

N. rev	Nota di revisione	Data	Firma	Controllo
R03	Integrazioni	08/02/2024		

Oggetto:
 PROVVEDIMENTO AUTORIZZATORIO VIA (art. 23 del Dlgs 152/2006 ssmmi) + AUR
 Comune di Sassari (SS) - "Località Tanca Beca"
 Progetto di un Impianto Fotovoltaico a Terra Potenza Nominale 143,87 MWp e Sistema di
 Accumulo Elettrochimico della Potenza Nominale di 70MW/560MWh connesso alla rete RTN

Titolo del disegno:

MONITORAGGIO AMBIENTALE

Società Proponente:
 e-Solar 5 srl
 Via Augusto Gargana, 34 - Viterbo
 Tel.Fax.: +39 0761 972329; Mob.: +39 338 6316126;



Progettazione :
 Ing. Vincenzo CHIRICOTTO
 Strada Fastello, 65 - Viterbo
 Tel.Fax.: +39 0761 972329; Mob.: +39 338 6316126;
 Email: vincenzo@chiricotto.it;



R05

Data: 15/06/2023

Sommario

1. INTRODUZIONE DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO	3
2 OBIETTIVI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	6
3.1 La scelta delle componenti ambientali	8
2 RIFERIMENTI NORMATIVI COMUNITARI E NAZIONALI	12
2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI	12
2.1.1 D.LGS 152/2006 E S.M.I	12
2.1.2 D.LGS 163/2006 E S.M.I	13
3 RIEPILOGO DELLA SIGNIFICATIVITA' DEGLI IMPATTI.....	14
3.1 SCELTA DELLE COMPONENTI AMBIENTALI	15
3.1.1 COMPONENTE ATMOSFERA E CLIMA.....	17
3.1.1.1 Impatti sulla componente atmosfera e clima	18
Fase di cantiere.....	18
Fase di esercizio	19
Fase di dismissione	19
3.1.1.2 Indicatori e valori limite.....	20
• PM10.....	22
• CO	22
• Benzene	22
3.1.1.4 Monitoraggio e mitigazione.....	23
3.1.2 COMPONENTE AMBIENTE IDRICO	24
3.1.2.1 Impatti sull'ambiente idrico	25
Fase di cantiere.....	25
Fase di esercizio	26
Fase di dismissione	26
3.1.2.2 Monitoraggio e mitigazione.....	26
3.1.3 COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO	28
3.1.3.1 Impatti sul suolo e sottosuolo	28
Fase di cantiere.....	28
Fase di esercizio	29
Fase di dismissione	29
3.1.3.2 Indicatori e valori limite.....	30
3.1.3.3 Monitoraggio e mitigazione.....	31
3.1.4 COMPONENTE PAESAGGIO E BENI CULTURALI	32

3.1.4.1	Impatti sul paesaggio e beni culturali.....	33
	Fase di cantiere.....	33
	Fase di esercizio	33
	Fase di dismissione	34
3.1.4.2	Mitigazione e monitoraggio.....	34
3.1.5	COMPONENTE ECOSISTEMI E BIODIVERSITÀ (VEGETAZIONE E FAUNA).....	36
3.1.5.1	Impatti sulla componente ecosistemi e biodiversità (vegetazione)	36
	Fase di cantiere.....	36
	Fase di esercizio	37
	Fase di dismissione	37
3.1.5.2	Impatti sulla componente ecosistemi e biodiversità (fauna).....	37
	Fase di cantiere.....	37
	Fase di esercizio	38
	Fase di dismissione	38
3.1.5.3	Indicatori e valori limite.....	40
3.1.5.4	Monitoraggio e mitigazione.....	41
3.1.6	COMPONENTE SALUTE PUBBLICA	42
3.1.6.1	Impatti sulla componente salute pubblica	42
	Fase di cantiere.....	44
	Fase di esercizio	44
	Fase di dismissione	45
3.1.6.2	Indicatori e valori limite.....	45
3.1.6.3	Monitoraggio e mitigazione.....	48
4	DURATA COMPLESSIVA DEL PMA	51
5	QUADRI SINOTTICI DEL PMA	52
5.1	MONITORAGGIO DELLE COMPONENTI	52
5.2	FREQUENZA E PERIODI DI MONITORAGGIO	54

1. INTRODUZIONE DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO

Nella definizione dell'Agenzia Europea per l'Ambiente con il termine **monitoraggio** si intende la *“periodica o continua rilevazione, valutazione e determinazione dei livelli dei parametri ambientali e/o dell'inquinamento ambientale al fine di prevenire effetti negativi e dannosi per l'ambiente. Include anche la previsione di possibili variazioni nell'ecosistema e/o nella biosfera nel complesso”*

Con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il monitoraggio ambientale è entrato a far parte integrante del processo di VIA assumendo, ai sensi dell'art.28, la funzione di strumento capace di fornire la reale “misura” dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari “segnali” per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito della VIA.

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) Linee guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA”) rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare i potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione e dall'esercizio del progetto.

La tipologia dei parametri da monitorare e la durata del monitoraggio sono proporzionati alla natura, all'ubicazione, alle dimensioni del progetto e alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente. Al fine di evitare una duplicazione del monitoraggio, è possibile ricorrere, se del caso, a meccanismi di controllo esistenti derivanti dall'attuazione di altre pertinenti normative europee, nazionali o regionali.

Il livello progettuale di riferimento ed il conseguente livello di approfondimento dei contenuti del PMA è relativo al progetto definitivo così come individuato all'art.5, lettera h) del D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

Per le opere sottoposte a VIA in sede statale (D.Lgs.152/2006 e s.m.i.), nelle more della definizione di nuove norme tecniche per la predisposizione degli Studi di Impatto Ambientale, il PMA è incluso nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) predisposto ai sensi del DPCM 27.12.1988.

Riferimenti normativi comunitari

Nell'ambito delle direttive comunitarie che si attuano in forma coordinata o integrata alla VIA (art.10 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.), per prima la **direttiva 96/61/CE** sulla 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) e successivamente la **direttiva 2001/42/CE** sulla Valutazione Ambientale Strategica di piani e programmi, hanno introdotto il MA rispettivamente come parte integrante del processo di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) per l'esercizio di un impianto e di controllo sugli impatti significativi sull'ambiente derivanti dall'attuazione dei piani e dei programmi.

Con la direttiva sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento sono stati introdotti i principi generali del monitoraggio ambientale definiti nel Best Reference Document “General Principles of Monitoring” per assolvere agli obblighi previsti dalla direttiva in merito ai requisiti di monitoraggio delle emissioni industriali alla fonte.

La direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la Valutazione d'Impatto Ambientale di determinati progetti pubblici e privati introduce importanti novità in merito al monitoraggio ambientale, riconosciuto come strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente derivanti dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera, all'identificazione di eventuali effetti negativi significativi imprevisti e alla adozione di opportune misure correttive. La direttiva 2014/52/UE stabilisce inoltre che il monitoraggio:

- non deve duplicare eventuali monitoraggi ambientali già previsti da altre pertinenti normative sia comunitarie che nazionali per evitare oneri ingiustificati; proprio a tale fine è possibile ricorrere, se del caso, a meccanismi di controllo esistenti derivanti da altre normative comunitarie o nazionali.

- è parte della decisione finale, che, ove opportuno, ne definisce le specificità (tipo di parametri da monitorare e durata del monitoraggio) in maniera adeguata e proporzionale alla natura, ubicazione e dimensioni del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente.

Il monitoraggio ambientale nella VIA rappresenta l'insieme di attività da porre in essere successivamente alla fase decisionale finalizzate alla verifica dei risultati attesi dal processo di VIA ed a concretizzare la sua reale efficacia attraverso dati quali-quantitativi misurabili (parametri), evitando che l'intero processo si riduca ad una mera procedura amministrativa e ad un esercizio formale. Il *follow-up* comprende le attività riconducibili sostanzialmente alle seguenti quattro principali fasi:

2. Monitoraggio – l'insieme di attività e di dati ambientali caratterizzanti le fasi antecedenti esecutive la realizzazione del progetto;
3. Valutazione – la valutazione della conformità con le norme, le previsioni o aspettative delle prestazioni ambientali del progetto;
4. Gestione – la definizione delle azioni appropriate da intraprendere in risposta ai problemi derivanti dalle attività di monitoraggio e di valutazione;
5. Comunicazione – l'informazione ai diversi soggetti coinvolti sui risultati delle attività di monitoraggio, valutazione e gestione.

Riferimenti

normativi nazionali

D.Lgs.152/2006 e

s.m.i.

Il DPCM 27.12.1988 recante "Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale", tutt'ora in vigore in virtù dell'art.34, comma 1 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., 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 s.m.i. rafforza la finalità del monitoraggio ambientale attribuendo ad esso la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si attua successivamente all'informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h).

Il monitoraggio ambientale è individuato nella Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., (art.22, lettera e); punto 5-bis dell'Allegato VII) come "*descrizione delle misure previste per il monitoraggio*" facente parte dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale ed è quindi documentato dal proponente nell'ambito delle analisi e delle valutazioni contenute nello stesso SIA.

Il monitoraggio è infine parte integrante del provvedimento di VIA (art.28 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.) che "*contiene ogni opportuna indicazione per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti*". In analogia alla VAS, il processo di VIA non si conclude quindi con la decisione dell'autorità competente ma prosegue con il monitoraggio ambientale per il quale il citato art.28 individua le seguenti finalità:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate,

- corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera,
- individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisti per consentire all'autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di

entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, possono comportare, a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato o la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate,

- informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate.

D.Lgs.163/2006 e s.m.i.

Il D.Lgs.163/2006 e s.m.i. regola la VIA per le opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del monitoraggio ambientale.

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) è un allegato dello SIA redatto sulla base della documentazione relativa al Progetto Definitivo e si articola in:

- Analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente
- Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici
- Scelta delle componenti ambientali da monitorare
- Scelta delle aree critiche da monitorare
- Definizione della struttura delle informazioni (contenuti e formato)
- Prima stesura del PMA

Pertanto il presente documento costituisce la prima stesura del Piano di Monitoraggio Ambientale (di seguito semplicemente PMA) relativo al progetto per la realizzazione di un impianto con sistema integrato per la coltivazione di piante officinali e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare a conversione fotovoltaica.

Il luogo prescelto per l'intervento in esame risulta essere da un lato economicamente sfruttabile in quanto area esclusivamente utilizzata per la produzione agricola, lontana dai centri abitati e urbanisticamente coerente con l'attività svolta, con conseguenti minori impatti a causa della ridotta visibilità rispetto ad impianti posizionati in aree diverse, dall'altro la zona risulta non essere interessata da vincoli ambientali insostenibili. L'impianto fotovoltaico sarà installato su opportune strutture di sostegno, appositamente progettate e infisse nel terreno in assenza di opere in cemento armato. Non si prevede la realizzazione di volumetrie, fatte salve quelle associate ai locali tecnici, indispensabili per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

Al termine della sua vita utile, l'impianto dovrà essere dismesso e il soggetto esercente provvederà al ripristino dello stato dei luoghi, come disposto dall'art. 12 comma 4 del D. Lgs. n. 387 del 29 dicembre 2003.

L'intervento proposto:

- Consente la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- Utilizza fonti rinnovabili eco-compatibili;
- Consente il risparmio di combustibile fossile;
- Non produce nessun rifiuto o scarto di lavorazione;
- Non è fonte di inquinamento acustico;
- Non è fonte di inquinamento atmosferico;

- Utilizza viabilità di accesso già esistente;

- Comporta l'esecuzione di opere edili di dimensioni modeste che non determinano in alcun modo una significativa trasformazione del territorio: ovvero le fondazioni superficiali delle cabine dei locali tecnici.

La realizzazione di un impianto di tipo *agrivoltaico* punta a far convivere fotovoltaico e agricoltura con reciproci vantaggi in termini di produzione di energia, tutela ambientale, conservazione della biodiversità e mantenimento dei suoli. In questo modo si vuole preservare la caratteristica originaria del sito, senza produrre particolari alterazioni nell'area individuata per la realizzazione del progetto e in quella circostante.

In base al D. Lgs. 16 giugno 2017, n. 104, che modifica la parte seconda del D. Lgs. 152/2006 (Codice Ambiente) al fine di attuare la Direttiva 2014/52/UE in materia di valutazione di impatto ambientale, la tipologia dei parametri da monitorare e la durata del monitoraggio sono proporzionati alla natura, all'ubicazione, alle dimensioni del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente (Art. 14).

Le soluzioni previste per evitare, prevenire, ridurre o compensare gli impatti ambientali significativi e negativi del progetto e le disposizioni di monitoraggio devono spiegare in che misura e con quali modalità si intende intervenire al fine di eliminare o evitare gli effetti degli impatti medesimi.

Il PMA dunque deve essere predisposto per tutte le fasi di vita dell'opera (fase *ante operam*, corso d'opera, *post operam* ed eventuale dismissione); esso rappresenta lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano coerenti con le previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA.

La seguente trattazione mostra i contenuti previsti dal piano di monitoraggio ambientale che saranno meglio approfonditi in appositi elaborati ai quali si rimanderà nel proseguo della trattazione. In questo contesto la normativa prevede un livello di progettazione definitiva.

2 OBIETTIVI DEL PROGRAMMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

In base ai principali orientamenti tecnico scientifici e normativi comunitari ed alle vigenti norme nazionali il monitoraggio rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare, attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio.

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

Al pari degli altri momenti salienti del processo di VIA (consultazione, decisione), anche le attività e gli esiti del monitoraggio ambientale sono oggetto di condivisione con il pubblico; per garantire tale finalità le Linee Guida stabiliscono requisiti per i

formati con cui le informazioni ed i dati contenuti nel PMA e per quelli derivanti dalla sua attuazione dovranno essere forniti dal proponente per la comunicazione e per l'informazione ai diversi soggetti interessati (autorità competenti, comunità scientifica, imprese, pubblico) e per il riuso degli stessi per altri processi di VIA o come patrimonio conoscitivo comune sullo stato dell'ambiente e delle sue evoluzioni.

Nella fase preliminare alla stesura del PMA va verificata la presenza di informazioni, attività e sistemi di monitoraggio preesistenti che, qualora significativi in relazione all'intervento in oggetto e all'ambito territoriale considerato, devono essere inseriti nel PMA.

Il PMA dunque deve essere predisposto per tutte le fasi di vita dell'opera (fase *ante operam*, corso d'opera, *post operam* ed eventuale dismissione); esso rappresenta lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano coerenti con le previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA.

gli obiettivi da perseguire nel PMA, in modo commisurato alla natura dell'opera e alla sua ubicazione, sono finalizzati a:

- **controllare**, nella fase di costruzione, di esercizio e di dismissione le previsioni di impatto individuate negli studi ambientali;
- **correlare** gli stati ante-operam, corso d'opera e post-operam (nell'accezione data nel presente PMA) in modo da verificare i cambiamenti delle componenti ambientali;
- **garantire**, durante la costruzione delle opere, il controllo dello stato dell'ambiente e delle pressioni ambientali prodotte dalla realizzazione dell'opera, anche attraverso l'indicazione di eventuali situazioni di criticità da affrontare prontamente con idonee misure correttive;
- **verificare** l'efficacia delle misure di mitigazione adottate al fine di poter intervenire per la risoluzione di impatti residui.

Al fine di perseguire i suddetti obiettivi, il monitoraggio si articolerà in tre fasi temporali distinte:

Monitoraggio **Ante Operam (AO)**, identificato nell'arco temporale antecedente l'inizio dei lavori di coltivazione, al fine di determinare lo stato zero dell'area: si conclude prima dell'inizio delle attività interferenti con la componente ambientale, ossia prima dell'insediamento del cantiere e dell'inizio della coltivazione e ha come obiettivo principale quello di fornire una fotografia dell'ambiente prima degli eventuali disturbi generati dalla coltivazione in cava.

- Monitoraggio in **Corso d'Opera (CO)**, che riguarda l'intero periodo di realizzazione delle opere in progetto: dalle fasi preliminari di scotico fino al completo recupero ambientale. Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori di cava. Pertanto il monitoraggio in corso d'opera sarà condotto per fasi successive, articolate in modo da seguire l'andamento dei lavori. Preliminarmente sarà definito un piano volto all'individuazione, per le aree di impatto da monitorare, delle fasi critiche della realizzazione delle operazioni di scavo per le quali si ritiene necessario effettuare la verifica durante i lavori. Le indagini saranno condotte per tutta la durata dei lavori con intervalli definiti e distinti in funzione della componente ambientale indagata. Le fasi individuate in via preliminare saranno aggiornate in corso d'opera sulla base dell'andamento delle lavorazioni.
- Monitoraggio **Post Operam (PO)**, che riguarda la fase di dismissione dell'impianto: comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera, e deve iniziare non prima del ripristino dell'area. La durata del monitoraggio

è variabile in funzione della componente ambientale specifica oggetto di monitoraggio.

Il monitoraggio, strutturato ed organizzato sulla base delle risultanze dello SIA e della procedura di V.I.A., in linea generale si compone di due tipologie distinte di attività:

- ✓ monitoraggio “continuo”, cioè esteso lungo tutto l’ingombro di progetto per una fascia di indagine sufficientemente ampia attorno ad esso;
- ✓ monitoraggio “puntuale”, cioè limitato a specifiche aree con presenza di potenziali impatti all’interno delle quali possono essere svolte una o più differenti tipi di indagine.

Le due attività non comprendono necessariamente tutte le componenti ambientali individuate.

Le fasi progettuali che hanno portato alla definizione del PMA sono riconducibili ai seguenti capitoli che concorrono all’illustrazione dei suoi contenuti:

- 1) scelta delle componenti quali parametri microclimatici, chimico-fisici, etc;
- 2) scelta delle aree e/o dei punti da monitorare: le aree da monitorare sono state definite in funzione degli esiti delle valutazioni condotte nello SIA relativamente alle componenti interferite, tenendo conto delle esigenze di campionamento e degli obiettivi delle specifiche misurazioni;
- 3) Programmazione delle attività: la definizione delle frequenze e della durata delle attività di monitoraggio è riportata nei capitoli relativi ai vari ambiti da monitorare; la definizione degli aspetti connessi all’organizzazione delle attività di controllo discendono sia dalle metodologie di misura e di campionamento, sia dalle durate delle lavorazioni e, più in generale, dall’organizzazione della cantierizzazione.

3.1 La scelta delle componenti ambientali

Per ciascuna componente/fattore ambientale vengono forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio che saranno di seguito descritte nell’ambito del presente PMA.

Le componenti/fattori ambientali trattate sono:

- Atmosfera (qualità dell’aria);
- Ambiente idrico (acque sotterranee e acque superficiali);
- Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli e sottosuoli);
- Salute Pubblica (rumore);

Le componenti/fattori ambientali sopra elencate ricalcano sostanzialmente quelle indicate nell’Allegato I al DPCM 27.12.1988 e potranno essere oggetto di successivi aggiornamenti e integrazioni sia in relazione all’emanazione delle nuove norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale, previste dall’art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., che a seguito del recepimento della direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva VIA 2011/92/UE.

Giova inoltre ricordare che sia la “Salute pubblica” che gli “Ecosistemi” sono componenti ambientali a carattere trasversale rispetto ad altre componenti/fattori ambientali per i quali la stessa normativa ambientale prevede in alcuni casi “valori limite” basati proprio sugli obiettivi di protezione della salute umana e degli ecosistemi (es. qualità dell’aria, qualità delle acque, rumore, vibrazioni etc..).

Pertanto il monitoraggio ambientale potrà comunque essere efficacemente attuato in maniera “integrata” sulla base degli esiti del monitoraggio delle diverse componenti/fattori ambientali, sia biotici che abiotici, che possono influenzare in maniera diretta o indiretta la salute delle popolazioni e degli ecosistemi (la qualità dell’aria, il clima acustico, la qualità delle acque, la qualità dei suoli, i campi elettromagnetici, ecc.).

Ciascuna componente/fattore ambientale è trattata nei successivi paragrafi secondo uno schema-tipo articolato in linea generale in: obiettivi specifici del monitoraggio; localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio; parametri analitici; frequenza e durata del monitoraggio; metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati); valori limite normativi e/o

standard di riferimento.

In riferimento al numero ed alla tipologia dei parametri analitici proposti, si evidenzia che essi rappresentano un insieme necessariamente ampio e complesso all'interno del quale si potranno individuare ed utilizzare quelli pertinenti agli obiettivi specifici del Progetto di Monitoraggio Ambientale definito in funzione delle caratteristiche dell'opera, del contesto localizzativo e della significatività degli impatti ambientali attesi. IL PMA è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all'esercizio dell'opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, di tutti i parametri e/o indicatori utilizzati per definire le caratteristiche qualitative e quantitative delle singole componenti.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Di seguito sono descritte in maniera sintetica le opere impiantistiche utili alla realizzazione dell'impianto per l'immissione in rete meglio descritte nelle relazioni specialistiche contenute nel progetto. Il progetto prevede la realizzazione di un impianto cosiddetto "agro-fotovoltaico" della potenza di **137,58 MWp** in quanto oltre ad un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e alle relative opere di connessione alla RTN, sarà contestualmente avviata un'attività agricola ed una di pascolo al fine di rendere meno invasiva l'immissione dell'impianto nel contesto agricolo: una scelta innovativa ed efficiente che centra appieno l'obiettivo della sostenibilità ambientale in riferimento sia alla tutela delle risorse agricole sia alla produzione di energia elettrica totalmente green.

L'impianto sarà installato sui terreni siti nel comune di Sassari (SS) aventi dati catastali:

IMPIANTO FV

Comune di Sassari (SS) Sez. NurraB

- Foglio 80 Particelle 167 – 246 – 247 – 248
- Foglio 81 Particelle 25 – 54 – 58 – 56 – 50 – 51
- Foglio 92 Particelle 12 – 110
- Foglio 93 Particelle 117 – 1 – 168 – 170 – 110
- Foglio 101 Particelle 709 – 658 – 705 – 712 – 716
- Foglio 111 Particelle 101 – 130 – 131 – 132 – 128 – 51 – 50

Area Impianto FV = 1'894'491 m² – 189,4491 ha

IMPIANTO STORAGE

Comune di Sassari (SS) Sez. NurraB

- Foglio 81 Particelle 25 – 50 – 51 – 54 – 56

Area BESS = 43'755 m² – 4,3755 ha

L'area impegnata dalle opere di connessione, ricadente sempre in agro di Sassari (SS), è catastalmente individuata nelle particelle seguenti:

- Comune di Sassari (SS) sez. B Foglio di mappa n.° 94, p.lle 2-169-170-171-149-173

La struttura di tipo "Tracker" di supporto per moduli fotovoltaici sarà realizzata mediante profilati in

acciaio zincato a caldo e costituisce un sistema ad inseguimento mono-assiale.

Il tracker è una struttura azionata da un attuatore lineare, in grado di seguire il sole su un asse, orientandosi perpendicolarmente ai raggi solari nel corso dell'intera giornata e al variare delle stagioni, secondo un algoritmo astronomico che calcola la posizione del sole. Il sistema garantisce altresì la protezione dei motori e

dei pannelli assumendo la "posizione di difesa" disponendo i pannelli in modo orizzontale, al fine di minimizzare l'azione del vento sulla struttura.

L'energia elettrica prodotta sarà immessa in regime di cessione totale nella rete di trasmissione nazionale RTN con allaccio in Alta Tensione tramite collegamento in antenna sulla sezione a 150 kV della stazione elettrica **SE RTN "Olmedo"** 380/36 kV di proprietà di TERNA SpA.

Con la presente relazione di "monitoraggio ambientale" (MA), facente parte integrante del progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico "a terra", in agro di Sassari (SS), si intende riportare gli elementi di intervento di valutazione e controllo tali da costituire un "Piano di Monitoraggio Ambientale", definito in seguito come "Piano" e/o come "PMA".

Ancor prima di entrare nel merito è necessario riportare che l'impianto fotovoltaico costituisce un impianto "diffuso", in quanto distribuito su di un gran numero di particelle catastali, tutte inserite nei Fogli riportati ed allocati nell'ambito della stessa porzione di territorio.

Tale conformazione induce problematiche sulla gestione del "PMA" che, comunque, sarà particolarmente sviluppato nella porzione di maggiore concentrazione di particelle catastale destinate all'impianto.

