

REGIONE EMILIA-ROMAGNA
PROVINCIA DI FERRARA
Comuni di Codigoro e Fiscaglia (FE)
LOCALITA' "Valle Giralda"

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 71 MWp

Sezione SIA:
PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE - PMA

Titolo elaborato:
Piano di Monitoraggio Ambientale e Cronoprogramma

N. Elaborato: **SIA12.PMA**

Scala: -

Proponente

VIRGO ALPHA S.r.l.

Via Piave, 7
CAP 00187 - ROMA (RM)
P.Iva 17296991007

Procuratore

Dott. Ing. SALVATORE FLORENI

Progettazione



sede legale e operativa

Loc. Chianarile snc Area Industriale - 82010 San Martino Sannita (BN)

sede operativa

Via A.La Cava 114 - 71036 Lucera (FG)

P.IVA 01465940623

Azienda con sistema gestione qualità Certificato N. 50 100 11873



Progettisti

Dott. Geol. Michele Ognibene

Dott.ssa Agr. Ornella Riccobono

Rev.	Data	M.O. - O.R. Elaborazione	M.O. - O.R. Approvazione	---	DESCRIZIONE
00	MAGGIO 2024				Emissione progetto definitivo
				Emissione	

Nome file sorgente	FV.CDG01.PD.SIA12.PMA.R00.doc	Nome file stampa	FV.CDG01.PD.SIA12.PMA.R00.pdf	Formato di stampa	A4 - A3
--------------------	-------------------------------	------------------	-------------------------------	-------------------	---------

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	INTRODUZIONE	6
3.	DATI GENERALI	8
3.1.	Località di realizzazione dell'intervento.....	8
3.2.	Destinazione d'uso.....	8
3.3.	Dati catastali.....	8
3.4.	Connessione	8
4.	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE	9
5.	OBIETTIVI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	13
5.1.	Fasi della redazione del PMA	13
5.2.	Definizione dei fattori ambientali oggetto di monitoraggio	13
5.3.	Definizione temporale per l'espletamento delle attività.....	14
6.	MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ATMOSFERA.....	16
6.1.	Qualità dell'aria	16
6.2.	Metodologie di monitoraggio.....	17
6.3.	Parametri microclimatici	21
6.4.	Identificazione dei punti di monitoraggio.....	22
6.5.	Piano di monitoraggio	23
7.	MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO	24
7.1.	Aspetti metodologici generali	24
7.1.1.	Definizioni	25
7.2.	Prelievo di campioni per analisi di laboratorio	26
7.2.1.	Punti di campionamento	29
7.2.2.	Metodologie di campionamento.....	33
7.2.3.	Analisi di laboratorio per la componente suolo.....	35
7.3.	Prove in situ	40
7.3.1.	Metodologie di monitoraggio.....	41
7.3.2.	Ubicazione dei Punti di Monitoraggio	44
7.4.	Piano di monitoraggio suolo.....	44
7.5.	Frequenza e restituzione dei dati.....	46
8.	MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ACQUA (OPZIONALE).....	47
8.1.	Aspetti metodologici	47

8.2.	Punti di prelievo.....	48
8.3.	Piano di monitoraggio	48
8.4.	Frequenza e restituzione dei dati.....	49
9.	MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE	50
9.1.	Aspetti metodologici	52
9.2.	Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio	52
9.3.	Identificazione dei punti di monitoraggio.....	54
9.4.	Piano di monitoraggio della componente rumore	55
9.5.	Frequenza e restituzione dei dati.....	56
10.	MONITORAGGIO DELLE COMPONENTI VEGETAZIONE - FAUNA - PAESAGGIO	57
10.1.	Componente ambientale Vegetazione.....	57
10.1.1.	Piano di monitoraggio componente Vegetazione	59
10.2.	Componente ambientale Fauna.....	59
10.3.	Componente ambientale Paesaggio.....	60
10.3.1.	Manutenzione e monitoraggio della fascia arborea.....	60
11.	CONCLUSIONI.....	62

1. PREMESSA

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

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

- fornire indicazioni metodologiche ed operative per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA);

- stabilire criteri e metodologie omogenee per la predisposizione dei PMA affinché, nel rispetto delle specificità dei contesti progettuali ed ambientali, sia possibile il confronto dei dati.

Nelle more dell'emanazione di nuove norme tecniche in materia di valutazione ambientale ai sensi dell'art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., il documento costituisce atto di indirizzo per lo svolgimento delle procedure di Valutazione d'Impatto Ambientale, in attuazione delle disposizioni contenute all'art.28 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. Le linee guida citate sono dunque la base di riferimento del presente studio redatto per il progetto in esame.

Si precisa fin da ora che il presente PMA dà indicazioni sui possibili monitoraggi da effettuare, gli stessi potranno essere confermati, eliminati o integrati a seguito di indicazioni da parte degli enti coinvolti nel procedimento autorizzativo.

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 ss.mm.ii. prevede che *"...la definizione degli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni"* costituisca parte integrante del Quadro di Riferimento Ambientale (Art. 5, lettera e).

