



MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

Direzione Generale per la Crescita Sostenibile e la qualità dello Sviluppo
Divisione V - Sistemi di Valutazione Ambientale



REGIONE PUGLIA



**PROVINCIA di
Brindisi**

**San Pancrazio Salentino
27324 kWp**



Progettazione e coordinamento	dott. arch. Roberto CARLUCCIO via Nino Bixio 60/b 72023 Mesagne (BR) - Italy	 via Napoli n° 363/I 70132 Bari - Italy	Prog. Impianto fotovoltaico
Studio Geologico	dott. geol. Luisiana SERRAVALLE via Puglie n° 1 72027 S. Pietro Vernotico (BR) - Italy	 3E Ingegneria srl via G. Volpe n° 92 56121 Pisa - Italy	Prog. Cavidotto e sottostazione
Studio Agronomico	dott. Alessandro COLUCCI via Monte Sarago n° 3 72017 Ostuni (BR) - Italy	Dott. Gabriele TOTARO via Zanardelli n° 60 73100 Lecce - Italy	Studio Acustico

Opera	Progetto di un impianto fotovoltaico di 27324 kWp (25500 kWp in immissione) nel comune di San Pancrazio Salentino (BR)			
Oggetto	Folder Progetto Definitivo			
	Nome elaborato San Pancrazio Salentino			
	Descrizione elaborato PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE			Scala
Revisione	00/00/2022	Oggetto revisione	Elaborazione	Verifica
	00/00/2022	Oggetto revisione	08/10/2022	
	00/00/2022	Oggetto revisione		
	Codice Pratica "San Pancrazio Salentino"			



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

Sommario

1.	PREMESSA	2
2.	IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE: STRUTTURAZIONE PROGRAMMATICA.....	4
2.1	I riferimenti normativi che regolano il “monitoraggio ambientale”.	5
2.2	Obiettivi ed attività di Monitoraggio Ambientale.	7
3.	“STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE” (SIA).	8
4.	LOCALIZZAZIONE	10
5.	LE MATRICI CONSIDERATE NELL’AMBITO DEL “PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE” (PMA).....	10
5.1	COMPONENTE “ATMOSFERA”.....	12
5.2	AMBIENTE IDRICO (ACQUE SOTTERRANEE E ACQUE SOTTERRANEE SUPERFICIALI)	34
5.3	SUOLO E SOTTOSUOLO.....	36
5.4	BIODIVERSITÀ (FAUNA, AVIOFAUNA E FLORA)	44
5.5	AGENTI FISICI (RUMORE).....	52
5.6	GESTIONE DEI “RIFIUTI” PRODOTTI E DELLE “TERRE DA SCAVO”.	56
6.	CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO	59
6.1	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	59
6.2	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IN FASE DI CANTIERE	59
6.3	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IN FASE DI “ESERCIZIO”	60
6.4	ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IN FASE DI “POST OPERAM”.	60
7.	MONITORAGGIO PER RISPONDEZZA CON LA NORMA ITALIANA CEI 82-75.	61
7.1	IL MONITORAGGIO TECNICO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO	62



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce il Piano di Monitoraggio Ambientale (di seguito semplicemente PMA) relativo al progetto di un impianto fotovoltaico, proposto dalla società My Sun del gruppo Metka Egn, di potenza complessiva di circa 27,324 MWp, e delle relative opere di connessione alla rete ed infrastrutture indispensabili alla costruzione ed al suo funzionamento, da ubicarsi nel territorio del comune di San Pancrazio Salentino (a circa 3 km a S-E dal centro abitato), e prossimo al limite amministrativo con il comune di Avetrana e Salice Salentino, e precisamente ad una distanza di circa 6 km a N-E dal primo e a 13 km a Ovest dal secondo. Si precisa che l'impianto sarà collegato alla Stazione Elettrica Terna sita nel comune di Erchie a mezzo di cavidotto a sua volta collegato ad una sottostazione elettrica.

L'impianto sarà collegato alla rete di distribuzione nazionale e la vendita dell'energia prodotta sarà regolata da criteri di "market parity", ossia avrà gli stessi costi, se non più bassi, dell'energia prodotta dalle fonti tradizionali (petrolio, gas, carbone).

Due sono gli aspetti che caratterizzano il "monitoraggio ambientale" di un impianto fotovoltaico "a terra":

Punto 1: Quello connesso al monitoraggio di alcune matrici ambientali (atmosfera, ambiente idrico, suolo e sottosuolo, biodiversità, agenti fisici e 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";

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.

In relazione verranno suddivisi i due distinti punti che, globalmente, verranno a costituire il "Piano di Monitoraggio Ambientale" che, nella sostanza rappresenta sia il monitoraggio delle varie matrici ambientali e paesaggistiche che, congiuntamente, il "monitoraggio" delle caratteristiche tecnologiche delle varie componenti dell'impianto da realizzare, al fine di controllare le varie peculiarità



impiantistiche, di gestione, di rendimento, ecc.

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”* dell’impianto e del territorio nel quale si va ad inserire.

In merito al punto “1”: “monitoraggio” delle matrici ambientali.

Appare opportuno riportare che il monitoraggio ambientale nella procedura di “Assoggettabilità” e/o in quella di VIA (Valutazione d’Impatto Ambientale) rappresenta l’insieme di attività da porre in essere successivamente alla fase decisionale (EIA follow-up), 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:

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

In particolare la fase di **“monitoraggio”** sarà strutturata secondo lo schema seguito nell’elaborazione del “SIA” per le varie matrici individuate e, quindi nelle diverse fasi di:

- Quo ante operam: tale “monitoraggio” rappresenta le condizioni ambientali iniziali dell’area d’imposta dell’impianto su cui andrà ad impattare l’opera; Tale “analisi iniziale”, definita anche come “punto zero” ha, sostanzialmente, la funzione di essere presa come riferimento di base rispetto all’influenza ed alle variazioni che l’impianto indurrà.
- Fase di cantiere: costituisce la tipica reale verifica dei “disturbi” individuati e riportati, in termini previsionali e teorici, nel SIA, rispetto a quelli realmente prodotti. In questa fase di costruzione dell’opera verranno “monitorate”, anche ed eventualmente con l’ausilio di strumentazioni di campo,



alcune delle matrici ambientali che, se pur momentaneamente e relativamente alla realizzazione, potranno essere interessate dagli scavi e dalla movimentazione dei terreni (rumore, qualità dell'area, preesistenze antropico-culturali, ecc.). E' del tutto evidente che ove dovessero insorgere modifiche sostanziali a quanto previsto nel SIA, si attiveranno azioni di "mitigazione".

- Fase di esercizio: in questa fase, considerando l'estensione della durata dell'efficacia dell'impianto (da 25 a 32 anni) il "piano di monitoraggio" dovrà prevedere controlli periodici e programmati per la verifica, anche rispetto al "punto zero", delle condizioni quanto-qualitative delle varie matrici ambientali considerate.
- Post operam-fase di dismissione: tale fase costituisce, in particolare, il reintegro dell'area d'impianto alle condizioni "quo ante", oltre a regolarizzare le fasi di svellimento, smaltimento, recupero ed eventualmente ripristino, sia delle varie componenti strutturali dell'impianto che, per il "ripristino", quelle naturali dei terreni d'imposta.

2. IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE: STRUTTURAZIONE PROGRAMMATICA.

Il "Piano di monitoraggio ambientale" è stato strutturato e riportato in questa relazione seguendo gli schemi delle "Linee Guida" di ISPRA e di alcune strutture Regionali e, qui di seguito, si riportano:

1. Individuazione delle "matrici" da monitorare: le varie "matrici", ambientali, paesaggistiche ed antropico-culturali, sono state individuate sulla base delle risultanze riportate nel SIA e sui contributi forniti dalle varie relazioni specialistiche sviluppate ed allegate alla progettazione (rumore, condizioni agronomiche e quanto qualitative dell'epidetum, elettromagnetismo, geologia, idrogeologia ed idraulica);
2. scelta delle aree e/o dei punti da monitorare: le aree da monitorare sono state scelte per meglio rappresentare l'impatto dell'impianto sul territorio interessato, in funzione delle diverse matrici definite nel SIA;
3. Programmazione delle attività: la frequenza e la durata delle attività di monitoraggio sulle varie matrici scelte per definirne la "impronta ecologica" dell'impianto nel territorio d'insediamento, costituiscono parte integrante di ogni matrice considerata; è del tutto evidente che in funzione della tipologia di monitoraggio da effettuare, verranno ad essere modificate le durate, le frequenze e la tipologia di monitoraggio e controllo, partendo sempre dal confronto con il richiamato "punto zero".



2.1 I riferimenti normativi che regolano il “monitoraggio ambientale”.

Di seguito sono, sinteticamente, riportati i più salienti riferimenti normativi in essere al fine della realizzazione del “monitoraggio ambientale”:

- 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 a questo 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.

- 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 MA.

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, comma 2, lettera i),
- sono definiti i criteri per la redazione del PMA (art.10, comma 3):
 1. 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;
 2. 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:
 - *analisi del documento di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione;*
 - *definizione del quadro informativo esistente;*
 - *identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;*
 - *scelta delle componenti ambientali;*
 - *scelta delle aree da monitorare;*
 - *strutturazione delle informazioni;*



- *programmazione delle attività.*

2.2 Obiettivi ed attività 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: quo ante la costruzione, di realizzazione e di esercizio dell’impianto fotovoltaico.

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 si propongono, per alcune “matrici” considerate, i formati dei “tabu-lati” con cui le informazioni ed i dati contenuti nel PMA e per quelli derivanti dalla sua attuazione, dovranno essere forniti per la comunicazione e per l’informazione ai diversi soggetti interessati (autorità competenti, comunità scientifica, imprese, pubblico).

Gli obiettivi del “MA” e le conseguenti attività che dovranno essere programmate ed adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati, in particolare, da:

1. verifica dello scenario ambientale di riferimento utilizzato nello SIA e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell’avvio dei lavori per la realizzazione dell’opera (monitoraggio ante operam o monitoraggio dello scenario di base);
2. verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nel SIA e delle varia-zioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell’attuazione dell’opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in corso d’opera e post operam o monitoraggio degli impatti ambientali); tali attività consentiranno di:



- a) *verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;*
- b) *individuare eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;*
3. comunicazione degli esiti delle attività di cui ai punti precedenti, alle autorità preposte ad eventuali controlli ed eventualmente al pubblico.

3. "STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE" (SIA).

Per rendere organica la proiezione dell'area di studio verso il "monitoraggio ambientale" ed il conseguente "Piano di monitoraggio ambientale", è utile riportare una sintesi di quanto evidenziato nello "Studio d'Impatto Ambientale" (SIA), dal quale il "Piano" non può minimamente discostarsi.

Di seguito, quindi, si riportano i riscontri salienti desunti dal SIA e riferiti alle norme vigenti:

- Il terreno di imposta dell'impianto è allocato, nel vigente "Piano Regolatore" del Comune di San Pancrazio Salentino, BR, in area tipicizzata come agricola "E1" e quindi sostanzialmente compatibile con la realizzazione dell'impianto;
- In merito alla programmazione della Regione Puglia, essendone privo il Comune di San Pancrazio Salentino, BR, l'area d'imposta è conforme al "Piano di individuazione di AREE NON IDONEE all'installazione dei FER; infatti, il terreno di progetto rientra nella destinazione d'uso dell'Ambito "D-relativo", che è quello che maggiormente permette la realizzazione di impianti; infatti, appare opportuno riportare che la "relatività" della realizzazione di un impianto e, nel qual caso, di un impianto fotovoltaico va analizzata di volta per volta ed in funzione delle caratteristiche proprie del terreno e della presenza o meno di "vincoli" rivenienti da altri strumenti normativi e di interdizione alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico.

Nel caso in studio, si avrà modo di riportare che non esistono "vincoli" tali da far indurre alla verifica della richiamata "relatività".

- Sempre in merito alla programmazione comunale, aggregata a quella regionale e nazionale, la localizzazione del parco fotovoltaico è del tutto estranea ed esterna alle aree protette ed individuate nel territorio extra comunale, ai sensi: della L.R. n. 19/97 e aree protette nazionali ex L.394/91; oasi di protezione ex L.R. 27/98, siti SIC e ZPS ex direttiva 92/43/CEE, Direttiva 79/409/CEE e ai sensi della DGR n. 1022 del 21/07/2005; zone umide tutelate a livello internazionale dalla convenzione di Ramsar.



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

- In merito alla programmazione della Provincia di BAT, relativa al “Piano Faunistico Venatorio” (PFV) il parco fotovoltaico è localizzato al di fuori di aree della vincolistica relativa al medesimo Piano.
- Circa la programmazione regionale, l’area d’imposta non costituisce aree a “pericolosità geomorfologica”, di nessun livello, così come riportata nel “Piano di Assetto Idrogeologico” (PAI).
- L’area d’imposta dell’impianto fotovoltaico risulta del tutto estraneo alle aree classificate a “pericolosità idraulica” AP, come riportato nel richiamato “PAI” regionale.
- L’area d’imposta dell’impianto fotovoltaico non rientra nelle zone classificate, sempre nella pianificazione regionale del “PAI”, come a “rischio”.
- L’area d’imposta dell’impianto fotovoltaico, presenta pendenze medie inferiori al 5% e quindi risponde pienamente al limite previsto e relativo a pendenze vallive e/o di crinali superiori al 20 %.
- L’area d’imposta dell’impianto fotovoltaico è allocata a distanza molto maggiore ad 1 Km dal limite della città urbanizzata; paradossalmente la distanza dal Comune di San Pancrazio Salentino è di circa 4 Km a sud ovest del centro urbano e a circa 5 km a Nord-Est dal comune di Manduria.;
- L’area d’imposta dell’impianto fotovoltaico non presenta alcun “reticolo idrografico” e, quindi, non è soggetta al rispetto dei buffer annessi ai canali.
- Per ultimo, in merito al “Piano Paesaggistico Territoriale Regionale” (PPTR), nel SIA si è fornito ogni riscontro rispetto alle varie tematiche sviluppate, ottenendo la totale estraneità dell’area d’imposta dell’impianto fotovoltaico alla vincolistica presente.

In definitiva, l’area d’imposta dell’impianto fotovoltaico non rientra in nessuno dei vincoli previsti dal PPTR, dal PAI e dalla normativa provinciale comunale esistente.

L’impianto, dell’estensione di 43 Ha., sarà suddiviso in 2 aree di differenti forme e dimensioni.

Anche per questo aspetto, la progettazione ha finalizzato molto e senza sprechi di risorse, le opere di “mitigazione” che verranno ad essere introdotte, compensando abbondantemente la non rispondenza al “criterio “B”, relativo a distanze fra impianti esistenti > 5 Km.

Inoltre, non deve risultare superfluo riportare che l’impianto verrà realizzato senza incidere



minimamente sull'uso di suolo destinato alla realizzazione di strade di accesso; l'impianto, infatti, sarà realizzato in adiacenza alle strade preesistenti, le Strade Provinciali 144 e 65.

Come desunto dalla relazione specialistica dell'Agronomo, l'area d'imposta non rientra e/o è classificata come area "privilegiata" da particolari colture agricole; solo recentemente l'area è ritornata ad essere coltivata, in attesa della realizzazione dell'impianto, con colture stagionali; prima e per lustri, l'area è rimasta totalmente incolta e quindi soggetta alla perdita delle caratteristiche organolettiche dell'epideturum ed all'aggressione di un'incipiente azione di pre-desertificazione.