Nel merito del "monitoraggio ambientale", due sono gli aspetti di un impianto fotovoltaico "a terra" che lo caratterizzano, quali:

- Punto 1: Quello connesso al monitoraggio di alcune matrici ambientali (atmosfera, ambiente idrico, suolo e sottosuolo, biodiversità, agenti fisico, paesaggio e beni culturali). Per tale "monitoraggio" vengono in soccorso alcune "Linee Guida" regionali e quella, più probante, dell'ISPRA e relative alle "Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)- Indirizzi metodologici generali- Rev. Del 16/06/2014 su Capitoli 1-2-3-4 e 5". Inoltre, particolare attenzione è stata destinata ai terreni provenienti dagli scavi che, ove non utilizzabili nell'ambito dello stesso impianto, dovranno essere caratterizzati chimicamente, valutando con attenzione la destinazione d'uso finale.
- Punto 2: Quello relativo alla rispondenza con la Norma italiana CEI 82-75, ultima versione, relativa a: "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti

elettriche di Media e Bassa Tensione”. Tale normativa finalizza, in particolare, il “monitoraggio” tecnologico dell’efficienza dell’impianto in tutte le sue componenti strutturali, tenendo presente che trattasi di trackers di ultima generazione; per tale problematica vi è apposita relazione aggiunta al progetto.

Di seguito, quindi, si riportano, anche con riferimenti normativi, le varie attività da svolgere per rispondere adeguatamente alla realizzazione concreta ed efficace del “Piano di Monitoraggio Ambientale” dell’impianto e del territorio nel quale si va ad inserire.

L’impianto prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- scotico e preparazione dell’area;
- montaggio della recinzione perimetrale;
- realizzazione della viabilità interna;
- installazione delle MV skids, e della cabina di smistamento;
- installazione dei tracker con i moduli fotovoltaici;
- rete elettrica interna alla tensione nominale tra i moduli fotovoltaici e tra questi e le MV Skids;
- rete elettrica interna in bassa tensione per l’alimentazione dei servizi ausiliari e i dispenser di ricarica elettrica per l’autotrazione;
- rete elettrica interna in media tensione per il collegamento in entra-esce tra le varie stazioni di trasformazione e la cabina di smistamento;
- rete telematica interna di monitoraggio per il controllo dell’impianto fotovoltaico;
- realizzazione dei collegamenti elettrici di campo;

In sostanza l’impianto fotovoltaico si compone di opere civili ed opere elettriche.

Le opere civili da realizzare, recinzione e viabilità interne incluse, risultano essere compatibili con l’inquadramento urbanistico del territorio; esse, infatti, non comportano una variazione della “destinazione d’uso del territorio” e non necessitano di alcuna “variante allo strumento urbanistico”, come da giurisprudenza consolidata. Oltre all’installazione del generatore fotovoltaico, sarà necessario realizzare un elettrodotto per il trasporto dell’energia sino al punto di consegna; il tracciato dell’elettrodotto è evidenziato nelle tavole di progetto, redatto in conformità alle normative vigenti in materia di progettazione, la realizzazione, l’esercizio e la dismissione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili” ed ai sensi del Decreto Legislativo 29/12/2003 n°387 per l’adozione del provvedimento finale di autorizzazione relativa ad impianti alimentati da fonti rinnovabili e delle opere agli stessi connesse, nonché delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all’esercizio. La presente relazione è redatta secondo le “Linee guida per la predisposizione del Progetto di

Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambiente” (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.).

2 RIFERIMENTI NORMATIVI COMUNITARI E NAZIONALI

Con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il monitoraggio ambientale è entrato a far parte integrante del processo di VIA assumendo, ai sensi dell'art.28, la funzione di strumento capace di fornire la reale “misura” dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle diverse fasi di attuazione di un progetto e soprattutto di fornire i necessari “segnali” per attivare azioni correttive nel caso in cui le risposte ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito della VIA.

Le linee Guida per la redazione del PMA sono state redatte in collaborazione tra ISPRA e Ministero dei Beni delle Attività Culturali e del Turismo, e sono finalizzate a:

- fornire indicazioni metodologiche ed operative per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA),
- stabilire criteri e metodologie omogenee per la predisposizione dei PMA affinché, nel rispetto delle specificità dei contesti progettuali ed ambientali, sia possibile il confronto dei dati, anche ai fini del riutilizzo. Nelle more dell'emanazione di nuove norme tecniche in materia di valutazione ambientale ai sensi dell'art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., il documento costituisce atto di indirizzo per lo svolgimento delle procedure di Valutazione d'Impatto Ambientale, in attuazione delle disposizioni contenute all'art.28 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. Le linee guida citate sono dunque la base di riferimento del presente studio redatto per il progetto dell'impianto fotovoltaico in oggetto. Si precisa fin da ora che il presente PMA dà indicazioni sui possibili monitoraggi da effettuare; gli stessi potranno essere confermati, eliminati o integrati a seguito di indicazioni da parte degli enti coinvolti nel procedimento autorizzativo.

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI NAZIONALI

2.1.1 D.LGS 152/2006 E S.M.I

Il DPCM 27.12.1988 recante “Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale”, tutt'ora in vigore in virtù dell'art.34, comma 1 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., 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 s.m.i. rafforza la finalità del monitoraggio ambientale attribuendo ad esso la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si attua successivamente all'informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h).

Il monitoraggio ambientale è individuato nella Parte Seconda del D. Lgs.152/2006 e s.m.i., (art.22, lettera e); punto 5-bis dell'Allegato VII come "descrizione delle misure previste per il monitoraggio" facente parte dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale ed è quindi documentato dal proponente nell'ambito delle analisi delle valutazioni contenute nello stesso SIA.

Il monitoraggio è infine parte integrante del provvedimento di VIA (art.28 D. Lgs.152/2006 e s.m.i.) che "contiene ogni opportuna indicazione per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti".

In analogia alla VAS, il processo di VIA non si conclude quindi con la decisione dell'autorità competente ma prosegue con il monitoraggio ambientale per il quale il citato art.28 individua le seguenti finalità:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate;
- corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera;
- individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisti per consentire all'autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, possono comportare, a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato o la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate;
- informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate.

2.1.2 D.LGS 163/2006 E S.M.I.

Il D.Lgs.163/2006 e s.m.i. regola la VIA per le opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del monitoraggio ambientale. Ai sensi dell'Allegato XXI (Sezione II) al D. Lgs.163/2006 e s.m.i.:

- il Progetto di Monitoraggio Ambientale costituisce parte integrante del progetto definitivo (art.8, comma 2, lettera g);
- la relazione generale del progetto definitivo "riferisce in merito ai criteri in base ai quali si è

operato per la redazione del progetto di monitoraggio ambientale con particolare riferimento per ciascun componente impattata e con la motivazione per l'eventuale esclusione di taluna di esse" (art.9, comma2, lettera i)

- sono definiti 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 (PMA) deve illustrare i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate successivamente per attuare il piano di monitoraggio ambientale (PMA), definito come l'insieme dei controlli da effettuare 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;
 - b) il progetto di monitoraggio ambientale dovrà uniformarsi ai disposti del citato D.M. 1° aprile 2004 del Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio; in particolare dovranno essere adottati le tecnologie ed i sistemi innovativi ivi previsti. Secondo quanto stabilito dalle linee guida nella redazione del PMA si devono seguire le seguenti fasi progettuali:
 1. analisi del documento di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione;
 2. definizione del quadro informativo esistente;
 3. identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
 4. scelta delle componenti ambientali;
 5. scelta delle aree da monitorare;
 6. strutturazione delle informazioni;
 7. programmazione delle attività.

Per consentire una più efficace attuazione di quanto previsto dalla disciplina di VIA delle opere strategiche e considerata la rilevanza territoriale e ambientale delle stesse, l'allora "Commissione Speciale VIA" ha predisposto nel 2003, e successivamente aggiornato nel 2007, le "Linee Guida per il Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle infrastrutture strategiche ed insediamenti produttivi di cui al D.Lgs. 163/2006 che rappresentano un utile documento di riferimento tecnico per la predisposizione del PMA da parte dei proponenti e per consentire alla Commissione stessa di assolvere con maggiore efficacia ai propri compiti (art.185 del D.Lgs.163/2006 e s.m.i.).

3 RIEPILOGO DELLA SIGNIFICATIVITA' DEGLI IMPATTI

Il Piano di Monitoraggio Ambientale persegue i seguenti obiettivi generali:

- verificare la conformità alle previsioni di impatto ambientale individuate nel SIA (fase di costruzione e di esercizio);

- correlare gli stati ante operam, in corso d'opera e post operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione;
- garantire, durante la costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- 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.

La redazione del PMA è condotta in riferimento alla documentazione relativa al progetto dell'opera e allo Studio di Impatto Ambientale, alla relativa procedura di V.I.A ed è articolata nelle seguenti fasi progettuali:

- analisi dei documenti di riferimento e definizione del quadro informativo esistente;
- identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
- scelta delle componenti ambientali;
- scelta delle aree critiche da monitorare;
- definizione della struttura delle informazioni (contenuti e formato);
- prima stesura del PMA;
- presentazione del PMA all'ente regionale competente;
- acquisizione di pareri, osservazioni e prescrizioni;
- stesura del PMA definitivo;
- presentazione del PMA definitivo all'ente regionale competente per la definitiva;
- approvazione.

Si precisa che il presente Piano di Monitoraggio Ambientale non tiene ancora conto dei pareri pervenuti da parti di tutti gli Enti, in particolare da parte del Dipartimento Ambiente. A seguito della presente stesura dopo l'espressione del parere dei vari enti il presente potrà essere aggiornato con tutte le prescrizioni fornite dai vari enti ed emesso in forma definitiva.

3.1 SCELTA DELLE COMPONENTI AMBIENTALI

Per ciascuna componente/fattore ambientale vengono forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio che saranno di seguito descritte nell'ambito del presente PMA.

Le componenti/fattori ambientali trattate sono:

- Atmosfera e Clima (qualità dell'aria);
- Ambiente idrico (acque sotterranee e acque superficiali);
- Suolo e Sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia);

- Paesaggio e Beni Culturali;
- Ecosistemi e Biodiversità (componente vegetazione, fauna);
- Salute Pubblica (rumore, elettromagnetismo, ombreggiamento).

Le componenti/fattori ambientali sopra elencate ricalcano sostanzialmente quelle indicate nell'Allegato I al DPCM 27.12.1988 e potranno essere oggetto di successivi aggiornamenti e integrazioni sia in relazione all'emanazione delle nuove norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale, previste dall'art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., che a seguito del recepimento della direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva VIA 2011/92/UE.

Giova inoltre ricordare che sia la "Salute pubblica" che gli "Ecosistemi" sono componenti ambientali a carattere trasversale rispetto ad altre componenti/fattori ambientali per i quali la stessa normativa ambientale prevede in alcuni casi "valori limite" basati proprio sugli obiettivi di protezione della salute umana e degli ecosistemi (es. qualità dell'aria, qualità delle acque, rumore, vibrazioni, ecc.).

Pertanto il monitoraggio ambientale potrà comunque essere efficacemente attuato in maniera "integrata" sulla base degli esiti del monitoraggio delle diverse componenti/fattori ambientali, sia biotici che abiotici, che possono influenzare in maniera diretta o indiretta la salute delle popolazioni e degli ecosistemi (la qualità dell'aria, il clima acustico e vibrazionale, la qualità delle acque, la qualità dei suoli, i campi elettromagnetici, ecc.) e, per gli ecosistemi, in base al monitoraggio degli elementi floristici e faunistici e delle relative fitocenosi e zoocenosi (componenti Vegetazione e Fauna).

Si ritiene tuttavia importante segnalare che sono numerose le esperienze già consolidate in ambito internazionale, comunitario e regionale relative alla Valutazione dell'Impatto Sanitario (VIS) come strumento che, integrato alla VIA, consenta di "stimare gli effetti potenziali sulla salute di una popolazione di una politica piano o progetto e la distribuzione di tali effetti all'interno della popolazione".

Solo a seguito dell'adozione di metodologie e strumenti per la valutazione appropriata degli effetti sulla salute umana nell'ambito della VIA sarà quindi possibile delineare idonee metodologie e strumenti per il monitoraggio nel tempo di tali effetti, con lo scopo di controllare che siano effettivamente rispondenti a quelli previsti nella fase di valutazione.

Ciascuna componente/fattore ambientale è trattata nei successivi paragrafi secondo uno schema-tipo articolato in linea generale in:

- Impatti in fase di cantiere, esercizio e dismissione;
- parametri analitici;
- frequenza e durata del monitoraggio;
- metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati);

- valori limite normativi e/o standard di riferimento.

In riferimento al numero ed alla tipologia dei parametri analitici proposti, si evidenzia che essi rappresentano un insieme necessariamente ampio e complesso all'interno del quale si potranno individuare ed utilizzare quelli pertinenti agli obiettivi specifici del Progetto di Monitoraggio Ambientale definito in funzione delle caratteristiche dell'opera, del contesto localizzativo e della significatività degli impatti ambientali attesi. Si indicano quindi nello specifico le diverse componenti individuate per la specifica opera, che si ribadisce essere costituita da un impianto fotovoltaico di potenza pari a 38,372 MWp e relative opere annesse.

Il PMA è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all'esercizio dell'opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, di tutti i parametri e/o indicatori utilizzati per definire le caratteristiche qualitative e quantitative delle singole componenti.

3.1.1 COMPONENTE ATMOSFERA E CLIMA

Il PMA è finalizzato a caratterizzare la qualità dell'aria ambiente nelle diverse fasi (ante operam/cantiere, esercizio e dismissione) mediante rilevazioni visive eventualmente integrate da tecniche di modellizzazione, focalizzando l'attenzione sugli inquinanti direttamente o indirettamente immessi nell'atmosfera.

La componente atmosfera viene analizzata dal punto di vista meteorologico e di qualità dell'aria. Il primo aspetto considera il controllo dei parametri microclimatici (temperatura, umidità, vento, ecc.), mentre per l'analisi di qualità dell'aria vengono monitorati i parametri di inquinamento atmosferico (PM10, PM2.5, CO, ecc.).

Dall'esame dei fattori climatici della zona si ravvisano le caratteristiche di un clima tipicamente mediterraneo, con inverni miti ed estati lunghe e calde, spesso secche; è caratterizzato da un inverno che comincia a manifestarsi ad ottobre per terminare a marzo, ed il periodo estivo che si manifesta tra aprile e settembre.

I fattori climatici, approfonditi di seguito, sono: l'andamento termometrico, i venti, le precipitazioni e la radiazione solare.

Andamento termometrico

Sulla base dei dati messi a disposizione dalla protezione civile e raccolti in una serie storica che va dal 1935 al 2012, incluse informazioni provenienti dalla stazione termopluviometrica di un paese

limitrofo, la temperatura, nel periodo di osservazione, vede i mesi di gennaio e febbraio come i più freddi con una temperatura media intorno ai 13°C per la massima e 5,7°C per la minima, mentre i mesi più caldi sono agosto e luglio con temperatura media ai 30°C per la massima e 20°C per la minima.

Venti

Sul territorio comunale di Cellino San Marco nei mesi da aprile a novembre i venti predominanti provengono da direzione Nord o Nord-Ovest, nel restante periodo i venti soffiano da Sud accompagnati in minor misura dalla tramontana. La velocità media annua è di 21 Km/h.

Precipitazioni

Sulla base dei dati estrapolati dagli annali idrologici della Protezione Civile Regionale è emerso che la media delle precipitazioni annue si aggira intorno ai 661,67 mm. I risultati degli studi condotti di recente sul mediterraneo evidenziano come le precipitazioni sembrano manifestarsi in maniera più discontinua e in forma sempre più isolata, ossia legate a rovesci sempre più localizzati, ma intensi. Le piogge risultano copiose nei mesi di dicembre, gennaio e marzo. Rara è la caduta della neve, frequenti le brinate, dannose alle piante.

Radiazione solare

La radiazione solare globale al suolo risulta, nella media, abbastanza intensa su tutta la Regione con valori che oscillano tra i 1,36 kWh/m² ed i 6,64 kWh/m² nella stazione di Sassari. Complessivamente l'insolazione annua media è di 3.81 MJ/m².

3.1.1.1 Impatti sulla componente atmosfera e clima

Fase di cantiere

Gli impatti sull'atmosfera connessi alla presenza del cantiere per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico sono collegati alle lavorazioni relative alle attività di scavo, ed alla movimentazione ed il transito dei mezzi pesanti e di servizio, che in determinate circostanze possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività) oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria proveniente dai mezzi di cantiere.

Le azioni di lavorazione maggiormente responsabili delle emissioni durante le fasi di cantiere 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.

Fase di esercizio

L'area circostante il sito di impianto non è interessata da insediamenti antropici o da infrastrutture di carattere tecnologico che possano compromettere la qualità dell'aria. In considerazione del fatto che l'impianto fotovoltaico è assolutamente privo di emissioni aeriformi non sono previste interferenze con il comparto atmosfera che, anzi, considerando una scala più ampia, non potrà che beneficiare delle mancate emissioni riconducibili alla generazione di energia tramite questa fonte rinnovabile. In definitiva, il processo di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, è un processo totalmente pulito con assenza di emissioni in atmosfera per cui la qualità dell'area e le condizioni climatiche che ne derivano non verranno alterate dal funzionamento dell'impianto proposto. Tutte le superfici di cantiere non necessarie alla gestione dell'impianto saranno oggetto di inerbimento o verranno restituite alle pratiche agricole. Durante la fase di esercizio/post-operam le emissioni di polveri connesse alla presenza dell'impianto fotovoltaico sono da ritenersi nulle.

L'unica criticità può riscontrarsi nelle ore più calde del periodo estivo, quando può generarsi un campo termico nell'intorno del pannello fotovoltaico fino a temperature dell'ordine di 70 °C. Sulla base di quanto detto, è innegabile una leggera modifica del microclima nella zona dell'impianto. Tale problematica, per quanto remota, sarà minimizzata attuando opportune pratiche di gestione dell'impianto.

Fase di dismissione

Anche le attività di dismissione prevedono la movimentazione di mezzi e materiali, determinando i medesimi impatti potenziali sull'atmosfera. Nella fattispecie, gli impatti ambientali derivanti dalla realizzazione e dalla dismissione della viabilità di cantiere sono:

- dispersione e deposizione al suolo di polveri;
- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico di materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- risollevarimento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle stesse.

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

3.1.1.2 Indicatori e valori limite

I parametri microclimatici più importanti da monitorare per valutare la matrice “aria” sono riportati di seguito.

3.1.1.3 Temperatura dell’aria

La temperatura dell’aria è influenzata da vari fattori, tra cui la latitudine, l’altitudine, l’alternarsi del dì e della notte e delle stagioni, la vicinanza del mare; essa, a sua volta, influisce sulla densità dell’aria e ciò è alla base di importanti processi atmosferici.

La temperatura dell’aria verrà misurata tramite sensori di temperatura dell’aria per applicazioni meteorologiche montati in schermi antiradianti (a ventilazione naturale o forzata) ad alta efficienza.

Umidità

L’umidità è una misura della quantità di vapor acqueo presente nell’aria. La massima quantità di vapor d’acqua che una massa d’aria può contenere è tanto maggiore quanto più elevata è la sua temperatura. Pertanto, le elaborazioni non sono espresse in umidità assoluta, bensì in umidità relativa, che è il rapporto tra la quantità di vapor d’acqua effettivamente presente nella massa d’aria e la quantità massima che essa può contenere a quella temperatura. Nel periodo estivo, valori pari al 100% di umidità relativa corrispondono a condensazione, ovvero ad eventi di pioggia.

L’umidità verrà misurata tramite termo-igrometri specificatamente disegnati per applicazioni meteorologiche dove possono essere richieste misure in presenza di forti gradienti termici ed igrometrici.

Velocità e direzione del vento

In meteorologia il vento è il movimento di una massa d’aria atmosferica da un’area con alta pressione (anticiclonica) a un’area con bassa pressione (ciclonica). In genere con tale termine si fa riferimento alle correnti aeree di tipo orizzontale, mentre per quelle verticali si usa generalmente il termine correnti convettive che si originano invece per instabilità atmosferica verticale.

Le misurazioni verranno effettuate tramite sensori combinati di velocità e direzione del vento, con anemometria coppe e banderuola e ultrasonici.

Pressione atmosferica

La pressione atmosferica normale o standard è quella misurata alla latitudine di 45°, al livello del mare e ad una temperatura di 0 °C su una superficie unitaria di 1 cm², che corrisponde alla pressione di una colonnina di mercurio di 760 mm che corrisponde a 1013,25 hPa o mbar.

La pressione atmosferica è influenzata dalla temperatura dell'aria e dall'umidità che, al loro aumentare, generano una diminuzione di pressione.

Gli spostamenti di masse d'aria fredda e calda generano importanti variazioni di pressione. Infatti non è tanto il valore assoluto di pressione che deve interessare, ma la sua variazione nel tempo.

Nelle giornate di alta pressione, l'umidità e gli inquinanti contenuti nell'atmosfera vengono "premuti" verso il basso e costretti a rimanere concentrati in prossimità del suolo, generando inevitabilmente un peggioramento della qualità dell'aria. Tra le sostanze principali che "subiscono" questo meccanismo di accumulo vi sono senz'altro il biossido di azoto, l'ozono e le polveri sottili.

La pressione atmosferica verrà rilevata attraverso appositi sensori barometrici.

Precipitazioni

Quando l'aria umida, riscaldata dalla radiazione solare si innalza, si espande e si raffredda fino a condensarsi (l'aria fredda può contenere meno vapore acqueo rispetto a quella calda e viceversa) e forma una nube, costituita da microscopiche goccioline d'acqua diffuse dell'ordine dei micron. Queste gocce, unendosi (coalescenza), diventando più grosse e pesanti, cadono a terra sotto forma di pioggia, neve, grandine.

Le precipitazioni vengono in genere misurate utilizzando due tipi di strumenti: pluviometro e pluviografo. Il primo strumento consiste in un piccolo recipiente, in genere di forma cilindrica, e dalle dimensioni standardizzate che ha il compito di raccogliere e conservare la pioggia che si è verificata in un certo intervallo di tempo, generalmente un giorno, sul territorio dove è installato. In questo modo è possibile ottenere una misura giornaliera delle precipitazioni in una data località.

Diversamente il pluviografo è uno strumento che ha il compito di registrare la pioggia verificatasi a una scala temporale inferiore al giorno, attualmente sono disponibili pluviografi digitali con risoluzione temporale dell'ordine di qualche minuto. Convenzionalmente in Italia la pioggia viene misurata in millimetri (misura indipendente dalla superficie).

Radiazione solare

La radiazione solare globale, espressa in W/m², è ottenuta dalla somma della radiazione solare diretta e della radiazione globale diffusa ricevuta dall'unità di superficie orizzontale.

La radiazione solare verrà misurata tramite un Piranometro che è un radiometro per la misura dell'irraggiamento solare secondo la normativa ISO 9060 e WMO N. 8 (Parte I, Capitolo 7).

Questi sensori sono classificati come Standard Secondario ISO9060, con un'incertezza giornaliera totale di solo il 2%, tempi di risposta rapidi, sensori ideali per gli utenti che richiedono accuratezza e affidabilità di altolivello.

I parametri più importanti da monitorare per valutare gli aspetti di qualità dell'aria sono:

- **PM10**
- **PM2.5**
- **NO₂**
- **O₃**
- **CO**
- **SO₂**
- **Benzene**
- **Polveri Totali Sospese (PTS)**

Per i dati relativi al monitoraggio dei parametri sopra indicati si farà riferimento alla stazione di monitoraggio della qualità dell'aria più vicina all'area di progetto.

Per i limiti da rispettare si fa riferimento al D.Lgs. 155/2010, come dettagliato nella tabella di seguito, fatta eccezione per il parametro PTS, per cui non sussistono riferimenti normativi.