Il *D. Lgs.152/2006* e ss.mm.ii. rafforza la finalità del monitoraggio ambientale attribuendo ad esso la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si attua successivamente all'informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h). Il monitoraggio ambientale è individuato nella Parte Seconda del *D. Lgs.152/2006* e ss.mm.ii., (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 ss.mm.ii.) 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 imprevisi 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;
- 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 ss.mm.ii* regola la VIA per le opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del monitoraggio ambientale. Ai sensi dell'Allegato XXI (Sezione II) al *D. Lgs.163/2006 e ss.mm.ii.*:

- 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 per le opere soggette a VIA in sede statale, e comunque ove richiesto (art.10, comma 3):
 - a) il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) deve illustrare i contenuti, i criteri, le metodologie, l'organizzazione e le risorse che saranno impiegate successivamente per attuare il piano di monitoraggio ambientale (PMA), definito come l'insieme dei controlli da effettuare attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere;
 - b) il progetto di monitoraggio ambientale dovrà uniformarsi ai disposti del citato D.M. 1° aprile 2004 del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio; in particolare dovranno essere adottati le tecnologie ed i sistemi innovativi ivi previsti.

Secondo quanto stabilito dalle linee guida nella redazione del PMA si devono seguire le seguenti fasi progettuali:

- 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.

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

Si precisa che, non avendo riscontrato delle normative specifiche per la regione Emilia Romagna, nel presente documento ci si riferisce volutamente alla normativa delle regioni Piemonte e Sicilia che forniscono le indicazioni puntuali relative ai campionamenti da effettuare per le componenti suolo e sottosuolo.

2. INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico, mediante tecnologia fotovoltaica, di potenza nominale installata pari a 71 MWp e potenza nominale di connessione pari a 60 MW da installare in provincia di Ferrara, nel comune di Codigoro in località "Valle Giralda", con opere di connessione ricadenti nei comuni di Codigoro e Fiscaglia, è stato redatto un Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) così come previsto nella Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e ss.mm.ii..

Il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) rappresenta uno strumento di controllo di eventuali processi di trasformazione delle componenti ambientali sulle quali il progetto si andrà ad inserire, ovvero, suolo e sottosuolo, aria, acqua, vegetazione, fauna, paesaggio e rumore.

Il PMA proposto è stato ideato per essere uno strumento all'occorrenza adattabile e modificabile di concerto con gli Enti Vigilanti; il PMA, nei fatti, funzionerà come strumento di controllo dell'intervento progettuale proposto, permettendo di individuare tempestivamente eventuali problematiche ambientali scaturite dall'inserimento del nuovo progetto nel contesto territoriale esistente, fornendo le opportune indicazioni per correggere eventuali errori nelle scelte progettuali iniziali, mediante opportuni interventi di mitigazione.

Al fine di valutare al meglio le azioni derivanti dagli interventi in progetto sulle varie componenti ambientali, il PMA proposto ha tenuto conto dei vari stadi progettuali, che sinteticamente sono stati discretizzati in tre fasi:

- *fase ante-operam* (o stato di fatto), rappresentativo della situazione iniziale delle componenti ambientali;
- *fase di cantiere*, ovvero il periodo transitorio relativo alla realizzazione dell'opera caratterizzato dalla presenza e gestione di mezzi meccanici (macchine, strumenti, materiali) e uomini;
- *fase post-operam* (o fase di esercizio), rappresentativo della situazione dopo la realizzazione degli interventi in progetto e quindi durante tutta la fase di esercizio.

La metodologia utilizzata per l'individuazione delle interazioni opera/ambiente è sinteticamente rappresentata nel seguente schema grafico:



3. DATI GENERALI

3.1. Località di realizzazione dell'intervento

L'impianto fotovoltaico oggetto del presente documento e il relativo cavidotto 36 kV saranno realizzati nei Comuni di Codigoro (FE) e Fiscaglia (FE).

3.2. Destinazione d'uso

L'area oggetto dell'intervento ha una destinazione d'uso agricolo.

3.3. Dati catastali

Dal punto di vista catastale, le aree dei pannelli fotovoltaici e le cabine di campo ricadono sulle seguenti particelle del comune di Codigoro:

- Foglio 112 p.lle: 159, 158, 96, 52, 167, 53, 102, 54, 151, 104, 55, 103, 148, 3, 98.

La cabina di smistamento ricade nella particella 53 del foglio 112 del Comune di Codigoro.

Il cavidotto AT interessa:

- I fogli: 112, 93, 94, 92, 91, 102, 105, 100, 99 ed 83 del Comune di Codigoro;
- I fogli: 4, 17, 7, 6 e 3 del comune di Fiscaglia.

L'elenco completo delle particelle interessate dalle opere e dalle relative fasce di asservimento è riportato nel Piano Particellare di Esproprio allegato al progetto.

3.4. Connessione

Il proponente ha ottenuto da Terna (Codice identificativo 202202762) il preventivo di connessione che prevede il collegamento in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN 380 kV "Ravenna Canala – Porto Tolle" e alle linee RTN 132 kV afferenti alla Cabina Primaria Codigoro ricollegata in doppia antenna alla suddetta Stazione Elettrica.

In particolare, ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto a 36 kV per il collegamento in antenna dell'impianto agrivoltaico sulla futura Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo di arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

4. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E TERRITORIALE

L'area presa in considerazione nel presente progetto ricade amministrativamente all'interno del Comune di Codigoro (FE), per un'area complessiva recintata di circa 105 ettari.

Dal punto di vista Cartografico il sito ricade all'interno delle Tavole Foglio n° 187SO "Codigoro" e Foglio n° 187SE "Goro", della Carta Ufficiale d'Italia edita dall' I.G.M.I. in scala 1:25.000 ed all'interno delle sezioni 187130 – 187140 - 187150 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000.