4. LOCALIZZAZIONE

Il sito sul quale sarà realizzato l'impianto fotovoltaico ricade nel foglio 1:25000 delle cartografie dell'Istituto Geografico Militare (IGM Ultima Ed.) n. 203 II-SO Tavoleta di Avetrana., ed è catastalmente individuato, nel comune di San Pancrazio Salentino al foglio 49 particelle 4-8-9-47-13-70-69-11-48-46-145. È ubicato nel comune di San Pancrazio Salentino precisamente ad una distanza di circa 4 km a Sud-Ovest dal centro urbano e a circa 5 km a Nord-Est dal comune di Manduria.

Il sito, complessivamente, ha un'estensione di circa 43 Ettari suddivisi in 2 sub aree.

Confinante con il sito di installazione e tutt'intorno si riscontrano la presenza di alcuni insediamenti agricoli. Il sito si presenta pianeggiante ad una quota media di 59 m sul livello medio del mare.

A livello insediativo, l'abitazione più vicina si trova a una distanza superiore a 2 km dal sito. L'accessibilità all'intera area è assicurata dalle strade statali esistenti pertanto non sarà necessario realizzare nuove strade.

Come citato nei paragrafi precedenti l'intervento consiste anche nella realizzazione di un cavidotto interrato MT 30 kV di lunghezza pari a circa 4,4 km, che connette tra loro il campo fotovoltaico e la stazione elettrica di trasformazione.

5. LE MATRICI CONSIDERATE NELL'AMBITO DEL "PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE" (PMA)

Per ciascun componente/fattore ambientale vengono di seguito forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio, come descritte nell'ambito del PMA.

Le "indicazioni" e le "proposte" (matrici) fornite all'attenzione degli Enti giudicanti il "PMA", sono da considerarsi una base operativa fondata su standard normativi (ove esistenti), su metodologie di riferimento e "buone pratiche" consolidate dal punto di vista tecnico-scientifico.



Le “*indicazioni*” e le “*proposte*” sono relative allo specifico impianto fotovoltaico da realizzare “*a terra*” e con tracker innovativi in agro di Spinazzola e sono riferite al contesto localizzativo (ambientale ed antropico) nel quale si insedia e degli impatti ambientali attesi, co-me riportato nel “SIA”.

Le “*componenti/fattori*” (matrici) ambientali considerati nell’ambito di questo “PMA” sono:

- **5.1 Atmosfera** (qualità dell'aria);
- **5.2 Ambiente idrico** (acque sotterranee e acque superficiali);
- **5.3 Suolo e sottosuolo** (qualità dei suoli, geomorfologia);
- **5.4 Biodiversità** (vegetazione, flora, fauna);
- **5.5 Agenti fisici** (rumore);
- **5.6 Rifiuti e “terre da scavo”**.

Le “matrici” ambientali, sopra elencate, riportano, 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*”.

Rispetto a tutte le “matrici” ambientali previste nel richiamato DPCM, non sono trattate le componenti “*Salute pubblica*” ed “*Ecosistemi*” in quanto entrambe necessitano di un approccio integrato per il monitoraggio ambientale, così come per la caratterizzazione e la valutazione degli impatti ambientali.

Tale condizione, unitamente alla disponibilità di dati di riferimento omogenei a livello locale, alla scelta della scala spaziale e temporale da utilizzare, conduce a ritenere che queste possano essere affrontate in modo più efficace attraverso altri strumenti adatti allo specifico contesto e basati sulle concrete esigenze e disponibilità tecniche e di risorse che, nel caso dell’impianto fotovoltaico, appaiono eccedenti la oggettiva necessità.

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



Si ritiene, pertanto, che il monitoraggio ambientale può comunque essere efficacemente attuato in maniera “integrata” sulla base degli esiti del monitoraggio delle diverse “matrici” 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, la radioattività ambientale, ecc.) e, per gli ecosistemi, in base al monitoraggio degli elementi floristici e faunistici e delle relative fitocenosi e zoocenosi (componenti Vegetazione, Flora, Fauna).

In definitiva, ciascuna *componente/fattore ambientale* (matrice) trattata nei successivi para-grafi, seguirà 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.

5.1 COMPONENTE “ATMOSFERA”

Anche se pleonastico, appare necessario riportare che la produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici, **non produce alcuna immissione di sostanze inquinanti nell’atmosfera poiché sfrutta una risorsa naturale rinnovabile quale è il sole.**

Inoltre, come richiamato nel “SIA”, la produzione di energia elettrica rinnovabile da impianto fotovoltaico permette di ottenere un concreto “**beneficio ambientale**” in merito alla c.d. “**carbon footprint**” e, quindi, **alla mancata emissione, per la medesima quantità di energia prodotta da “fossile”, di CO₂.**

Gli unici “*impatti*” a carico della matrice “*atmosfera*” sono relativi, esclusivamente, alla fase di cantierizzazione e di “*post operam*” dell’impianto, come di seguito riportato.

Nella fase “*ante operam*”, volendo estendere il concetto di “*monitoraggio*”, il “PMA” prevede solo l’analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffusive dell’area di studio,

tramite la raccolta e l’organizzazione dei dati meteoroclimatici disponibili per verificare, non tanto l’influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti,



quanto, per un impianto fotovoltaico a terra, le condizioni meteo finalizzate all'irraggiamento e/o, per l'analisi anemometrica, la stabilità delle varie stringhe di trackers costituenti l'impianto.

Tornando all'impatto sulla matrice "*atmosfera*" nella fase di cantierizzazione dell'impianto, gli impatti relativi alla componente vedono, come unica causa, le emissioni prodotte dagli automezzi utilizzati per la movimentazione delle terre di scavo.

In questo "PMA" si rileva, quindi, la necessità di stimare le emissioni polverulente generate dalle attività di cantiere per la realizzazione dell'impianto in progetto; in particolare, nel presente studio, tale stima sarà effettuata considerando la fase di scavo del terreno per la realizzazione delle opere previste dal progetto e che determinano emissioni di polveri.

Per la stima delle emissioni polverulente è stata prevista e sarà utilizzata la metodologia riportata nelle "*Linee Guida ARPAT*" per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti disponibili nel sito web di ARPAT all'indirizzo <http://www.arpat.toscana.it/> per la quale saranno dettagliate le scelte effettuate ed argomentati i calcoli eseguiti; si è scelta questa metodologia "guida" in quanto fra le più avanzate ed utilizzate in Italia.

Tali linee guida propongono metodi di stima delle emissioni di polveri principalmente basati su dati e modelli dell'Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA: AP-42 "Compilation of Air Pollutant Emission Factors").

Tramite una complessa elaborazione numerica effettuata con metodi statistici e tecniche di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera, dette Linee Guida propongono specifiche soglie emissive, in relazione ai parametri indicati dall'Allegato V alla Parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., in maniera tale da poter valutare l'impatto sulla qualità dell'aria di determinate attività, modulare opportunamente eventuali misure di mitigazione (bagnatura, inscatolamento, ecc.), disporre l'eventuale monitoraggio nelle aree contermini alle lavorazioni.

In particolare le Linee Guida analizzano le sorgenti di particolato dovute alle attività di trattamento di materiali polverulenti e per ciascuna sorgente vengono individuate le variabili da cui dipendono le emissioni ed il metodo di calcolo, in taluni casi, semplificato rispetto al modello originale ed adattato dove possibile alla realtà locale. I valori ottenuti tramite l'applicazione della metodologia proposta devono essere confrontati con delle soglie di emissione al di sotto delle quali l'attività di trattamento di materiali polverulenti può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente.



Si specifica che l'applicazione della metodologia sopracitata avviene nel caso specifico della realizzazione dell'impianto fotovoltaico che è da valutare come un "piccolo impianto" impostato su un'estensione agricola di poco superiore ai 15 ettari. Tale metodica è applicata in via del tutto cautelativa per le seguenti motivazioni:

- le attività potenzialmente generatrici di emissioni polverulente saranno caratterizzate da una breve durata;
- non sono presenti ricettori nelle immediate vicinanze dell'area dedicata alla realizzazione delle opere in progetto.

5.1.1 Breve descrizione dell'impianto fotovoltaico

Nel presente paragrafo si riporta una descrizione sintetica delle attività di cantiere previste per la realizzazione dell'impianto di produzione di energia fotovoltaica dell'impianto "a terra" con trackers, che il Committente intende realizzare.

Il terreno su cui è prevista la costruzione dell'impianto ha uno sviluppo misto su cinque campi di forma e superfici diverse; l'intera superficie ha un'estensione pari a circa 430.000 mq. (43 ha).

L'impianto è classificato come "Impianto non integrato" è di tipo grid-connected (impianto connesso alla stazione TERNI), e la modalità di connessione è in "Trifase in alta tensione".

L'impianto avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata lato DC: 27,32 MWp;
- potenza dei singoli moduli: 470 Wp;
- n. 10 cabine di conversione e trasformazione;
- n. 2 cabina di smistamento;
- rete elettrica interna a 1500 V tra i moduli fotovoltaici, e tra questi e le cabine di conversione e trasformazione;
- rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (controllo, illuminazione, forza motrice, ecc...).
- rete elettrica interna a 30 kV per il collegamento in entrata tra le varie cabine di conversione/trasformazione e con le cabine di smistamento;



- rete telematica interna di monitoraggio per il controllo dell'impianto fotovoltaico;

Nel complesso l'intervento di realizzazione dell'impianto fotovoltaico, conterà delle seguenti opere:

- installazione dei moduli fotovoltaici;
- installazione delle power skid e delle cabine di smistamento;
- realizzazione dei collegamenti elettrici di campo;
- realizzazione della viabilità interna.

L'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da 58.136 moduli fotovoltaici di nuova generazione in silicio monocristallino di potenza nominale pari a 470 Wp.

Il progetto del presente impianto prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici con struttura mobile ad inseguitore solare monoassiale, est-ovest.

Nella struttura ad inseguitore solare i moduli fotovoltaici sono fissati ad un telaio in acciaio, che ne forma il piano d'appoggio, a sua volta opportunamente incernierato ad un palo, anch'esso in acciaio, da infiggere direttamente nel terreno, ove il terreno risultasse idoneo. Questa tipologia di struttura eviterà l'esecuzione di opere di calcestruzzo e faciliterà enormemente sia la costruzione che la dismissione dell'impianto a fine vita, diminuendo drasticamente le modifiche subite dal suolo. In fase esecutiva si potrebbe decidere di utilizzare fondazioni in calcestruzzo nel caso in cui non fosse possibile l'utilizzo di pali infissi.

L'insieme di 26 moduli, collegati tra loro elettricamente, formerà una stringa fotovoltaica; il collegamento elettrico tra i vari moduli avverrà direttamente sotto le strutture di sostegno dei pannelli con cavi esterni graffettati alle stesse. Ogni struttura di sostegno porterà tre stringhe fotovoltaiche per un totale di 52 moduli, disposti su due file parallele. L'insieme di più stringhe fotovoltaiche, collegata in parallelo tra loro, costituirà un sottocampo, per un totale di 4 sottocampi, ad ognuno dei quali afferirà un inverter. Per ogni sottocampo è prevista, inoltre, l'installazione di string box, aventi la funzione di raccogliere la corrente continua in bassa tensione prodotta dalle stringhe e trasmetterla agli inverter, per la conversione da corrente continua a corrente alternata.

La Tavola n. 1 riproduce l'impianto per come previsto sul territorio.



Figura 1 rappresentazione dell'impianto previsto.

Al fine di minimizzare l'impatto visivo dell'impianto in questione, i moduli saranno posizionati ad una distanza tra loro di 5,5 ml., con altezza da terra variabile, in funzione della rotazione, tra 0.60 m e 4.40 m, così come riportato nella tavola che segue.

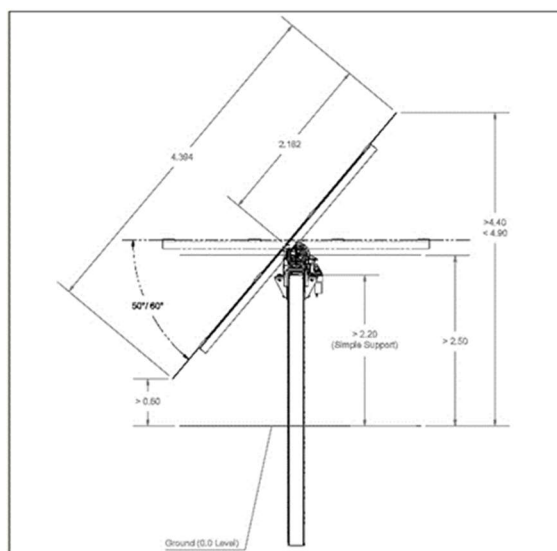


Figura 2 : vista laterale di due trackers.

L'impianto sarà di tipo "*a campo aperto*" con costruzione di appoggio su più file.

I moduli solari policristallini saranno posizionati uno di fianco all'altro senza interruzioni.

Per offrire la massima protezione contro le condizioni climatiche più critiche, le celle solari costituenti ogni singolo modulo, sono incorporate tra una copertura di vetro temprato ed uno strato di etilenacetato di vinile colato e sigillate sulla parte posteriore con un ulteriore strato di etilenacetato di vinile posto su una lamiera. Il modulo è contornato da un telaio in alluminio anodizzato a prova di torsione che gli conferisce massima stabilità e resistenza alla corrosione.

Opere murarie, accessorie e movimento terra

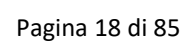
All'interno dell'area si prevede il posizionamento di:

- **n. 10 cabine di trasformazione;**
- **n. 2 cabina di smistamento;**

La tavola che segue riporta l'area d'interesse con la distribuzione delle strutture con pannelli inseguitori solari su planimetria.



Dott. Arch. Roberto Carluccio





I volumi tecnici previsti sono di entità modesta avranno dimensioni pari a 3,30 m di larghezza e 11,50 m di lunghezza ed un'altezza inferiore a 3,00 m.

Per ulteriori informazioni sulle dimensioni degli edifici o sulla loro dislocazione si rimanda alle tavole allegata alla Relazione Tecnica dell'impianto (allegata al progetto).

La recinzione perimetrale che delimita la centrale è costituita da rete metallica a maglia larga alta 2,00 metri. I paletti metallici a T, verranno collocati ogni 2,5 metri e saranno bloccati a terra mediante blocchetto in cls ricoperti da terreno vegetale.

Ogni 20 m., come riportato nella relazione agronomica, sarà inserito un tubo di plastica dell'ampiezza minima di 20 cm. per permettere il transito della fauna locale.

Inoltre, in adiacenza alla rete di protezione verrà coltivata una "siepe" così come riportata nella relazione agronomica allegata.

L'impianto è costituito da 5 differenti moduli e ciascuno presenta una cabina ed un ingresso costituito da un cancello carrabile a 2 ante con apertura manuale, provvisto di colonne laterali in tubolare metallico e di congegno di chiusura. Le ante saranno realizzate con tubolare di adeguata sezione e con tamponatura in rete elettrosaldata 2,50 x 2,00 (h) metri.

Lungo il perimetro della centrale verrà posizionato un sistema di allarme antintrusione-guasto-manomissione; tale impianto è composto da due apparati, uno trasmittente e uno ricevente che, posti uno di fronte all'altro, creano un lobo di protezione di dimensioni variabili, in funzione dell'antenna impiegata, della distanza tra le due parti e della sensibilità impostata.

La barriera è espressamente progettata per siti esterni e quindi in grado di adattarsi ad ogni situazione meteorologica; è dotata di regolazioni di sensibilità e d'integrazione per la discriminazione del bersaglio e dispone, inoltre, di un sistema a 4 canali che contribuisce per evitare interferenze nei punti d'incrocio.