Inquinante	Limite	Periodi di mediazione	Limite (µg/m ³)	Superamenti in un anno
PM10	Valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana	Media giornaliera	50	Massimo 35
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40	-
PM2.5	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25	-
NO₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima oraria	200	Massimo 18
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40	-
O₃	Soglia di informazione	Media massima oraria	180	-
	Soglia di allarme	Media massima oraria	240	-
	Valore obiettivo	Media massima giornaliera calcolata su 8	120	≤ 25 volte/anno come media su 3

		ore		anni
	Valore obiettivo per la protezione della vegetazione	AOT40, calcolato sulla base dei valori di 1 ora di danno a luglio	18000 medi a anni com esu 5	-

CO	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10	-
SO₂	Valore limite giornaliero	Media giornaliera	125	Massimo 3
	Valore limite su 1 ora per la protezione della salute umana	Media massima oraria	350	Massimo 24
BENZENE	Valore limite su base annua	Anno civile	5	-

3.1.1.4 Monitoraggio e mitigazione

In fase di cantiere e dismissione si prevederà quale mitigazione degli impatti:

- periodica e frequente bagnatura dei tracciati interessati dagli interventi di movimento di terra;
- bagnatura e/o copertura dei cumuli di terreno e altri materiali da riutilizzare e/o smaltire a discarica autorizzata;
- copertura dei carichi nei cassoni dei mezzi di trasporto, quando se ne rischia la dispersione nel corso del moto;
- pulizia ad umido degli pneumatici dei veicoli in uscita dal cantiere e/o in ingresso sulle strade frequentate dal traffico estraneo;
- le vasche di lavaggio in calcestruzzo verranno periodicamente spurgate con conferimento dei reflui ad opportuno recapito;
- copertura con pannelli mobili delle piste provvisorie in prossimità dei recettori di maggiore sensibilità e in corrispondenza dei punti di immissione sulla viabilità esistente;
- impiego di barriere antipolvere temporanee (se necessarie).

In fase di cantiere e dismissione le operazioni di controllo giornaliere saranno le seguenti:

- Dare opportune indicazioni sulle coperture da utilizzare sui mezzi che trasportano materiale di scavo e terre;
- Indicare alle imprese la viabilità da percorrere per evitare innalzamento di polveri;
- Controllo degli pneumatici che non risultino particolarmente usurati e che possano quindi favorire l'innalzamento di polveri;
- Adottare le misure di mitigazione in tempi congrui per evitare l'innalzamento di polveri;

- Utilizzo di mezzi d'opera a basse emissioni.

In fase di cantiere e dismissione le operazioni di monitoraggio prevedrà:

- Analisi delle caratteristiche climatiche e meteo dell'area di studio tramite anche la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici disponibili per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e trasporto delle polveri.

Come già accennato, si potrebbe riscontrare, nelle ore più calde del periodo estivo, un campo termico nell'intorno del pannello fotovoltaico fino a temperature dell'ordine di 70 °C. Tale innalzamento delle temperature indotto non causa particolari modificazioni ambientali, poiché la zona di intervento garantisce un'areazione naturale e dunque una dispersione del calore.

In ogni caso, sono previste operazioni di manutenzione dello strato vegetativo superficiale sottostante l'impianto per arginare il pericolo di autocombustione.

Gli impatti sulla qualità dell'aria derivanti dalla fase di costruzione del progetto sono di bassa significatività ed di breve termine, a causa del carattere temporaneo delle attività di cantiere. Non sono pertanto previste né specifiche misure di mitigazione atte a ridurre la significatività dell'impatto, né azioni permanenti.

Nelle fasi di realizzazione/dismissione dell'impianto, il monitoraggio della componente atmosferica verrà condotto con una frequenza commisurata alle attività più critiche dal punto di vista delle emissioni polverulente (operazioni di scavo, movimentazione terre, ecc.). Durante tali lavorazioni le determinazioni saranno effettuate nei giorni più significativi ai fini della rilevazione (es. fasi più critiche, condizioni meteo sfavorevoli, ecc.).

Durante l'esercizio le campagne di monitoraggio saranno organizzate su un periodo di 4 settimane/anno, equamente distribuite nel periodo invernale e nel periodo estivo.

I dati di monitoraggio verranno raccolti ed elaborati in report periodici che verranno consegnati al committente al fine di apportare eventuali modifiche e/o correzioni all'impianto.

I report elaborati verranno analizzati da figure professionali competenti in materia e saranno messi in relazione con dati bibliografici.

3.1.2 COMPONENTE AMBIENTE IDRICO

Il PMA deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA), dalla direttiva 2006/118/CE

relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento.

Le disposizioni comunitarie sono state recepite dal nostro ordinamento dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., Parte III

- Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e 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 e sotterranee" in linea generale 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, in funzione dei potenziali impatti individuati;
- 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, sugli interrimenti dei bacini idrici naturali e artificiali.

Per l'impianto in esame come ampiamente dimostrato in numerosi studi scientifici, per la componente idrica si hanno i seguenti impatti:

3.1.2.1 Impatti sull'ambiente idrico

Fase di cantiere

Durante la fase di cantiere verranno 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, 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 la modestia del fenomeno di circolazione acquifera sotterranea, per l'interferenza di tipo puntuale e superficiale della fondazione e per la distribuzione sul territorio degli stessi non si prevedrà un fenomeno di interferenza rilevante con la falda.

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. e ii.

Fase di esercizio

L'impianto fotovoltaico si compone di piste e piazzole, in corrispondenza delle quali verranno previsti opportuni sistemi di regimentazione delle acque superficiali che raccoglieranno le eventuali acque meteoriche drenandole verso i compluvi naturali. L'intero impianto, realizzato in pieno accordo con la conformazione orografica delle aree, non comporterà significative modificazioni alla morfologia del sito né comporterà una barriera al deflusso idrico superficiale.

Inoltre, data la modesta profondità ed il modesto sviluppo delle opere di fondazione e date le caratteristiche idrogeologiche delle formazioni del substrato, si ritiene che non ci sarà un'interferenza particolare con la circolazione idrica sotterranea. La qualità delle acque non sarà inoltre influenzata dalla presenza dell'impianto in quanto la produzione di energia tramite fonte solare si caratterizza anche per l'assenza di qualsiasi tipo di rilascio nei corpi idrici o nel suolo. La gestione ordinaria dello stesso non comporterà la presenza costante e continua di mezzi.

Conseguentemente è da ritenere molto basso qualunque tipo di interferenza con l'ambiente idrico superficiale e in particolare con l'ambiente idrico sotterraneo.

Fase di dismissione

Gli impatti relativi alla fase di dismissione riguardano:

- l'alterazione del deflusso idrico;
- l'alterazione della qualità delle acque per scarichi dovuti al transito degli automezzi.

Il deflusso superficiale verrà garantito tramite gli opportuni sistemi di regimentazione; mentre il comparto idrico profondo non verrà interessato.

3.1.2.2 Monitoraggio e mitigazione

Premettendo che gli impatti sono poco rilevanti, si precisa che in fase di cantiere saranno predisposte le seguenti misure di mitigazione.

In fase di cantiere per acque profonde:

- Ubicazione oculata del cantiere e utilizzo di servizi igienici chimici, senza possibilità di rilascio di sostanze inquinanti nel sottosuolo;
- Verifica della presenza di falde acquifere prima della realizzazione della fondazione.

In caso di presenza di falda si predisporrà ove possibile la fondazione sopra il livello di falda, in caso

contrariosi prevedranno tutte le accortezze in fase di realizzazione per evitare interferenze che possano modificare il normale deflusso delle acque prevedendo, qualora necessarie, opportune opere di drenaggio per il transito delle acque profonde.

Stoccaggio opportuno dei rifiuti evitando il rilascio di percolato e olii, si precisa a tal proposito che non si prevede la produzione di rifiuti che possano rilasciare percolato, tuttavia anche il rifiuto prodotto da attività antropiche in prossimità delle aree di presidio sarà smaltito in maniera giornaliera o secondo le modalità di raccolta differenziata previste nel comune in cui si realizza l'opera.

Raccolta di lubrificanti e prevenzione delle perdite accidentali, prevedendo opportuni cassonetti o tappeti atti ad evitare il contatto con il suolo degli elementi che potrebbero generare perdite di olii;

In fase di cantiere per acque superficiali:

- Ubicazione dell'impianto in aree non depresse e a opportuna distanza da corsi d'acqua superficiali;
- Realizzazione di cunette per la regimentazione delle acque meteoriche nel perimetro delle aree di cantiere, da ridimensionare a seguito della rinaturalizzazione delle opere;

In fase di regime per acque superficiali e post operam:

Realizzazione di cunette per la regimentazione delle acque meteoriche nel perimetro delle aree rinaturalizzate con precisa individuazione del recapito finale.

La falda profonda non sarà interessata dalle lavorazioni previste dal progetto. Per tale componente dunque siritiene non necessario il monitoraggio.

Il reticolo idrico superficiale sarà invece controllato a cadenza opportuna attraverso le attività di monitoraggio dettagliate nel seguito.

Le operazioni di monitoraggio previste in fase di cantiere sono:

- Controllo periodico giornaliero e/o settimanale visivo delle aree di stoccaggio dei rifiuti prodotti dal personale operativo, delle apparecchiature che potrebbero rilasciare olii o lubrificanti controllando eventuali perdite;
- Controllo periodico giornaliero visivo del corretto deflusso delle acque di regimentazioni superficiali e profonde (durante la realizzazione delle opere di fondazione);

Le operazioni di monitoraggio previste in fase di esercizio:

- Controllo visivo del corretto funzionamento delle regimentazioni superficiali a cadenza mensile o trimestrale per il primo anno di attività, poi semestrale negli anni successivi (con possibilità di controllo a seguito di particolari eventi di forte intensità);
- Verifica visiva delle caratteristiche del suolo su cui si effettua lo stoccaggio;
- Verifica visiva dello stato di manutenzione e pulizia delle cunette.

Le azioni di controllo previste in fase di cantiere sono:

- Controllo di perdite, con interventi istantanei nel caso di perdite accidentali di liquidi sul suolo e nel sottosuolo;
- Controllo di ostruzioni delle canalette per la regimentazione delle acque;
- Controllo della presenza di acqua emergente dal sottosuolo durante le operazioni di scavo e predisposizione di opportune opere drenanti (trincee e canali drenanti).

Le azioni di controllo previste in fase di esercizio sono:

- Controllo di ostruzioni delle canalette per la regimentazione delle acque.
- Pulizia e manutenzione annuale delle canalette.

3.1.3 COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

Il suolo è una matrice ambientale che si sviluppa dalla superficie fino ad una profondità di 1 metro. Il monitoraggio di questa componente ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di interferenza dell'opera infrastrutturale sulle caratteristiche pedologiche dei terreni, in particolare quelle dovute alle attività di cantiere.

Il concetto di "qualità" si riferisce alla fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, infiltrazioni, ecc.) e dunque alla capacità agro-produttiva, ma anche a tutte le altre funzioni utili, tra cui principalmente quella di protezione.

3.1.3.1 Impatti sul suolo e sottosuolo

Fase di cantiere

L'impatto sul suolo e sul sottosuolo indotto durante la fase di cantiere è relativo:

- all'occupazione di superficie;
- alle alterazioni morfologiche;
- all'insorgere di fenomeni di erosione.

I terreni sui quali è previsto l'intervento, come detto, sono aree prevalentemente agricole utilizzate come seminativo. Per l'area dell'impianto fotovoltaico si prevede di occupare in media una superficie di circa 46 ha. Le piste di nuova realizzazione avranno l'ingombro minimo necessario per raggiungere gli accessi ai campi fotovoltaici. In gran parte verrà sfruttata la viabilità esistente. La consistenza delle piste esistenti è tale da permettere il transito dei veicoli necessari al trasporto dei materiali. 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 pocomplessivamente in quanto poco profondo e con un ingombro areale 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. Pertanto, l'insorgere di eventuali fenomeni di degrado superficiale, dovuti ai movimenti di terra, è da ritenersi remota.

Fase di esercizio

A lavori ultimati le piste di cantiere e le piazzole saranno ridotte a quelle strettamente necessarie alla gestione dell'impianto. L'effettiva superficie sottratta al suolo agricolo è quella relativa all'ingombro dell'impianto.

L'occupazione di suolo sarà, pertanto limitata alle aree a regime delle opere, e per la cabina sarà comunque marginale data la dimensione ridotta della stessa. I cavidotti non saranno motivo di occupazione di suolo in quanto saranno interrati.

Fase di dismissione

Al termine della vita utile dell'impianto dovrà essere valutata l'opportunità di procedere ad un "revamping" dello stesso con nuovi componenti, oppure di effettuare il rimodellamento ambientale dell'area occupata. In quest'ultimo caso, saranno effettuate alcune operazioni che, nell'ambito di un criterio di praticabilità dell'intervento, porteranno al reinserimento paesaggistico delle aree d'impianto. Le azioni che verranno intraprese sono le seguenti:

- demolizione e rimozione dei manufatti fuori terra;
- recupero delle parti di cavo elettrico che risultano «sfilabili» (zone in prossimità delle fondazioni dei manufatti fuori terra);
- rimodellamento morfologico delle aree interessate dagli elementi di fondazione con riporto di terreno vegetale (300-400 mm);
- ricopertura delle aree della viabilità con terreno vegetale (300-400 mm) ed eventuale inerbimento delle aree di cui sopra con essenze del luogo.

D'altro canto, la tipologia utilizzata per la sistemazione della viabilità è tale da lasciar prevedere una naturale ricolonizzazione della stessa, in tempi relativamente brevi, ad opera delle essenze erbacee della zona nel caso in cui la strada non venga più utilizzata. L'impianto si caratterizza, infatti, per la sua totale "reversibilità".

3.1.3.2 Indicatori e valori limite

I parametri da raccogliere e le stesse fasi del monitoraggio saranno fondamentalmente di tre tipi:

- I parametri stazionali dei punti di indagine, i dati sull'uso attuale del suolo, sulla capacità d'uso e sulle pratiche colturali precedenti all'insediamento del cantiere;
- la descrizione dei profili, mediante le apposite schede, la classificazione pedologica ed il prelievo dei campioni;
- l'analisi dei campioni in laboratorio per la determinazione di tutti i parametri riportati di seguito. Tra questi, nella fase esecutiva, tutti o solo alcuni potrebbero essere presi in considerazione come indicatori.

Ciò dipenderà dalla significatività dei dati

analitici. Parametri pedologici (in situ):

- esposizione; pendenza; uso del suolo; microrilievo; pietrosità superficiale;
- rocciosità affiorante; fenditure superficiali; vegetazione; stato erosivo;
- permeabilità; classe di drenaggio; substrato pedogenetico.

Parametri chimico-fisici e microbiologici (in situ e/o in laboratorio):

- colore; porosità; struttura; umidità; scheletro; tessitura;
- azoto totale e fosforo assimilabile; pH; capacità di scambio cationico (CSC);
- carbonio organico; calcare attivo; calcare totale; metalli pesanti (Cadmio, Cobalto, Cromo, Manganese, Nichel, Piombo, Rame, Zinco);
- sostanza organica, N totale, P assimilabile, conduttività elettrica, Ca scambiabile, K scambiabile, Mg
- scambiabile, rapporto Mg/K, Carbonio e Azoto della biomassa microbica;
- analisi microbiologica del campione al fine di valutare le capacità edafiche del suolo.

Inoltre si effettua una verifica del mantenimento nel tempo dei livelli di qualità produttiva, ambientale ed agronomica dei terreni oggetto d'intervento.

I campionamenti saranno effettuati attraverso tecniche di campionamento certificate da enti preposti. Il campionamento verrà fatto da laboratori accreditati.

Le analisi saranno finalizzate a valutare la fertilità della matrice suolo (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, infiltrazioni, ecc.) e dunque alla capacità agroproduttiva, ma anche a tutte le altre funzioni utili, tra cui principalmente quella di protezione.

Verranno effettuate delle analisi di monitoraggio preliminari al fine di tabellare lo stato dei luoghi in termini di fertilità del suolo. Successivamente verranno stabiliti dei valori massimi e minimi rispetto ai dati ottenuti dalle succitate analisi che verranno confrontati con i dati ottenuti in seguito al monitoraggio previsto.

Qualora ci si avvicini a tali valori massimi (soglie di attenzione e di intervento) saranno previsti interventi volta mitigare i cambiamenti in atto e ripristinare, senonché migliorare lo stato dei luoghi.

3.1.3.3 Monitoraggio e mitigazione

In fase di cantiere saranno predisposte le seguenti misure di mitigazione:

- Riutilizzo del materiale di scavo, riducendo al minimo il trasporto in discarica;
- Scavi e movimenti di terra ridotti al minimo indispensabile, riducendo al minimo possibile i fronti discavo e le scarpate in fase di esecuzione dell'opera
- Prevedere tempestive misure di interventi in caso di sversamento accidentale di sostanze inquinanti susuolo;
- Stoccaggio temporaneo del materiale in aree pianeggianti, evitando punti critici (scarpate), riducendo al minimo i tempi di permanenza del materiale.

In fase di esercizio e dismissione saranno predisposte le seguenti misure di mitigazione:

- Prevedere il ripristino e rinaturalizzazione delle piazzole, prevedendo una riduzione degli ingombri a regime delle stesse agli spazi minimi indispensabili per le operazioni di manutenzione, al fine di prevedere anche una minima sottrazione di suolo alle attività preesistenti.

Le operazioni di monitoraggio previste per la componente suolo sono di seguito descritte per ciascuna fase del ciclo di vita dell'opera.

In fase di cantiere:

- Controllo periodico delle indicazioni riportate nel piano di riutilizzo durante le fasi di lavorazione salienti;
- Prevedere lo stoccaggio del materiale di scavo in aree stabili, e verificare lo stoccaggio avvenga sulle stesse; inoltre verificare in fase di lavorazione che il materiale non sia depositato in cumuli con altezze superiori a 1.5 mt e con pendenze superiori all'angolo di attrito del terreno;
- Verificare le tempistiche relative ai tempi permanenza dei cumuli di terra;
- Al termine delle lavorazioni verificare che siano stati effettuati tutti i ripristini e gli eventuali interventi di stabilizzazione dei versanti e di limitazione dei fenomeni d'erosione, prediligendo

interventi di ingegneria naturalistica come previsti nello studio d'impatto ambientale;

- Verificare al termine dei lavori che eventuale materiale in esubero sia smaltito secondo le modalità previste dal piano di riutilizzo predisposto ed alle variazioni di volta in volta apportate allo stesso;

In fase di esercizio:

- Verificare l'instaurarsi di fenomeni d'erosione annualmente e a seguito di forti eventi meteorici;
- Verificare con cadenza annuale gli interventi di ingegneria naturalistica eventualmente realizzati per garantire la stabilità dei versanti e limitare i fenomeni di erosione, prevedere eventuali interventi di ripristino e manutenzione in caso di evidenti dissesti;
- Verificare la fertilità del suolo attraverso analisi chimico-fisiche e microbiologiche attraverso camere multispettrali che rilevano i mutamenti delle diverse caratteristiche del suolo rispetto alla coltivazione agricola.

I monitoraggi dovranno essere effettuati ogni qualvolta si verificano fenomeni di potenziale inquinamento. Tuttavia la frequenza dei monitoraggi avverrà con cadenza annuale.

I dati di monitoraggio verranno raccolti ed elaborati in report periodici che verranno consegnati al committente al fine di apportare eventuali modifiche e/o correzioni all'impianto.

I report elaborati verranno analizzati da figure professionali competenti in materia e saranno messi in relazione con dati bibliografici.

Si forniranno dei report di monitoraggio finalizzati all'ottenimento di informazioni utili per la gestione agronomica dell'impianto atti a migliorare:

- La gestione idrica sotto il profilo del risparmio dei quantitativi di acqua impiegati;
- I quantitativi di fertilizzanti e prodotti fitosanitari;
- La sostenibilità globale dell'impianto dal punto di vista ambientale, economico, sociale e culturale;
- La quantità e la qualità complessiva dei prodotti agricoli volti a incrementare la redditività aziendale.

I dati derivanti dalle osservazioni in campo, adeguatamente georiferiti, e i risultati analitici derivanti da laboratori riconosciuti dovranno essere trasmessi, in formato sia cartaceo che digitale, al

Dipartimento Agricoltura, Sviluppo Rurale ed Ambientale della Regione Puglia. Inoltre i dati rilevati dai monitoraggi andranno trasmessi all'A.C. Provincia di Brindisi.

3.1.4 COMPONENTE PAESAGGIO E BENI CULTURALI

Il PMA deve essere contestualizzato nell'ambito della normativa di settore rappresentata a livello nazionale dal D.Lgs.n.42/04 e ss.mm.ii.

3.1.4.1 Impatti sul paesaggio e beni culturali

Per l'impianto in esame, per la componente Paesaggio si hanno i seguenti impatti:

Fase di cantiere

L'impatto sul paesaggio durante la fase di cantiere è dovuto alla concomitanza di diversi fattori, quali movimenti di terra, innalzamento di polveri, rumori, vibrazioni, transito di mezzi pesanti, realizzazione di nuovi tracciati, fattori che possono comportare lo stravolgimento dei luoghi e delle viste delle aree interessate dagli interventi. Per quanto attiene ai movimenti di terra si ribadisce che l'impianto è stato concepito assecondando la naturale conformazione orografica del sito in modo tale da evitare eccessivi movimenti di terra. Durante il cantiere verrà sfruttata, per quanto possibile, la viabilità esistente costituita prevalentemente dalle strade provinciali. La consistenza delle strade e delle piste è tale da consentire il trasporto delle componenti. Si realizzeranno inoltre nuove piste, disegnate ricalcando i limiti catastali e le tracce lasciate dai mezzi per la conduzione dei fondi. Le strade di cantiere avranno consistenza e finitura simile a quelle delle piste esistenti. Lo scavo per la posa dei cavidotti avverrà lungo strade esistenti o lungo le piste di cantiere, prevedendo, successivamente, il riempimento dello scavo di posa e la finitura con copertura in terra o asfalto, a seconda della tipologia di strada eseguita. Al fine di ridurre le emissioni di polveri e di rumori si adotteranno gli accorgimenti proposti nei paragrafi relativi all'impatto sull'aria e all'impatto acustico in fase di cantiere. A lavori ultimati, le aree non necessarie alla gestione dell'impianto saranno oggetto di rinaturalizzazione. Si prevedranno la riprofilatura e il raccordo con le aree adiacenti, oltre al riporto di terreno vegetale per la riconquista delle pratiche agricole. Strada e piazzola a regime saranno soggette ad interventi di manutenzione durante l'intera fase di gestione dell'impianto, rendendo lo stesso più funzionale.

Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio l'impatto potenziale di un impianto fotovoltaico è dovuto all'alterazione della percezione del paesaggio per l'introduzione di nuovi elementi e segni nel quadro paesaggistico. Per tale motivo, i criteri di progettazione del layout per l'impianto in questione sono ricaduti non solo sull'ottimizzazione della risorsa solare presente in zona, ma su una gestione ottimale delle viste e di armonizzazione con l'orografia e con i segni rilevati.

In particolare, per evitare l'introduzione di nuove strade, come già detto per la fase di cantiere, l'impianto sarà servito quasi esclusivamente da viabilità esistente; si prevede la costruzione di brevi tratti di piste per raggiungere l'accesso dell'impianto. L'utilizzo della viabilità esistente permetterà di ridurre al minimo i movimenti di terra e le trasformazioni che potranno essere indotte al contesto.

Riguardo la cabina, che per le sue dimensioni contenute non si ritiene possa essere elemento d'impatto percettivo, si prevedranno, in ogni caso, colorazioni neutre, rivestimenti ed accorgimenti tali da favorirne il miglior inserimento paesaggistico. Indefinitiva, il sistema di infrastrutturazione complessiva (accessi, strade, ecc), è pensato per assolvere le funzioni strettamente legate alla fase di cantiere e alla successiva manutenzione dell'aerogeneratore, e, applicando criteri di reversibilità, per assecondare e potenziare un successivo itinerario di visita.

Fase di dismissione

Durante la fase di dismissione, si prevedranno operazioni simili a quelle previste in fase di cantiere. Non sarà necessario prevedere l'ampliamento dell'area di cantiere al fine di permettere lo smontaggio delle strutture. Se necessario si prevedrà l'ampliamento delle viabilità interna all'impianto e la realizzazione di piccole aree di stoccaggio momentaneo dei materiali. In tale fase, i movimenti di terra e gli eventuali impatti derivabili sono limitati, rispetto a quelli della fase di esercizio. Si prevedranno comunque gli accorgimenti necessari per limitare l'innalzamento di polveri e di emissioni di rumori e vibrazioni. Al termine delle lavorazioni, si prevedrà il ripristino totale delle aree interessate dall'intervento. L'impianto fotovoltaico si costituisce di elementi facilmente removibili e la stessa tecnica di trattamento dell'area carrabile consentirà la facile rinaturalizzazione del suolo riportando il sito ante operam, una volta giunti alla fine della vita utile dell'impianto.