L'area interessata dal progetto è facilmente raggiungibile grazie ad una rete di strade di vario ordine presenti in zona.



Fig. 4-1: Inquadramento regionale

L'impianto presenta quattro aree aventi le seguenti coordinate GPS:

L'altimetria media, dell'intero impianto, risulta essere circa -2.29 m s.l.m.

Area Nord-Ovest:

- Lat. 44°83'73.1"N Long. 12°18'898"E

Area Sud-Ovest:

- Lat. 44°83'038"N Long. 12°19'253"E

Area Nord-Est:

- Lat. 44°83'885"N Long. 12°19'613"E

Area Sud-Est:

- Lat. 44°83'382"N Long. 12°19'617"E

Per quanto riguarda invece le cabine utente, le coordinate risultano essere le seguenti,

CP E-Distribuzione 132 kV "Codigoro":

- Lat. 44°83'732"N Long. 12°06'911"E

L'altimetria media risulta essere circa -2.71 m s.l.m.

Futura SE 380/132/36 kV "Fiscaglia":

- Lat. 44°83'732"N Long. 12°06'911"E

L'altimetria media risulta essere circa -2.71 m s.l.m.

Le Stazioni Elettriche RTN sopra citate sono localizzate a circa 3 km a ovest rispetto al nucleo cittadino di Codigoro, ricadono negli omonimi comuni con le quali sono state denominate, e sono raggiungibili rispettivamente attraverso le strade provinciali SP68 e la SP52.