I pali di sostegno, in alluminio, avranno un'altezza di circa 2 metri.

A tale impianto verranno affiancati dei pali dell'illuminazione il cui corpo illuminante sarà costituito da una parabola verso il basso. L'illuminazione entrerà in funzione solo in caso di allarme/manomissione dell'impianto.

Tale accorgimento è stato preso al fine di evitare l'inquinamento luminoso dell'area e dunque il



disturbo per gli abitanti della zona e per la fauna (in particolar modo l'avifauna notturna).

Per quanto riguarda le aree interne all'impianto, queste verranno sistemate con le essenze e la tecnologia prevista nella relazione agronomica.

La circolazione dei mezzi all'interno delle aree, sarà garantita dalla presenza di una apposita viabilità per la cui esecuzione sarà effettuato uno sbancamento di 40 cm, ed il successivo riempimento con un pacchetto stradale così formato:

- un primo strato, di spessore pari a 20 cm, realizzato con massicciata di pietrame di pezzatura variabile tra 4 e 7 cm;
- un secondo strato, di spessore pari a 15 cm, realizzato con pietrisco di pezzatura variabile tra 2,5 e 3 cm;
- un terzo strato, di livellamento, di spessore pari a 5 cm, di finitura.

Tale viabilità sarà realizzata lungo tutto il perimetro, e dove necessario anche all'interno dei campi, per una larghezza di 6 m, e attorno alle cabine per garantire la fruibilità ad esse.

Le superfici di appoggio delle strutture, trattandosi di un terreno agricolo, dovranno essere rese piane attraverso esigue opere di movimento terra, riguardanti principalmente lo scotico dello strato agricolo.

La ridistribuzione del terreno permetterà di rimodellare morfologicamente l'area d'impianto riducendo le già minime pendenze esistenti e migliorando il dislivello delle acque meteoriche; tale rimodellamento verrà effettuato con i terreni di scavo e ciò permetterà di evitare, sia l'importazione di materiale esterno che, l'invio a discariche autorizzate dei materiali di risulta in eccesso.

L'intervento edilizio per le "stringhe dei trackers" dell'impianto fotovoltaico sarà di tipo non invasivo e consisterà nell'ammorsare nel terreno i pali in acciaio di sostegno delle strutture dei moduli fotovoltaici, che potranno essere rimosse senza importanti interventi di scavo.

Pertanto sono previsti limitati movimenti di terra visto l'andamento pianeggiante del terreno e anche per il posizionamento delle cabine si prevede lo scavo di sbancamento necessario al posizionamento delle fondazioni.

Si prevede quindi la regolarizzazione del terreno per la regimazione delle acque piovane, oltre agli scavi a sezione ristretta necessari per la posa dei cavi (trincee) che potranno avere ampiezza variabile



in relazione al numero di cavi che dovranno essere posati.

La posa dei cavi dovrà avvenire in corrugati e dovranno essere previsti dei pozzetti di ispezione di dimensioni idonee da permettere la posa e la manutenzione delle linee elettriche.

In definitiva si avrà movimentazione di terre in situ per le sottostanti opere:

- scotico della vegetazione spontanea (ove esistente);
- scavo per la posa dei cavidotti;
- scavo per le fondazioni delle cabine previste;
- realizzazione della viabilità di cantiere con adeguato scavo;
- movimentazione delle terre scavate per eventuale *“rimodellamento morfologico”*;
- sollevamento di polveri legate alla movimentazione di inerti per la realizzazione delle piste di collegamento;
- immissione in atmosfera degli inquinanti rivenienti dal traffico dei mezzi utilizzati per la realizzazione dell’impianto (escavatori, autocarri, ecc.) .

Nelle suddette aree, in funzione della loro destinazione, si procederà con la delimitazione, la formazione dei piazzali di lavoro e, limitatamente all’area dei baraccamenti, con la realizzazione degli allacciamenti necessari per le attività proprie del cantiere (acqua, energia, etc.).

Per le baracche di cantiere sarà impiegata una zona dell’area compresa nel perimetro delle singole aree della centrale fotovoltaica predisposta allo scopo.

Una volta completata la preparazione delle aree, saranno effettuate le attività infissione dei pali di sostegno delle stringhe fotovoltaiche con gli inseguitori.

La fase di movimento terra, presa in esame nel presente studio in quanto caratterizzata dalle più elevate emissioni polverulente, ha una durata totale di circa 60 giorni durante i quali verranno effettuati gli scavi per la realizzazione delle fondazioni delle varie componenti dell’impianto in progetto.

La quantità massima totale di materiale scavato prevista è pari a circa **33411 m³** che verrà stoccata provvisoriamente in un’area prestabilita per essere riutilizzato per le attività di rinterro e di eventuale rimodellamento morfologico teso ad eliminare le minime pendenze esistenti ed a migliorare il dislivello delle acque meteoriche, senza che queste inducano fenomeni erosivi del terreno.



L'intera fase di cantiere per la realizzazione delle opere in progetto (escluse le fasi di avviamento impianto) durerà **circa 12 mesi**.

5.1.2 Metodologia utilizzata per il calcolo delle emissioni prodotte in fase di cantiere.

L'analisi delle emissioni diffuse di polveri indotte nella fase di scavo del terreno per la realizzazione delle opere delle strutture dell'impianto di produzione di energia fotovoltaica in progetto, ha comportato l'individuazione delle diverse possibili sorgenti che generano un'emissione di questo tipo. Queste sono state raggruppate in tre macro categorie previste dalle Linee Guida ARPA di seguito indicate:

- a. scotico e sbancamento del materiale superficiale;
- b. transito di mezzi su strade non asfaltate;
- c. erosione del vento dai cumuli.

Per ognuna delle categorie individuate si è fatto riferimento a specifiche modalità di stima delle emissioni di polveri riportate nelle Linee Guida considerate.

Le Linee Guida adottate e che verranno utilizzate nella fase di "monitoraggio" riprendendo quanto previsto dal documento EPA AP-42, prevedono di effettuare il calcolo del quantitativo di polveri emesse secondo la seguente equazione generale:

$$E = A \times EF \times (1-ER/100)$$

dove:

E = emissione di polvere;

A = tasso di attività. Con questo, secondo i casi, si può indicare ad esempio il quantitativo di materiale movimentato o soggetto a caduta piuttosto che l'area esposta soggetta all'erosione del vento;

EF = fattore di emissione unitario;

ER = fattore di efficienza per la riduzione dell'emissione. Può includere ad esempio attività di bagnatura strade per evitare l'alzarsi della polvere.

Vengono di seguito elencate le metodologie di calcolo delle emissioni di PTS (Parti- celle Totali Sottili) contenenti anche le PM10 le PM2,5) suddivise sulla base delle diverse tipologie di attività.

a) SCOTICO E SBANCAMENTO DEL MATERIALE SUPERFICIALE.

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale



superficiale viene effettuata di norma con ruspa o escavatore. Tali attività producono delle emissioni polverulente.

Nella tabella seguente si riportano i fattori di emissione relativi al trattamento del materiale superficiale, proposti dalla Linee Guida per determinate attività con il relativo codice SCC; tali valori sono disponibili sul database FIRE (US-EPA Factor Information Retrieval –FIRE-Data System)

SCC	operazione	Fattore di emissione in kg	note	Unità di misura
3-05-010-33	Drilling Overburden	0.072		kg per ciascun foro effettuato
3-05-010-36	Dragline: Overburden Removal	$\frac{9.3 \times 10^{-4} \times (H/0.30)^{0.7}}{M^{0.3}}$	H è l'altezza di caduta in m, M il contenuto percentuale di umidità del materiale	kg per ogni m ³ di copertura rimossa
3-05-010-37	Truck Loading: Overburden	0.0075		kg per ogni Mg di materiale caricato
3-05-010-42	Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden	0.0005		kg per ogni Mg di materiale scaricato
3-05-010-45	Bulldozing: Overburden	$\frac{0.3375 \times s^{1.5}}{M^{1.4}}$	s è il contenuto di silt (vedi § 1.5), M il contenuto di umidità del materiale, espressi in percentuale	kg per ogni ora di attività
3-05-010-48	Overburden Replacement	0.003		kg per ogni Mg di materiale processato

Tabella n.1: Fattori di Emissione per il PM10 relativi alle operazioni di trattamento del materiale superficiale.

Le emissioni dovute a tali tipologie di attività vengono calcolate secondo la formula:

$$E_i(t) = \sum_l AD_l(t) * EF_{i,l,m}(t)$$

ove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);

l = processo;

m = controllo;

t = periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.);

E_i = rateo emissivo (kg/h) dell'i-esimo tipo di particolato;

AD_l = attività relativa all'l-esimo processo (ad es. kg materiale lavorato/ora);

EF_{i, l, m} = fattore di emissione (kg/tonn).

**b) TRANSITO MEZZI SU STRADE NON ASFALTATE.**

Il transito di automezzi su strada può determinare un'emissione diffusa di polveri che è funzione del tipo di strada (asfaltata o non asfaltata); nel caso in studio le strade di accesso al cantiere sono la S.P. 144 e 65 che sono caratterizzate da uno strato in conglomerato bituminoso, oltre a strade interpoderali in terra battuta.

Per la stima delle emissioni diffuse dalle strade non asfaltate, le Linee Guida prevedono di applicare il modello emissivo proposto al paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42, di seguito riportato:

$$EF_i = k_i \left(\frac{s}{12} \right)^{a_i} \times \left(\frac{W}{3} \right)^{b_i}$$

dove:

i = particolato (PTS, PM₁₀, PM_{2.5});

s = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%);

W = peso medio del veicolo;

EF = Fattore di emissione della strada non asfaltata (g/km);

K_i, a_i, b_i = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono riportati nella tabella seguente.

	k_i	a_i	b_i
PTS	1.38	0.7	0.45
PM ₁₀	0.423	0.9	0.45
PM _{2.5}	0.0423	0.9	0.45

Tabella n. 2: Valori dei Coefficienti K_i, a_i, b_i al variare del tipo di particolato.

Il peso medio dell'automezzo **W** deve essere calcolato sulla base del peso del veicolo vuoto e a pieno carico.

Per il calcolo dell'emissione finale, **E_i**, si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferita all'unità di tempo (numero di km/ora), sulla base della lunghezza della pista (km); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno.

L'espressione finale sarà quindi:



$$E_i = EF_i \times kmh$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);

kmh = percorso di ciascun mezzo nell'unità di tempo (km/h).

Nelle Linee Guida considerate si specifica che questa espressione è valida per un intervallo di valori di limo (silt) compreso tra l'1,8% ed il 25,2%; tuttavia, poiché la stima di questo parametro non è semplice e richiede procedure tecniche e analitiche precise, in mancanza di informazioni specifiche le LL.GG. suggeriscono di considerare un valore all'interno dell'intervallo 12-22%.

Tale intervallo, maggiormente spostato verso il massimo del range (22%) è quello che maggiormente caratterizza il terreno superficiale, sia delle S.S. 168,169 e 655, adiacenti all'area d'intervento, che del terreno naturale del medesimo sito di realizzazione dell'impianto.

Inoltre le Linee Guida prevedono dei sistemi di abbattimento delle emissioni polverulente indotte dal transito dei mezzi su strade non asfaltate, tramite bagnatura delle superfici ad inter-valli periodici e regolari.

La formula proposta per la stima dell'efficienza di abbattimento di una determinata bagnatura è la seguente:

$$C = 100 - (0,8 \times P \times trh \times \tau) / I$$

dove:

C = efficienza di abbattimento (%);

P = potenziale medio dell'evaporazione giornaliera pari a 0,34 mm/h;

Trh = traffico medio orario (mezzi/h);

I = quantità media del trattamento applicato (l/m²);

t = intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h).



c) EROSIONE DEL VENTO DAI CUMULI.

Un cumulo di materiale aggregato, stoccato all'aperto è soggetto all'azione erosiva del vento che può dare luogo in tal modo ad un'emissione di polvere.

Le superfici di tali cumuli sono caratterizzate da una disponibilità finita di materia erodibile, la quale definisce il cosiddetto "potenziale di erosione".

Poiché è stato riscontrato che il "potenziale di erosione" aumenta rapidamente con la velocità del vento, le emissioni di polveri risultano essere correlate alle raffiche di maggiore intensità; in ogni caso qualsiasi crosta naturale-artificiale e/o attività di umidificazione della superficie dei cumuli è in grado di vincolare tale materia erodibile, riducendo così il potenziale di erosione.

La metodologia di stima prevista dalle Linee Guida per la valutazione delle emissioni diffuse dovute all'erosione eolica dei cumuli di stoccaggio materiali all'aperto, prevede di utilizzare l'emissione effettiva per unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse.

Il tasso emissivo orario si calcola secondo la seguente espressione:

$$E_i \text{ (Kg/h)} = E_{Fi} \times a \times \text{mov (h)}$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5); mov(h) =

numero di movimentazioni/ora; a = superficie

dell'area movimentata (m²);

E_{Fi} , i , m = fattore di emissione areali dell' i -esimo tipo di particolato (kg/m²).

Per il calcolo del fattore di emissione areale viene effettuata una distinzione dei cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro, oltre ad ipotizzare, per semplicità, che la forma di un cumulo sia conica, a base circolare.

Dai valori di altezza del cumulo (H in m), intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta, e dal diametro della base (D in m), si individua il fattore di emissione areale dell' i -esimo tipo di particolato per ogni movimentazione.



I fattori di emissione sono riportati nella seguente tabella.

Tabella n. 3: Fattori di emissioni areali in ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato.

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2.5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i (kg/m^2)$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2.5}	3.8 E-05

5.1.3 Stima Delle Emissioni

Nel presente paragrafo si effettua la stima delle emissioni di PM10 attese per effetto dei lavori di scavo per la realizzazione delle opere che comportano movimentazione terra e scavo per l'impianto di produzione di energia solare alternativa, in progetto.

Tale stima verrà in seguito ed in fase di "monitoraggio" utilizzata per il reale confronto delle emissioni prodotte.

La stima delle emissioni di PM10 verrà effettuata applicando la metodologia prevista dalle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" adottate limitatamente alle attività di interesse, precedentemente descritte.

Successivamente sarà effettuato il confronto tra i valori delle emissioni di PM10, calcolati durante le attività di realizzazione delle opere di scavo dell'impianto di produzione energetica ed i "valori soglia" di emissione individuati nel Capitolo 2 dell'Allegato 1 alle Linee Guida, al di sotto dei quali non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM10 dovuti alle emissioni dell'attività in esame.

Come riportato nel suddetto Allegato 1, i valori soglia delle emissioni di PM10 individuati variano in funzione della distanza tra ricettore-sorgente e della durata annua (in giorni/anno) delle attività che producono tale emissione.



Nell'area individuata per la realizzazione delle fondazioni dell'impianto di produzione energetica da fotovoltaico della Committente, sono presenti ricettori oltre i 500 dal punto sorgente più vicino.

Considerata anche la relativa durata delle operazioni di scavo e movimentazione terra, pari a circa 30 giorni, il valore di emissione calcolato sarà confrontato con quello riportato nella Tabella 19 del Capitolo 2 dell'Allegato 1 alle Linee Guida: "Valutazione delle emissioni soglia al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno", come di seguito riportato.

MOVIMENTO TERRA.

Nella fase di realizzazione delle opere in progetto, come riferito, le attività potenzialmente generatrici di emissioni polverulente sono essenzialmente riconducibili agli scavi del terreno per la realizzazione delle fondazioni dei vari componenti dell'impianto di produzione energetica, dal traffico dei mezzi all'interno dell'area di cantiere per il trasporto di una parte del materiale scavato nell'area adibita allo stoccaggio e della restante parte per l'invio a recupero con operazioni rimodellamento morfologico, oltre che alle emissioni generate dallo scarico del materiale per la messa a parco e dall'erosione del vento dai cumuli di terreno stoccato.