3.1.4.2 Mitigazione e monitoraggio

Le operazioni di mitigazione in fase di cantiere sono:

- Le azioni per la mitigazione degli effetti in merito al paesaggio sono di prassi stabilite in fase progettuale. Nello specifico l'opera è stata realizzata predisponendo l'impianto fuori dalle aree vincolate e minimizzando il più possibile le interferenze con le opere accessorie nel rispetto comunque della compagine paesaggistica;
- Si predisporranno tutte le lavorazioni in modo da evitare un impatto significativo sul paesaggio, ovvero evitando anche che solo in maniera temporanea siano interessate aree tutelate da un punto di vista paesaggistico (aree boscate, corsi d'acque, ecc.);
- Si eviterà che le lavorazioni possano creare elementi di disturbo rispetto alle percezioni visiva d'insieme dell'area;
- Si verificherà che siano adottate tutte le colorazioni previste in progetto per la cabina di raccolta;
- Va verificato con l'ausilio di personale qualificato con opportune indagini preliminari la presenza di reperti archeologici.

Le azioni di monitoraggio da prevedere in fase di cantiere ed esercizio sono:

- Verifica visiva del buon inserimento dell'opera nel contesto;
- Verifica delle opere realizzate (tipologia di colore) e delle lavorazioni effettuate secondo quanto nel progetto, al fine di limitare gli impatti visivi anche durante la fase di realizzazione dell'impianto;
- Verifica dell'effettiva corrispondenza dello stato reale con quanto individuato nelle elaborazioni progettuali e cartografiche.

3.1.5 COMPONENTE ECOSISTEMI E BIODIVERSITÀ (VEGETAZIONE E FAUNA)

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

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

L'ambito in oggetto comprende la vasta area che si estende verso l'entroterra, con una superficie di poco superiore ai 100 mila ettari. Si tratta di un'area ad elevato sviluppo agricolo con oliveti, vigneti e seminativi. Le formazioni boschive e a macchia mediterranea sono rappresentate per la gran parte da piccoli e isolati lembi che rappresentano poco più dell'1% della superficie dell'ambito. Le formazioni ad alto fusto sono per la maggior parte riferibili a rimboschimenti a conifere. Sebbene la copertura forestale sia molto scarsa, all'interno di questo ambito sono rinvenibili residui di formazioni forestali di notevole interesse biogeografico e conservazionistico. I pascoli appaiono del tutto marginali insistendo su solo lo 0,5% della superficie dell'ambito e caratterizzate da un elevato livello di frammentazione.

Il sito di installazione dell'impianto è caratterizzato da terreni agrari con destinazione prevalente frutteto.

3.1.5.1 Impatti sulla componente ecosistemi e biodiversità (vegetazione)

Fase di cantiere

L'impatto potenziale registrabile sulle cenosi vegetali durante la fase di cantiere è ascrivibile essenzialmente a:

- sottrazione di vegetazione naturale, in particolare elementi di pregio naturalistico;
- sottrazione di vegetazione di origine antropica;
- alterazione di popolamenti vegetali in fase di realizzazione dell'opera.

In altre parole, l'impatto dell'opera si manifesterebbe a seguito dei processi di movimentazione di terra con asportazione di terreno con coperture vegetale.

Fase di esercizio

La perdita di manto vegetale sarà limitata all'occupazione delle superfici ricadenti nella tipologia di cui sopraunicamente nella zona in cui saranno posizionati i moduli fotovoltaici; l'area coinvolta, è una superficie significativa rispetto all'intera superficie in oggetto. A seguito della messa in funzione dell'impianto tutte le attività di controllo e di manutenzione saranno svolte esclusivamente sulla superficie delle strade di servizio condizione che, in definitiva, non comporta un sensibile cambiamento dell'uso del suolo nell'area in oggetto. Pertanto, durante la fase di funzionamento l'impatto sulla vegetazione non sarà significativo.

Fase di dismissione

Durante la fase di dismissione non sarà necessario prevedere l'ampliamento delle piazzole di esercizio oltre alle dimensioni già previste in cantiere al fine di permettere lo smontaggio dell'impianto. Ove necessario si prevedrà l'ampliamento delle viabilità interna all'impianto e la realizzazione di piccole aree di stoccaggio momentaneo dei materiali. Le lavorazioni saranno simili a quelle previste nella fase di cantiere e, quindi, gli impatti sono riconducibili essenzialmente a movimenti di terra, relativi, in ogni caso, a terreni agricoli. Infine, al termine della vita utile dell'impianto si prevedrà il ripristino del sito alle condizioni analoghe allo stato originario antecedente alla realizzazione dell'impianto, permettendo il ripristino di tutte le aree a suoli agricoli.

3.1.5.2 Impatti sulla componente ecosistemi e biodiversità (fauna)

L'impatto potenziale registrabile sulle cenosi vegetali durante la fase di cantiere è ascrivibile essenzialmente a:

- interruzione o alterazione di corridoi biologici;
- sottrazione o alterazione di habitat faunistici;
- abbattimento della fauna.

Fase di cantiere

Durante la fase di cantiere, i fattori più importanti da considerare per una stima degli effetti sulla fauna dell'area, sono le possibili alterazioni scaturite:

- dai movimenti e la sosta dei macchinari e del personale del cantiere, soprattutto nei periodi di nidificazione;
- la generazione di rumori e polvere;
- l'alterazione degli habitat.

Durante l'esecuzione dei lavori si prevede l'allontanamento di tutte le componenti dotate di maggiore mobilità (rettili, uccelli e mammiferi) a causa del disturbo dovuto al movimento di mezzi e materiali e allo sconvolgimento fisico del luogo. Per le specie dotate di minore mobilità si prevede la possibilità di perdita di individui che non riescano ad allontanarsi in tempo dal sito. Per quanto riguarda l'avifauna, in particolare, la possibilità di eventuali collisioni è minima in quanto può verificarsi per effetto dell'innalzamento delle componenti delle macchine e i movimenti della gru di montaggio.

Fase di esercizio

Per quanto riguarda la fauna terrestre il disturbo indotto dall'impianto durante la fase di esercizio è da intendersi nullo e, comunque, paragonabile a quello dovuto alla presenza di pali. È prevedibile, infatti, che a lavori ultimati, si assista a un riavvicinamento graduale delle popolazioni animali con priorità per le specie meno sensibili, mentre per i piccoli mammiferi la ricolonizzazione è prevedibile in tempi più lunghi. La presenza dell'impianto impedirà la fruibilità dell'area per i mammiferi di grossa stazza in virtù del fatto che l'impianto non sarà recintato. L'unico impatto potrebbe essere ascritto alla sottrazione di habitat. Tuttavia, attualmente rappresentati da terreni seminativi con bassa valenza naturale. Non si prevedono sensibili interferenze, in fase di esercizio, con tutti gli invertebrati, gli anfibi ed i rettili.

Fase di dismissione

Gli impatti relativi alla fase di dismissione sono paragonabili a quelli già individuati per la fase di cantiere e, quindi, riconducibili essenzialmente a:

- Disturbo per effetto del transito di automezzi e dei lavori di ripristino;
- Smontaggio impianto e opere accessorie;

A lavori ultimati, le aree d'impianto verranno restituite alla loro configurazione ante operam lasciando la possibilità di una riconquista totale delle specie animali.

Alla fine del ciclo produttivo dell'impianto si procederà al suo completo smantellamento e conseguente ripristino del sito alla condizione precedente la realizzazione dell'opera. La dismissione di un impianto fotovoltaico si presenta comunque di estrema facilità se confrontata con quella di centrali di tipologia diversa. Il ripristino dei luoghi sarà possibile soprattutto grazie alle caratteristiche di reversibilità proprie degli impianti fotovoltaici. Il decommissioning dell'impianto prevede la disinstallazione della unità produttive con mezzi e macchinari appropriati, le opere programmate per lo smobilizzo e il ripristino dell'impianto sono individuali come segue:

- Rimozione delle strutture e dei moduli fotovoltaici;

- Demolizione di eventuali platee di fondazione;
- Rimozione dei cavi;
- Sistemazione delle aree interessate come “ante operam”;
- Rimozione cabine di smistaggio;
- Ripristini vegetazionali e sistemazione a verde dell'area;
- Ripristino delle pavimentazioni stradali;
- Ripristino delle pendenze originarie del terreno e del regolare deflusso delle acque meteoriche.

In particolare, la rimozione dell'impianto sarà eseguita da ditte specializzate; in tale fase verranno selezionati i componenti riutilizzabili o da rottamare secondo le normative vigenti. Le strutture in acciaio saranno smaltite presso specifiche aziende di riciclaggio.

È importante sottolineare che un ulteriore vantaggio degli impianti fotovoltaici risiede nella natura dei materiali che ne costituiscono le macrocomponenti; esse, infatti, sono quasi esclusivamente costituite da elementi in materiale metallico, facilmente riciclabile a fine ciclo produttivo dell'impianto.

La rimozione dei cavi verrà eseguita attraverso lo scavo a sezione ristretta ogni 150 m al fine di consentire l'estrazione degli stessi evitando movimenti di terra che, oltre ad aumentare i costi, andrebbero a creare disturbo alla pedofauna presente. Si procederà alla rimozione e demolizione dei pozzetti di sezionamento/raccordo. Si procederà quindi alla chiusura degli scavi e al ripristino dei luoghi (pavimentazioni stradali e terreni interessati dalle operazioni). Si procederà poi al recupero dell'alluminio/rame dei cavi come elemento per riciclaggio.

La sistemazione delle aree interessate dagli interventi di smobilizzo riguarda in particolare il ripristino delle strade di servizio e di accesso all'impianto.

Il materiale proveniente dalle demolizioni, cls e acciaio per cemento armato dovrà essere trasportato a discarica autorizzata. Si prevede in particolare:

- la rimozione del pacchetto di fondazione di strade di servizio costituito da misto di cava, con uno scavo di 40-50 cm e il ripristino di terreno agrario;
- La manutenzione delle opere d'arte di salvaguardia geomorfologia ed idrologica eseguite per la formazione delle piazzole e delle strade di servizio;
- Il ripristino ove necessario dello stato dei luoghi e all'occorrenza la piantumazione di vegetazione arborea con essenze autoctone.

3.1.5.3 Indicatori e valori limite

Per quanto riguarda la componente vegetazionale un parametro molto importante è quello del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse. Tale parametro è basato sul rapporto tra le percentuali dei corotipi (insieme di specie ad areale simile) multizonali e quelli stenomediterranei (appartenenti alla omonimacategoria).

Il rapporto “specie sinantropiche (specie parassite indesiderate) / totale specie censite” rappresenta inoltre unodegli indici utilizzabili per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell’ambiente naturale connesse alla realizzazione dell’opera.

Le comunità ornitiche si prestano bene a rappresentare e descrivere la situazione qualitativa ambientale e le sue variazioni nel tempo; infatti, questo gruppo faunistico risponde velocemente agli eventuali cambiamenti degli habitat, grazie alla sua elevata mobilità e sensibilità.

Alcuni parametri e indici che possono essere considerati ed elaborati sono:

S = ricchezza di specie, numero totale di specie nel biotopo; questo valore è direttamente collegato all'estensione del biotopo campionato ed al suo grado di maturità e complessità (il biotopo è un'area di limitatedimensioni (uno stagno, una torbiera, un altipiano) di un ambiente dove vivono organismi vegetali ed animalidi una stessa specie o di specie diverse, che nel loro insieme formano una biocenosi. Biotopo e biocenosi formano una unità funzionale chiamata ecosistema. Il biotopo è dunque la componente dell'ecosistema caratterizzata da fattori abiotici (non viventi), come terreno o substrato);

H = indice di diversità calcolato attraverso l'indice Shannon & Wiener (1963) in cui:

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

dove p_i è la frequenza dell'iesima specie e \ln il suo logaritmo naturale; questo indice dà una misura della probabilità di incontrare nel corso del campionamento individui diversi; ad H maggiori corrispondono biotopi più complessi, con un numero maggiore di specie e con abbondanze ben ripartite;

J = indice di equiripartizione di Lloyd & Ghelardi (1964); l'indice misura il grado di ripartizione delle frequenze delle diverse specie nella comunità; tale indice varia tra 0 e 1; % non-Pass. = percentuale delle specie non appartenenti all'ordine dei Passeriformi; il numero di non-Passeriformi è direttamente correlato, almeno negli ambienti boschivi, al grado di maturità della successione ecologica (Ferry e Frochot, 1970);

d = dominanza; sono state ritenute dominanti quelle specie che compaiono nella comunità con una

frequenza relativa uguale o maggiore di 0,05; le specie dominanti diminuiscono con l'aumentare del grado di complessità e di maturità dei biotopi. Abbondanza: numero di individui/15' = numero di individui osservati di una determinata specie nell'unità di tempo di 15'; numero di individui/1000 m = numero di individui osservati di una determinata specie in 1000 metri di spazio di osservazione.

Il progetto nel suo complesso (costruzione, esercizio e dismissione) non presenta particolari interferenze con la biodiversità, dunque non si riscontra alcun tipo di criticità.

3.1.5.4 Monitoraggio e mitigazione

Il monitoraggio ante operam dovrà prevedere la caratterizzazione delle fitocenosi e zoocenosi e dei relativi elementi floristici e faunistici presenti in area vasta e nell'area direttamente interessata dal progetto, riportandone anche lo stato di conservazione.

Il monitoraggio in corso e post operam dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza e nella struttura delle cenosi precedentemente individuate.

Occorre analizzare e conseguentemente minimizzare eventuali impatti ambientali dovuti alle potenziali interazioni tra gli impianti fotovoltaici e le popolazioni di fauna stanziale e migratrice.

Gli impatti per il tipo d'impianto sono relativi a quelli in fase di costruzione e d'esercizio, con la fauna, ovvero con le possibili interferenze con il passaggio di animali.

In fase di cantiere:

- Non si prevede uno studio sulle aree di impianto delle aree di nidificazione e delle rotte migratorie, in quanto l'impianto sorgerà sul fondo destinato a colture di tipo seminativo, non ci saranno opere di significativa elevazione e quindi nessuna interferenza con l'avifauna.

In fase di esercizio:

- In fase di esercizio, data l'opera sarà inibito il passaggio alla fauna di grossa taglia; tuttavia questa potrà agevolmente aggirare l'ostacolo lungo il suo perimetro;
- Tutti gli invertebrati, gli anfibi ed i rettili non avranno alcuna difficoltà ad oltrepassare le maglie di recinzione.

Per gli ambiti vegetazionali e floro-faunistici, i principi base del monitoraggio consistono:

- nel caratterizzare lo stato della componente (e di tutti i recettori prescelti) nella fase ante operam con specifico riferimento alla copertura del suolo e allo stato della vegetazione naturale e semi-naturale;
- nel verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione delle componenti;

- nel controllare, nelle fasi di costruzione e post operam, l'evoluzione della vegetazione e degli habitat presenti e predisporre, ove necessario, adeguati interventi correttivi;
- nell'accertamento della corretta applicazione delle misure di mitigazione e compensazione ambientale indicate nel SIA, al fine di intervenire per risolvere eventuali impatti residui;
- nella verifica dello stato evolutivo della vegetazione di nuovo impianto nelle aree soggette a ripristino vegetazionale;
- nella verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati per diminuire l'impatto sulla componente faunistica.

In particolare, gli accertamenti non devono essere finalizzati esclusivamente agli aspetti botanici ma devono riguardare anche i contesti naturalistici ed ecosistemici (in particolare habitat faunistici) entro cui la vegetazione si sviluppa.

3.1.6 COMPONENTE SALUTE PUBBLICA

Per "salute" si intende il mantenimento del completo benessere fisico, psichico e sociale, come definita dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS). Essere in buona salute non significa soltanto non essere ammalati, ma vuol dire essere nella condizione di equilibrio dell'organismo. La percezione soggettiva della rottura dell'equilibrio, mediata dal manifestarsi di dolori e disturbi, costituisce la "malattia", il "malessere" oppure la "non- salute", che vengono inquadrati e definiti da una diagnosi secondo scienza medica. Invece, la percezione soggettiva del mantenimento dell'equilibrio naturale costituisce la "buona salute" e il "benessere", che sono mediati dalla soddisfazione soggettiva di percepire il buon funzionamento dell'organismo e di sentirsi meglio motivati alle attività familiari, culturali e lavorative, nonché meglio assistiti. Salute e benessere sono in relazione diretta con l'ambiente esterno all'organismo, intendendo con ciò il contesto ambientale naturale quale ambito nel quale si perpetua il genere umano nell'esistenza dei singoli e nel succedersi delle generazioni. Per tale ragione nella progettazione e nella realizzazione di un'opera nella fattispecie di un impianto fotovoltaico devono considerarsi i vari aspetti che interessano la vita dell'uomo, e l'eventuale esposizione a rischi per la salute.

Con il presente PMA si intende monitorare gli impatti sulla salute pubblica e il rispetto dei requisiti di sicurezza per l'uomo e il territorio a seguito della realizzazione dall'impianto fotovoltaico, in particolare si esaminano gli impatti che generano:

- Elettromagnetismo;
- Rumore.

3.1.6.1 Impatti sulla componente salute pubblica

IMPATTO ELETTROMAGNETICO

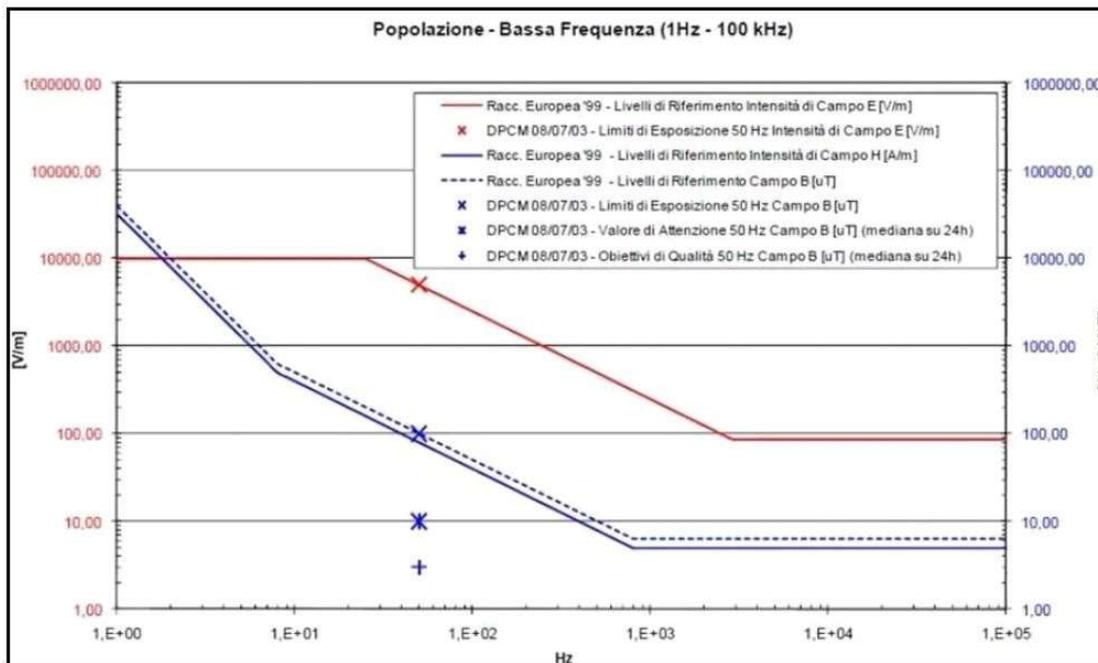
Gli impianti fotovoltaici, essendo costituiti fondamentalmente da elementi per la produzione ed il trasporto di energia elettrica, sono interessati dalla presenza di campi elettromagnetici. Per l'impianto in esame, per la componente impatto, rientra solo in fase di esercizio; in fase di cantiere l'elettromagnetismo è quello preesistente relativo alle linee aeree presenti (in corrispondenza del punto di immissione in rete). Le eventuali interferenze sono limitate alla sola fase di funzionamento ovvero di esercizio. Dai valori di induzione magnetica e campo elettrico riportati in tali studi e dal loro raffronto con i limiti normativi si può ritenere trascurabile il rischio di esposizione per la popolazione a campi elettromagnetici legato all'esercizio dell'intera opera proposta.

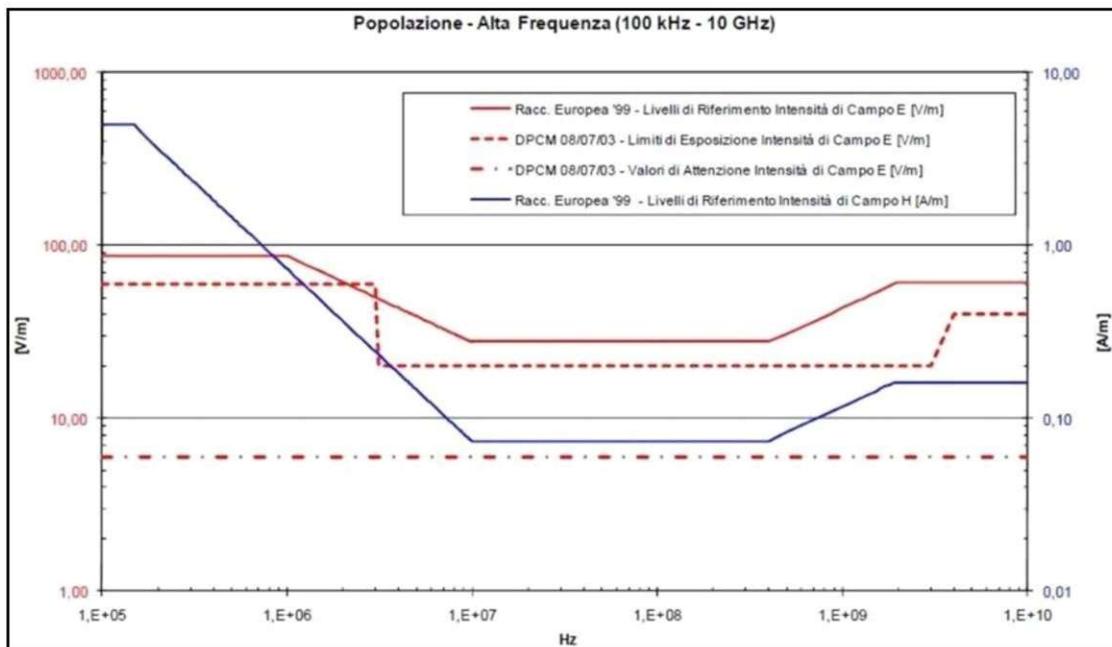
Gamma di frequenza	Norme di riferimento
10 Hz – 100 kHz (Campo elettrico banda stretta)	Raccomandazione europea del 12-07-1999 Decreto Legislativo 81-08
10 Hz – 100 kHz (Campo magnetico banda stretta)	Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 08-07-2003
100 kHz – 3 GHz (Campo elettrico banda larga)	

Figura 1. Misure di esposizione ai campi elettromagnetici

Si fa presente che la posa dei cavidotti è prevista in luoghi che non sono adibiti a permanenze prolungate della popolazione e tanto meno negli ambienti particolarmente protetti, quali scuole, aree di gioco per l'infanzia.

Di seguito si riporta una panoramica dei valori massimi livelli di esposizione ai campi elettromagnetici:





IMPATTO RUMORE

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.

Fase di cantiere

Le sorgenti sonore che in fase cantierizzazione dell'opera concorrono all'immissione acustica sui ricettori sono:

- il livello di rumore residuo della zona;
- le apparecchiature e i macchinari da utilizzare in cantiere secondo la contemporaneità di utilizzo dichiarata dalla committenza

Fase di esercizio

Le sorgenti sonore che in fase post-operam (dopo dell'insediamento dell'opera) concorrono all'immissione acustica sui ricettori di seguito indicati sono:

- il livello di rumore residuo della zona;
- il livello di rumore generato dalle apparecchiature (trasformatori e condizionatori) ubicate all'interno di ciascuna cabina di conversione e trasformazione dell'energia elettrica.

Fase di dismissione

Le sorgenti sonore che in fase di dismissione dell'opera concorrono all'immissione acustica sui ricettori sono analoghe a quelle evidenziate in fase di cantierizzazione.

3.1.6.2 Indicatori e valori limite

IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Gli interventi e le azioni da prevedere sono:

- Misura del fondo elettromagnetico ante e post-operam e valutazione degli eventuali incrementi;

Parametri di controllo:

- Valori limite delle emissioni elettromagnetiche.

Relativamente alla definizione di limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per l'esposizione della popolazione ai campi di frequenza industriale (50 Hz) relativi agli elettrodotti, il DPCM 08/07/03 propone i valori descritti nella seguente tabella, confrontati con la normativa europea.