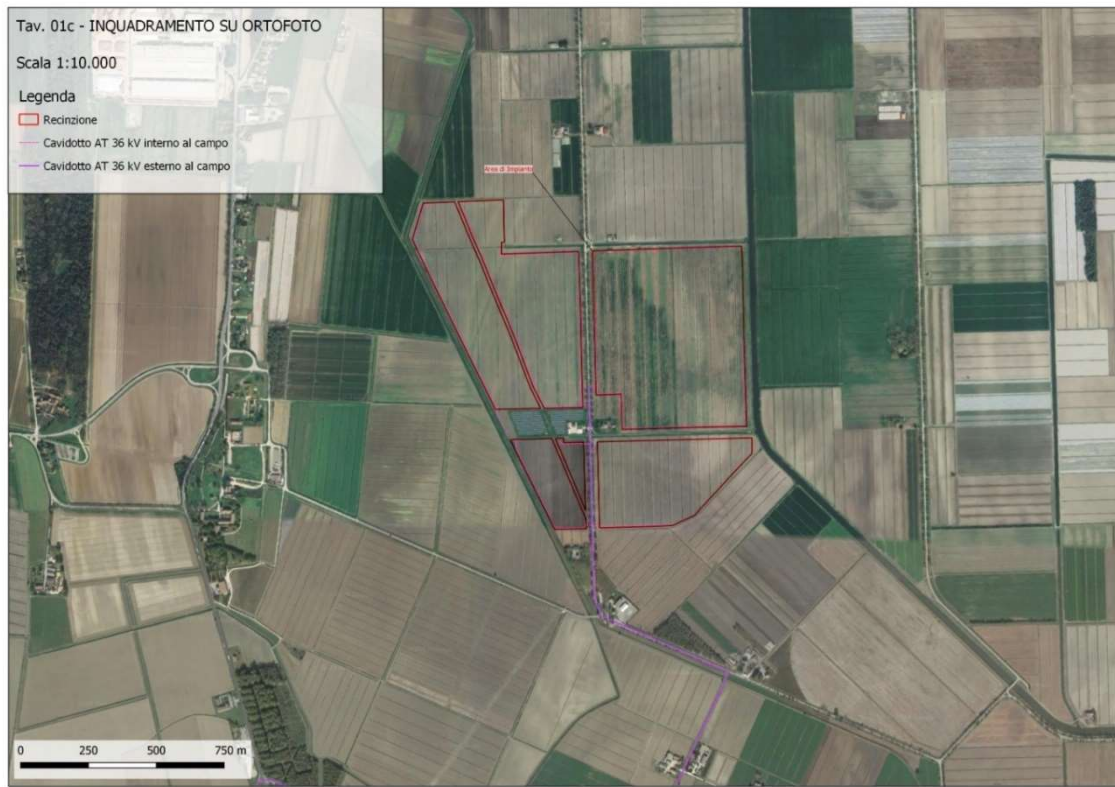


Fig. 4-2: Inquadramento su ortofoto 1:10.000 – Area di impianto

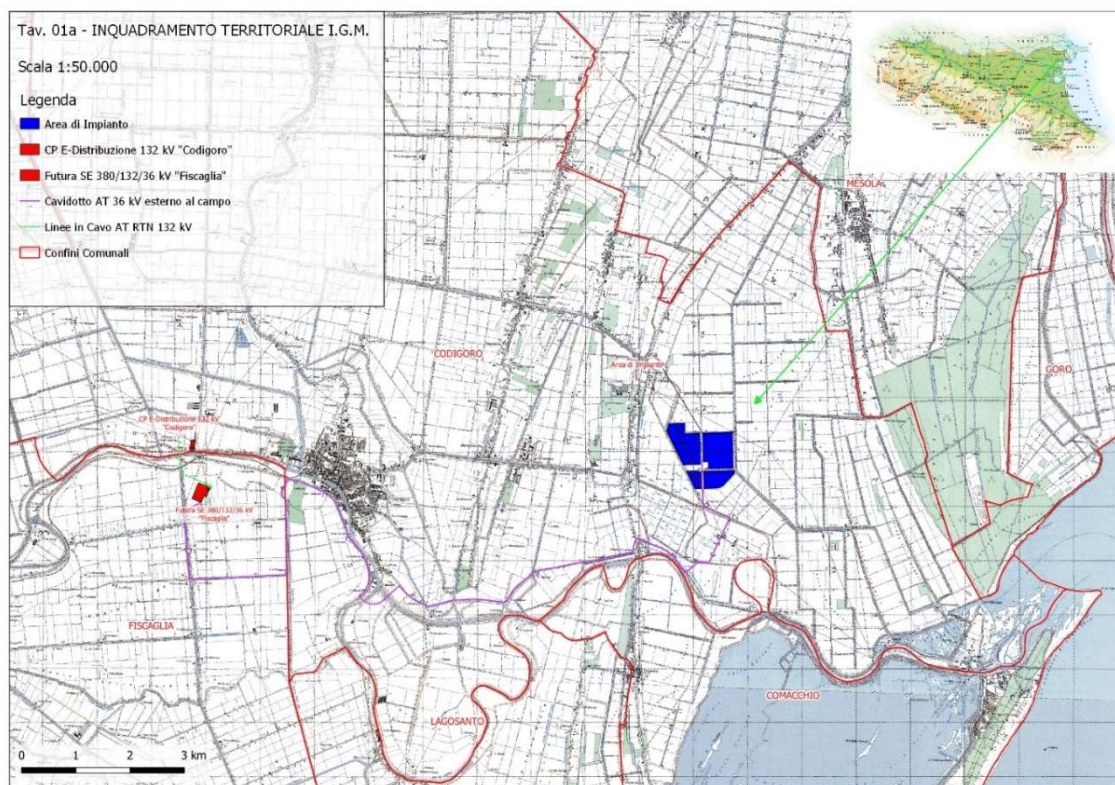


Fig. 4-3: Inquadramento su IGM 1:50.000 - Area di impianto e opere di connessione

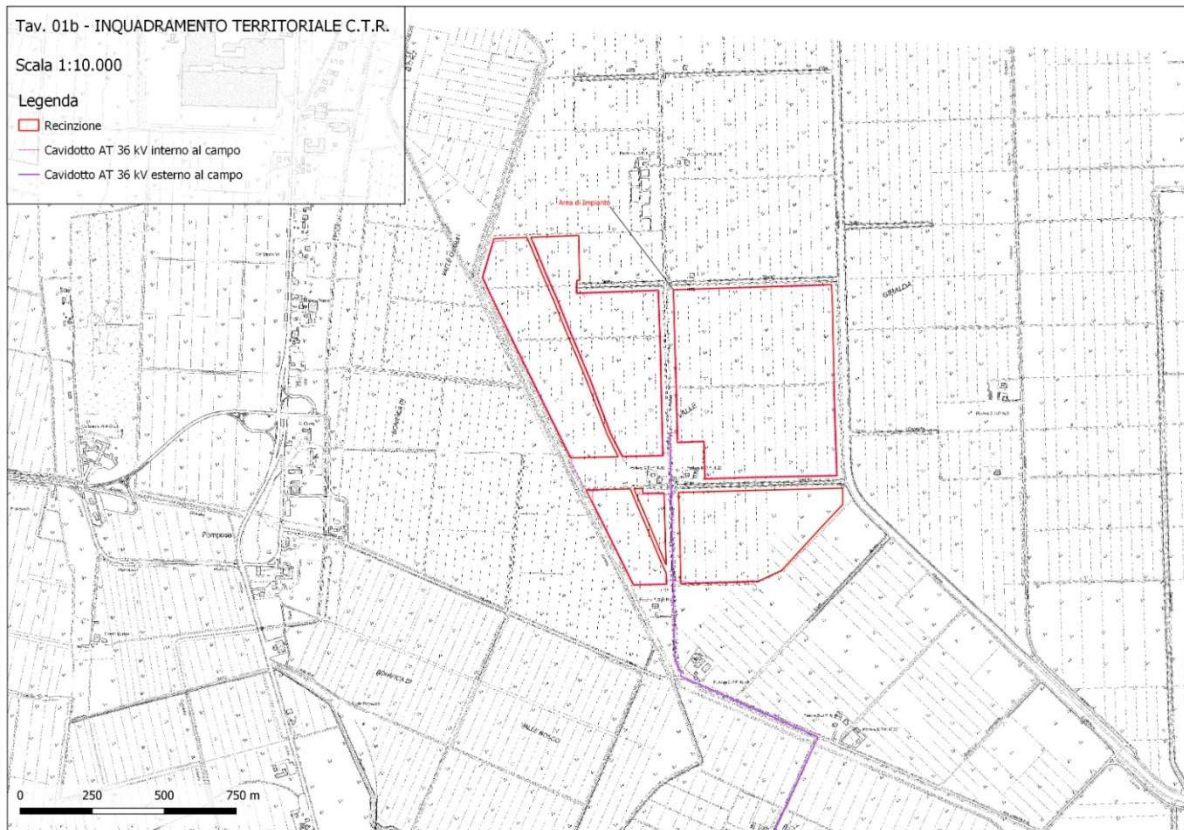


Fig. 4-4: Inquadramento su CTR 1:10.000 – Area di impianto

5. OBIETTIVI GENERALI E REQUISITI DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il Piano di Monitoraggio Ambientale proposto persegue i seguenti obiettivi generali:

- verificare la conformità delle previsioni di progetto sulle matrici ambientali dell'opera, nelle sue varie fasi di sviluppo;
- correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam (ovvero fase di esercizio), al fine di valutare l'evolversi del contesto ambientale nel breve, medio e lungo periodo;
- garantire, durante la costruzione e l'esercizio, il pieno controllo della situazione ambientale;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione eventualmente previste;
- fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- effettuare, nelle fasi di costruzione e di esercizio, gli opportuni controlli sull'esatto adempimento dei contenuti e delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni formulate nel provvedimento di compatibilità ambientale.

Tali obiettivi verranno raggiunti attraverso il monitoraggio di molteplici parametri, da quelli microclimatici (quali temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, ecc.), ai parametri chimico-fisici e microbiologici del suolo e delle acque, fino alle componenti floro-faunistiche; per ogni matrice oggetto di monitoraggio verranno descritti le metodologie di rilevamento e i criteri di monitoraggio ritenuti adatti allo scopo.

5.1. Fasi della redazione del PMA

Per la redazione del PMA si è proceduto alle seguenti attività:

- Analisi dei documenti di progetto e definizione del quadro informativo esistente;
- Identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
- Definizione dei fattori ambientali da monitorare;
- Definizione dei parametri ambientali da monitorare;
- Scelta delle metodologie più idonee;
- Scelta dei punti di monitoraggio;

5.2. Definizione dei fattori ambientali oggetto di monitoraggio

Di seguito vengono evidenziati i fattori ambientali ritenuti significativi, in relazione alle componenti ambientali individuate:

a) Atmosfera: i fattori ambientali ritenuti significativi della componente atmosfera sono:

- Qualità dell'aria;
- Caratterizzazione meteorologica;

b) Suolo e Sottosuolo: i fattori ambientali ritenuti significativi sono:

- Qualità del suolo (fertilità – inquinamento);
- Caratterizzazione fisico-chimica e meccanica;

c) Acqua: i fattori ambientali ritenuti significativi sono:

- Qualità dell'acqua (caratteristiche fisico-chimiche);
- Profondità e variazione dell'eventuale falda idrica;

d) Rumore: da monitorare con riferimento all'ambiente antropico e faunistico;

e) Vegetazione: con riferimento alle potenziali interferenze in fase di installazione e gestione dell'impianto;

f) Fauna: con riferimento alle specie animali potenzialmente interessate dalla presenza dell'impianto.

Le metodologie di monitoraggio e la documentazione prodotta saranno standardizzate in modo da rendere immediatamente confrontabili le tre fasi di monitoraggio, ante-operam, in corso d'opera e post-operam. A tal fine il PMA è pianificato in modo da poter garantire:

- il controllo e la validazione dei dati;
- l'archiviazione dei dati e l'aggiornamento degli stessi;
- confronti, simulazioni e comparazioni;
- trasmissione delle informazioni agli enti responsabili.

5.3. Definizione temporale per l'espletamento delle attività

Monitoraggio ante-operam (Fase 1)

Il monitoraggio ante-operam è finalizzato alla determinazione dei parametri ambientali, futuro oggetto di monitoraggio, allo stato attuale ovvero la determinazione dei "valori di fondo", qualora tale valore risulti significativo.

Il monitoraggio per ciascun parametro verrà realizzato in una o più soluzioni (in funzione del parametro di interesse) nel periodo immediatamente precedente all'inizio delle attività geognostiche propedeutiche alla progettazione esecutiva.

Monitoraggio in corso d'opera (Fase 2)

Il monitoraggio in corso d'opera riguarda tutto il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento ed al ripristino dei siti eventualmente interessati da tali operazioni. Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità poiché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché è influenzata dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri apportate dalle imprese aggiudicatrici dei lavori, pertanto, il monitoraggio in corso d'opera sarà suscettibile di variazioni in funzione dell'andamento dei lavori.

Preliminarmente sarà definito un piano volto all'individuazione, per le aree di impatto da monitorare, delle fasi critiche della realizzazione dell'opera per le quali si ritiene necessario effettuare la verifica durante i lavori.

Le operazioni di monitoraggio saranno condotte per tutta la durata dei lavori con intervalli definiti e distinti in funzione della componente ambientale indagata. Le tempistiche individuate in via preliminare saranno aggiornate in corso d'opera sulla base dell'andamento dei lavori.

Monitoraggio post-operam (Fase 3)

Il monitoraggio post-operam comprende le fasi di pre-esercizio ed esercizio dell'opera e deve iniziare tassativamente non prima del completo smantellamento e ripristino delle aree di cantiere.

La durata del monitoraggio per le opere in oggetto è stata fissata pari alla vita utile dell'impianto.

6. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ATMOSFERA

La campagna di monitoraggio riguardante la componente ambientale "atmosfera" ha lo scopo di valutare:

- a) Qualità dell'aria;
- b) Parametri microclimatici dell'impianto, ovvero temperatura e umidità dell'aria, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica e precipitazioni.

