <sup>-1</sup>								
* Zinco	mg Kg <sup>-1</sup>								

VEGETAZIONE									
PARAMETRO	Unità di Misura	METODO DI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
Stato fitosanitario delle aree a maggiore valenza naturalistica che si trovano nelle vicinanze degli interventi di progetto	Presenza di patologie/parassitosi; alterazioni della crescita; tasso di mortalità/infestazione delle specie chiave	Determinazione in campo	Transetto	Presenza di patologie/parassitosi; Alterazioni della crescita; tasso di Mortalità/infestazione delle specie chiave.	1 transetto prima dell'inizio dei lavori	1 transetto durante la fase di cantiere	1 transetto dopo la realizzazione dell'opera	Elettronica e/o cartacea	Annuale
n. di specie di interesse naturalistico	Numero	Determinazione in campo	Area di progetto	Censimento floristico	n. 1 rilievo floristico per la verifica nelle aree di cantiere e delle aree tecniche e di stoccaggio della presenza di vegetazione arbustiva e/o arborea	Non necessario	n. 1 rilievo per la verifica degli interventi di verifica della correttezza e dell'efficacia dei ripristini eseguiti (se necessario)	Elettronica e/o cartacea	Annuale
Controllo della corretta localizzazione ed esecuzione dei reimpianti; verifica del grado di attecchimento e accrescimento di individui e specie arborei e arbustivi reimpiantati	Visivo	Determinazione in campo	Area di progetto	Censimento floristico	Non necessario	Non necessario	n. 1 rilievo nell'area di progetto	Elettronica e/o cartacea	Annuale

FAUNA									
PARAMETRO	Unità di Misura	METODO DI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
<b>AVIFAUNA</b>									
PASSERIFORMI (nidificanti)	Numero/specie	Punti di ascolto	Area Intervento con fascia di 2 km	Approccio BACI (Before After Control Impact) + "Protocollo di Monitoraggio dell'avifauna dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna" (ISPRA, ANEV, Legambiente)	Rilievi nel periodo aprile/luglio	Rilievi nel periodo aprile/luglio	Rilievi nel periodo aprile/luglio (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)	Elettronica e/o cartacea	Annuale
RAPACI (nidificanti)	Numero	Visual count			Rilievi nel periodo marzo/luglio	Rilievi nel periodo marzo/luglio	Rilievi nel periodo marzo/luglio (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)		
UCCELLI NOTTURNI	Numero	Stimolazione al canto			Rilievi nel periodo marzo/giugno	Rilievi nel periodo marzo/giugno	Rilievi nel periodo marzo/giugno (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)		
RAPACI DIURNI (migratori)	Numero	Visual count			Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio	Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio	Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)		
PASSERIFORMI (migratori)	Numero	Visual count			Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio	Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio	Rilievi nel periodo settembre/ottobre e aprile/maggio (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)		
SVERNANTI	Numero	Transetto			Rilievi nel periodo dicembre/febbraio	Rilievi nel periodo dicembre/febbraio	Rilievi nel periodo dicembre/febbraio (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)		
<b>CHIROTTERI</b>									
Presenza chiroteri	Contatti/specie	Rilevamento bioacustico mediante punti di ascolto	Area Intervento con fascia di 2 km	"Linee guida per il monitoraggio dei Chiroteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia, ISPRA (2004)"	Rilievi nel periodo aprile/ottobre	Rilievi nel periodo aprile/ottobre	Rilievi nel periodo aprile/ottobre (fino ad 1 anno dopo la realizzazione dell'opera)	Elettronica e/o cartacea	Annuale

RUMORE									
PARAMETRO	Unità di Misura	METOD ODI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
Valori assoluti di immissione in ambiente esterno	db(A) + Leq	Misure fonometriche (L. 447/95, DM 16/03/98 e ss.mm.ii.)	In prossimità de recettori individuati nella Relazione di Impatto acustico previsionale	Relazione tecnica di impatto acustico	Già effettuato in fase di progettazione rilievo fonometrico di riferimento per il calcolo previsionale	1 campagna di misurazione della durata di 2 cicli nelle 24 ore (in continuo, presso postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare e della relaizzazione del campo agrivoltaico), salvo diversi accordi con gli enti di controllo di competenza	1 campagna di misurazione della durata di 2 cicli nelle 24 ore (in continuo, presso postazioni fisse non assistite da operatore, per rilievi di traffico veicolare e della relaizzazione del campo agrivoltaico), salvo diversi accordi con gli enti di controllo di competenza	Elettronica e/o cartacea	Annuale (in corso d'opera e in fase di esercizio)

VIBRAZIONI									
PARAMETRO	Unità di Misura	METOD ODI MISURA	PUNTO DI MISURA	METODICA	FREQUENZA DEL CONTROLLO			REGISTRAZIONE	REPORT
					Ante-Operam	Corso Opera	Post-Operam		Gestore (trasmissione)
Valori assoluti di immissione in ambiente esterno	Hz	ISO 2631 e la UNI 9614	In prossimità de recettori individuati nella Relazione di impatto previsionale delle vibrazioni	Relazione tecnica di impatto delle vibrazioni	Già effettuato in fase di progettazione per il calcolo previsionale	1 campagna di misurazione della durata di 12/24 ore (in continuo, presso postazioni fisse non assistite da operatore)	1 campagna di misurazione della durata di 12/24 ore (in continuo, presso postazioni fisse non assistite da operatore)	Elettronica e/o cartacea	Annuale (in corso d'opera e in fase di esercizio)

## 8 BIBLIOGRAFIA

Farina A. (2001) - Ecologia del paesaggio. Principi, metodi e applicazioni. UTET, Torino.

Grünkorn T., A. Diederichs D., Poszig B., Diederichs & Nehls G. (2005) - Entwicklung einer Methode zur Abschätzung des Kollisionsrisikos von Vögeln an Windenergieanlagen. Untersuchungen im Auftrag des Landesamtes für Naturschutz des Landes Schleswig-Holstein. \*pdf at [www.bioconsult-sh.de](http://www.bioconsult-sh.de).

Pielou E. C. (1966) - Shannon's formula as a measure of specific diversity: its use and misuse. - Am. Nat. 100: 463-465.

Preatoni D., Mustoni A., Martinoli A., Carlini E., Chiarenzi B., Chiozzini S., Van Dongen S., Wauters L.A., Tosi G. (2005) - Conservation of brown bear in the Alps: space use and settlement behavior of reintroduced bears. *Acta Oecologica* 28, 189–197.

Purroy F.J. (1975) - Evolucion anual de la avifauna de un bosque mixto de coníferas y frondosas en Navarra. *Ardeola* 21:669-6.

Russo D. (2004) - Tecniche e metodi di monitoraggio. In: Agnelli P., Martinoli A., Patriarca E., Russo D., Scaravelli D. & Genovesi P. (eds.). Linee guida per il monitoraggio dei chiroteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia-Quaderni di Conservazione della Natura 19 Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica, Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, pp. 109-175.

Russo D. & Jones G. (2002) - Identification of twenty-two bat species (Mammalia: Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. *J. Zool. (Lond.)* 258: 91-103.

Shannon C., Weaver W. (1949) - The mathematical theory of communication, Univ. Illinois Press, Urbana.

Turcek F. J. (1956) - Zur Frageder Dominanze in Vogel populationen. *Waldhygiene*, 8: 249-257.