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B (μ T)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
DPCM	Limiti di esposizione	100	5.000
	Valori di attenzione	10	
	Obiettivi di qualità	3	
Racc. 1999/512/CE	Livelli di riferimento (ICNIR01998,OMS)	100	5.000

Figura 2. Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/03, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE.

Il valore di attenzione di 10 μ T si applica nelle aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 ore al giorno. Tale valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. L'obiettivo di qualità di 3 pT si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti ed edifici in fase di realizzazione in prossimità di linee e di installazioni elettriche già esistenti (valore inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio). Da notare che questo valore corrisponde approssimativamente al livello di induzione prevedibile, per linee a pieno carico, alle distanze di rispetto stabilite dal vecchio DPCM 23/04/92. Si ricorda che i limiti di esposizione fissati dalla legge

sono di 100 pT per lunghe esposizioni e di 1000 pT per brevi esposizioni.

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, il direttore generale per la salvaguardia ambientale vista la legge 22 febbraio 2001, n. 36 e, in particolare, l'art. 4, comma 1, lettera h) che prevede, tra le funzioni dello Stato, la determinazione dei parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti; visto il D.P.C.M. 8 luglio 2003, in base al quale il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare deve approvare la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto, definita dall'APAT, sentite le ARPA; ha approvato, con Decreto 29 Maggio 2008, "La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

Tale metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti in progetto. I riferimenti contenuti in tale articolo implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità:

"nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio" (Art. 4).

IMPATTO RUMORE

Per i parametri di misura si farà espressamente riferimento al D.M. Ambiente 16 Marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico".

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.

Parametri acustici

Per quanto riguarda i Descrittori Acustici, si deve rilevare il livello equivalente (Leq) ponderato "A" espresso in decibel. Oltre il Leq è opportuno acquisire i 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).

Parametri metereologici

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.

Le misurazioni di tali parametri saranno effettuate allo scopo di determinare le principali condizioni climatiche e di verificare il rispetto delle prescrizioni che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/s;
- temperatura dell'aria < 5°C,
- presenza di pioggia e di neve.

Le misure verranno eseguite con fonometro integratore, il quale è fornito di scale di ponderazione A, lineare per le misure del livello equivalente con costanti di tempo "lento", "veloce", "impulso" e "picco". Per la misura del livello equivalente del rumore ambientale e del rumore residuo sarà usata la ponderazione temporale "Slow" (lento). Lo strumento sarà dotato di un certificato di taratura conforme. Prima di ogni ciclo di misure strumentali, si procederà alla calibrazione del fonometro con un calibratore, e anche questo sarà dotato di un certificato di taratura conforme.

I valori rilevati dalle misurazioni effettuate devono essere confrontati con i valori limite di immissione della tabella C comma 1 articolo 3 del DPCM 14-11-1997. Il comune di Galatina ha effettuato la zonizzazione acustica ma questa non comprende la zona da noi analizzata (ai sensi dell'art. 8 comma 1 del DPCM 14-11-1997), pertanto i valori assoluti di immissione rilevati dovranno essere confrontati con i limiti di accettabilità della tabella di cui all'art. 6 del DPCM 01-03-1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", di seguito riportata:

Zonizzazione	Limite diurno Leq dB(A)	Limite notturno Leq dB(A)
Tutto il territorio nazionale	70	60
Zona A (D.M. n. 1444)	65	55
Zona B (D.M. n. 1444)	60	50
Zona esclusivamente industriale	70	70

Nel caso in esame trattasi di zona agricola per cui si considereranno i valori di immissione denominati “su tutto il territorio nazionale” pertanto avremo: 70dBA di giorno e 60 dBA di notte mentre per quanto riguarda le immissioni verso interno delle unità abitative si applica il criterio differenziale di cui all’ art. 4 comma 1 del DPCM 14/11/1997 e cioè 3dBA di notte e 5dBA di giorno. Le disposizioni dell’art. 4, comma 2 del D.P.C.M14-11-1997 non si applicano nei seguenti casi:

- a) se il rumore residuo misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dBA di giorno o 40dBA di notte;
- b) se il livello di rumore ambientale misurato a finestre chiuse sia inferiore a 35 dBA durante il periododiurno e 25 dBA durante il periodo notturno;
- c) per le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- d) per le attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
- e) per i servizi ed impianti fissi dell’edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocatoall’ interno dello stesso.

3.1.6.3 Monitoraggio e mitigazione

IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Premettendo che gli impatti sono poco rilevanti, si precisa che in fase di cantiere saranno predisposte le seguenti misure di mitigazione da prevedere in fase progettuale.

In fase di cantiere:

- Realizzazione di cavi interrati in modo da contenere le emissioni;
- Evitare il transito in corrispondenza di recettori sensibili.

Le operazioni di monitoraggio previste sono le seguenti:

In fase di esercizio:

- Misure delle emissioni elettromagnetiche.

IMPATTO RUMORE

Per le modalità di misura si farà espressamente riferimento al D.M. Ambiente 16 Marzo 1998 *“Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico”*, dove, in particolare si definiscono:

- L_A : LIVELLO DI RUMORE AMBIENTALE: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A”, prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona.
- L_R : LIVELLO DI RUMORE RESIDUO: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato “A”, che si rileva quando si esclude la specifica sorgente disturbante.
- L_D : LIVELLO DIFFERENZIALE DI RUMORE: è la differenza tra il livello di rumore ambientale (L_A) e quello di rumore residuo (L_R). $L_D = L_A - L_R$ (Dovrà 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. 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 stradale 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 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;
- controllo ed efficacia degli interventi di mitigazione realizzati (collaudo, ecc.).

Per quanto riguarda la fase di cantierizzazione i rumori generati sono, per la natura delle macchine e delle lavorazioni da effettuare, molto variabili in intensità e durata. Il monitoraggio sulla matrice rumore verrà effettuato scegliendo le fasi lavorative più significative:

- Macroarea 1. Opere di: Recinzione, Montaggio strutture di supporto pannelli fotovoltaici, Installazione pannelli fotovoltaici e cablaggi
- Macroarea 2. Opere di: Realizzazione cavidotti di connessione, Viabilità interna, Installazione di cabine elettriche.

Mentre per quanto riguarda la fase post-operam le uniche fonti di rumore sono i trasformatori e gli inverter (comunque schermati dai propri involucri e alloggiati all'interno delle cabine di campo), che in alcune condizioni di non normale funzionamento possono produrre un leggero ronzio. Le condizioni di fuori regime tuttavia saranno costantemente monitorate al fine di massimizzare la produzione fotovoltaica senza produrre danno ambientale.

Le operazioni di monitoraggio saranno effettuate principalmente in fase di cantiere e di dismissione, ogni qualvolta vi è l'impiego di macchinari, al fine di valutare che le lavorazioni non abbiano impatti sullo stato dei luoghi.

Per quanto riguarda le tempistiche dei monitoraggi, facendo particolare riferimento a durata e frequenza si riportano nella tabella di seguito le indicazioni:

TIPO MISURA	DESCRIZIONE	DURATA	PARAMETRI	FASI		
				ANTE-OPERAM	IN CORS OD'OPERA	POST-OPERAM
				Frequenza		
LEQR	Rilevamento di rumore residuo (escludendo le sorgenti di rumore disturbanti) in prossimità dei ricettori più esposti al parco fotovoltaico	30 minuti	LEQ30MINUTI	Una volta	Ogni due mesi	Ogni due anni

LEQA	Rilevamento di rumore ambientale (incluso le sorgenti di rumore disturbanti) in prossimità dei ricettori più esposti al parco fotovoltaico	30 minuti	LEQ30MINUTI	-	Ogni due mesi	Ogni due anni
------	--	-----------	-------------	---	---------------	---------------

I dati di monitoraggio verranno raccolti ed elaborati in report periodici che verranno consegnati al committente al fine di apportare eventuali modifiche e/o correzioni all'impianto.

I report elaborati verranno analizzati da figure professionali competenti in materia (tecnico competente in acustica iscritto all' Albo Nazionale) e saranno messi in relazione con dati bibliografici.

4 DURATA COMPLESSIVA DEL PMA

Nella fase ante operam, l'obiettivo è stabilire i parametri di stato e i valori di riferimento/obiettivo per le fasi di monitoraggio successive.

In corso d'opera, la durata è in relazione al tipo di opera, e in linea generale dovrebbe consentire di seguire tutta la fase di realizzazione dell'opera, monitorando periodi fenologici interi quale unità minima temporale. Nella fase post operam, la durata deve consentire di definire l'assenza di impatti a medio/lungo termine seguendo il principio di precauzione oppure fino al ripristino delle condizioni iniziali o al conseguimento degli obiettivi di mitigazione/compensazione, ove previsti.

5 QUADRI SINOTTICI DEL PMA

5.1 MONITORAGGIO DELLE COMPONENTI

Tabella 1 - Monitoraggio delle componenti

	Componenti	Tipo di monitoraggio		Fasi del monitoraggio (azioni)			Durata monitoraggio	Figura che effettua il monitoraggio
		Continuo	Puntuale	Ante operam		Post operam		
				Pre-cantiere	Durante il cantiere	In esercizio		
A	Atmosfera							
A 1	Clima		x	Non necessaria	Controllo ventosità-umidità-temperatura ecc.	Controllo ventosità-umidità-temperatura ecc.	Giornaliero	Direttore Lavori
A 2	Polveri nell'aria	x		Non necessaria	Verifica innalzamento polveri	Non necessaria	Periodico	Direttore Lavori
B	Ambiente idrico							
B 1	Acque superficiali	x		Verifica presenza ed interferenza canali e corsi d'acqua in fase di progettazione	Verifica della realizzazione corretto funzionamento delle cunette	Verifica della realizzazione e corretto funzionamento delle cunette a regime	Giornaliero/periodico	Direttore Lavori/Committenza
B 2	Acque sotterranee		x	Verifica presenza falde superficiali	Opere di contenimento durante gli scavi	Corretta realizzazione e del drenaggio	Giornaliero	Direttore Lavori/Committenza
C	Componente suolo							
C 1	Suolo	x		Verifica colture e stato preesistente	Verifica di sversamenti accidentali ed erosioni e frane superficiali	Verifica riduzione area rinaturalizzata a regime e l'instaurarsi di fenomeni di erosione	Giornaliero/periodico	Direttore Lavori/Coordinatore sicurezza CSE
C 2	Sottosuolo		x	Verifica indagini geologiche	Verifica di sversamenti e permeazione	Non necessaria	Giornaliero	Direttore Lavori/Coordinatore sicurezza CSE

Paesaggio									
D	1	Intervisibilità		X	Stima dell'intervisibilità	Ridurre interferenze e in fase di lavorazioni e con comparto paesaggistico ed uso di materiali da costruzione e congrui	Verifica dell'intervisibilità stimata e delle misure di mitigazione relative a colore e tipologia delle cabine e delle stazioni di connessioni	Giornaliero	Progettista Paesaggista/ Professionista/ Direttore Lavori
D	2	Beni culturali e paesaggistici		x	Prevedere progetto con minima interferenza con beni tutelati	Non interessare con le lavorazioni in aree boscate e beni tutelati	Non necessaria	Giornaliero	Progettista Paesaggista/ Professionista/ Direttore Lavori
Biodiversità ed ecosistemi									
F	1	Flora e vegetazione		X	Verificare la presenza di specie e/o biocenosi di pregio	Evitare che con le lavorazioni i siano interessate aree con presenza di vegetazione e specie di pregio	Non necessaria	Giornaliero	Agronomo/Forestale
E	2	Fauna		x	Monitoraggi o Ante Operam dell'avifauna	Verificare che le lavorazioni non avvengano durante fasi delicate per la nidificazione dell'avifauna	Monitoraggi o dell'avifauna	Periodico	Naturalista/Ornitologo /Tecnico faunistico
Salute pubblica									
F	1	Elettromagnetismo		x	Stima elettromagnetismo con eventuali misure in sito	Non necessaria	Monitoraggio in sito	Periodico	Tecnico Specializzato

5.2 FREQUENZA E PERIODI DI MONITORAGGIO

Tabella 2 - Frequenza e periodi di monitoraggio

		Componenti	Monitoraggio	
			Frequenza	Periodo
Atmosfera				
A	A 1	Clima	Giornaliera	Da cronoprogramma delle lavorazioni esecutivo durante le fasi di lavorazione dove è previsto movimento di terra e transito mezzi
	A 2	Polveri nell'aria	Giornaliera	
Ambiente idrico				
B	B 1	Acque superficiali	Giornaliera	<u>In fase di cantiere</u> Manutenzione e verifica del corretto funzionamento delle cunette durante la fase di cantiere.
			Periodica	<u>In fase di esercizio</u> Verifiche semestrali e pulizia annuali delle cunette
	B 2	Acque sotterranee	Giornaliera/ Occasionale	Solo in caso di sversamenti e permeazioni accidentali di liquidi nel sottosuolo.
Componente suolo				
C	C 1	Suolo	Giornaliera	<u>Fase di esercizio</u> Solo in caso di sversamenti e permeazioni accidentali di liquidi nel sottosuolo
	C 2	Sottosuolo	Giornaliera	
Paesaggio				
D	D 1	Intervisibilità	Giornaliera	Verifica dell'intervisibilità prevista. Verifica del non interessamento nemmeno in fase di cantiere di aree tutelate ai sensi del D.Lgs n.42/04.
	D2	Beni culturali e paesaggistici	Giornaliera	
Biodiversità ed ecosistemi				
E	E 1	Flora e vegetazione	Giornaliera	Verifica ante operam di specie e/o biocenosi di pregio
	E 2	Fauna	Periodica	Monitoraggio ante operam e post operam. Da effettuare post operam ogni anno per un periodo congruo nei periodi idonei

F	F 1	Salute pubblica		
		Elettromagnetismo	Periodica	Per Elettromagnetismo - <u>Ante operam</u> <u>Stima con possibili misure</u> <u>in sito - Post operam</u> <u>Monitoraggio con misure in</u> <u>sito di almeno 5 gg</u>

In riferimento al punto 8.2 . dettagli sulle azioni da intraprendere per il monitoraggio di: microclima, atmosfera, produzione agricola, risparmio idrico, fertilità del suolo, il documento è integrato come segue.

I valori dei parametri tipici relativi al sistema agrivoltaico dovrebbero essere garantiti per tutta la vita tecnica dell'impianto.

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

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

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

D.1) il risparmio idrico;

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

Nel seguito si riportano i parametri che dovrebbero essere oggetto di monitoraggio a tali fini.

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

E.1) il recupero della fertilità del suolo;

E.2) il microclima;

E.3) la resilienza ai cambiamenti climatici.

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

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

a. D.1) Monitoraggio del risparmio idrico

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

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

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

- servizio di irrigazione: l'utilizzo di acqua può essere misurato attraverso contatori/misuratori fiscali di portata in ingresso all'impianto dell'azienda agricola e sul by-pass dedicato all'irrigazione del sistema

agrivoltaico,

- misto: il cui consumo di acqua può essere misurato attraverso la disposizione di entrambi i sistemi di misurazione suddetti.

Al fine di monitorare l'uso della risorsa idrica a fini irrigui sarebbe, inoltre, necessario conoscere la situazione ex ante relativa ad aree limitrofe coltivate con la medesima coltura, in condizioni ordinarie di coltivazione e nel medesimo periodo, in modo da poter confrontare valori di fabbisogno irriguo di riferimento con quelli attuali e valutarne l'ottimizzazione e la valorizzazione.

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

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

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

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

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

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'Elaborato "Relazione Agronomica rev01".

b. E.1) Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo

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

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

c. E.2) Monitoraggio del microclima

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

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

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

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

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

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

d. E.3) Monitoraggio della resilienza ai cambiamenti climatici

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

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

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

e. Tecnologie e vantaggi dell'agricoltura 4.0

L'agricoltura 4.0 si può identificare come un insieme di strumenti e informazioni di tecnologia avanzata che permettono la definizione di strategie mirate sul campo, e che consentono all'azienda agricola di utilizzarle con l'obiettivo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione, la qualità dei prodotti, le condizioni di lavoro con una possibile riduzione dei costi.

Utilizzando ad esempio strumenti Internet of Things (IoT) si possono monitorare migliaia di ettari di terreno agricolo tenendo sotto controllo il fabbisogno idrico e l'insorgenza delle patologie. Questa tecnologia sta dando un nuovo impulso all'agricoltura di precisione perché oltre ad aver migliorato le performance in termini di monitoraggio, ne consente una sensibile riduzione dei costi di investimento, di installazione e manutenzione, rendendole accessibili a tutte le realtà aziendali, anche alle più piccole.

e.1 Applicazione dei sistemi IoT per il monitoraggio: la stazione meteo

Adottare soluzioni 4.0 nel campo agricolo con installazioni di sistemi professionali e sensori meteo collegati a un software che raccoglie tutti i dati è molto vantaggioso, e rientra perfettamente nelle agevolazioni previste dal piano Agricoltura 4.0. Un corretto uso di questa tecnologia permette di poter calcolare in maniera precisa qual è il fabbisogno idrico di una determinata coltura per evitare gli sprechi, prevedere l'insorgenza di malattie delle piante e parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, riducendo di fatto anche l'utilizzo di pesticidi e l'impiego dei mezzi necessari agli interventi fitosanitari. Inoltre aiuta a prevedere gelate o colpi di calore straordinari, con possibilità di impiego anche nel settore delle coltivazioni in serre e vivaistica.

Il sistema di monitoraggio sarà costituito da una stazione meteo principale, dotata dei tradizionali sensori meteo-climatici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici (temperatura e umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale; questa, disponendo di un sistema GSM-GPRS e della relativa SIM, trasmettendo tutti i dati ad un centro servizi. I Clienti possono quindi visualizzare tutti i dati (sia in tempo reale che storici) ed utilizzare i modelli che elaborano tali dati e che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.



AGRISMART-IOT

Managing Cultivation

AGRISMART è un nodo IOT per l'acquisizione e la trasmissione dei parametri meteorologici e agricoli per applicazioni nell'agricoltura di precisione (controllo e prevenzione). Utilizza il protocollo radio a bassa potenza SigFox. Il nostro sistema non necessita di alcuna connessione a reti telefoniche, a reti elettriche e non utilizza pannelli solari.

CARATTERISTICHE GENERALI

- Microcontrollore Low Power ad architettura ARM
- Contenitore a tenuta stagna IP65
- Alimentazione a batteria
- Misura e trasmissione ogni 30 minuti
- Comunicazione immune da sistemi Jammer
- Alta autonomia. Fino a 8 mesi con una singola ricarica

SENSORISTICA STAZIONE 'METEO'

Il nodo consente l'acquisizione dei seguenti dati:

- Monitoraggio bagnatura fogliare
- Monitoraggio temperatura del suolo su un livello
- Monitoraggio potenziale idrico del suolo su un livello
- Monitoraggio dei parametri atmosferici (temperatura, umidità relativa e pressione atmosferica)
- Monitoraggio irradianza solare
- Monitoraggio precipitazioni (pioggia)

OPZIONI

- Monitoraggio velocità e direzione del vento
- Monitoraggio temperatura sul secondo livello di profondità
- Monitoraggio potenziale idrico del suolo sul secondo livello di profondità
- Monitoraggio dei parametri atmosferici per il controllo degli stessi in ambienti o situazioni particolari
- Monitoraggio accrescimento (misura dendrometrica)
- Monitoraggio pH
- Monitoraggio conducibilità elettrica
- Monitoraggio millimetri di acqua in uscita dal gocciolatoio negli impianti di irrigazione



AGRISMART-IOT

Caratteristiche tecniche

ELETTRICHE

Tensione di Batteria	Li-Ion
Capacità Batteria	2500mAh
Tensione Massima Batteria	4.2V
Tensione di Sistema	3.3V
Corrente in Trasmissione	60 - 65mA
Corrente in Stand-by	10uA

RADIO*

Frequenza (Europa)	868.13MHz
Potenza Radiante	12.5 - 13.0dBm
Data Rate	100B/s - 600B/s
Modulazione	DBPSK
Tasso di messaggi al giorno	96
Tipo di Antenna	Elica o Monopolo (opzionale in base alla copertura)
Pattern di Radiazione	Omnidirezionale

*Grandezze misurate in UpLink: trasmissione dal nodo al network

SENSORI

PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA	RANGE	RISOLUZIONE
Bagnatura Fogliare	%	0 ÷ 100	1
Temperatura Suolo	°C	-55 ÷ +125	
Tensione Idrica Suolo	cBar	0 ÷ 200	
Temperatura Atm.	°C	-40 ÷ +85	
Umidità Relativa Atm.	%	0 ÷ 100	
Pressione Atm.	kPa	30 ÷ 110	
Velocità Vento	m/s	0 ÷ 89	
Direzione Vento	Punti sulla bussola	1 ÷ 16	
Irradianza Solare	W/m ²	0 ÷ 1800	
Precipitazione	mm	-	

Figura 2: Esempio stazione meteo

Tutti i dati che i sensori wireless trasmettono, restano memorizzati e archiviati, fornendo nel tempo una importante base di informazioni e di analisi confrontabile tra un anno e l'altro.

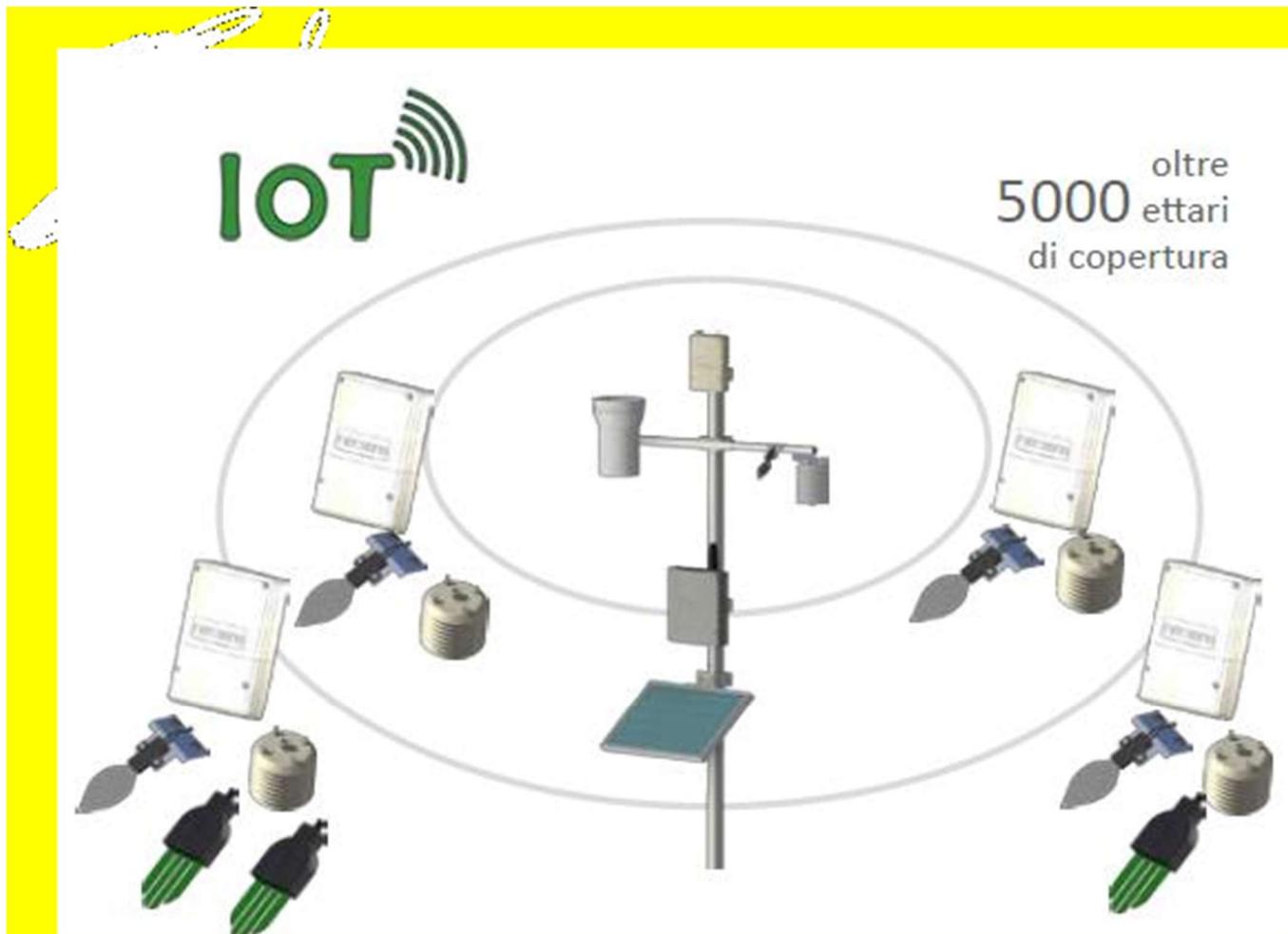


Figura 3: Schema comunicazione lot sistema

e.1.1 Monitoraggio dell'irraggiamento solare (solarimetri e piranometri)

La producibilità di una cella solare dipende da diversi fattori: prima di tutto, una cella solare non risponde in maniera costante a tutte le frequenze della radiazione solare incidente.