6.1. Qualità dell'aria

L'aria è una miscela di gas e vapori (azoto e ossigeno in prevalenza, vapore acqueo e anidride carbonica e molti altri elementi in piccolissime quantità) che nell'insieme costituiscono l'atmosfera terrestre. Gli elementi principali mantengono concentrazioni più o meno costanti nel tempo e nello spazio mentre gli elementi minori possono presentare notevoli variazioni.

L'articolo 268 del D. Lgs 152/2006 definisce il concetto di inquinamento atmosferico come *"ogni modificazione dell'aria atmosferica, dovuta all'introduzione nella stessa di una o di più sostanze in quantità e con caratteristiche tali da ledere o da costituire un pericolo per la salute umana o per la qualità dell'ambiente oppure tali da ledere i beni materiali o compromettere gli usi legittimi dell'ambiente"*.

Monitorare la qualità dell'aria significa, quindi, misurare in modo continuo o discontinuo, a seconda degli scopi, le concentrazioni di alcune sostanze minori, dette inquinanti, nell'aria ambiente. A tale scopo, le normative europea (direttiva 50/2008/CE, direttiva 107/2004/CE) e nazionale (D. Lgs 155/10 che recepisce le citate direttive) dettano le regole secondo cui eseguire queste misure, in termini di:

- inquinanti da monitorare e relativi metodi di misura da utilizzare;
- ubicazione dei punti di misura, anche in relazione agli inquinanti monitorati;
- qualità dei dati rilevati;
- numero minimo di punti di misura, in relazione alla popolazione interessata ed al livello di inquinamento.

Sebbene i cantieri di lavoro impattino sull'ambiente per periodi di tempi limitati e ridotti, rispetto ad altre attività umane che invece sono considerate durature o permanenti, il legislatore ritiene comunque necessario valutare l'impatto esercitato sull'ambiente. Le emissioni in aria da cantieri possono essere stimate in sede di progettazione, in funzione delle modalità di lavoro e dei mezzi impiegati per le attività previste, tuttavia, in fase di realizzazione dell'opera, risulta necessario predisporre un adeguato piano di monitoraggio al fine di verificare che la qualità dell'aria, durante tutta l'attività di cantiere, rispetti i valori limite dettati dalla normativa vigente e dalle linee guida presenti in materia, con particolare attenzione alla presenza di possibili recettori ed intervenendo, laddove necessario, con opportune misure mitigative.

Gli inquinanti interessati dal monitoraggio saranno essenzialmente le polveri totali sospese, polveri fini e sedimentabili e, se ritenuti non trascurabili, i principali inquinanti da traffico veicolare.

6.2. Metodologie di monitoraggio

I parametri relativi alla componente aria sottoposti al piano di monitoraggio saranno:

- Il particolato "respirabile", ovvero con un diametro aerodinamico inferiore a 10 μm (PM_{10});
- Il particolato "sottile" con un diametro aerodinamico inferiore a 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$);
- Il monossido di carbonio (CO) proveniente da traffico veicolare;
- Gli ossidi di azoto (NO_x) provenienti anch'essi da traffico veicolare.

Si evidenzia che le misurazioni degli inquinanti vanno sempre correlate con i dati di velocità e direzione del vento, temperatura e umidità relativa dell'aria, pressione atmosferica, radiazione solare e precipitazioni che influiscono in maniera significativa sulla diffusione degli eventuali inquinanti rilevati.

Monitoraggio del PM_{10} e del $\text{PM}_{2.5}$

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM_{10} è descritto nella norma UNI EN 12341:2001 "Qualità dell'aria. Determinazione del particolato in sospensione PM_{10} . Metodo di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenza dei metodi di misurazione rispetto ai metodi di riferimento".

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del $\text{PM}_{2.5}$ è invece descritto nella norma UNI EN 14907:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato di misurazione gravimetrico per la determinazione della frazione massima $\text{PM}_{2.5}$ del particolato in sospensione".

Le tipologie di misura previste sono essenzialmente due:

- a) Analisi gravimetrica;
- b) Analisi in continuo.

a) L'analisi gravimetrica rappresenta il cosiddetto "metodo primario", esso si basa sulla raccolta del particolato su un filtro e sulla determinazione della sua massa per via gravimetrica. Tale metodo consente la misura della concentrazione media della massa della frazione PM_{10} e $\text{PM}_{2.5}$ in atmosfera su un periodo di campionamento di 24 ore.

Il sistema di campionamento è costituito essenzialmente da un aspiratore, con portata volumetrica costante in ingresso, dotato di un filtro che ferma qualsiasi tipologia di particella, ossia il filtro non è in grado di effettuare una classazione delle particelle in funzione del diametro, occorre pertanto utilizzare degli opportuni dispositivi di separazione granulometrica che vengono denominate "Teste di campionamento" che effettuano la separazione con una metodologia appunto gravimetrica mediante un "separatore ad impatto inerziale".

La testa di prelievo è progettata per permettere il campionamento nelle condizioni ambientali più generali e per proteggere il filtro dalla pioggia, da insetti e da altri corpi estranei che possono pregiudicare la rappresentatività della frazione accumulata sul filtro. Le specifiche normative prevedono che la linea di prelievo che porta il campione sul filtro deve essere tale che la temperatura dell'aria in prossimità del filtro non ecceda di oltre 5°C la temperatura dell'aria ambiente e che non ci siano

ostruzioni o impedimenti fluidodinamici tali da provocare perdite quantificabili sul campione di particolato.