La fase di scavo, come riportato, prevede lo scotico di circa 33.411 m³ di materiale per la realizzazione di tutte le opere previste per l'impianto di produzione energetica; questa sarà stoccata provvisoriamente in area apposita.

Lo stoccaggio del materiale scavato avverrà per mezzo di cumuli disposti in modo da non creare ostacolo per il passaggio, il traffico e le manovre. La presente fase avrà una durata di circa 30 giorni lavorativi.

In sintesi le attività previste in tale fase prevedono:

- ✓ scavo per realizzazione delle fondazioni e carico camion;
- ✓ transito dei mezzi su strade non asfaltate per carico materiale destinato a recupero ed a stoccaggio;
- ✓ erosione del vento dai cumuli del materiale stoccato.

Nel sottostante schema si mostra la sequenza delle attività che verranno messe in atto durante le attività di scavo per la realizzazione delle fondazioni, potenzialmente generatrici di emissioni polverulente. Per ciascuna di queste si indica il riferimento (codice SCC o paragrafo dell'AP-42 o delle Linee Guida) utilizzato per la stima delle emissioni di PM10 generate da ciascuna di esse, oltre ai dati ritenuti significativi ed assunti alla base dei calcoli (volumi scavati, percorsi mezzi, ecc).



- ✓ **Volume scavato 39.792 mc.**
- ✓ **Transito mezzi su Strade non asfaltate. Vol. trasportato per stoccaggio 33.411 mc**
- ✓ **Scarico camion per messa a parco stoccaggio. Vol. scaricato 33.411 mc**
- ✓ **Erosione del vento dai cumuli Vol. stoccato 33.411 mc**

Per la stima delle emissioni pulverulente generate dalle attività di scavo per la realizzazione delle varie opere dell'impianto di produzione energetica è stata utilizzata la metodologia di stima delle emissioni pulverulente.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- **durata dello scavo = 30 giorni lavorativi;**
- **volume da scavare = 33.411 m³;**
- **densità terreno vegetale = 1.700 kg/m³;**
- **fattore emissivo = 0,0075 (kg/t);**

come riportato nella precedente Tabella n. 1 è stato utilizzato il fattore emissivo previsto per operazioni di scavo e carico su camion identificato dal codice SCC-3-05-010-37. Per tale attività non è stata prevista alcuna operazione di mitigazione.

Applicando la richiamata Tabella n. 1 si è ottenuto il valore di emissione di polveri totale (PTS) indotta dalle attività di scavo per la realizzazione delle fondazioni;
tale valore risulta pari a **1.450,74 g/h**.

Nella fase di realizzazione verrà effettuato il "monitoraggio" con misurazione in situ, in maniera tale da confrontare quanto teoricamente rilevato.

TRANSITO MEZZI SU STRADE NON ASFALTATE.

Nella presente fase, nella quale vengono scavate le aree per la realizzazione delle varie opere impiantistiche, si considera che i mezzi circolino su tratti di strade non asfaltate, così come realmente è con le strade comunali rurali che dividono l'impianto in tre lotti (moduli) funzionali.

Per la stima delle emissioni di PM10 indotte dal transito dei mezzi su strade non asfaltate viene utilizzata la metodologia descritta dalle LL.GG. considerate che prevedono l'applicazione del modello emissivo proposto al paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP- 42.

Sono stati presi in considerazione i veicoli previsti, più significativi in termini di numero e di utilizzazione con percorrenze rilevanti, che circolano all'interno dell'area di cantiere, rappresentati dai camion.

I mezzi afferenti all'area di cantiere durante la fase di scavo sono utilizzati per la movimentazione del



materiale generato dallo scavo del terreno per la realizzazione delle varie opere al fine del suo invio a recupero e per la messa a parco di stoccaggio temporaneo.

Il numero dei mezzi necessari ad effettuare dette operazioni è stato calcolato sulla base del quantitativo di materiale scavato destinato allo stoccaggio, considerando una portata di ciascun camion pari a 30 tonnellate.

Di seguito si riporta la stima delle emissioni generate dal transito dei mezzi su strade non asfaltate per le differenti destinazioni del materiale scavato.

TRASPORTO DESTINATO ALLO STOCCAGGIO/RECUPERO PER “RIMODELLAMENTO MORFOLOGICO”.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- **durata della fase** = 30 giorni lavorativi, come riportato nel cronoprogramma;
- **volume da movimentare** = 33.411 m³, corrispondente alla parte del materiale scavato destinata allo stoccaggio;
- **densità terreno vegetale** = 1.700 kg/m³;
- **portata camion** = 30 t;
- **numero di transiti all'ora**: n. 10, calcolato arrotondando all'unità successiva, in maniera cautelativa, il numero di mezzi effettivamente necessari a movimentare il quantitativo di materiale scavato destinata allo stoccaggio presso l'apposita area di recupero;
- **Ki, ai, bi** = 0,423, 0,9 e 0,45; tali coefficienti sono quelli proposti dalle Linee Guida per il PM10 e riportati nella Tabella n. 2;
- **s** = 17%; la percentuale scelta è un valore medio tra quelle suggerite dalle Linee Guida (comprese nell'intervallo tra 12% e 22%) in mancanza di informazioni specifiche;
- **W** = 25 t; tale parametro è stato stimato considerando il peso medio tra la condizione a pieno carico e quella a vuoto nella considerazione che in tale fase nella movimentazione vi sia un percorso di arrivo a vuoto e un percorso di partenza con carico;
- **L** = 250 m; è stata considerata, cautelativamente, la lunghezza del tratto più lungo percorribile da ciascun camion nel transito dall'area di scavo all'area adibita allo stoccaggio del materiale, comprensiva di viaggio di andata e di ritorno.

Inoltre le strade di cantiere verranno bagnate ad intervalli periodici e regolari.



Per il calcolo del coefficiente di abbattimento C (%) sono stati utilizzati i seguenti dati:

- $I = 1 \text{ l/m}^2$;
- $t = 24 \text{ h}$ trascorse tra una bagnatura e l'altra.

Applicando i dati della Tabella n. 2 e della Tabella n. 3 si è ottenuto il valore di emissione di polveri totale indotto dal transito dei mezzi su strade non asfaltate per il trasporto del materiale destinato allo stoccaggio; tale valore risulta pari a **37,27 g/h**.

SCARICO CAMION PER MESSA IN STOCCAGGIO PROVVISORIO (PARCO-CUMULI)

Parte del materiale scavato e caricato sui camion verrà scaricato nella zona appositamente adibita all'interno dell'area di cantiere.

Per la stima delle emissioni di PM10 indotte dalle attività di scarico di materiale proveniente dallo scavo delle fondazioni viene utilizzata la metodologia di stima descritta al precedente paragrafo.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- **durata della fase** = 30 giorni lavorativi;
- **volume da scaricare** = 33.411 m³, corrispondente alla parte del materiale scavato destinato allo stoccaggio ed all'eventuale riutilizzo per rinterri e rimodellamenti morfologici;
- **densità terreno vegetale** = 1.700 kg/m³;
- **portata camion** = 30 t;
- **fattore emissivo** = $5,0 \times 10^{-4}$ (kg/t); tale fattore emissivo, riportato nella precedente Tabella n. 1 è relativo alle emissioni polverulente generate dallo scarico dei camion di materiale scavato.

Applicando la formula riportata si è ottenuto il valore di emissione di polveri indotta dallo scarico del materiale scavato per la messa a dimora; tale valore risulta pari a **125,20 g/h**.

EROSIONE DEL VENTO DAI CUMULI.

Per la stima delle emissioni di PM10 indotte dall'erosione del vento dai cumuli del materiale proveniente dallo scavo, viene utilizzata la metodologia di stima descritta al precedente paragrafo 5.1.2.

Per la valutazione delle emissioni diffuse per erosione eolica dei cumuli di materiale stoccato a cielo aperto è stata presa in considerazione la fase di messa a parco di stoccaggio del materiale per il successivo riutilizzo.

Sono state stimate le dimensioni di un cumulo medio a forma conica (diametro alla base e altezza) e, considerando che un cumulo è costituito da una quantità di materiale corrispondente a quella



trasportata da un camion, è stata determinata la superficie esposta del cumulo stesso.

Inoltre si precisa che le superfici di tali cumuli sono caratterizzate da una disponibilità finita di materia erodibile che una volta terminata fa sì che il cumulo non generi più emissioni polverulente a meno che non sia nuovamente movimentato. Pertanto, nella presente trattazione si considera che i cumuli siano movimentati una sola volta (nel momento in cui vengono scaricati dal camion) e che all'arrivo del cumulo (carico) successivo, il cumulo già stoccato abbia terminato la materia erodibile.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- ✓ **portata camion:** 30 t;
- ✓ **densità terreno vegetale** = 1.700 kg/m³;
- ✓ **volume cumulo** = 26,5m³; tale volume è stato ottenuto considerando cautelativamente un fattore 1,5 con il quale è stato moltiplicato l'effettivo volume occupato dalle 30 tonnellate di materiale scaricato, in maniera tale da tenere in considerazione la presenza di eventuali vuoti che si originano all'interno del cumulo stesso;
- ✓ **diametro della base dei cumuli nell'ipotesi di cumuli conici:** 7,1 m;
- ✓ **altezza cumulo:** 2 m;
- ✓ **superficie area cumulo:** 45,6 mq;
- ✓ **numero di movimentazioni ora:** 0,8 movimentazioni/ora; tale parametro è stato calcolato sulla base delle ore lavorative previste per tale fase e del materiale da mettere a parco.

Come descritto al precedente, per il calcolo del fattore di emissione areale, EFi (kg/m²), viene effettuata una distinzione dei cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro.

Date le caratteristiche del cumulo ipotizzato, il fattore di emissione areale di PM10 utilizzato, riferito a ciascuna movimentazione, è pari a $7,9 \times 10^{-6}$ (kg/m²).

Applicando la formula di cui al capitolo richiamato, si è ottenuto il valore di emissione totale di polveri indotta dall'erosione del vento dai cumuli; tale valore risulta pari a 0,24 g/h.

5.1.4 Determinazione Dell'Emissione Totale

Nella seguente Tabella n. 4 sottostante si riporta la stima delle emissioni totali di polveri generata dagli scavi per la realizzazione delle fondazioni e delle altre strutture dell'impianto di produzione energetica da pannelli fotovoltaici.

Si sottolinea che la stima effettuata è cautelativa in quanto è stata ipotizzata la completa sovrapposizione di tutte le attività e, quindi, la contemporaneità di tutte le operazioni potenzialmente generatrici di emissioni polverulente previste per la realizzazione delle opere di scavo dell'impianto.



<i>Scavo e carico su camion del materiale scavato:</i>	1450,74 g/h
<i>Transito mezzi su strade non asfaltate:</i>	37,24 g/h
<i>Scarico camion per messa a parco/recupero:</i>	125,20 g/h
<i>Erosione del vento dai cumuli:</i>	0,26 g/h
TOTALE EMISSIONI	1613,47 g/h

Tabella n. 4: Emissioni totali di PM10 nell'Area di cantiere per le attività di scavo

Considerando che l'area dell'impianto è suddivisa in 5 settori le attività di realizzazione dell'impianto e quindi le opere di scavo saranno effettuate per fasi progressive pertanto i valori calcolati sono notevolmente sovrastimati.

Tali dati saranno verificati, attraverso una misurazione in situ, in sede di realizzazione delle opere e costituiscono "monitoraggio" per la matrice "atmosfera".

Inoltre, per le considerazioni riportate nelle opere di "mitigazione" per la "matrice suolo e sottosuolo" si ritiene che nessun altro monitoraggio della componente "atmosfera" debba essere effettuato nell'ambito dell'esercizio dell'impianto.

Altresì un opportuno monitoraggio dovrà essere effettuato nell'ambito della "dismissione", post mortem, dell'impianto stesso.

Infine, appare necessario riportare che la campana di monitoraggio su questa matrice verrà effettuata su almeno 5 giorni lavorativi e da Laboratorio abilitato e certificato; al termine i risultati della campagna di monitoraggio saranno restituiti, sia in forma tabellare che nei certificati prodotti, agli Enti competenti (ARPA, Provincia e Comune)



5.2 AMBIENTE IDRICO (ACQUE SOTTERRANEE E ACQUE SOTTERRANEE SUPERFICIALI)

Il “Piano di Monitoraggio Ambientale” (PMA) relativo alla componente “Ambiente idrico” 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 dei corpi idrici potenzialmente interessati dalle azioni di progetto.

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 e dalla direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l’azione comunitaria nel campo della politica per l’ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l’ambiente marino).

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 di gestione delle risorse idriche*” - (artt. 53 – 176)] e dai suoi Decreti attuativi, unitamente al D.Lgs. n. 30/2009 per le acque sotterranee e al D. Lgs. 190/2010 per l’ambiente marino. Pertanto, dovranno essere considerati prioritariamente i seguenti riferimenti normativi nazionali:

- DM 16/06/2008, n. 131 – Regolamento recante “*I criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni*”;
- DM 14/04/2009, n. 56 – Regolamento recante “*Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l’identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 152/2006, recante Norme in materia ambientale*”, predisposto ai sensi dell’art. 75, comma 3, del D.Lgs. medesimo”;
- D.Lgs 16 marzo 2009 n. 30 “*Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento e dal deterioramento*”;
- D. Lgs. 10/12/2010, n. 219 – “*Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE,*



84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conforme-mente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque”;

- D.M. 08/10/2010, n. 260 – *“Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo”*; e le seguenti ulteriori indicazioni comunitarie:
 - Decisione della Commissione 2013/480/UE del 20/09/2013. Acque – Classificazione dei sistemi di monitoraggio – Abrogazione decisione 2008/915/CE: decisione che istituisce i valori di classificazione dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall’esercizio di intercalibrazione;
 - Decisione della Commissione 2010/477/UE del 1/9/2010 sui criteri e gli standard metodologici relativi al buono stato ecologico delle acque marine;
 - Direttiva 2013/39/UE del 12/08/2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

Inoltre, il PMA dovrà essere implementato in conformità alla pianificazione/programmazione inerente la tutela quali-quantitativa delle acque alle diverse scale territoriali e coerente con le indicazioni fornite dal quadro normativo e pianificatorio settoriale di riferimento.

5.2.1 La “matrice” – “Ambiente idrico” nell’area d’intervento.

Nell’ambito del “SIA” si è avuto modo di riportare che l’area d’intervento non è interessata dalla presenza di “corsi d’acqua”; non vi è, quindi, alcuna rispondenza fra le “acque superficiali”, ancor più se periodiche e l’area d’imposta dell’impianto.

È opportuno però riportare che la morfologia dell’area d’imposta dell’impianto, porta a far defluire leggermente una porzione di acque meteoriche verso la S. S. 65 e quindi da questa ed attraverso alla canaletta adiacente, al recapito finale costituito da un “canale di scolo periodico”. Ciò potrebbe, al limite, condizionare la “qualità” delle acque del canale, ove nell’ambito dell’impianto fossero utilizzati diserbanti chimici, asportati per dilavamento.



Tale ipotesi è del tutto da escludere in quanto, come riportato nelle relazioni di progetto, non verranno mai utilizzati diserbanti per eliminare le colture spontanee ed infestanti; ciò per una particolare sistemazione che verrà effettuata nell'ambito dell'impianto, come riportato nella relazione specialistica dell'Agronomo.