L'efficienza di una cella al silicio è massima in corrispondenza dell'intervallo di frequenze della luce visibile.

In secondo luogo, la producibilità di una cella solare e di conseguenza, di un sistema fotovoltaico, dipende dalla "radiazione incidente" sulla sua superficie e la figura che segue riporta il classico grafico dello spettro solare.

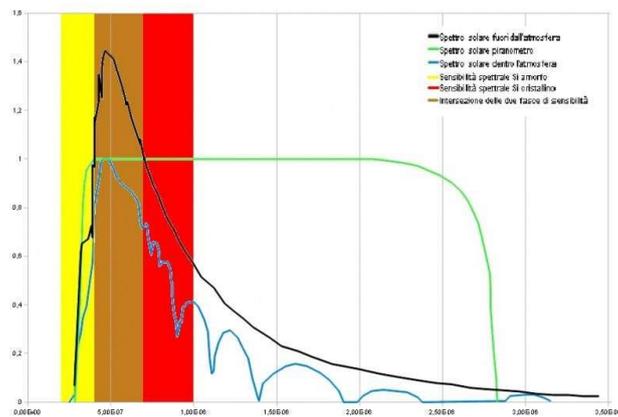


Figura 4: La misura dell'irraggiamento solare

C'è un altro effetto che influenza le prestazioni di un sistema fotovoltaico: la temperatura. Come tutti gli altri strumenti a semiconduttore, le celle solari sono sensibili alla temperatura ed un aumento della temperatura riduce la "band gap" di un semiconduttore, influenzando quindi la maggior parte dei parametri dei semiconduttori. Valori alti della temperatura causano una riduzione nella produzione energetica di un sistema fotovoltaico.

Poiché la producibilità energetica (ed economica) di un impianto fotovoltaico è una funzione prevedibile di questi fattori, una sua diminuzione nella produzione di energia, fuori da quanto prevedibile da questa funzione, deve essere interpretata come sinonimo di anomalia o guasto, per il quale è necessario prendere provvedimenti.

Allora, per conoscere in un dato istante quanta energia dovrebbe produrre un impianto fotovoltaico, bisogna conoscere quanta energia sta giungendo sulla superficie dei moduli fotovoltaici in quell'istante.

Meglio sarebbe conoscere quanta "radiazione solare" utile (lunghezze d'onda che attivano il processo fotovoltaico nelle celle di silicio sono 300 nm – 1100nm) giunge sui moduli fotovoltaici, così da sapere quanta energia dovrebbe produrre un impianto FV in ogni momento della giornata.

I sensori di irraggiamento solare sono in grado di rilevare quanta radiazione solare giunge sul sito ove essi sono installati. Di tali sensori ve ne sono di 2 tipi.

e.1.1.1 Solarimetro

Il solarimetro è uno strumento usato per la misurazione del flusso della radiazione solare ed usa l'effetto fotovoltaico per misurare la quantità di irraggiamento solare che colpisce una data superficie.

Un solarimetro che utilizzi l'effetto fotovoltaico ha lo stesso comportamento di un sistema fotovoltaico: produce un segnale elettrico in funzione della luce incidente, risponde in special modo alla luce visibile e la sua risposta dipende anche dalla temperatura della cella.

Più in particolare, un solarimetro con cella al silicio è in grado di captare le onde luminose con uno spettro compreso approssimativamente da 330 nm a 1100 nm.

Al fine di ottenere una misura scevra dall'effetto "temperatura", i valori misurati da un solarimetro che utilizzi l'effetto fotovoltaico devono essere corretti in base alla temperatura della cella fotovoltaica.

Questa misura può essere fatta grazie ad una termocoppia, mentre la correzione deve avere dei livelli di precisione non facili da raggiungere.

Lo strumento tende ad essere obsoleto e non verrà utilizzato nell'impianto fotovoltaico da realizzare.

e.1.1.2 Piranometro

Fatto salvo che l'irraggiamento solare incidente su di un pannello è il parametro climatico più importante per valutare le prestazioni di un impianto fotovoltaico, i piranometri, a norma ISO 9060, costituiscono, da lustri, i supporti più adeguati alla valutazione dell'irraggiamento e quindi del rendimento dell'impianto.

I piranometri sono strumenti che servono a misurare la "radiazione globale" su di una superficie (radiazione diretta e diffusa); il principio di funzionamento è generalmente basato sulla misura di una differenza di temperatura tra una superficie chiara ed una scura.

Una superficie scura può assorbire la maggior parte della radiazione solare, mentre una superficie chiara tende a riflettere, assorbendo una minor quantità di calore. Questa differenza di temperatura viene misurata utilizzando

una "termopila".

La differenza di potenziale che si genera nella "termopila", a causa del gradiente di temperatura tra le due superfici, permette di misurare il valore della radiazione solare globale incidente.

Una "termopila" è composta da termocoppie generalmente connesse in serie, dove una termocoppia è una giunzione tra due differenti metalli utilizzata per misurare la differenza di temperatura tra due punti.

Una termocoppia produce un potenziale che dipende dal gradiente di temperatura.

La risposta di un piranometro di questo tipo può coprire tutto il range di lunghezze d'onda dello spettro solare che va, approssimativamente, da 300 nm a 2800 nm.

È da notare che, poiché l'intervallo spettrale rilevabile con un piranometro è più ampio rispetto a quello che può essere misurato da un solarimetro con cella al silicio, utilizzare un piranometro per testare il corretto funzionamento e le prestazioni di un impianto fotovoltaico potrebbe portare a credere che in talune condizioni ambientali l'impianto non funzioni correttamente.

Le nuove tecnologie hanno del tutto eliminato questo problema e la risposta di un piranometro è sempre più immediata, superando il gap che aveva nei confronti del solarimetro.

Oggi in commercio ci sono piranometri con diverse classificazioni, sempre secondo la ISO 9060, in funzione del tipo di impianto nel quale si vanno ad inserire.

Per l'impianto, considerate le dimensioni e per il quale solitamente verrebbe utilizzato un piranometro identificato come "Second Class", la cui accuratezza nelle misurazioni è inferiore alla "First Class", si ritiene utile utilizzare, comunque, un sensore che fornisca la migliore risposta possibile e la maggiore istantaneità, per cui verrà utilizzato il meglio della tecnologia esistente e quindi un sensore in "First Class".

Il mercato permette la scelta di diverse tipologie di piranometri che qui di seguito si elencano:

- Piranometri con uscita diretta: costituiscono sensori adatti alla connessione a sistemi in grado di leggere la sensibilità del sensore (μV) e convertirla in W/m^2 .
- Piranometri con uscita analogica: diversi sono i range utilizzati, ma quelli più d'uso sono fra 4-20 mA, integrati ed alimentati in uno scarto di 9-30 Vcc/ca.;
- Piranometri con uscita "modbus": questi, oltre all'irraggiamento misurano la temperatura del corpo del sensore. I modelli "First Class" e "Second Class" hanno inoltre un ingresso per connettere una sonda esterna per la misura della temperatura a contatto dei moduli fotovoltaici.

Inoltre, negli impianti ad alta tecnologia come quello presentato, vengono utilizzati ulteriori sensori, connessi ai piranometri, in grado di migliorare ulteriormente il monitoraggio climatico del pannello/stringa, quali:

- Sensori per correzione della temperatura: questi piranometri montano una sonda di temperatura interna e correggono l'uscita del valore di irraggiamento con una correzione in base alla temperatura misurata;
- Sensori per la misura della radiazione diffusa: questa è una semplice soluzione per la misura della "radiazione diffusa", in quanto la banda ombreggia continuamente il "duomo" del piranometro dalla radiazione diretta. Questa è solitamente realizzata in alluminio. Inoltre, la "banda" oscura anche una parte di cielo e per questo motivo solitamente si applica un fattore di correzione che deve essere applicato alle misure.

4.5.1 Applicazione dei sistemi IoT per il monitoraggio: risparmio idrico e strategie di irrigazione

L'evoluzione dei sistemi di irrigazione, dai classici sistemi a pioggia ai moderni impianti a goccia, fino alla sub-irrigazione, richiede di disporre di strumenti altrettanto evoluti per conoscere l'effettivo deficit idrico e valutare le migliori strategie di irrigazione.

L'installazione di queste unità è stata pensata poiché apporta molti vantaggi nella programmazione dei vari interventi agronomici. L'impiego dei sensori meteo-climatici consente infatti di ottenere, in modo chiaro e semplice, i dati di evapotraspirazione relativi alle colture agrumicole.

Le sonde di umidità del suolo forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale e permettono quindi di valutare il fabbisogno idrico effettivamente necessario.



Figura 5: Sensore di umidità

Il sistema riesce a determinare con puntualità e precisione quando una coltivazione necessita di essere irrigata, evitando al coltivatore una inutile somministrazione di acqua. I risparmi sono consistenti e il beneficio per l'ambiente rende l'azienda realmente sostenibile.

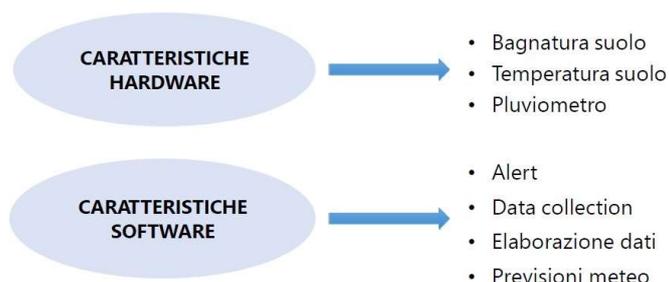


Figura 6: Logica riduzione consumo idrico

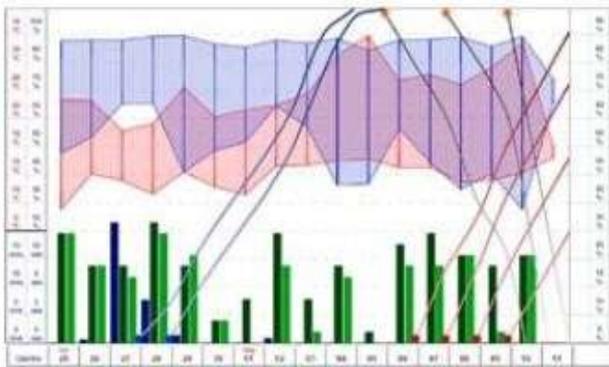
È inoltre possibile automatizzare l'impianto di irrigazione, utilizzando direttamente i dati acquisiti dai sensori, ed i modelli calcolati automaticamente (es. evapotraspirazione) per regolare i turni irrigui da remoto e ricevere allarmi in caso di malfunzionamenti.

Punto di forza della tecnologia IOT è la possibilità di programmare anche a distanza i turni di irrigazione: una soluzione "ottimale" per redistribuire la forza lavoro su altre attività aziendali di carattere straordinario. Inoltre, l'impiego di questa tecnologia è l'occasione per riconsiderare le competenze del lavoro agricolo in uno scenario di sostenibilità.

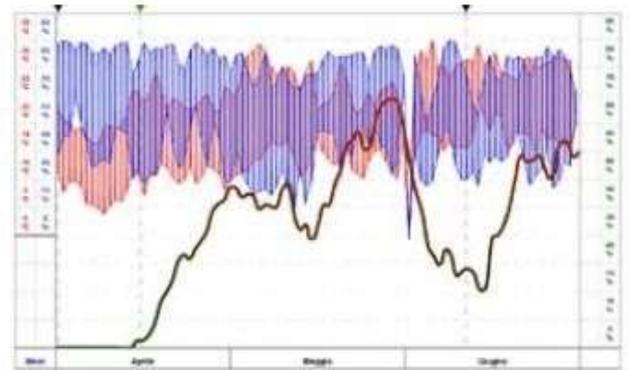
4.5.2 Applicazione dei sistemi IoT per il monitoraggio: difesa delle colture

I sistemi da noi proposti offrono, oltre all'analisi dei dati raccolti, anche modelli per l'analisi dello sviluppo e/o del rischio di infezione delle principali avversità fitosanitarie (funghi, batteri, virus, insetti, grandine, gelata). Per ciascun punto di rilevazione il sistema valuta le condizioni micro-climatiche in relazione ai diversi cicli di sviluppo

dei patogeni, con particolare riferimento alle temperature ed alle ore di bagnatura fogliare (distinguendo tra pagina superiore e inferiore delle foglie) rilevate all'interno della chioma e/o al livello della vegetazione, caratteristica essenziale per ottenere una maggiore affidabilità dei modelli agronomici, e caratteristica unica dei sistemi da noi prodotti. Con l'ausilio di questi modelli, gli agronomi possono avere dati oggettivi e misurabili per



Indicazione delle fasi infettive e delle sporulazioni



Valutazione del rischio di infezione

decidere le migliori strategie fitosanitarie e verificare l'efficacia dei trattamenti effettuati.

4.5.3 Resilienza dell'impianto agrivoltaico

Per resilienza si intende la capacità di un ecosistema di ripristinare la condizione di equilibrio a seguito di un intervento esterno che può provocare un deficit ecologico (erosione della consistenza di risorse che il sistema è in grado di produrre).

Più specificatamente in agricoltura il termine resilienza serve ad indicare la capacità del suolo di resistere e di ricominciare a dare frutti anche quando è stato duramente colpito/impovertito da calamità naturali o da tecniche di coltivazione ad alto impatto con elevato utilizzo di fertilizzanti e fitofarmaci.

A causa dei cambiamenti climatici drastici e repentini, l'evoluzione tecnologica e l'innovazione delle pratiche culturali non sono più un'opzione, ma una necessità in grado di permettere all'agricoltore di essere competitivo e migliorarsi, non subendo passivamente le avversità. Sino a qualche anno fa le scelte culturali previste erano basate su prassi consolidate e tramandate, ma affidarsi esclusivamente a metodi tradizionali potrebbe compromettere il raccolto.

Il Decision Support System è un sistema software che mette a disposizione dell'utente, il decisore, una serie di funzionalità di analisi dei dati e utilizzo di modelli in maniera interattiva ed estremamente semplice, allo scopo di aumentare l'efficienza e l'efficacia del processo decisionale.

I DSS in agricoltura di precisione rappresentano un fattore chiave per gestire in modo efficiente l'azienda agricola e prendere le giuste decisioni nel momento più opportuno. Lo scopo dei DSS non è quello di "imporre" una scelta, ma di fornire un supporto (come dice la parola stessa) a tecnici e agricoltori nell'analisi delle decisioni da prendere.

I DSS progettati per l'agricoltura, grazie alla loro specificità settoriale, integrano differenti modelli orientati alle complesse esigenze dell'agricoltore. Tutti questi dati vengono elaborati attraverso database e algoritmi sofisticati di analisi che permettono il passaggio dal dato grezzo al dato elaborato fino al consiglio agronomico.

5. IL MONITORAGGIO TECNICO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO

5.1 Il Performance Ratio (PR)

Il principale indice di performance per gli impianti fotovoltaici è il "Performance Ratio" (PR), definito dalla Norma CEI 82-25 come il rapporto tra l'energia prodotta dall'impianto e l'energia producibile dall'impianto nel periodo analizzato.

Tale indicatore prestazionale esprime la capacità di trasformare l'energia solare in energia elettrica ed è funzione delle perdite di sistema (mismatch, riflessione, ombreggiamento, sporcamento della superficie dei moduli, decadimento delle prestazioni dei moduli, effetti della temperatura, perdite per effetto joule, rendimento inverter).

La figura seguente schematizza il processo di produzione di energia elettrica per via fotovoltaica, evidenziando le varie cause di perdita di energia caratteristiche del processo di conversione

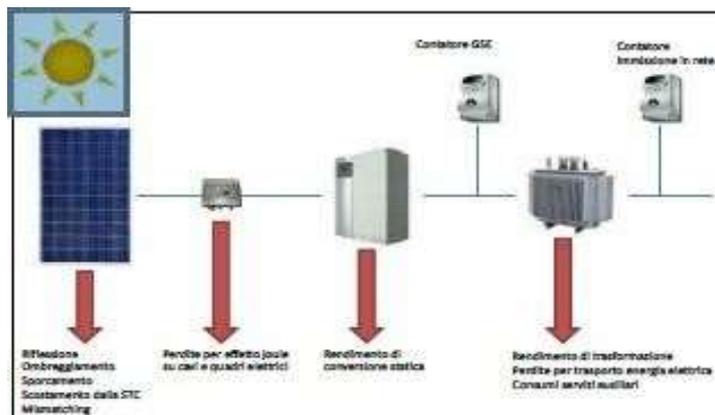


Figura 10: Processo di conversione

La complessità oggettiva di rilevare e quantificare gli effetti di determinate perdite di sistema (ad esempio: mismatch, ombreggiamenti, sporcizia sulla superficie dei moduli), fa sì che il “PR” venga rilevato come confronto tra l’energia teoricamente producibile (funzione dell’irraggiamento e della temperatura) e quella effettivamente prodotta nel medesimo periodo di osservazione.

Il calcolo del “PR” viene quindi effettuato, ai sensi della Norma CEI 82-25, mediante la seguente formula:

$$PR = \frac{Y_F}{Y_R} = \frac{E_{ca} * G_{STC}}{P}$$

ove:

- E_{ca} è l'energia prodotta dal lato corrente alternata (Wh)
- P_n è la potenza nominale del generatore FV (W)
- H_i è l'irraggiamento rilevato sul piano dei moduli (Wh/m²)
- G_{STC} è l'irraggiamento in condizioni standard, quantificato in 1.000 W/m².

La stessa Norma CEI 825 prevede la possibilità di correggere gli effetti della temperatura sulle performance, quando le celle FV raggiungono la temperatura superficiale di 40°C, applicando la seguente correzione alla potenza di picco:

$$P_p = P_{n,c} \left[1 - \frac{(T_{cel} - 40)}{100} \right] \gamma$$

Dove

- T_{cel} è la temperatura misurata sulla superficie della cella FV (°C);
- γ è il coefficiente di perdita in temperatura caratteristica del modulo FV utilizzato (%/°C).

5.2 La "disponibilità tecnica"

La "Disponibilità Tecnica", definita come il rapporto tra la potenza indisponibile pesata con l'irraggiamento occorso nel periodo nel quale è avvenuta l'indisponibilità e la potenza nominale dell'impianto, è un altro indice prestazionale comunemente utilizzato per valutare la produzione raggiunta dall'impianto in uno specifico periodo di esercizio.

La "Disponibilità Tecnica" rappresenta la percentuale di potenza installata effettivamente in esercizio in un dato periodo ed è comunemente utilizzata, assieme al PR, per valutare la capacità produttiva raggiunta dall'impianto agrioltaico durante l'anno di esercizio.

Le comuni pratiche di mercato considerano il "Performance Ratio" e la "Disponibilità Tecnica" come parametri di riferimento utilizzati nella contrattualistica (Costruzione e Manutenzione) per definire i livelli di producibilità raggiungibili dall'impianto e garantiti durante il suo ciclo di vita.

La riuscita economica dei progetti è strettamente connessa al raggiungimento della produzione attesa, che rappresenta il principale indicatore di successo del progetto e, come tale, è normalmente soggetto ad un sistema di garanzie e penali economiche a carico dell'appaltatore e/o del gestore.

La comune pratica di mercato, prevede che la costruzione degli impianti FV sia soggetta a garanzia contrattuali relative alle performance minime garantite, il cui mancato raggiungimento comporta normalmente il pagamento di penali compensative a carico dell'Appaltatore (EPC) a risarcimento dei danni economici derivanti dalla mancata performance.

Il mancato raggiungimento della disponibilità tecnica, al quale corrisponde immancabilmente una riduzione dell'energia prodotta, viene normalmente risarcito dall'Operatore, il quale è responsabile dell'operatività dell'impianto.

Nel caso di impianti FV di dimensioni tali da essere richiesta una garanzia di performance minima annua è quindi indispensabile disporre di un sistema di supervisione in grado di monitorare almeno il set minimo di parametri necessario al calcolo degli indici prestazionali oggetto di eventuale garanzia/penale/ecc.

Disporre di un "monitoraggio" accurato è comunque auspicabile, in quanto resta questo il principale strumento di controllo, attraverso il quale Committente e Appaltatore/Gestore possono verificare il raggiungimento delle prestazioni attese per il progetto.

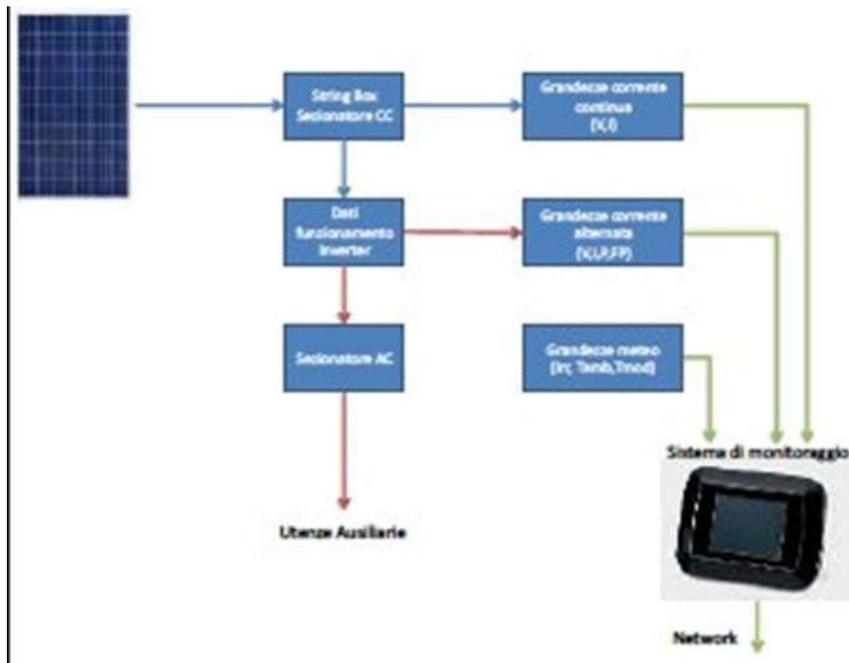


Figura 11: Architettura sistema di monitoraggio

Lo schema riportato nella figura mostra l'architettura-tipo di un sistema di monitoraggio per impianti FV, evidenziando il tipo e i punti di prelievo delle grandezze misurate dal sistema.

Il set di grandezze elettriche e meteo che occorre rilevare per una corretta supervisione dell'impianto è quindi così definito:

Grandezza	Monitoraggio		
	Necessario	Opzionale	
Irraggiamento sul piano dei Moduli (W/m ²)	X		
Temperatura di Cella (°C)	X		
Temperatura Ambiente (°C)		X	
Grandezze elettriche (V, I, P)	di stringa	X	
	ingresso inverter		X
	uscita inverter		X
Energia elettrica (Wh)	prodotta uscita inverter	X	
	immessa in rete	X	
	autoconsumi		X
Segnali di errore	string box		X
	Inverter		X
	quadri elettrici		X

Figura 12: Set parametri di supervisione

I sistemi di supervisione più avanzati dispongono inoltre di sensoristica, all'interno delle string box, attraverso la quale è possibile rilevare malfunzionamenti a livello di stringa e stimare la potenza nominale indisponibile durante il periodo analizzato.

Questo livello di dettaglio è particolarmente utile quando si intende valutare la "Disponibilità Tecnica" con precisione, ad esempio nel caso in cui tale parametro sia oggetto di specifiche garanzie contrattuali nella fase di gestione operativa dell'impianto FV.

Il dispositivo SCADA (ad esempio) utilizzato per il monitoraggio di impianti fotovoltaici viene dimensionato sulla base del numero e del tipo di sensori che dovrà gestire, strettamente dipendente dalla complessità e dall'estensione dell'impianto FV che si intende monitorare.