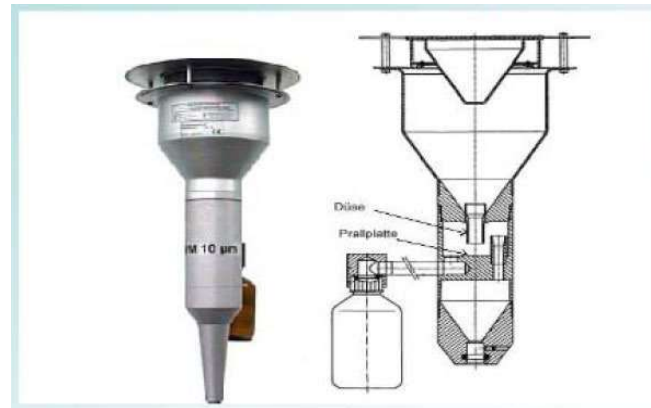


Fig. 6-1: Testa di campionamento per il prelievo del particolato

La scelta del mezzo filtrante deve essere un compromesso tra diverse esigenze quali l'efficienza di filtrazione richiesta, perdita di carico ridotta sul mezzo filtrante durante il campionamento, la minimizzazione degli artefatti nella fase di campionamento (cattura di gas da parte del mezzo filtrante, evaporazione di sostanze volatili).

I mezzi filtranti di riferimento sono:

- filtro in fibra di quarzo (diametro 47 mm);
- filtro in fibra di vetro (diametro 47 mm);
- membrana in politetrafluoroetilene (diametro 47 mm, porosità 2 µm).

L'efficacia di una Testa di Campionamento è fortemente influenzata dalla capacità di erogare un flusso di aspirazione costante; pertanto, è opportuno che il campionatore sia dotato di un sistema automatico per il controllo della portata volumetrica.

La portata deve essere misurata in continuo ed il suo valore non deve differire più del 5% dal valore nominale, il coefficiente di variazione CV (deviazione standard divisa per la media) della portata misurata sulle 24 ore non deve superare il 2%. Il campionatore deve essere dotato di sensori per la misura della caduta di pressione sul mezzo filtrante. Il campionatore deve essere in grado di registrare i valori della caduta di pressione all'inizio della fase di campionamento e immediatamente prima del termine della fase di campionamento (controllo di qualità sulla tenuta dinamica dei portafiltri e sull'integrità del mezzo filtrante durante la fase di campionamento). Il campionatore deve:

- essere in grado di interrompere il campionamento se il valore della portata devia dal valore nominale per più del 10% e per un tempo superiore ai 60 secondi.
- essere dotato di sensori per la misura della temperatura ambiente e della pressione atmosferica (sensore di temperatura: intervallo operativo $-30^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$, risoluzione 0.1°C , accuratezza $\pm 2^{\circ}\text{C}$; sensore di pressione: intervallo operativo $70 \div 110\text{KPa}$, risoluzione 0.5KPa , accuratezza $\pm 1\text{KPa}$).

- essere in grado di misurare la temperatura dell'aria campionata in prossimità del mezzo filtrante nell'intervallo $-30^{\circ}\text{C} \div +45^{\circ}\text{C}$, sia in fase di campionamento che di attesa. Questo dato deve essere disponibile all'operatore. Il campionatore deve essere in grado di attivare un allarme se la temperatura in prossimità del mezzo filtrante eccede la temperatura ambiente per più di 5°C per più di 30 minuti consecutivi.

I tempi di campionamento, la data e l'ora di inizio del campionamento devono poter essere programmabili dall'operatore.

Il campionatore deve essere in grado di ripartire automaticamente dopo ogni eventuale interruzione di corrente e di registrare la data e l'ora di ogni interruzione di corrente che abbia una durata superiore al minuto (numero minimo di registrazioni 10).

Di seguito si riportano le normative di riferimento per le teste di campionamento.

Tipo di testa	Norma	Flusso di aspirazione
PM10	EPA 40 CFR PART 50	1 m ³ /h
	UNI EN 12341:2001	2,3 m ³ /h
PM2.5	EPA 40 CFR PART 50	1 m ³ /h
	UNI EN 14907:2005	2,3 m ³ /h

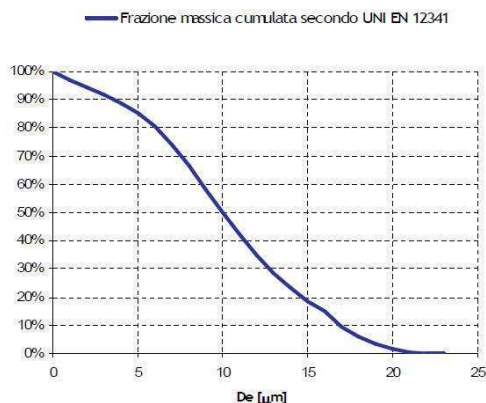


Fig. 6-2: Tipologia di Teste di campionamento - Normativa di riferimento

Successivamente al prelievo i filtri vengono avviati al laboratorio dove avverranno le procedure di condizionamento e di pesata; il locale di condizionamento e pesatura deve essere preferibilmente lo stesso; al più tali operazioni devono essere effettuate in locali aventi comunque identiche condizioni di temperatura e umidità relativa.