Inoltre, sempre in riferimento alle acque di dilavamento e nel qual caso nelle acque utilizzate periodicamente per la pulizia dei pannelli fotovoltaici costituenti le "stringhe" dell'impianto, appare necessario riportare che tali acque saranno prive di additivi inquinanti e/o contaminanti.

Infine si riporta che le varie "stringhe dei trackers" dell'impianto fotovoltaico non presentano canaline di raccolta delle acque meteoriche che vi ricadono e quindi defluiscono direttamente sui suoli sottostanti; **con ciò si possono totalmente escludere sia fenomeni di erosione areale che, anche e soprattutto, una minore capacità indotta al processo di ricarica della sottostante falda freatica.**

Sempre in merito alle acque di falda freatica, allocate a circa 6-6,5 m. dal piano di campagna, si è fatto in modo che le quantità di acque meteoriche che alimentano la falda, non subiscano variazioni nelle quantità e nella qualità; infatti, non si è modificata la "permeabilità" dei terreni in situ e, per le aree utilizzate come "strade" di collegamento si è avuta l'accortezza di porre sul piano di posa un manto di TNT che, per costituzione, agevola il percolamento verso il basso delle acque che attraversano il pacco costituente la strada.

In definitiva, per quanto riportato, la "matrice" – "ambiente idrico" è sostanzialmente esclusa dal "Piano di Monitoraggio".

5.3 SUOLO E SOTTOSUOLO

Alla fine della prima decade del secolo in corso, la realizzazione di impianti fotovoltaici a terra su suoli agricoli ha iniziato ad interessare una superficie crescente del territorio regionale pugliese.

Poiché gli effetti sulle caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche del suolo, determinati dalla copertura operata dai pannelli fotovoltaici, in relazione alla durata dell'impianto (stimata indicativamente in 25-32 anni) non sono ancora del tutto conosciuti, si è evidenziata la necessità di considerare i protocolli di monitoraggio esistenti e da applicare ai suoli agricoli e naturali interessati dalla realizzazione di impianti fotovoltaici a terra.

A tal proposito si fa esplicito riferimento alla relazione specialistica sviluppata dall'Agronomo Dott. Alessandro Colucci che ha ben evidenziato le Linee Guida considerate ed ha operato in tal senso.



Le relazioni fra l'impianto fotovoltaico e il suolo agrario che lo ospita sono state indagate con una specifica attenzione, poiché, con la costruzione dell'impianto, il suolo, in generale, è impiegato come un semplice substrato inerte per il supporto dei pannelli fotovoltaici. Tale ruolo meramente "meccanico" non fa tuttavia venir meno le complesse e peculiari relazioni fra il suolo e gli altri elementi dell'ecosistema, che possono essere variamente influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico e dalle sue caratteristiche progettuali.

Questo non è il caso dell'impianto in oggetto, in virtù del fatto che la relazione agro- nomica riporta lo specifico utilizzo del suolo posto al di sotto dei pannelli che, per quanto riferito, oltre a costituire un'efficace opera di *"mitigazione"*, rappresenta una sostanziale innovazione rendendo lo stesso "suolo" elemento attivo e non solo di "supporto" alle stringhe fotovoltaiche.

Le caratteristiche del suolo da monitorare in un impianto fotovoltaico sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli della nostra regione, fra i quali: la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità.

Le *"Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra"* considerate, individuano due livelli di monitoraggio:

- il primo, più articolato e di tipo sperimentale, da attuare su centrali fotovoltaiche, scelte in diverse situazioni pedologiche e paesaggistiche e realizzate utilizzando tecnologie differenti (pannelli fissi o a inseguimento), prevede che i rilievi di campagna e le analisi di laboratorio dei campioni di suoli siano sempre effettuati da ARPA e/o da Istituto Universitario;
- il secondo, del tipo semplificato, finalizzato ad un monitoraggio di base che consenta di controllare l'andamento dei principali parametri chimico-fisici del suolo, è effettuato a carico del proprietario dell'impianto fotovoltaico. I dati derivanti dalle osservazioni in campo, adeguatamente georiferiti ed i risultati analitici derivanti da laboratori riconosciuti sono trasmessi, in formato sia cartaceo che elettronico, alla Direzione Agricoltura della Regione Puglia.

Dopo la prima caratterizzazione pedologica, effettuata ante operam e la contemporanea installazione di una/due centraline meteo, munite anche di sensori di misura dell'umidità e della temperatura del suolo, di seguito si riporta la vera e propria fase di monitoraggio del sito, dopo la prima caratterizzazione dei suoli.



Obiettivi

Questa seconda fase del monitoraggio prevede la valutazione di alcune caratteristiche del suolo ad intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20 anni e fine vita dell'impianto) e su almeno due punti dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata dalla presenza del pannello fotovoltaico, l'altro nelle posizioni meno disturbate dell'appezzamento impiantistico.

Anche in questa fase del monitoraggio è stata effettuata un'analisi stazionale, l'apertura di profili pedologici con relativa descrizione e campionamento del profilo pedologico e le successive analisi di laboratorio dei campioni di suolo.

In questa seconda fase saranno valutate solo quelle caratteristiche e proprietà che si ritiene possano essere influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico e che si inseriscono nel seguente elenco:

Caratteri stazionali:

Presenza di fenomeni erosivi;

- Dati meteo e umidità del suolo (ove stazioni meteo, dotate di sensoristica pedologica).

Caratteri del profilo pedologico e degli orizzonti:

- Descrizione della struttura degli orizzonti;
- Presenza di orizzonti compatti;
- Porosità degli orizzonti;
- Analisi chimico-fisiche di laboratorio;
- Indice di **Qualità Biologica del Suolo (QBS)**;
- Densità apparente.

Verrà, inoltre, valutato anche l'**Indice di Fertilità Biologica del suolo (IBF)** che, grazie alla determinazione della respirazione microbica e al contenuto di biomassa totale, fornisce un'indicazione immediata del grado di *"biodiversità del suolo"*.

La quantificazione **dell'Indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS) e dell'Indice di Fertilità Biologica (IBF)** in corrispondenza dei quattro periodi stagionali, caratterizzati da massima e minima piovosità e temperatura sia fuori che sotto pannello costituisce un'importante informazione e fornisce una prima indicazione degli andamenti di queste grandezze che va ad integrare l'ampia analisi statistica multivariata da effettuare sui dati meteo delle centraline e sui dati pedoclimatici.



5.3.1 Caratterizzazione pedologica.

I “suoli”, intesi come “terreno vegetale” (top soil-epidetum) rilevati nel corso della fase progettuale presentano alla vista caratteristiche del tutto analoghe sia per quelli posti al di fuori che, sotto pannello; non si rilevano, a vista, sostanziali differenze nella composizione granulometrica e quindi anche nella impostazione cromatica.

I “top soil” hanno una profondità utile elevata, con possibilità per gli apparati radicali di esplorare, senza particolari limitazioni, l'intera lunghezza del profilo che, come riportato va da 40 a 60 cm. circa.

I suoli presentano una sequenza di orizzonti caratterizzata da un franco di coltivazione di (40-60 cm.) costituenti un orizzonte “Ap”, di colore bruno, al disotto dei quali si trovano generalmente due orizzonti “Bt” (con evidenza di processi di illuviazione di argilla), caratterizzati da un colore bruno rossastro e tessiture con una maggiore percentuale di argilla. Questi orizzonti profondi risultano, a vista, possedere la tipica struttura prismatica colonnare che caratterizza i suoli più evoluti; sulle facce di questi aggregati, che presentano un grado di aggregazione da moderato a forte, risultano evidenti pellicole di argilla, frutto dei processi di traslocazione e riaccumulo dagli orizzonti sovrastanti.

La disponibilità di ossigeno sembra essere buona, mentre il drenaggio, per come progettato, sarà generalmente buono ma può divenire talora mediocre nel “subsoil”, a causa delle tessiture più fini argillose, dove si possono raggiungere percentuali di argilla superiori e fino al 30-35% tale permeabilità risulta essere moderatamente bassa.

5.3.2 Monitoraggio degli effetti del fotovoltaico a terra e assistenza tecnica.

Le lavorazioni e i rimaneggiamenti del suolo, che saranno effettuati al momento della realizzazione dell'impianto, potranno interessare un generale rimescolamento del suolo entro i primi 30 cm di profondità.

Le tessiture dei topsoil sono sempre franco-limose, mentre nel subsoil, pur rimanendo nel limite della classe franco-limosa, individuano un significativo incremento della percentuale di argilla che potrebbe raggiungere e superare il limite della classe franco- limoso-argillosa (28% di argilla).

Lo scheletro è quasi sempre assente e la reazione dell'HCl si ritiene possa essere molto scarsa in quanto sono terreni eluviali e/o di sosta che poco raccolgono da quelli calcarei, pur essendo questi poco distanti.

Il pH, nella fase di monitoraggio, dovrebbe attestarsi tra valori al limite tra l'acido ed il subacido nel



topsoil, mentre più in profondità dovrebbe divenire subacido, fino a raggiungere il limite inferiore della neutralità. Nel topsoil, per propria natura genetica, si individuano concrezioni di ferro-manganese, sotto forma prevalentemente di noduli che aumentano in percentuale e dimensioni scendendo lungo il profilo del medesimo topsoil e testimoniano la pedogenesi avanzata di questi suoli.

E' evidente che le analisi di monitoraggio permetteranno di fornire riscontri più analitici e di verifica; questa ultima da effettuare nella programmazione pluriennale prevista.

5.3.2.1 Monitoraggio ed analisi chimico-fisiche

Le analisi chimiche da realizzare per il monitoraggio previsto per la matrice "suolo e sottosuolo" dell'impianto, verrà definito nelle specificità in un "**protocollo operativo**" da concordare con ARPA.

Si ritiene che, come riportato nella relazione agronomica, nel monitoraggio periodico debba essere attenzionata, in particolare, la "*sostanza organica*" che, solitamente, tende ad essere maggiore sotto il "pannello", rispetto alla parte di suolo posta al di fuori delle "stringhe"; ciò, presumibilmente in ragione della maggiore quantità d'acqua di cui il cotico erboso si può avvantaggiare date le elevate condizioni di irraggiamento e temperature estive e data la scarsa piovosità di queste zone; in questo senso la presenza del pannello costituisce un elemento di miglioramento dei suoli.

In merito al "**protocollo operativo**" richiamato e da elaborare congiuntamente ad ARPA, si ritiene sia opportuno proporre una serie di "*indicatori*" che permettono di stabilire, tramite il "monitoraggio" periodico previsto, lo "**stato di conservazione e/o evoluzione e/o regressione**" del topsoil.

In effetti, la componente biotica del suolo, responsabile dello svolgimento dei principali processi, è considerata la più vulnerabile; questa è la ragione per cui verrà avanzata la proposta, da inserire nel richiamato "**protocollo operativo**", oltre agli indicatori tipici successivamente richiamati, **anche l'uso di bioindicatori che si riferiscono ad organismi** (batteri, funghi, piante e animali) **particolarmente sensibili a possibili stress** (Biagini et al. 2006).

Questi "**bioindicatori**" sono in grado, da un lato, di fornire indicazioni complementari a quelle fornite dalle analisi chimico-fisiche, dall'altro di integrare le informazioni relative ai possibili fattori (ambientali o esogeni) che influenzano la fertilità del suolo.

In letteratura esistono molti indici ecologici che vengono calcolati sulla base della struttura tassonomica della comunità biotica); questi hanno il vantaggio di descrivere la comunità con un numero che, pur senza riferirsi agli specifici taxa presenti, permette un facile confronto fra ambienti.

In merito agli "indicatori" di normale utilizzo, si ritiene che il "**protocollo operativo**" debba contenere:



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

In merito ai “bioindicatori” da inserire nel “*protocollo operativo*”, si ritiene debba essere data una particolare attenzione a tre indicatori particolari, quali:

- a. L'Indice di “*Qualità Biologica del Suolo*” (QBS) ;
- b. L'Indice di “*Fertilità Biologica*” (IBF);
- c. Il contenuto di “carbonio” dei punti di monitoraggio.

Di seguito si riportano succinte considerazioni in merito ai tre “*bioindicatori*” richiamati.

a. **Indice di “*Qualità Biologica del Suolo*” (QBS).**

Tra gli indici utilizzabili ve ne sono di quelli applicabili solo ai microartropodi, come l'indice di “*Qualità Biologica dei Suoli*” (QBS, Parisi, 2001) che si riferisce solo ai raggruppamenti ecomorfologicamente omogenei presenti nella comunità.

Nel calcolo dell'indice si parte dall'individuazione dei gruppi tassonomici presenti e, successivamente, si definisce, attraverso l'osservazione dei caratteri morfologici, il livello di adattamento alla vita nel suolo di ciascuno di questi:

A ciascuna delle forme è attribuito un punteggio variabile tra 1 e 20 ed i valori più bassi sono tipici delle forme epiedafiche, che vivono in superficie, quindi con un minore adattamento, e quelli più alti



di quelle euedafiche, che vivono in profondità, quindi con un maggiore adattamento; infine, valori intermedi sono attribuiti alle forme emiedafiche, parzialmente adattate alla vita tra le particelle di suolo.

Il valore finale dell'indice è la somma dei punteggi attribuiti a ciascun gruppo tassonomico individuato nella comunità.

La classificazione avviene sulla base di uno schema nel quale sono definite otto classi di qualità (dalla classe 0 alla classe 7), in ordine crescente di complessità del popolamento in relazione all'adattamento alla vita edafica.

Le classi di qualità biologica sono in tutto 8 (Parisi 2001 modificata D'Avino 2002, manuale Arpa) e vanno da un minimo di "0" (ritrovamento di solo gruppi epigei e/o larve di olometaboli, ossia nessuna forma di vita veramente stanziale nel suolo) a un massimo di "7" (almeno 3 gruppi euedafici, proturi e/o coleotteri edafobi presenti, QBS >200), secondo la seguente classificazione:

- | | | |
|---|----------------|--------|
| ○ | Giudizi classe | classe |
| ○ | Eccellente | 6-7 |
| ○ | Buono | 4-5 |
| ○ | Discreto | 3 |
| ○ | Sufficiente | 2 |
| ○ | Insufficiente | 0-1 |

b. Indice di Fertilità Biologica (IBF).

Il metodo di determinazione è descritto dall'Atlante di indicatori della qualità del suolo (ATLAS. Ed. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e CRA –Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma – 2006).

Il metodo in oggetto prevede di analizzare i parametri caratterizzanti la biomassa nel suo complesso: **contenuto in carbonio organico totale nel suolo** (TOC, metodo Springer&Klee), **contenuto in carbonio organico ascrivibile alla biomassa microbica** (per fumigazione-estra-zione), **velocità di respirazione della biomassa** (incubazione del suolo umido in ambiente ermetico e titolazione con NaOH della CO₂ emessa).

Da questi tre parametri principali misurati derivano per calcolo alcuni indici, quali: **respirazione basale** (CO₂ emessa nelle 24 ore), **quoziente metabolico** (respirazione in funzione della quantità di biomassa microbica), **quoziente di mineralizzazione** (velocità di emissione di CO₂ in rapporto alla quantità di carbonio organico totale).



A ciascuno dei parametri determinati analiticamente o calcolati (carbonio organico totale, carbonio microbico, respirazione basale, quoziente metabolico e quoziente di mineralizzazione) si attribuisce un punteggio in funzione del valore, in base a quanto riportato nelle tabelle che seguono; si sommano poi i punteggi per arrivare a quello totale, secondo il quale si determina la classe di **“fertilità biologica”**.