Lo SCADA acquisirà e memorizzerà i dati rilevati dai sensori disseminati nell'impianto, producendo eventuali messaggi di errore in caso di rilevato malfunzionamento, allertando l'Operatore che potrà così intervenire tempestivamente limitando i periodi di fermo impianto.

La cadenza di acquisizione dei dati viene comunemente fissata in 5 minuti o 15 minuti, in quanto tale intervallo temporale viene comunemente ritenuto sufficiente ai fini della verifica delle performance d'impianto.

La scelta di intervalli di campionamento così ampi nasce dalla necessità di limitare la quantità di dati che devono essere memorizzati e trasmessi dal sistema di acquisizione, permettendo un dimensionamento dei dispositivi di immagazzinamento dati e delle linee di trasmissione con sufficiente semplicità.

5.3 I sensori

Il monitoraggio del corretto funzionamento e delle performance degli impianti FV necessita della misura delle grandezze meteorologiche nel sito dell'impianto (irraggiamento solare, temperatura e velocità/direzione del vento).

I sensori d'irraggiamento:

Lo scopo della misura dell'irraggiamento è quello di confrontare la risorsa solare disponibile con l'output dell'impianto, al fine di verificarne la capacità di convertire l'energia solare in elettricità e quindi valutarne le performance.

L'irraggiamento viene normalmente misurato mediante l'utilizzo di "piranometri", anche se in alcuni casi viene proposto l'utilizzo di celle di riferimento che, come meglio descritto in seguito, risultano però adatte al monitoraggio diagnostico dell'impianto ma meno adatte per la valutazione delle performance.

Il piranometro:

La misura dell'irraggiamento mediante l'utilizzo dei piranometri viene normato dalla Norma IEC 61724 e viene normalmente considerata uno standard nelle analisi delle performance di impianti fotovoltaici sottoposti a valutazione finalizzata al finanziamento del progetto.

I piranometri sono dei sensori che misurano l'irraggiamento come differenza di temperatura tra superfici irraggiate utilizzando il principio delle termopile, e vengono classificati in base alla precisione della misura secondo le seguenti categorie definite dalla norma ISO9060:

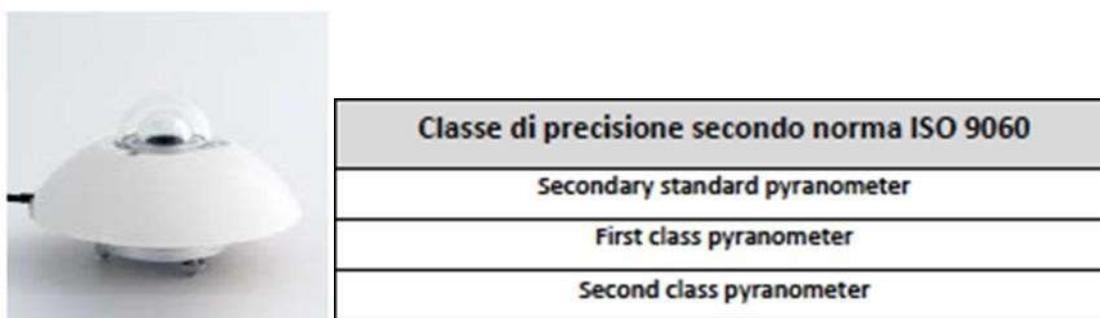


Figura 13: Piranometro e classi di precisione

La classe di precisione normalmente richiesta per valutare correttamente le performance dell'impianto è la "secondary standard", in modo che la misura (e quindi la valutazione del PR) sia affetta da un errore contenuto entro il 3%.

La cella di riferimento:

Le celle di riferimento sono dei sensori che utilizzano la stessa tecnologia fotovoltaica dei moduli e vengono comunemente utilizzate dai sistemi di monitoraggio integrati con i sistemi di controllo dei gruppi di conversione.

Questo tipo di sensori presenta una sensibilità allo spettro della luce solare comparabile al rendimento di conversione tipico delle celle fotovoltaiche, pertanto, non riescono a rilevare l'intera risorsa solare disponibile in sito (- Fonte: SMA Solar Technology AG).



Figura 14: Cella di riferimento (SMA Solar Technology AG)

Confronto tra i sensori:

Il sensore di irraggiamento deve essere scelto in base al tipo di “monitoraggio” che si intende effettuare. La corretta misura dell’irraggiamento, al fine della valutazione delle performance d’impianto, non può difatti prescindere dalla capacità del sensore di misurare tutta l’energia solare disponibile; tuttavia, quando il monitoraggio viene effettuato principalmente per scopi diagnostici, un sensore maggiormente prestante dal punto di vista della velocità di risposta può essere preferibile ad un dispositivo più sensibile ma affetto da maggior inerzia.

Nella tabella seguente vengono messe a confronto le due principali famiglie di sensori di irraggiamento solare, mettendo in evidenza le principali caratteristiche di entrambe:

	Cella di Riferimento	Piranometro	Confronto
Scopo	misura della quota di irraggiamento convertibile in energia elettrica	misura dell’intera risorsa solare	
Errori di misura	errore >5% per inclinazione superiore a 50°	errore <5% fino a 80°	la cella di riferimento sottostima la risorsa solare disponibile
Irraggiamento globale su piano orizzontale	non misurabile	misurabile	il piranometro può misurare irraggiamento su piano orizzontale ed inclinato
Mismatch spettrale	alta variabilità, incertezza >5%	bassa variabilità, incertezza entro 1%	
Comparazione delle misure	le misure della cella di riferimento possono essere comparate solo con misure acquisite da celle con tecnologie simili	le misure acquisite dal piranometro sono sempre comparabili	l’utilizzo dei piranometri garantisce la comparabilità delle misure acquisite su diversi siti

Figura 15: Confronto fra sensori di irraggiamento solare

Altri Sensori:

La temperatura ambiente e della superficie dei moduli viene misurata attraverso sensori di tipo termo resistenze (PT100) o assimilabili, la cui tecnologia è ormai consolidata da diversi anni e comunemente utilizzata in ambito industriale.

I sensori di temperatura utilizzati in ambito agrivoltaico rispondono tipicamente agli standard di qualità e di affidabilità tipici del monitoraggio dei processi industriali e dispongono di caratteristiche simili.

La velocità e la direzione del vento, pur non essendo parametri che influiscono direttamente sulla performance degli impianti FV (se non per gli effetti di trasporto delle masse d’aria sulla superficie dei moduli che migliora la dissipazione della temperatura) vengono monitorati sugli impianti FV dotati di stringhe a terra così da rilevare eventuali situazioni di pericolo per l’impianto e attivare le procedure per la messa in sicurezza.

Per questo tipo di rilevazioni vengono tipicamente utilizzati anemometri meccanici installati direttamente in campo.

5.4 Caratteristiche dei software di controllo ed elaborazione dei dati.

Il software di acquisizione e gestione dei dati rilevati dal sistema di “monitoraggio” è lo strumento chiave che permette di valutare e verificare il funzionamento dell’impianto.

I produttori di sistemi di monitoraggio, sia di tipo “integrato” che “custom”, forniscono normalmente il software con il quale analizzare i dati di esercizio dell’impianto FV e che, grazie alle funzionalità di connessione remota di cui sono dotati i sistemi di ultima generazione (GSM/UMTS/LTE, ADSL, ecc.) permette di interrogare il dispositivo SCADA da remoto.

Molti produttori di sistemi di monitoraggio propongono sul mercato un servizio di hosting dei vari dispositivi di monitoraggio, tramite il quale i dati provenienti dai dispositivi installati in campo vengono gestiti da una centrale di controllo unica (gestita dal Produttore e Fornitore del servizio di monitoraggio) e possono essere interrogati in tempo reale tramite il software di monitoraggio fornito dal Produttore.

Attualmente la stragrande maggioranza dei software in commercio dispone di interfaccia grafica tramite la quale interrogare il dispositivo di acquisizione e visualizzare i dati di esercizio sia in forma numerica che in forma grafica.

Il set di dati di esercizio (dati meteo, parametri elettrici d’impianto e segnali d’errore/allarmi) vengono visualizzati in tempo reale permettendo al manutentore di intervenire in maniera mirata sui guasti e di ridurre i tempi di intervento, migliorando così la disponibilità tecnica e l’efficienza dell’impianto.

Prima di essere utilizzati per l’analisi delle prestazioni, i dati rilevati e registrati dal sistema di monitoraggio vengono di solito “normalizzati” tramite l’applicazione di appositi algoritmi per correggere gli errori della catena di rilevazione ed eliminare i dati spuri, ottenuti da letture dei sensori non congruenti con i valori reali della grandezza misurata.

Il filtraggio viene soprattutto applicato alle serie di dati relative alle grandezze meteo (irraggiamento e temperatura), le quali sono maggiormente soggette agli effetti del rumore di segnale e alle false letture dei sensori.

Qualora il sistema di monitoraggio sia equipaggiato con più di un sensore per ogni grandezza misurata (per esempio diversi sensori di irraggiamento installati sul campo), la riduzione

dell’errore di misura può essere ottenuto mediante l’esclusione delle misure dei sensori con deviazione standard più alta e la successiva applicazione di algoritmi di media alle misure rimanenti.

Molti dei software di ultima generazione permettono inoltre di produrre in automatico la reportistica relativa ai dati di esercizio, al calcolo degli indicatori di performance e alla lista dei messaggi di errore prodotti dal sistema.

Occorre notare che tali funzioni di reportistica, se pur di indiscussa utilità, possono a volte produrre degli output non completamente in linea con le analisi che si intende effettuare. È infatti comune il caso in cui gli indicatori prestazionali (PR, Disponibilità Tecnica, perdite di trasmissione) vengano contabilizzate dal software di monitoraggio non conformemente a quanto previsto dai protocolli di collaudo previsti dai contratti (EPC e O&M). La possibilità di accedere ai dati direttamente misurati dal sistema di monitoraggio, a monte dell’elaborazione software dei risultati, è quindi una caratteristica preferenziale per i sistemi di monitoraggio utilizzati in impianti FV di medie e grandi dimensioni che necessitano di analisi di performance mirate.

5.5 Monitoraggio e manutenzione

Al fine di garantire le prestazioni definite in sede di progetto di un impianto agrivoltaico installato, è necessario effettuare sistematicamente operazioni di monitoraggio e manutenzione.

Questi due concetti sono l’uno la conseguenza dell’altro, poiché dal monitoraggio può affiorare la necessità di effettuare manutenzioni e dopo la manutenzione è utile effettuare un monitoraggio per verificare che non ci siano state manomissioni accidentali.

Il monitoraggio può essere effettuato recandosi fisicamente in loco, oppure valutando il funzionamento dell’impianto da remoto tramite software appositamente progettati.

5.5.1 Monitoraggio in loco

Esame a vista

Secondo la Norma CEI 82-25 l’esame a vista deve accertare che i componenti dell’impianto agrivoltaico siano conformi alle prescrizioni delle relative norme, scelti e messi in opera correttamente e non danneggiati visibilmente.

Inoltre, l'esame a vista è teso a identificare, senza l'uso di attrezzi o di mezzi di accesso eventuali difetti dei componenti elettrici che sono evidenti

allo sguardo quali ad esempio: mancanza di ancoraggi, connessioni interrotte, involucri rotti, dati di targa assenti, ecc...

Per realizzare questa tipologia di esame è necessario recarsi fisicamente nell'impianto e controllare visivamente ogni pannello.

Se il modulo non presenta nessun segno particolare si procede oltre, altrimenti se si nota per esempio, come nella tavola sottostante, una bruciatura locale che interessa una o più celle, è opportuno fermarsi e valutare attentamente la situazione. Senecessario si procede a verifiche più approfondite con l'utilizzo di apposita strumentazione.



Figura 16: Pannello con Hotspot

L'esame a vista può essere effettuato in ogni parte dell'impianto stesso compresi il locale inverter e la cabina. All'interno dei locali si verifica che tutte le apparecchiature siano accese e funzionanti, nonché la presenza di eventuali roditori attratti dal clima tiepido che causano danni ai collegamenti elettrici rosicchiando i cavi fino al totale consumo dell'isolamento.

Nella Tavola seguente si può notare la presenza di un nido di roditore ed escrementi all'interno della cabina:



Figura 17: Presenza di escrementi di roditori

5.6 Prove a vuoto ed a carico sugli impianti

Dopo una prima valutazione visiva dell'impianto può essere necessario effettuare dei rilievi in loco per verificare eventuali problematiche riscontrate.

Per prove sugli impianti si intende l'effettuazione di misure o di altre operazioni mediante le quali si accerta la corrispondenza dell'impianto alle Norme CEI e alla documentazione di progetto.

Secondo la Norma CEI 82-25 le prove in oggetto consistono nel controllare i seguenti punti:

- la continuità elettrica e le connessioni tra i moduli; questa prova consiste nell'accertare la continuità elettrica tra i vari punti dei circuiti di stringhe e fra l'eventuale parallelo delle stringhe e l'ingresso del gruppo di condizionamento e controllo della potenza;
- la messa a terra di masse e scaricatori che consiste nell'accertare la continuità elettrica dell'impianto di terra, a partire dal dispersore fino alle masse estranee collegate;
- l'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse; lo scopo è quello di accertare che la resistenza di isolamento dell'impianto sia adeguata ai valori prescritti dalla Norma CEI 64-8/6; la misura deve essere eseguita tra ogni conduttore attivo, oppure ciascun gruppo completo di conduttori attivi e l'impianto di terra; le misure devono essere eseguite in c.c. mediante strumenti di prova in grado di fornire le tensioni previste con carico di 1 mA;
- il corretto funzionamento dell'impianto agrivoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e controllo della potenza (accensione, spegnimento, mancanza rete del distributore, ecc); questa prova consiste nel verificare che i dispositivi siano stati installati e regolati in modo appropriato. Per la prova di accensione e spegnimento automatico dell'impianto è consigliabile intervenire su sezionatori di stringa; una verifica che accerti le funzioni di protezione di interfaccia deve almeno provare il loro intervento in caso di mancanza della rete del distributore;
- il soddisfacimento delle due seguenti condizioni, in presenza di irraggiamento sul piano dei moduli superiore a 600 W/m²:

$$P_{cc} < 0,85 * P_{nom} * G_p / G_{STC} \quad (a)$$

$$P_{ca} < 0,9 * P_{cc} \quad (b)$$

Dove:

- P_{cc} [in kW] è la potenza misurata all'uscita del generatore agrivoltaico, con incertezza non superiore al 2%;
- P_{ca} [in kW] è la potenza attiva misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata con incertezza non superiore al 2%;
- P_{nom} [in kWp] è la potenza fornita dal generatore agrivoltaico, determinata come somma delle singole potenze dei moduli desunte dal foglio- dati rilasciato dal costruttore;
- G_p [in W/m²] è l'irraggiamento misurato sul piano dei moduli con incertezza di misura del sensore solare non superiore al 3% e con incertezza di misura della tensione in uscita dal sensore solare non superiore al 1%;
- G_{STC} [in W/m²] è l'irraggiamento in condizioni di prova standard, pari a 1000 W/m²

La relazione (a) ammette, quindi, per le perdite del generatore agrivoltaico, un valore complessivo pari al 15% della potenza nominale dell'impianto stesso; detto limite tiene conto delle perdite ohmiche, dei difetti di accoppiamento, della temperatura (fino al valore massimo di 40 °C), della non linearità dell'efficienza dei moduli in funzione dell'irraggiamento, degli ombreggiamenti (entro il 2% massimo) e della risposta angolare.

La misura della potenza P_{cc} e della potenza P_{ca} deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento sul piano dei moduli (G_p) superiore a 600 W/m². Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40 °C, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa.

In questo caso, anziché verificare la condizione (a) potrà essere verificata la seguente condizione:

$$P_{cc} < (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * G_p / G_{STC} \quad (c)$$

Dove:

- P_{tpv} indica le perdite causate dalla riduzione delle prestazioni del generatore agrivoltaico, quando la temperatura di lavoro delle celle fotovoltaiche è superiore a 25 °C, mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono state tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite P_{tpv} possono essere determinate in modo approssimativo come:

$$Pt_{pv} = (T_{cel} - 25) * \gamma \quad (d)$$

Oppure

$$Pt_{pv} = \gamma_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * G_p /] * \gamma \quad (e)$$

Dove:

0, ε

- T_{cel} è la temperatura delle celle di un modulo agrivoltaico; può essere misurata mediante un sensore termo resistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo in corrispondenza di una cella o mediante la misura della tensione a vuoto secondo la Norma CEI EN 60904-5;
- γ è il coefficiente di temperatura delle celle fotovoltaiche; questo parametro indica la diminuzione della potenza generata all'aumentare della temperatura ed è fornito dal costruttore; per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a 0.4-0.5%/°C.
- T_{amb} è la temperatura ambiente;
- NOCT: è la temperatura nominale di lavoro della cella; questo parametro è fornito dal costruttore ed è tipicamente pari a 40-50°C, ma può arrivare a 60°C per moduli in vetrocamera;
- G_p è l'irraggiamento solare, misurato sul piano dei moduli, espresso in kW/m².

Per assicurare l'accuratezza e ripetibilità della prova, la misura di P_{cc} , P_{ca} , G_p e T_{amb} deve essere effettuata simultaneamente in uno dei seguenti modi:

- Mediante l'utilizzo di strumenti in grado di effettuare le suddette misure simultaneamente;
- Mediante l'utilizzo di più strumenti di misura indipendenti, ma con valori di irraggiamento solare, temperatura ambiente, velocità del vento e potenza erogata praticamente costanti durante la misurazione;
- Mediante l'utilizzo di più strumenti di misura indipendenti, ma con l'ausilio di più operatori che effettuano le misurazioni in contemporanea.

La verifica delle "PR" deve avvenire ogni sei mesi a partire dalla data del collaudo fino alla fine del periodo di garanzia. Dette verifiche devono essere effettuate in condizioni di irraggiamento sul piano dei moduli superiore a 600 W/m². Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli sulla faccia posteriore dei medesimi a 40°C, si procederà alla correzione della formula secondo quanto indicato dalla Norma CEI 82-25.

L'appaltatore, solitamente, garantisce i seguenti "Performance Rate" nel periodo di garanzia di 24 mesi dopo il collaudo dell'impianto:

- al collaudo dell'impianto: 85,15%;
- 12 mesi dal collaudo dell'impianto: 80,5%;
- 24 mesi dal collaudo dell'impianto: 79,85%.

Inoltre, viene garantito il "Performance Rate" per ulteriori 8 anni con una riduzione dello stesso su base annua dello 0,65%.

5.7 Rilievi con "termocamera"

Come accennato nel paragrafo precedente, effettuando un esame a vista è possibile notare delle bruciature locali sulla superficie del pannello. Queste sono conseguenza della presenza di "hot-spot", cioè di punti caldi sulla superficie dovuti a varie cause. In primis eventuali difetti sulla morfologia del pannello che non agevolano la dissipazione del calore. Inoltre la presenza di gramaglie che ombreggiano il pannello o di sporcizia sulla superficie, come escrementi di uccelli, foglie o altro, creano un surriscaldamento locale come mostrato nella Tavola seguente:

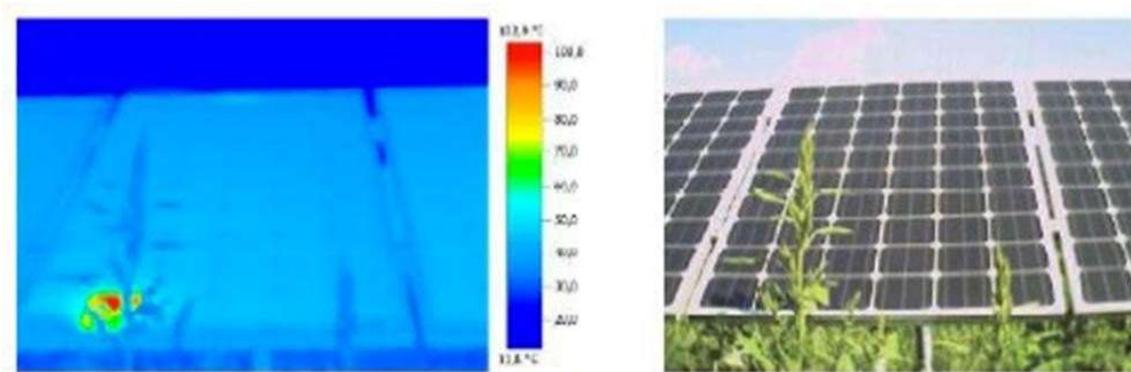


Figura 18: Esempio rilievi con termocamera

5.8 Test ad elettroluminescenza

Il componente principale di un impianto agrivoltaico è costituito dal modulo agrivoltaico; risulta quindi necessario verificarne l'integrità prima dell'installazione. Per questo motivo vengono realizzati, in genere, due tipologie di test: test ad elettroluminescenza.

I test ad elettroluminescenza vengono effettuati in apposite camere ad elettroluminescenza che, supportati da un rilevamento fotografico, permettono di rilevare difetti e/o micro- fratture sulla superficie dei moduli che comprometterebbero il rendimento e la durata di vita degli stessi.

Il principio di funzionamento si basa sul processo inverso del agrivoltaico: ai moduli viene applicata una tensione per verificare i flussi di corrente, mentre una camera con appositi sensori rende visibile ad occhio nudo la luce ad infrarossi emessa dalle celle; questo avviene perché quando dall'esterno si applica una tensione sui collegamenti di un modulo, si verifica una ricombinazione degli elettroni nelle sue celle che provoca emissione di fotoni dal semiconduttore.

Poiché la radiazione emessa è vicina al campo spettrale dell'infrarosso è necessaria una specifica camera ad elettroluminescenza per rendere visibile il fenomeno. Le celle funzionanti avranno un aspetto luminoso, mentre quelle danneggiate appariranno scure.

Il test viene superato solo dai moduli che presentano una distribuzione uniforme della corrente. I difetti rilevabili con questo metodo sono, per esempio:

- Micro fessurazioni, scheggiature o rottura completa cella;
- Presenza di impurità;
- Difetti di cristallizzazione nel wafer;
- Distacco delle piste conduttrici e/o rottura di celle che determinano l'isolamento elettrico e quindi la disattivazione parziale;
- Tracce del nastro di sinterizzazione;
- Segni generali di una lavorazione imperfetta delle celle.

5.9 Manutenzione

Per manutenzione di un impianto elettrico si intende l'insieme dei lavori necessari per conservare in buono stato di efficienza e soprattutto di sicurezza, l'impianto stesso. Poiché qualsiasi componente elettrico e non è soggetto ad usura e/o rottura risulta necessario provvedere a una manutenzione sistematica per mantenere inalterate le prestazioni dell'impianto e le caratteristiche di sicurezza.

I principali obiettivi della manutenzione sono:

- Conservare le prestazioni e il livello di sicurezza iniziale dell'impianto contenendo il normale degrado ed invecchiamento dei componenti.
- Ridurre i costi di gestione dell'impianto evitando perdite di produzione causate dal deterioramento precoce dell'impianto.

- Rispettare le disposizioni di legge.

Gli interventi di manutenzione si distinguono in due categorie principali: manutenzione ordinaria e manutenzione straordinaria.

Prima di procedere a qualsiasi intervento su un impianto elettrico si dovrà classificare l'intervento necessario per determinare a quale categoria appartiene e, quindi, quali sono le direttive da rispettare.

5.10 Manutenzione ordinaria

La manutenzione ordinaria comprende lavori finalizzati a:

- Contenere il degrado normale d'uso;
- Far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi che non modifichino la struttura essenziale dell'impianto e la sua destinazione d'uso.

Per questa tipologia di interventi non è previsto l'obbligo di effettuare prima un progetto, né di rilasciare una dichiarazione di conformità.

a. Manutenzione cabina MT/BT e di trasformazione.

In linea generale è estremamente importante che i locali destinati a contenere le apparecchiature della cabina siano tenuti puliti e sgombri da materiale non pertinente le apparecchiature stesse.

Tali apparecchiature, infatti, in caso di guasto, possono innescare un principio di incendio; è quindi chiaro che la presenza di sporco e di materiale vario può trasformare il principio d'incendio in un incendio vero e proprio. Inoltre la presenza di sporco e di una notevole quantità di polvere può provocare il mal funzionamento delle apparecchiature a causa di cattiva ventilazione dovuto all'accumulo di sporcizia sui filtri di ventilazione.