Parametri utilizzati	Abbreviazione	Unità di misura
Carbonio Organico Totale	C _{org}	%
Respirazione basale	C _{bas}	ppm
Carbonio microbico	C _{mic}	ppm
Quoziente metabolico	qCO ₂	(10 ⁻²) h ⁻¹
Quoziente di mineralizzazione	qM	%

In base ai risultati analitici ottenuti si applica il metodo a punteggio indicato nell’Atlante ministeriale prima richiamato di cui si riportano qui sotto le tabelle, avendole estratte, in modo da poter procedere ad attribuire una delle cinque classi di “fertilità” di questo Indice sintetico di **“fertilità biologica”** (IBF) al suolo oggetto di monitoraggio.

Parametri utilizzati	Punteggio				
	1	2	3	4	5
Carbonio Organico Totale	<1	1 – 1,5	1,5 – 2	2 – 3	>3
Respirazione basale	<5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	>20
Carbonio microbico	<100	100 – 200	200 – 300	300 – 400	>400
Quoziente metabolico	>0,4	0,3 – 0,4	0,2 – 0,3	0,1 – 0,2	<0,1
Quoziente di mineralizzazione	<1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	>4

Classe di Fertilità	I	II	III	IV	V
	stanchezza allarme	stress preallarme	media	buona	alta
Punteggio	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25

c. Contenuto di carbonio nei suoli dei siti di monitoraggio.

Per quanto riguarda il carbonio nel suolo, oltre al dato proveniente dai campioni di IBF, questo si calcola secondo la normativa tecnica in uso.

5.3.3 Sintesi conclusiva.

E’ evidente che al termini di ogni “ciclo” di monitoraggio verrà elaborato un report e confrontato con le caratteristiche desunte nella condizione di “quo ante” la realizzazione dell’impianto.

Al termine del terzo ciclo di monitoraggio sarà possibile ed opportuno realizzare anche un’analisi



statistica sui dati raccolti, aggregata con i rilevamenti pedoclimatici raccolti dalla centralina meteo allocata nell'area d'impianto.

Allo stato attuale, come ipotizzabile, solo questo tipo di dati può consentire delle risposte statisticamente significative, congiuntamente corredate con la *"qualità del suolo"* ottenuta dai due indici prescelti (QBS e IBF) in modo da fornire una prima indicazione orientativa sugli effetti delle coperture da fotovoltaico sul suolo.

E' evidente che maggiori saranno i dati di monitoraggio ottenuti e più robusta sarà l'analisi statistica, fino alla fine del ciclo di vita dell'impianto che permetterà di valutare concretamente la richiamata *"qualità del suolo"* dopo 25-32 anni e verificare il ripristino delle condizioni di coltivazione agricola.

5.4 BIODIVERSITÀ (FAUNA, AVIOFAUNA E FLORA)

In merito al *"monitoraggio"* da effettuare sugli elementi della *"biodiversità"* il "PMA" prevede la stima della *"fauna"* presente in quanto un impianto fotovoltaico induce ad una serie di impatti che vanno adeguatamente verificati nel tempo.

Appare opportuno rilevare subito che, in merito alla componente *"flora"*, non si ritiene che effettuare alcun *"monitoraggio"*, in virtù del fatto che l'area dell'impianto sarà interessata da una specifica coltivazione, come riportato nella relazione dello specialista Agronomo e che, sostanzialmente, costituisce una *"mitigazione"* e preservazione delle caratteristiche organolettiche e composizionali dell'epidetum.

In merito alla *"fauna"*, l'impianto che si propone si inserisce in un territorio che presenta al confine altri tre impianti che, per ovvie ragioni, hanno già indotto *"impatti"* sull'avifauna; in particolare, questi impianti preesistenti oltre ad aver creato una modifica dell'habitat dell'avifauna ed un disturbo di natura antropica, possono anche aver creato:

- una modifica dei normali cicli biologici presenti dell'area di insediamento;
- impatti e decessi per collisione;
- variazione della densità della popolazione stanziale preesistente;
- variazione dell'altezza di volo e delle direzioni di volo.

Tali impatti possono essere di tipo temporaneo se ci si limita alla fase di cantiere, per cui più i lavori si protrarranno nel tempo più forte sarà l'impatto; una volta installato l'impianto fotovoltaico, il riferimento al disturbo indotto dal *"rumore"* è praticamente nullo anche se riferito alle normali



attività agricole che con i mezzi moderni determinano sicuramente un impatto maggiore rispetto al un parco fotovoltaico “a terra”.

L’installazione dell’impianto potrebbe determinare, in maniera permanente, la perdita dell'habitat; tuttavia in particolari condizioni climatiche di freddo, neve pioggia, ecc. l’impianto può rappresentare un rifugio, sia pur momentaneo, per le specie che vi transitano.

Quanto sopra per riportare che il “monitoraggio” relativo agli aspetti faunistici e vegetazionali ha l'obiettivo di monitorare l'evoluzione degli ecosistemi che, direttamente o indirettamente, risultano interessati dalla presenza del parco fotovoltaico e di permettere l'attuazione di azioni di salvaguardia degli stessi qualora venisse riscontrato l'insorgere di particolari criticità.

Il percorso metodologico che verrà adottato nel “PMA” consiste nel misurare lo stato della componente nelle fasi “*quo ante operam*” (per le sole specie di passaggio per terreno per lo più incolto e con l’assenza di alberi), di costruzione e di esercizio, al fine di documentare l'evolversi delle sue caratteristiche e di comporre un esaustivo quadro di riferimento sullo stato di qualità naturalistica ed ecologica della fauna e della flora presenti nelle aree interessate dalla realizzazione dell'opera.

Il piano di monitoraggio verrà sviluppato come segue:

- relazione, allegata al progetto, relativa all’individuazione delle specie presenti, gli habitat frequentati, l’entità delle popolazioni e le tendenze evolutive; questa relazione progettuale costituisce la base di partenza sulla quale effettuare il successivo e periodico “monitoraggio”;
- verifica della “matrice” ambientale nella fase di cantiere, anche se questa è limitata ad un tempo molto breve (circa 60 gg.);
- In fase di esercizio verranno effettuate periodiche analisi sulla tipologia e la quantità delle specie evidenziate nella fase di “ante operam”, con la verifica di eventuali criticità e l’assunzione di eventuali e tempestive azioni di mitigazione

Appare opportuno rilevare che il “monitoraggio” dovrà necessariamente avvenire negli stessi periodi climatici dell'anno in modo da rendere compatibili e confrontabili i dati raccolti nella fase di monitoraggio.

Il piano di monitoraggio viene sviluppato in funzione delle attuali caratteristiche ecologiche del territorio interessato dalla realizzazione del parco fotovoltaico, sulla base della ricognizione preliminare dell'assetto dei luoghi, effettuata in sede di SIA, sia su base bibliografia sia mediante osservazioni dirette, come riportato nella relazione specialistica allegata.



A tal proposito appare opportuno rilevare che l'area d'interesse per l'impianto fotovoltaico non è interessata dalla presenza di "aree protette" e né interessa direttamente boschi e/o macchia mediterranea, non interessa colture intensive e/o di pregio e non interessa corpi idrici in genere.

Considerato il tipo di monitoraggio, non è possibile individuare un'unica area di indagine o dei punti univoci di misurazione poiché questi di volta in volta varieranno a seconda della componente faunistica, del gruppo sistematico e/o delle specie che saranno oggetto dei censimenti e delle verifiche sul campo.

In particolare le ricerche si concentreranno certamente nell'area che comprende il perimetro del terreno recintato e adeguatamente mitigato.

5.4.1 Parametri, frequenza e metodologia del monitoraggio.

Considerati i risultati ottenuti in sede di elaborazione dello SIA riguardanti le principali caratteristiche naturalistiche del sito di intervento e dell'area vasta, si intende concentrare i rilevamenti sull'individuazione delle specie appartenenti alle classi degli Uccelli (diurni e notturni) sia stanziali che presenti durante le fasi di migrazione, svernamento, nidificazione, ed accertarne la distribuzione sul territorio.

Lo studio sull'avifauna riguarderà la raccolta di dati sulla comunità delle specie attraverso il metodo dei "*sentieri campione*"; questo metodo è particolarmente adatto per essere applicato in tutte le stagioni e permette di raccogliere una discreta quantità di informazioni percorrendo ad andatura costante un itinerario con andamento rettilineo ed annotando tutti gli individui delle diverse specie osservate.

I sentieri verranno percorsi tenendo presenti le indicazioni di Jarvien & Vaisanen (1975-1976), scegliendo in anticipo il percorso su una mappa in modo che sia rappresentativo dell'area da studiare e percorrendo il tragitto nelle ore indicate, a seconda della specie.

I parametri che verranno raccolti saranno l'elenco delle specie presenti, loro frequenza e distribuzione all'interno dell'area campionata.

La programmazione del "*monitoraggio*" prevede:

- **una campagna di monitoraggio** (censimento faunistico) **di durata semestrale** nella fase ante operam, immediatamente antecedente la cantierizzazione delle attività. In fase ante operam le indagini preliminari compiute nel SIA sono approfondite e finalizzate a caratterizzare lo



stato dell'ambiente prima dell'inizio dell'insediamento dei cantieri. I rilievi eseguiti in questa fase hanno lo scopo di

determinare il così detto “*punto zero*” con il quale raffrontare i dati rilevati in corso d'opera. Il monitoraggio “*ante operam*” sarà effettuato circa 6 mesi prima dell'avvio della fase di cantierizzazione; inoltre, la relazione faunistica specialistica allegata al progetto, evidenzia buona parte delle considerazioni che verranno riportate nella fase di “*monitoraggio*”;

- **una campagna di monitoraggio** (censimento faunistico) **in fase di cantiere**;
- **una campagna di monitoraggio durante i primi due anni di esercizio dell'impianto** (censimento faunistico associato al monitoraggio della mortalità per collisione sia pur bassissima considerato che la massima altezza del parco fotovoltaico non supera i tre metri).

In relazione alle caratteristiche di ubicazione dell'opera i censimenti saranno finalizzati a rilevare il profilo faunistico evidenziando la composizione delle classi degli Uccelli e Mammiferi volanti (Chiroterti). Il rilevamento delle specie appartenenti alla classe degli uccelli si rende necessario in quanto l'avifauna è una componente faunistica sensibile all'installazione di un impianto fotovoltaico.

In tale indagine non saranno oggetto di ricerca i Mammiferi terrestri, i Rettili, gli Anfibi e gli Artropodi in quanto le caratteristiche progettuali e l'ubicazione dell'opera escludono interazioni negative e significative su tali categorie; la mancanza di negatività d'interazione è giustificata dalle misure di “mitigazione” adottate nell'ambito del progetto che, nel qual caso, prevede la realizzazione di “*tunnel di transito*”, attraverso la rete di recinzione, ogni 20 m. e con diametri di circa 20 cm.

Le indagini di campo saranno finalizzate a determinare la composizione della fauna nelle aree di indagine e saranno svolte con specifici criteri in relazione alla tipologia di specie monitorata ed in particolare:

- Avifauna diurna;
- Avifauna notturna;
- Avifauna migratrice;
- Chiroterti.

Per le osservazioni sul campo relativamente all'avifauna saranno utilizzati, dal professionista incaricato, strumenti ottici di elevata qualità quali binocoli e cannocchiali; i punti di osservazione saranno mappati tramite GPS.



Per registrare gli ultrasuoni emessi dai chiroterteri sarà impiegato un bat-detector a divisione di frequenza.

Per la componente avifaunistica diurna si prevedono le seguenti modalità di rilievo:

- l'area d'indagine sarà rappresentata da un unico buffer di 1 km;
- All'interno dell'area di studio, come individuata, saranno individuati una serie di transetti idonei sulla base della rete viaria e sentieristica attualmente presente; tali transetti consentiranno di distribuire i punti di ascolto ed osservazione che non dovranno essere comunque inferiori a 20-25 per km²;
- in ogni punto il rilevatore sarà dotato di una scheda di censimento nella quale verrà riportata la specie udita o avvistata; gli avvistamenti saranno mappati su apposita cartografia;
- le sezioni di rilevamento avranno inizio all'alba e si concluderanno entro mezzogiorno ed avranno una durata non inferiore ai 10 minuti per ogni punto;
- i rilevamenti saranno concentrati nei mesi di maggiore riproduttività (aprile maggio e giugno) con frequenza pari a 2 rilievi al mese.

Per la componente avifaunistica notturna si prevedono le seguenti modalità di rilievo:

- l'area di indagine sarà rappresentata sempre in un buffer di raggio di 1 km;
- l'area di studio ottenuta come sopra, sarà suddivisa in celle di lato non superiore a 200 metri che si appoggeranno al reticolo cartografico UTM; i nodi del reticolo costituiranno i punti di rilevamento;
- in ogni punto il rilevatore sarà dotato di una scheda di censimento, nella quale verrà riportata la specie udita o avvistata poi mappata su apposita mappa e di un registratore per emettere le vocalizzazioni specie-specifiche al fine di stimolare la risposta degli animali presenti nel territorio di studio (metodologia del playback);
- le sezioni di rilevamento inizieranno un'ora dopo il tramonto e proseguiranno fino alla mezzanotte ed avranno una durata non inferiore a 15 minuti per ogni punto.
- i rilevamenti saranno concentrati nei mesi di febbraio, marzo, aprile e maggio con frequenza pari ad un rilievo al mese.

L'indagine sull'avifauna migratrice è finalizzata a:

- verificare l'eventuale passaggio in corrispondenza dell'area occupata dal futuro parco fotovoltaico di specie di uccelli migratrici;



- verificare l'eventuale passaggio di avifauna stanziale che compie spostamenti aerei locali;
- individuare flussi migratori significativi;
- individuare la consistenza di specie residenti che per caratteristiche comportamentali (tecniche di volo), possano potenzialmente interagire con le stringhe dell'impianto fotovoltaico; a tal riguardo saranno condotti dei censimenti qualitativi e quantitativi di tutte le specie in volo osservate, secondo le seguenti modalità di lavoro:
 - l'area di indagine sarà rappresentata da un buffer di 1 km;
 - l'area di studio ottenuta come sopra, sarà suddivisa in celle di lato non superiore a 200 metri che si appoggeranno al reticolo cartografico UTM; i nodi del reticolo costituiranno i punti di rilevamento;
 - in ogni punto il rilevatore sarà dotato di una scheda censimento, nella quale verrà riportata la specie avvistata, l'orario di avvistamento, l'attività comportamentale, la direzione di provenienza, il verso di spostamento e l'altezza dal suolo;
 - le sezioni di rilevamento inizieranno alle ore 8:00 e proseguiranno fino alle 17:00 ed avranno una durata non inferiore ai 30 minuti per ogni punto.
 - i rilevamenti saranno svolti durante tutto l'anno con frequenza pari a 2 volte nei mesi di marzo, aprile, maggio, settembre ed ottobre e mensile per i restanti mesi.

Per il monitoraggio dei Mammiferi volanti (Chiroterri) sarà impiegata una strumentazione specifica (bat-detector) che consente di captare gli ultrasuoni emessi dai Chiroterri, quindi registrarli e successivamente analizzarli con fine di identificare le specie; tale attività sarà svolta secondo le seguenti modalità:

- preliminarmente sarà svolta un'indagine di ricerca volta ad evidenziare l'eventuale presenza di luoghi di rifugio all'interno di un'area buffer di 0,5 km;
- l'area di studio ottenuta come sopra, sarà suddivisa in celle di lato non superiore a 100 metri che si appoggeranno al reticolo cartografico UTM; all'interno di ciascuna cella sono previsti almeno due stazioni di rilevamento;
- in ogni stazione il rilevatore sarà dotato di un bat-detector e di una scheda di rilevamento apposita;
- le sezioni di rilevamento inizieranno al tramonto del sole sino alle 23:00 nei mesi di aprile, maggio e settembre, mentre sino alle 4:00 in giugno ed agosto;



- i rilevamenti bioacustici avranno una durata non inferiore ai 15 minuti per ogni punto.