Dovrà quindi essere eseguita un'accurata pulizia dei filtri su tutte le apparecchiature provviste di sistemi di ventilazione forzata o naturale. A tal fine, ogni produttore fornisce un manuale dettagliato di funzionamento e manutenzione per ogni componente dell'impianto, le cui indicazioni devono essere osservate scrupolosamente.

Per il locale cabina MT/BT ogni sei mesi è necessario:

- Rimuovere gli eventuali materiali in deposito non attinenti agli impianti ed eseguire la pulizia del locale;
- Verificare la presenza dei dispositivi di protezione individuali e di estinzione degli incendi;
- Verificare la presenza dei cartelli monitori e della documentazione di impianto. Inoltre ogni anno è utile:
- Eseguire il controllo dello stato di conservazione delle strutture di protezione contro i contatti diretti;
- Verificare l'integrità dei dispositivi di blocco che impediscono l'accesso alle parti in tensione
- Per il quadro MT ogni anno è necessario:
- Eseguire la pulizia interna ed esterna con aspirapolvere e/o soffiando aria secca a bassa pressione;
- Rimuovere la polvere dalle parti isolanti con stracci ben asciutti;
- Eseguire il controllo visivo per verificare l'integrità delle apparecchiature;
- Controllare lo stato di conservazione delle strutture di protezione contro i contatti diretti;
- Controllare il serraggio dei bulloni e pulire le connessioni;
- Verificare, con apposito strumento, la continuità dei conduttori di terra delle strutture metalliche e delle apparecchiature installate;
- Verificare l'efficienza dei dispositivi di blocco che impediscono l'accesso alle parti in tensione;
- Verificare l'efficienza dell'illuminazione interna al quadro;
- Verificare l'integrità delle pinze di potenza sui sezionatori, rimuovere le eventuali

- o ossidazioni e perlature e proteggere con prodotti specifici;
- o Verificare il serraggio delle connessioni dei circuiti di potenza e dei circuiti ausiliari a bordo degli interruttori;
- o Verificare l'efficienza dei comandi manuali ed elettrici di apertura e chiusura;
- o Verificare l'efficienza del circuito di apertura simulando l'intervento delle protezioni;
- o Verificare l'efficienza dei segnatori meccanici di posizione;
- o Verificare l'efficienza delle connessioni a terra dei sezionatori di terra;
- o Richiudere il quadro e verificare l'efficacia dei sistemi di blocco meccanici che devono impedire l'accesso a tutte le parti in tensione;
- o Verificare i valori di taratura dei parametri elettrici con quelli previsti nel progetto.

Per i trasformatori ogni anno è necessario:

- o Eseguire il controllo visivo esterno per verificare l'integrità dell'apparecchiatura
- o Controllare lo stato di conservazione della resina esterna degli avvolgimenti
- o Eseguire la pulizia completa dell'apparecchiatura con aspirapolvere o soffiando aria secca a bassa pressione, pulire gli isolatori e le barre di collegamento con
- o stracci asciutti
- o Controllare il serraggio dei cavi di potenza sui relativi morsetti con chiave dinamometrica come da indicazioni del costruttore, eliminare le eventuali ossidazioni dai morsetti di potenza e proteggere gli stessi con prodotto specifico
- o Controllare serraggio dei bulloni, la pulizia delle connessioni, la continuità dei conduttori di messa a terra e sostituire gli eventuali morsetti e conduttori deteriorati
- o Verificare il funzionamento delle termosonde e controllare le regolazioni impostate nelle centraline

Per il quadro elettrico generale ed eventualmente altri quadri presenti è necessario ogni anno:

- o eseguire il controllo visivo esterno per verificare l'integrità dell'apparecchiatura;
- o eseguire il controllo visivo delle condutture di alimentazione;
- o eseguire la pulizia interna ed esterna;
- o controllare lo stato di conservazione delle strutture di protezione contro i contatti diretti;
- o controllare il serraggio dei bulloni e pulire le connessioni;
- o verificare la continuità dei conduttori di messa a terra delle strutture metalliche e delle apparecchiature installate;
- o sostituire i morsetti e i conduttori deteriorati;
- o verificare l'efficienza dei dispositivi di blocco che impediscono l'accesso alle parti in
- o tensione;
- o verificare il serraggio delle connessioni di potenza;
- o eseguire la pulizia dei componenti soffiando aria secca a bassa pressione e usando
- o stracci puliti ed asciutti;
- o verificare l'efficienza della bobina e il suo ancoraggio e che non presenti segni di
- o surriscaldamento;
- o verificare la funzionalità e l'efficienza dei contatti ausiliari e delle bobine;
- o controllare lo stato di conservazione dei conduttori elettrici;
- o eseguire il serraggio dei morsetti;
- o effettuare qualche manovra e verificare con il tester l'effettivo stato dei circuiti di potenza (aperto/chiuso) e delle bobine (eccitata/diseccitata);

- effettuare il controllo visivo del buono stato di conservazione delle protezioni (fusibili, relè termici, interruttori automatici);
- per i fusibili verificare le caratteristiche elettriche di progetto;
- per i relè verificare le tarature e le caratteristiche elettriche di progetto;
- prima della messa in tensione verificare che i circuiti amperometrici siano chiusi;
- controllare il serraggio dei collegamenti elettrici ausiliari;
- controllare l'integrità degli interruttori verificandone con il tester l'effettiva apertura e chiusura;
- controllare l'integrità, la funzionalità e l'efficienza di commutatori, pulsanti, lampade, ecc. verificando che vengano abilitati i circuiti previsti dal progetto;
- verificare l'efficienza delle apparecchiature ausiliarie alimentandole e disalimentandole, ove possibile, o effettuare la verifica con il tester.

Inoltre ogni sei mesi è utile per i relè e gli interruttori differenziali verificare il corretto intervento utilizzando il tasto di prova.

Per il pulsante di emergenza è necessario ogni sei mesi:

- eseguire il controllo visivo esterno dell'integrità dell'apparecchiatura e la presenza della cartellonistica;
- eseguire il controllo visivo delle condutture di alimentazione;
- eseguire la pulizia interna ed esterna dell'apparecchiatura;
- eseguire la verifica del corretto funzionamento del comando di emergenza controllando che si apra l'interruttore di MT;
- verificare con il tester l'assenza di tensione;
- ripristinare il comando di emergenza;
- chiudere l'interruttore MT precedentemente aperto.

Per l'impianto di illuminazione è utile ogni sei mesi:

- eseguire il controllo visivo esterno per verificare l'integrità delle apparecchiature di comando;
- eseguire il controllo visivo esterno per verificare l'integrità degli apparecchi illuminanti;
- eseguire il controllo visivo dell'efficienza delle lampade, sostituendo le lampade guaste o con evidenti segni di invecchiamento.

Inoltre ogni anno:

- eseguire la pulizia interna ed esterna degli apparecchi illuminanti;
- eseguire il controllo visivo dello stato dei componenti interni degli apparecchi illuminanti, sostituendo i componenti che presentano evidenti segni di surriscaldamento;
- controllare il serraggio delle viti;
- verificare con apposito strumento che l'apparecchio sia collegato a terra;
- eseguire il controllo visivo, per quanto possibile, delle linee derivate di alimentazione;
- verificare con apposito strumento sul punto luce più lontano dalle protezioni che sia garantito il coordinamento delle protezioni stesse.

b. Manutenzione impianto di climatizzazione.

Gli interventi principali per l'impianto di climatizzazione sono:

- controllo generale dello stato
- pulizia filtri

- pulizia delle unità interne
- controllo dei serraggi elettrici
- pulizia delle unità esterne
- controllo evaporatore
- controllo condensatore
- controllo pressione del gas e temperatura di lavoro
- controllo serraggi elettrici.

c. Manutenzione impianto di terra.

Per l'impianto disperdente è necessario ogni anno:

- eseguire il controllo visivo per verificare l'integrità dell'impianto;
- verificare il serraggio delle connessioni nei punti accessibili;
- sostituire i componenti che presentano evidenti segni di ossidazione o corrosione

Inoltre ogni due anni:

- verificare strumentalmente la continuità tra i vari componenti dell'impianto disperdente;
- eseguire la misura della resistenza dell'impianto di terra e verificare con il valore della corrente di guasto ed il tempo di intervento delle protezioni se sussiste la necessità di effettuare la misura della tensione di passo e contatto.

Per l'impianto di equipotenzialità della cabina elettrica è necessario ogni anno:

- eseguire il controllo visivo per verificare l'integrità dell'impianto;
- verificare il serraggio delle connessioni nei punti accessibili;
- sostituire i componenti che presentano evidenti segni di ossidazione o corrosione.

Inoltre ogni due anni:

- verificare la continuità con apposito strumento tra il conduttore di terra e le sbarre equipotenziali poste nel locale cabina;
- le sbarre equipotenziali poste nei quadri principali di distribuzione;
- le sbarre equipotenziali poste nei quadri secondari di cabina;
- le apparecchiature in MT comprese gli schermi dei cavi MT;
- le masse;
- le masse estranee.

d. Manutenzione dell'impianto

agrivoltaico. Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici richiedono in genere operazioni di manutenzione di entità limitata.

La periodicità con cui vengono effettuate è scelta a discrezione del proprietario in accordi con la ditta installatrice.

L'operazione di manutenzione consiste in tre punti fondamentali: pulizia del modulo, ispezione visiva dei moduli e controllo dei collegamenti elettrici e del cablaggio.

Per quanto riguarda la pulizia dei moduli essa viene effettuata periodicamente in base all'effettivo sporco accumulato. Lo sporco, infatti, si deposita sulla copertura trasparente dei moduli riducendone il rendimento. L'intensità dell'effetto dipende dall'opacità del sedimento e dalla sua disuniformità. Gli strati di polvere che riducono l'intensità del sole in modo uniforme non sono pericolosi e la riduzione della potenza non è, in genere, significativa.

La periodicità della pulizia dipende dall'intensità del processo di imbrattamento, per questo motivo non sono necessarie tubazioni fisse per il lavaggio, poiché i costi risulterebbero maggiori dei benefici.

L'azione della pioggia può in alcuni casi ridurre al minimo o eliminare il bisogno di pulizia dei moduli; in altri contribuisce al processo di imbrattamento poiché la polvere secca diventa fangosa.

L'operazione di pulizia consiste nel lavare i moduli fotovoltaici con acqua; si prevede perciò il trasporto in loco di acqua con autobotte e la pulizia dei moduli con appositi dispositivi per la pulitura, come ad esempio mostrato nelle figure che seguono, senza l'aggiunta di detergenti chimici che potrebbero essere dannosi per la superficie del modulo stesso e per lo stesso "suolo".

La pulitura può essere effettuata anche a mano, nel caso in cui i moduli non siano



accessibili dal mezzo di pulizia.

Figura 19: Dispositivi di pulizia moduli - Pulizia dei moduli

Per quanto riguarda l'ispezione visiva dei moduli, essa ha lo scopo di rilevare eventuali guasti quali rotture di vetro, come mostrato nella figura seguente, o ossidazioni dei circuiti e delle saldature delle celle fotovoltaiche per lo più dovute a umidità nel modulo in seguito a rottura degli strati dell'involucro nelle fasi d'installazione o trasporto.



Figura 20: Modulo con superficie compressa

Per quanto riguarda il controllo dei collegamenti e del cablaggio, si effettua una manutenzione preventiva ogni sei mesi verificando il fissaggio e lo stato dei morsetti dei cavi di collegamento dei moduli e la tenuta stagna della scatola dei morsetti. Qualora si rilevassero problemi di tenuta stagna, occorre provvedere alla sostituzione degli elementi interessati e alla pulizia dei morsetti.

È importante curare la tenuta della scatola dei morsetti, utilizzando eventualmente giunti nuovi o sigillante.

e. Manutenzioni accessorie

Periodicamente è necessario, provvedere alla pulizia dei sensori che rilevano l'irraggiamento poiché essendo esposti alle intemperie la loro superficie si può opacizzare per la sporcizia e rilevare un valore di irraggiamento minore del reale.

PRESENTAZIONE DEI RISULTATI

Predisposizione dati territoriali

IN relazione ai parametri del monitoraggio, saranno predisposti rapporti tecnici periodici descrittivi delle attività svolte e dei risultati esiti del Monitoraggio Ambientale:

- dati di monitoraggio,
- dati territoriali georeferenziati per la localizzazione degli elementi significativi del monitoraggio ambientale.

Per ogni parametro sarà predisposta una scheda di sintesi

I dati tipo della scheda saranno:

- stazione/punto di monitoraggio: codice identificativo (es. ATM_01 per un punto misurazione della qualità dell'aria ambiente),
- coordinate geografiche espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 componente/fattore ambientale monitorata, fase di monitoraggio (AO, CO, PO);

- area di indagine (in cui è compresa la stazione/punto di monitoraggio): codice area di indagine, territori ricadenti nell'area di indagine (es. comuni, province, regioni), destinazioni d'uso previste dagli strumenti di pianificazione e programmazione vigenti (es. residenziale, commerciale, industriale, agricola, naturale),

- uso reale del suolo,
- presenza di fattori/elementi antropici e/o naturali
- ricettori sensibili: codice del ricettore (es. RIC_01): localizzazione (indirizzo, comune, provincia, regione), coordinate geografiche (espresse in gradi decimali nel sistema di riferimento WGS84 o ETRS89), descrizione (es. civile abitazione, scuola, area naturale protetta, ecc.);

- parametri monitorati: strumentazione e metodiche utilizzate, periodicità, durata complessiva dei monitoraggi.

La scheda di sintesi dovrà essere inoltre corredata da:

- inquadramento generale (in scala opportuna) che riporti l'intera opera, o parti di essa, la localizzazione della stazione/punto di monitoraggio unitamente alle eventuali altre stazioni/punti previste all'interno dell'area di indagine;

- rappresentazione cartografica su Carta Tecnica Regionale (CTR) e/o su foto aerea con gli elementi caratteristici ed immagini fotografiche descrittive dello stato dei luoghi.

Metadocumentazione

I documenti testuali, le mappe/cartografie ed i dati tabellari facendo riferimento al capitolo 4.1 delle "specifiche tecniche per la predisposizione e la trasmissione della documentazione in formato digitale per le procedure di vas e via ai sensi del d.lgs. 152/2006 e s.m.i.

Il proponente si impegna a trasmettere i metadati ovvero i dati territoriali saranno resi disponibili tramite un visualizzatore webGIS che abbia al minimo le seguenti funzionalità: zoom in, zoom out, stampa, interrogazione dati associati, ricerca spaziale e alfanumerica; saranno inoltre predisposti specifici servizi WMS, WFS per la condivisione dei dati .

Di seguito si riporta uno schema di Protocollo di Monitoraggio Ambientale che verrà utilizzato nel sito in esame
PROTOCOLLO DI MONITORAGGIO E RAPPORTI TECNICI DI SINTESI

8.1 BREVE ILLUSTRAZIONE DEL PROGETTO

- Illustrare brevemente i contenuti del progetto.
- Fornire le informazioni progettuali e ambientali di sintesi secondo lo schema riportato in tabella 3, individuando preventivamente (in coerenza con quanto documentato nello Studio d'Impatto Ambientale), per fase di progetto (corso d'opera/post-operam) e per componente ambientale, le azioni di progetto/esercizio che possono produrre impatti significativi e le misure di mitigazione adottate.

Tabella 4: informazioni progettuali e ambientali di sintesi

- Sulla base della precedente tabella indicare le componenti ambientali che saranno oggetto di monitoraggio.
- Riportare il cronoprogramma dei lavori.

8.2 PRESCRIZIONI

- Inserire una check-list, organizzata come mostrato in Tabella 4 seguente, in cui siano riportate tutte le prescrizioni del Provvedimento di VIA e, per ciascuna di esse, fornire il riferimento documentale (procedure, programmi operativi, foto, comunicazioni, ecc.) che dia evidenza dell'ottemperanza delle stesse: tale documentazione dovrà essere tenuta a disposizione delle Autorità competenti per il controllo presso il sito di progetto. In assenza di riferimenti documentali, inserire nello spazio note commenti in merito che diano evidenza dello stato di ottemperanza della prescrizione.

Tabella 5: Prescrizione

8.3 GESTIONE DELLE ANOMALIE

Tabella 6: Anomalie

- Definire una procedura di gestione delle eventuali azioni da intraprendere (comunicazione alle autorità competenti, verifica e controllo dell'efficacia delle azioni correttive, indagini integrative sulle dinamiche territoriali e ambientali in atto, aggiornamento del programma dei lavori, aggiornamento del PMA) in caso di insorgenza di condizioni anomale o critiche inattese rispetto ai valori di riferimento assunti (soglie di allarme e/o limiti normativi). In particolare, la procedura dovrà prevedere:
 - l'elaborazione di un rapporto (anche in forma di scheda) in cui siano riportati:
 - dati relativi alla rilevazione (data, luogo, situazioni a contorno naturali/antropiche, operatore prelievo, foto, altri elementi descrittivi),
 - eventuali analisi ed elaborazioni effettuate (metodiche utilizzate, operatore analisi/elaborazioni),
 - descrizione dell'anomalia (valore rilevato e raffronto con gli eventuali valori limite di legge e con i range di variabilità stabiliti),
 - descrizione delle cause ipotizzate (attività/pressioni connesse all'opera, altre attività/pressioni di origine antropica o naturale non imputabili all'opera);
 - la definizione delle indicazioni operative di prima fase per l'accertamento dell'anomalia:
 - esecuzione di nuovi rilievi/analisi/elaborazioni,
 - controllo della strumentazione per il campionamento/analisi,
 - verifiche in situ,
 - comunicazioni e riscontri dai soggetti responsabili di attività di cantiere/esercizio dell'opera o di altre attività non imputabili all'opera.
 - Ogni superamento /anomalia deve essere comunicato entro le 48h successive al rilevamento. Qualora l'anomalia venga risolta, dovranno essere registrati gli esiti delle verifiche effettuate e le motivazioni per cui la condizione anomala rilevata non è imputabile alle attività di cantiere/esercizio dell'opera e non è necessario attivare ulteriori azioni;
 - la definizione delle indicazioni operative di seconda fase (qualora l'anomalia persista e sia imputabile all'opera):
 - comunicazione dei dati e delle valutazioni effettuate agli Organi di controllo,
 - attivazione di misure correttive per la mitigazione degli impatti ambientali imprevisi o di entità superiore a quella attesa in accordo con gli Organi di controllo,

- programmazione di ulteriori rilievi/analisi/elaborazioni in accordo con gli Organi di controllo.

8.4 PROGRAMMA DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

8.4.1 MONITORAGGIO ACUSTICO

- Riportare brevemente la normativa di riferimento per la componente rumore.
- Definire i punti di monitoraggio individuati motivandone le scelte (tipologia e posizione dei ricettori, caratteristiche morfologiche del territorio, cicli di lavorazione e macchinari adottati, orario di attività delle sorgenti, flussi di traffico, eventuali altre sorgenti di emissione presenti nell'area d'indagine, etc.) e fornire l'elenco completo degli stessi, comprese le caratteristiche di ogni singolo punto, come riportato in Tabella 6.

Tabella 7: sintesi dei punti di monitoraggio della componente rumore

- Individuare i parametri da monitorare (livelli assoluti di emissione e/o immissione, livelli differenziali) e, per ciascun parametro analitico individuato, indicare i valori di cui alla seguente Tabella 7:

Tabella 8: sintesi dei parametri misurati

- Definire le frequenze di monitoraggio previste nelle diverse fasi del progetto (ante-operam, corso d'opera, post-operam) specificando, per ciascuna fase, il numero di monitoraggi previsti, come riportato in tabella 8.

Tabella 9: sintesi delle frequenze di monitoraggio

- Descrivere le metodologie di misura, la strumentazione impiegata (che dovrà essere rispondente ai requisiti di cui all'art. 2 del D.M. 16.03.1998) ed il software per l'elaborazione dei dati e riportare in tabella 9 le informazioni sintetiche richieste.

Tabella 10: sintesi degli strumenti di misura e del software di elaborazione

Tabella 11: sintesi degli autocontrolli del monitoraggio del rumore

- Allegare una planimetria dell'area interessata dal monitoraggio ambientale, in cui siano evidenziati:
- a classificazione acustica dell'area interessata,
- le infrastrutture, con relative fasce di pertinenza, ricadenti nell'area interessata,
- il perimetro del sito interessato dall'opera soggetta a monitoraggio ambientale,
- la localizzazione dei punti di monitoraggio,
- la localizzazione dei ricettori, contraddistinguendo quelli sensibili,
- eventuali altre sorgenti di rumore che insistono sull'area indagata.

8.4.2 MONITORAGGIO DI SUOLO E SOTTOSUOLO

- Riportare brevemente la normativa di riferimento per la componente suolo e sottosuolo.
- Definire i punti di monitoraggio individuati motivandone le scelte e fornire l'elenco completo degli stessi, comprese le caratteristiche di ogni singolo punto, come riportato in tabella 11 per i campionamenti per le analisi fisico-chimiche del suolo.

Tabella 12: sintesi dei punti di campionamento del suolo

- Individuare i parametri da monitorare, ovvero effettivamente significativi per il controllo degli impatti attesi e, per ciascun parametro analitico individuato, indicare i valori di cui alla seguente tabella 12;

Tabella 13: sintesi dei parametri monitorati

- Definire le frequenze di monitoraggio previste nelle diverse fasi del progetto (ante-operam, corso d'opera, post-operam) specificando, per ciascuna fase, il numero di letture/monitoraggi previsti, come riportato in tabella 13.

Tabella 14:sintesi delle frequenze di monitoraggio

Tabella 15:sintesi dei metodi analitici e di elaborazione dei dati

Tabella 16:sintesi degli autocontrolli del monitoraggio della componente suolo/sottosuolo

- Descrivere le metodologie di misura e campionamento e la strumentazione impiegata. In particolare:
- dettagliare la strumentazione impiegata per il monitoraggio di ciascun parametro analitico indicato in tabella 14;
- riportare le procedure di prelievamento dei campioni di suolo da sottoporre ad analisi, e le modalità di preparazione e caratterizzazione granulometrica dei suoli stessi;
- descrivere le modalità di etichettatura dei campioni, nonché di conservazione e spedizione;
- riportare, secondo lo schema indicato in tabella 14 le metodologie di esecuzione che saranno adottate per le determinazioni di ciascun parametro chimico-fisico specificando, contestualmente, i relativi limiti di rilevabilità che è possibile conseguire con l'adozione delle rispettive metodiche.
-
- Riportare il piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.
- Allegare una planimetria dell'area interessata dal monitoraggio ambientale, in cui siano evidenziati:
- il perimetro del sito interessato dall'opera soggetta a monitoraggio ambientale,
- la localizzazione dei punti di monitoraggio (inclinometri, caposaldi, punti di prelievo del suolo per analisi fisico-chimiche).

9 COMUNICAZIONE E VALUTAZIONE DEI RISULTATI DEL MONITORAGGIO

La fase di esecuzione, incluso il processo analitico di valutazione, è seguita da quella di valutazione dei risultati. Questa consiste in attività progettate per convertire le informazioni ottenute dalle misurazioni (dati) in informazioni utili basate sui risultati.

9.1 VALIDAZIONE DEI DATI

Procedure da definire a seconda delle necessità a carico dell'Autorità Competente al controllo.

9.2 GESTIONE E PRESENTAZIONE DEI DATI

9.2.1 Modalità di conservazione dei dati

La documentazione tecnica e i certificati analitici relativi ai monitoraggi eseguiti, saranno archiviati in formato cartaceo e/o informatico all'interno dello stabilimento a cura del responsabile ambientale e conservati per almeno 5 anni.

9.2.2 Modalità e frequenza di trasmissione dei risultati del piano

I risultati del piano di monitoraggio saranno comunicati all'Autorità Competente con frequenza annuale, corredati dai certificati analitici firmati da un tecnico abilitato, ed una relazione che evidenzia la conformità dell'esercizio dell'impianto alle condizioni prescritte.

I contenuti minimi della sintesi sono i seguenti:

Informazioni generali sull'impianto: Nome dell'impianto; Nome del gestore; energia prodotta; etc..

Emissioni per l'intero impianto – Rumore: Risultanze delle campagne di misura suddivise in misure diurne e notturne.

Monitoraggio della suolo/sottosuolo: Risultanze delle eventuali campagne di monitoraggio e di caratterizzazione effettuate.

Ulteriori informazioni: Il rapporto potrà essere completato con tutte le informazioni che il gestore riterrà utile aggiungere per rendere più chiara la valutazione da parte dell'Autorità Competente dell'esercizio dell'impianto.