Nella tabella seguente si riporta il riepilogo del piano di indagine relativo ai censimenti faunistici.

Mesi di "monitoraggio".	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giug.	Lugl.	Agos.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.
Frequenza rilevamento "aviofauna diurna"				2	2	2						
Frequenza rilevamenti "aviofauna migratoria"	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	1	1
Frequenza rilevamenti "aviofauna notturna"		1	1	1	1							
Frequenza rilevamenti "rifugi chiroterri"	1	1			1	1	1					1
Frequenza rilevamenti "chiroterri"					1		1		1			

Tabella n.6: Piano di monitoraggio per "aviofauna" e "chiroterri!-

5.4.2 Report relativi al monitoraggio.

Durante le attività di campo tutti i dati verranno riportati in apposite schede di rilevamento, e verranno effettuati rilievi fotografici.

A conclusione dei rilievi sul campo, sarà redatta una relazione finale contenente i seguenti elaborati:

- descrizione delle caratteristiche ambientali dell'area di indagine;
- cartografia tematica ambientale in scala opportuna (1:2.000) riguardante l'uso del suolo, l'altimetria, l'esposizione e la pendenza dell'area di indagine faunistica;
- cartografia tematica faunistica in scala opportuna riguardante la distribuzione dei transetti e dei punti di ascolto utilizzati durante i periodi di censimento, le aree di nidificazione e di alimentazione effettivamente utilizzate o potenzialmente idonee;
- numero di specie complessivo censito nel periodo di indagine con indicazione per ognuna di esse dello status di protezione, lo stato biologico e la sensibilità della specie al potenziale impatto con l'impianto fotovoltaico;
- stima della densità delle specie censite (n° di individui per unità di superficie);
- numero di specie migratrici con valutazione percentuale delle quote di volo e delle direzioni di migrazione;
- status regionale, nazionale e comunitaria delle specie individuate in base alla normativa



attualmente in vigore ed ai riferimenti bibliografici scientifici;

- localizzazione delle aree di riproduzione, di ibernazione e di alimentazione presenti nell'area di indagine;
- eventuali indicazioni sulle misure mitigative al fine di ridurre gli impatti sulla componente faunistica oggetto di indagine;
- gli impatti registrati nell'ambito dell'impianto, con l'identificazione delle caratteristiche degli esemplari rinvenuti e dei periodi di maggiore incidenza degli impatti a causa del fenomeno di "abbagliamento" dei pannelli.

Il report sarà annuale e sarà regolarmente trasmesso agli Enti competenti.

5.4.3 Quadro di riferimento normativo.

Nella redazione del "*Piano di monitoraggio*" della componente faunistica si è tenuto conto delle indicazioni contenute nelle "*Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale*" predisposte dalla Commissione Speciale di VIA del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e delle "*Linee guida per la valutazione della compatibilità ambientale - paesaggistica di impianti produzione di energia fotovoltaica*" redatte da ARPA Puglia.

Gli ulteriori riferimenti normativi sono:

- Convenzione di Berna, 19 settembre 1979 - Conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa;
- Legge n. 503 del 1981 - Ratifica ed esecuzione della convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell'ambiente naturale in Europa adottata a Berna il 19 settembre 1979;
- Convenzione sulla Biodiversità di Rio de Janeiro, maggio 1992, prodotta dalla conferenza delle Nazioni Unite per l'Ambiente e lo Sviluppo;
- Direttiva 92/43/CEE "Habitat" - Conservazione degli habitat naturali e semi naturali, della flora e della fauna selvatiche, creazione della Rete Natura 2000;
- D.P.R. n. 357 dell'8 settembre 1997 e s.m.i. (in particolare il D .P.R.120/2003)
- Regolamento recante l'attuazione della Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.

5.5 AGENTI FISICI (RUMORE).

Il monitoraggio della componente rumore è organizzato in modo da consentire una corretta caratterizzazione del clima acustico nella fase di esercizio dell'impianto. Esso permetterà di verificare quanto ipotizzato nella relazione previsionale di impatto acustico relativa-mente ai ricettori sensibili individuati, nonché il rispetto dei limiti di legge in campo acustico diurno e notturno.

5.5.1 Inquadramento della "matrice" ambientale.

La caratterizzazione della componente rumore è stata dettagliata nel documento Studio previsionale degli impatti acustici, al quale si rimanda per la definizione del clima acustico esistente, per la classificazione dei ricettori censiti e per la previsione dell'impatto acustico generato dalla realizzazione e dall'esercizio del parco fotovoltaico.

La scelta dei ricettori su cui effettuare le campagne di monitoraggio sarà definita in sede di progettazione esecutiva in modo da tener conto sia degli esiti delle valutazioni previsionali di impatto acustico sia delle condizioni operative della fase di cantiere, che consentiranno di individuare la fonte di rumore più critica.

Si ritiene sufficiente eseguire il monitoraggio su 3 ricettori significativi.



Figura 3 punti di monitoraggio acustico.



5.5.2 Parametri di monitoraggio, frequenza e restituzione del monitoraggio.

Fatta salva la relazione specialistica effettuata ed allegata al progetto, con indicazione delle prove e dei punti di rilievo, costituenti la condizione di “*punto zero*”, per il monitoraggio della matrice “rumore” si prevede di effettuare:

- Per quanto riguarda la fase di cantiere, il cronoprogramma esecutivo dei lavori permetterà di realizzare le campagne di monitoraggio secondo l'effettiva programmazione temporale dei lavori, in corrispondenza delle lavorazioni potenzialmente più impattanti sotto il profilo acustico, quali ad esempio le fasi di sbancamento e di trasporto delle terre di scavo;
- una campagna di monitoraggio giornaliera durante il primo anno della fase di esercizio dell'impianto e con frequenza semestrale.

I parametri acustici che dovranno essere rilevati saranno i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq, 1 min;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI max, LAFmax, LASmax);
- i livelli statistici LI, L5, LJO, L50, L90, L99.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata “A” nei periodi di riferimento diurno (h 6+22) e notturno (h 22+6) è ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, i riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa, salvo diversa indicazione motivata da parte dell'Autorità Competente e/o di Controllo.

Le metodiche di monitoraggio sono inoltre definite in relazione alla variabilità del rumore da caratterizzare e alla attendibilità della stima richiesta nella singola postazione di misura.

Il progetto di monitoraggio prevede una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici di conoscenza dell'ambiente sonoro ed una elevata ripetibilità delle misure.

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione delle misure fonometriche sarà conforme agli standard prescritti dall'articolo 2 del D.M. 16.03.98: *“Tecniche di rilevamento e di misurazione*



dell'inquinamento acustico"; inoltre il sistema di misura soddisferà le specifiche di cui alla classe I delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. Il fonometro utilizzato per le misure di livello equivalente sarà conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

La risposta in frequenza della catena di registrazione utilizzata sarà conforme a quella richiesta per la classe 1 della EN 6065 I/I 994 e la dinamica sarà adeguata al fenomeno in esame.

I filtri e i microfoni che si utilizzeranno per le misure saranno conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094- 1/1994 , EN 61094- 2/1993, EN 61094-3/ 1995, EN 61094-4/1995. I calibratori saranno conformi alle norme CEI 29-4.

La postazione di misura sarà costituita da:

- un microfono per esterni;
- un sistema di alimentazione di lunga autonomia;
- fonometro con elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati, ampia dinamica e possibilità di rilevare gli eventi che eccedono predeterminate soglie di livello e/o di durata;
- box stagno di contenimento della strumentazione;
- un cavalletto o stativo telescopico sul quale fissare il supporto del microfono per esterni;
- un cavo di connessione tra il box che contiene la strumentazione e il microfono.

La caratterizzazione acustica dei ricettori monitorati sarà condotta mediante l'analisi e l'elaborazione delle misure su software dedicato in ambiente Windows NWW (Noise & Vibration Works) versione 2.6.1.

Inoltre, mediante l'installazione di centraline nelle vicinanze dei ricettori, sarà effettuato un rilievo dei parametri meteorologici:

- Temperatura (T °C) ;
- Umidità relativa dell'aria (Uro/o);
- Velocità e direzione del vento (VV m/s);
- Precipitazioni (P mm).

Le misurazioni di tali parametri hanno lo scopo di determinare le principali condizioni climatiche, caratteristiche dei bacini acustici di indagine e di verificare il rispetto delle prescrizioni normative, che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/sec;
- presenza di pioggia e di neve.

Quanto ottenuto nelle campagne di monitoraggio, in sostanza, consistono in:



- descrizione del punto di monitoraggio;
- zonizzazione acustica del territorio e limiti di legge;
- basi cartografiche in scala idonea con la localizzazione dei punti di misura;
- documentazione fotografica dei punti di misura;
- parametri temporali del monitoraggio;
- caratteristiche territoriali influenti sui processi di propagazione del rumore: morfo-logia, copertura superficiale del terreno, ostacoli naturali ed artificiali, etc.;
- caratteristiche meteorologiche di fonte pubblica/privata rilevate in stazioni meteo significative ai fini dello studio (posizione e denominazione della stazione, sintesi statistica degli indicatori osservati, etc.);
- descrizione delle sorgenti di rumore rilevate;
- condizioni di esercizio del parco fotovoltaico nel corso dei rilievi;
- indicatori meteorologici rilevati in contemporanea con la misura del rumore, con tecnica spot;
- elaborazione dei dati e calcolo dei parametri di riferimento;
- sintesi dei risultati;
- verifica dei limiti normativi.

Queste informazioni vengono sintetizzate in work-sheet e schede di analisi grafico numeriche ed i risultati del monitoraggio verranno trasmessi ai competenti uffici in materia di ambiente e salute pubblica (Regione, ARPA, Provincia, Comune).

In caso di verifica del mancato rispetto dei limiti vigenti saranno tempestivamente adottate dal proponente idonee misure di abbattimento e/o mitigazione acustica.

Si rimarca inoltre, con particolare riferimento alla fase di cantiere, che la normativa prevede la possibilità di richiedere all'amministrazione comunale eventuali deroghe al rispetto dei limiti normativi vigenti in occasione di eventuali specifiche attività potenzialmente più rumorose purché di durata limitata nel tempo, così come effettivamente avviene per i cantieri edili.

5.5.3 Quadro di riferimento normativo.

- D.P.C.M. 01/03/91 *"Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno"*;
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 *"Legge Quadro sull'inquinamento acustico"*;
- D.P.C.M. 05/12/97 *"Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici"*;
- D.P.C.M. 14/11/97 *"Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"*;
- D.P.C.M. 16/03/98 *"Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"*;



- D.M. 29/11/00 - *"Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimenti e abbattimento del rumore"*;
- D.M. del 23/11/01 - Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29/11/00 *"Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimenti e abbattimento del rumore"*;
- D.P.R. n. 142 del 30/03/04 - *"Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995 n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico stradale"*;
- Circolare del 06/09/2004 - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. *"Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali"* (GU n.217 del 15/09/2004);
- Decreto Legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione della gestione del rumore ambientale;
- Legge Regionale 12 febbraio 2002, n. 3 *"Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico"* (B.U. 20 febbraio 2002, n. 25).

5.6 GESTIONE DEI "RIFIUTI" PRODOTTI E DELLE "TERRE DA SCAVO".

Di seguito si riportano considerazioni in merito alla "gestione" delle "terre da scavo" da effettuarsi sia nell'ambito della "fase di cantiere" che in quello della "post operam", fatto salvo che è allegata apposita relazione.

Inoltre si tratterà brevemente del monitoraggio dei "rifiuti" che l'impianto verrà a produrre nel corso del proprio esercizio.

5.6.1 Considerazioni in merito alle "terre da scavo".

Il DPR n. 120 del 13 giugno 2017, n. 120, recante *"Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164. (17G00135) (GU Serie Generale n.183 del 07-08-2017)* è quello che regola la "gestione" delle terre provenienti da scavo e che, sostanzialmente, riporta la disciplina relativa:

- ai materiali da scavo provenienti da cantieri di piccole dimensioni;



- ai materiali da scavo provenienti da cantieri di grandi dimensioni;
- ai materiali da scavo provenienti da cantieri sottoposti ad AIA/VIA (come nel nostro caso);
- ai materiali da scavo provenienti da siti oggetto di bonifica;
- ai materiali da scavo gestiti come rifiuti
- ai materiali da scavo in esclusione dalla normativa dei rifiuti, ex. Art 185 del D.LGS. 152/06

Il richiamato DPR 120/2017 disciplina anche i controlli che vanno effettuati.

L'impianto da realizzare rientra tra quelli, se pur assoggettato alla procedura di VIA, fra quelli di grandi dimensioni essendo il volume di scavo pari a 33.411 mc ed superiore a 6.000 mc come riportato nel richiamato DPR 120/2017, all'art. 2 comma 1 lettere "u", pertanto sarà predisposto il Piano di utilizzo ai sensi dell'art. 9 del DPR 120/2017 che sarà trasmesso prima della conclusione del procedimento di VIA.

5.6.2 Considerazioni in merito al monitoraggio dei "rifiuti".

Per quanto riguarda la matrice rifiuti, sarà predisposta una raccolta dati finalizzata alla verifica della buona gestione dei rifiuti prodotti durante le fasi di realizzazione, esercizio e dismissione del parco fotovoltaico.

Le informazioni saranno riportate in apposite schede riassuntive contenenti indicazioni circa la tipologia del rifiuto (codice CER e descrizione), quantità, attività di provenienza, destinazione, frequenza e modalità di controllo e analisi.

Check list per la gestione dei "rifiuti" prodotti.						
Codice CER	Descrizione	Quantità (mc)	Provenienza	Destinazione	Controllo	Frequenza

Tabella n. 8 : Monitoraggio rifiuti prodotti

In fase di costruzione e dismissione le schede saranno redatte a partire dall'inizio dei lavori, con cadenza trimestrale. Al termine di ciascuna fase di cantiere sarà predisposta una scheda riepilogativa generale.

In fase di esercizio la medesima scheda di rilevazione sarà compilata con cadenza annuale, riportando il riepilogo dei rifiuti derivanti dalla manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto.



un campionamento ed analisi per ciascuna tipologia di rifiuto al momento della prima produzione nel singolo cantiere o attività.

Le analisi conterranno la verifica dei criteri di ammissibilità in discarica o di conformità per il recupero, in base alla destinazione finale del rifiuto.

Nelle fasi di cantiere i depositi temporanei dei rifiuti saranno fisicamente separati da quelli delle materie prime o di sottoprodotti e saranno gestiti nel rispetto delle modalità previste dall'Art.183 del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii, adottando il criterio temporale (il conferimento avverrà con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito).

Si procederà alla verifica periodica delle quantità in giacenza per ciascuna tipologia di rifiuto, compilando un apposito Registro delle giacenze (Tabella) contenente le informazioni di seguito elencate.

- Codice CER
- Descrizione
- Identificazione deposito temporaneo, nel caso in cui vengano individuate più aree di deposito
- Data del controllo
- Modalità deposito (cassoni, big bags, area perimetrata, ecc.)

Registro delle giacenze					
Codice CER	Descrizione	Deposito temporaneo	data	deposito	Quantità

Tabella n. 9: Monitoraggio delle giacenze dal registro tipo.

Si riporta di seguito il riepilogo dei controlli/monitoraggio da effettuare sulla produzione dei rifiuti nelle diverse “fasi” che caratterizzano l’impianto.

FASE DI LAVORO	Tipologia di controllo	Frequenza del controllo
Quo ante operam		
Fase di costruzione	Produzione rifiuti	trimestrale+ relaz. finale
	Giacenza temporanea	mensile
Fase di esercizio	Produzione rifiuti	Annuale
Fase di costruzione	Produzione rifiuti	trimestrale+ relaz. finale
	Giacenza temporanea	mensile

Tabella n. 10 = Monitoraggio per “fasi” dei rifiuti prodotti.



6. CRONOPROGRAMMA DELLE ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Di seguito si riportano, in forma tabellare, le attività di monitoraggio da realizzare nelle tre fasi di gestione dell'impianto e quindi: ante operam, di cantiere, di gestione e post operam.

6.1 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO ANTE OPERAM.

Nella tabella che segue si riportano, per ogni componente ambientale monitorata, la tipologia di indagine da eseguire e la durata delle attività di AO in funzione del crono- programma dei lavori.

MATRICE	Tipologia di monitoraggio	Durata e frequenza
Fauna	censimento	semestrale - prima costruzione
Rumore	Misura in continuo	unica prima cantiere esercizio: 2 giorni/settimana
Atmosfera	Misura PTS (PM10-PM2,5)	n.1 camp. Mon. prima cantiere n.2 campagne durante cantiere
Terreno agricolo	parametri composizionali	n.1 camp. Mon. prima cantiere n.1 camp. Mon. /anno -esercizio n.1 camp. Mon. Post mortem

Tabella n. 11: Riepilogo attività di monitoraggio nella fase di "ante operam".

6.2 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IN FASE DI CANTIERE

Nella tabella seguente si riporta, per ogni componente ambientale monitorata, la tipologia di indagine da eseguire e la durata della cantierizzazione

MATRICE	Tipologia di monitoraggio	Durata e frequenza
Fauna	censimento faunistico	semestrale - prima costruzione
Rumore	Misura in continuo	cantiere: 2 giorni/settimana
Atmosfera	Misura PTS (PM10-PM2,5)	n.1 camp. Mon. prima cantiere n.2 campagne durante cantiere
Terreno agricolo	parametri composizionali	n.1 camp. Mon. prima cantiere



Tabella n. 12: Riepilogo attività di monitoraggio nella fase di “cantiere”.

6.3 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IN FASE DI “ESERCIZIO”

Nella tabella seguente si riporta, per ogni componente ambientale monitorata, la tipologia di indagine da eseguire nella fase di “esercizio”

MATRICE	Tipologia di monitoraggio	Durata e frequenza
Fauna	censimento	XXXXXXXXXXXXXXXX
Rumore	Misura in continuo	XXXXXXXXXXXXXXXX
Atmosfera	Misura PTS (PM10-PM2,5)	XXXXXXXXXXXXXXXX
Terreno agricolo	parametri composizionali	n.1 camp. Mon. /anno -esercizio

Tabella n. 13: Riepilogo attività di monitoraggio nella fase di “esercizio”

6.4 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO IN FASE DI “POST OPERAM”.

Nella tabella seguente si riporta, per ogni componente ambientale monitorata, la tipologia di indagine da eseguire nella fase di “smantellamento/post operam” dell’impianto.

MATRICE	Tipologia di monitoraggio	Durata e frequenza
Fauna	censimento	XXXXXXXXXXXXXXXX
Rumore	Misura in continuo	XXXXXXXXXXXXXXXX
Atmosfera	Misura PTS (PM10-PM2,5)	XXXXXXXXXXXXXXXX
Terreno agricolo	parametri composizionali	n.1 campionamento finale.

Tabella n. 14: Riepilogo attività di monitoraggio nella fase di “post operam”



7. MONITORAGGIO PER RISPONDENZA CON LA NORMA ITALIANA CEI 82-75.

L'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili (IAFR) prevede attività di monitoraggio, manutenzione e di gestione più o meno complesse, le quali permettono di garantire il funzionamento dei macchinari e di ottimizzarne le performances.

Una corretta gestione degli impianti IAFR non può quindi prescindere dall'accurata supervisione continua e dal controllo (anche da remoto) dei loro parametri di funzionamento.

La scelta del set di parametri da monitorare viene definita in base al dettaglio delle analisi necessarie per il completo controllo della capacità produttiva degli impianti e della loro conformità alle eventuali prescrizioni amministrative/autorizzative.

Tutti i sistemi di monitoraggio e acquisizione dati sono infatti assimilabili a tecnologie Programmable Logic Controller (PLC) e Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA), tecnologie ormai consolidate nelle applicazioni di controllo automatico in ambito industriale.

L'utilizzo dei PLC permette di applicare una logica di controllo e di attuazione di comandi automatici che, opportunamente programmati, consentono il funzionamento automatico o semi-automatico degli impianti IAFR.

Le caratteristiche distintive tra i sistemi di monitoraggio sono quindi concentrate nelle tecnologie e nel numero dei dispositivi di rilevazione delle grandezze misurate (sonde), nelle caratteristiche di archiviazione e presentazione dei dati e nei software di analisi e controllo di cui sono dotati.

Attualmente, esistono diversi prodotti sul mercato proposti da produttori specializzati o dai produttori degli altri apparati elettronici/elettrici utilizzati negli impianti di produzione.

Proprio nel settore del fotovoltaico, i produttori dei gruppi di conversione (inverter) propongono sistemi di "monitoraggio" integrati con la logica di controllo degli inverter che sono progettati per leggere le grandezze di esercizio del sistema e quelle provenienti da stazioni meteo appositamente studiate.

Esistono inoltre produttori specializzati che commercializzano soluzioni integrate (hard-ware + software) appositamente personalizzate secondo le necessità del cliente e della specifica architettura dell'impianto.

In sintesi, si può affermare che, pur riconoscendo una significativa base comune di tecnologie e di architetture HW e SW tra i sistemi offerti nel settore del monitoraggio degli impianti di produzione IAFR, la scelta del sistema di monitoraggio per un impianto deve comunque essere operata in base alle necessità specifiche del progetto, non ultimo il rapporto costi-benefici.

Di seguito si riportano le caratteristiche tipiche dei sistemi di monitoraggio che trovano maggiore diffusione negli impianti di produzione fotovoltaici.

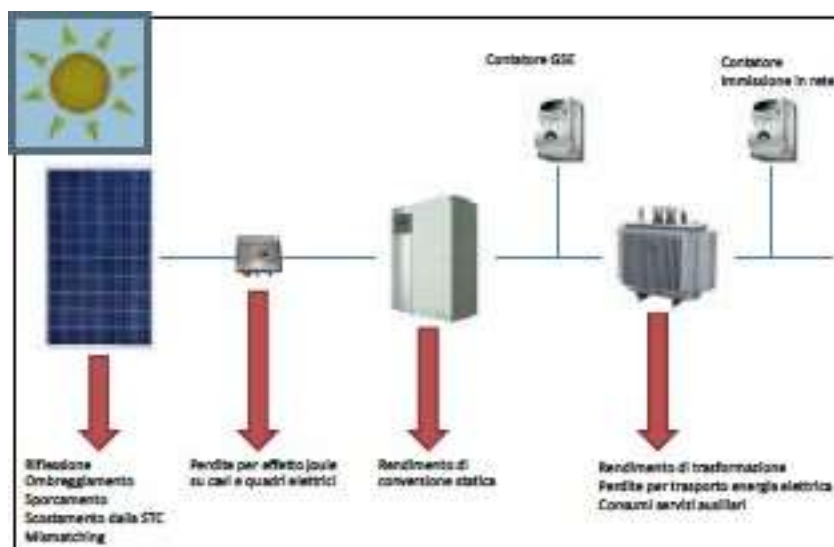
7.1 IL MONITORAGGIO TECNICO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO

7.1.1 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.



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:

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

Dove:

Eca: è l’energia prodotta dal lato corrente alternata (Wh)

Pn: è la potenza nominale del generatore FV (W)

Hi: è l’irraggiamento rilevato sul piano dei moduli (Wh/m2)

Gstc: è l’irraggiamento in condizioni standard, quantificato in 1.000 W/m2.

La stessa Norma CEI 82-25 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:

$$P_p = 1 - (T_{cel} - 40) * Y / 100$$

Dove:

Tcel: è la temperatura misurata sulla superficie della cella FV (°C);

Y: è il coefficiente di perdita in temperatura caratteristica del modulo FV utilizzato (%/°C).

7.1.2 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 fotovoltaico 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.

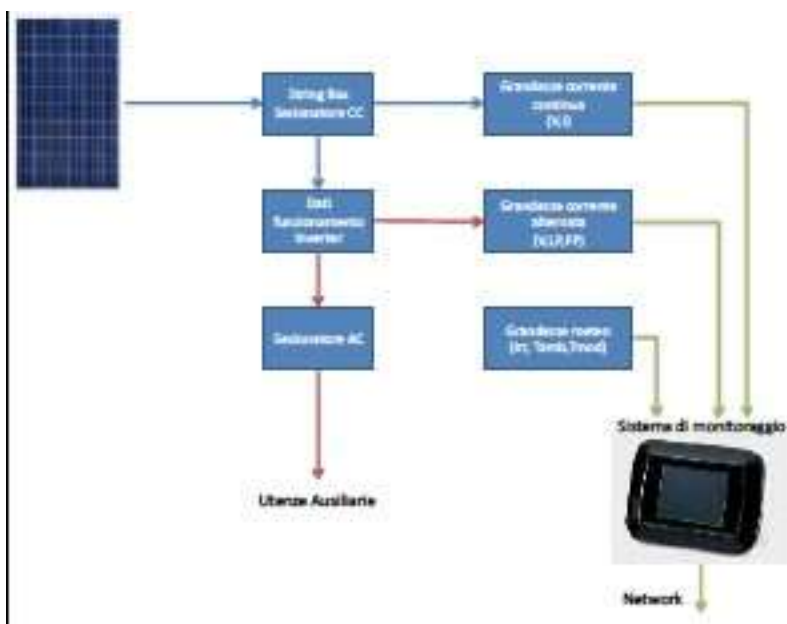
Disporre di un "monitoraggio" accurato è comunque auspicabile, in quanto resta questo il principale strumento di controllo, attraverso il quale Committenza e Appaltatore/Gestore possono verificare il raggiungimento delle prestazioni attese per il progetto.

7.1.3 L'architettura del sistema di monitoraggio.

I sistemi di monitoraggio attualmente in commercio sono in grado di rilevare e registrare le grandezze meteo ed elettriche nei diversi punti della catena di produzione e conversione/trasformazione dell'energia, permettendo così di mantenere sotto controllo il funzionamento dell'impianto e di rilevare rapidamente eventuali anomalie/malfunzionamenti che possano influire sulla produzione e sulla sicurezza dell'impianto stesso. Le soluzioni attualmente disponibili sul mercato possono essere distinte tra sistemi integrati con il gruppo di conversione e sistemi realizzati ad hoc.

I sistemi integrati con il gruppo di conversione e con le string-box dimostrano normalmente una maggiore stabilità di funzionamento, grazie alla compatibilità tra i vari dispositivi e i software; tuttavia, spesso tali sistemi risultano scarsamente flessibili e personalizzabili e per tale motivo non si

adattano alle peculiarità strutturali dei grandi impianti fotovoltaici.



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



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.

7.1.4 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. 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.

II. 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:



Classe di precisione secondo norma ISO 9060
Secondary standard pyranometer
First class pyranometer
Second class pyranometer

Figura 4: 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%.

III. 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 5: Cella di riferimento (SMA Solar Technology AG)

IV. 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 6: Confronto fra sensori di irraggiamento solare.

V. *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 fotovoltaico 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 inseguitori solari (tracker), 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.



7.1.5 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 necessitino di analisi di performance mirate.

7.1.6 Monitoraggio e manutenzione.

Al fine di garantire le prestazioni definite in sede di progetto di un impianto fotovoltaico 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.

7.1.7 Monitoraggio in loco

- **Esame a vista**

Secondo la Norma CEI 82-25 l'esame a vista deve accertare che i componenti dell'impianto

fotovoltaico 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. Se necessario si procede a verifiche più approfondite con l'utilizzo di apposita strumentazione.



Figura 7: Pannello con Hot - Spot

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



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

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 8: Presenza di escrementi di roditori.

7.1.8 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



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

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 fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di condizionamento e con-trollo 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 :

$$P_{cc} < 0.85 \cdot P_{nom} \cdot G_p / G_{stc} \quad (a)$$

$$P_{ca} < 0.9 \cdot P_{cc} \quad (b)$$

Dove:

- **P_{cc}** [in kW] è la potenza misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, 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 fotovoltaico, 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 fotovoltaico, un valore complessivo pari al 15% della potenza nominale dell'impianto stesso; detto limite tiene conto delle perdite



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

ohmniche, 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 Pcc e della potenza Pca deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento sul piano dei moduli (Gp) 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:

Dove:

$$P_{cc} < (1 - P_{tpv} - 0.08) * P_{nom} * G_p / G_{stc} \quad (c)$$

- **P_{tpv}** indica le perdite causate dalla riduzione delle prestazioni del generatore fotovoltaico, 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:

$$P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma \quad (d)$$

Oppure:

Dove:

$$P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * G_p / 0.8] * \gamma \quad (e)$$

T_{cel}: è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; 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;

- **Y**: 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.



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

- **Tamb**: 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;
- **Gp**: è l'irraggiamento solare, misurato sul piano dei moduli, espresso in kW/m².

Per assicurare l'accuratezza e ripetibilità della prova, la misura di **Pcc, Pca, Gp e Tamb** deve essere effettuata simultaneamente in uno dei seguenti modi:

- a. Mediante l'utilizzo di strumenti in grado di effettuare le suddette misure simultaneamente;
- b. 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;
- c. 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%.



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

7.1.9 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.

7.1.10 Test ad elettroluminescenza.

Il componente principale di un impianto fotovoltaico è costituito dal modulo fotovoltaico; 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 fotovoltaico: 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;



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

- 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

7.1.11 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:

- 1. manutenzione ordinaria;**
- 2. 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.

7.1.12 Manutenzione ordinaria.

La manutenzione ordinaria comprende lavori finalizzati a:

- Contenere il degrado normale d'uso;



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

- 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.

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/AT ogni anno è necessario:

- Eseguire la pulizia interna ed esterna con aspirapolvere e/o soffiando aria secca a bassa pressione;



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

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

Per i trasformatori ogni anno è necessario:

- Eseguire il controllo visivo esterno per verificare l'integrità dell'apparecchiatura;
- Controllare lo stato di conservazione della resina esterna degli avvolgimenti;
- Eseguire la pulizia completa dell'apparecchiatura con aspirapolvere o soffiando aria secca a bassa pressione, pulire gli isolatori e le barre di collegamento con stracci asciutti;
- 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



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

potenza e proteggere gli stessi con prodotto specifico:

- Controllare serraggio dei bulloni, la pulizia delle connessioni, la continuità dei conduttori di messa a terra e sostituire gli eventuali morsetti e conduttori deteriorati;
- 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:

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



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

- 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;



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

- 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.

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.

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;



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

- le sbarre equipotenziali poste nei quadri secondari di cabina;
- le apparecchiature in MT comprese gli schermi dei cavi MT;
- le masse;
- le masse estranee.

Manutenzione dell'impianto fotovoltaico

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
- 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 detersivi 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.



Dott. Geol. Serravalle Luisiana

Dott. Arch. Roberto Carluccio

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.

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.

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

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.

Mesagne Ottobre 2022

Dott. Geol. Luisiana Serravalle



Dott. Arch. Roberto Carluccio