La procedura in estrema sintesi prevede:

- essiccazione in forno per almeno 1 ora a 60°C ;
- raffreddamento in ambiente termicamente controllato (Temperatura ed U.R.) per 12 ore in gel di silice;
- pesatura ed etichettatura.

I filtri devono essere pesati immediatamente dopo il periodo di condizionamento.

Le pesate pre- e post-campionamento devono essere eseguite con la stessa bilancia e, possibilmente, dallo stesso operatore, utilizzando una tecnica efficace a neutralizzare le cariche elettrostatiche sul filtro.

b) L'analisi in continuo è effettuata mediante dispositivi conta-particelle in tempo reale, portatili. Tali dispositivi, tuttavia, vanno sempre tarati con le misure effettuate con il metodo primario e pertanto il loro utilizzo è limitato a casi molto specifici.



Fig. 6-3: Strumentazione tipo per la misura del particolato in continuo

Monitoraggio degli inquinanti dovuti al traffico

Come indicato in precedenza, gli inquinanti provenienti da traffico veicolare monitorati, in quanto ritenuti più significativi, sono gli Ossidi di Azoto ed il Monossido di Carbonio.

Il metodo di riferimento per la misurazione del biossido di azoto e degli ossidi di azoto è descritto nella norma UNI EN 14211:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di diossido di azoto e monossido di azoto mediante chemiluminescenza".

Il metodo di riferimento per la misurazione del monossido di carbonio è invece descritto nella norma UNI EN 14626:2005 "Qualità dell'aria ambiente. Metodo normalizzato per la misurazione della concentrazione di monossido di carbonio mediante spettroscopia a raggi infrarossi non dispersiva".

Il monitoraggio degli inquinanti provenienti da traffico veicolare potrà avvenire con stazione di monitoraggio fissa, dotata di apposita strumentazione per il rilievo singolo o multiplo dei parametri monitorati, ubicata nelle aree maggiormente soggette a transito veicolare (in genere le aree di ingresso/uscita) o più spesso mediante stazioni mobili che, oltre a misurare gli inquinanti, misurano anche i parametri meteorologici di supporto.



Fig. 6-4: Stazione mobile per il monitoraggio degli inquinanti da traffico veicolare, polveri e meteoclima

6.3. Parametri microclimatici

Come indicato in precedenza, unitamente al monitoraggio degli inquinanti, risulta necessario misurare anche i parametri meteorologici dell'area, fondamentali per una valutazione della potenziale diffusione degli stessi inquinanti nell'intorno dell'area di cantiere. Andrà pertanto prevista l'installazione di una stazione meteorologica multiparametrica per la rilevazione dei seguenti parametri meteorologici: temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazioni e, opzionalmente, anche la radiazione solare di seguito brevemente descritti.

Temperatura dell'aria

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

Umidità

L'umidità è una misura della quantità di vapore acqueo presente nell'aria. La massima quantità di vapore d'acqua che una massa d'aria può contenere è tanto maggiore quanto più elevata è la sua temperatura, pertanto, le misurazioni non sono generalmente espresse in umidità assoluta, bensì in umidità relativa, che è il rapporto tra la quantità di vapore d'acqua effettivamente presente nella massa d'aria e la quantità massima che essa può contenere a quella temperatura; nel periodo estivo, valori pari al 100% di umidità relativa corrispondono a condensazione, ovvero ad eventi di pioggia. La componente umidità verrà misurata e monitorata tramite termo-igrometri specificatamente disegnati per applicazioni meteorologiche dove possono essere richieste misure in presenza di forti gradienti termici ed igrometrici.

Velocità e direzione del vento

In meteorologia il vento è il movimento di una massa d'aria atmosferica da un'area con alta pressione (anticiclonica) ad un'area con bassa pressione (ciclonica); in genere, con tale termine si fa riferimento alle correnti aeree di tipo orizzontale, mentre per quelle verticali si usa generalmente il termine correnti convettive, le quali si originano invece per instabilità atmosferica verticale. Le misurazioni saranno effettuate tramite sensori combinati di velocità e direzione del vento, con anemometri a coppe e banderuola e ultrasonici.

Pressione atmosferica

La pressione atmosferica normale o standard è quella misurata alla latitudine di 45°, al livello del mare e ad una temperatura di 25 °C su una superficie unitaria di 1 cm², che equivale alla pressione di una colonna di mercurio di 760 mm e che corrisponde a 1013,25 hPa (ettopascal) o mbar (millibar). La pressione atmosferica è influenzata dalla temperatura dell'aria e dall'umidità che, al loro aumentare, generano una diminuzione di pressione. Gli spostamenti di masse d'aria fredda e calda generano

importanti variazioni di pressione; infatti, non è tanto importante il valore assoluto di pressione quanto la sua variazione nel tempo.

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

Precipitazioni

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

Le precipitazioni vengono in genere misurate utilizzando due possibili tipologie di strumenti, il *Pluviometro* ed il *Pluviografo*. Il primo strumento consiste in un piccolo recipiente, in genere di forma cilindrica e dalle dimensioni standardizzate, che ha il compito di raccogliere e conservare la pioggia che si è verificata in un certo intervallo di tempo, generalmente un giorno, sul territorio dove è installato. In questo modo è possibile ottenere una misura giornaliera delle precipitazioni in una data località. Diversamente, il pluviografo è uno strumento che ha il compito di registrare la pioggia verificatasi a una scala temporale inferiore al giorno; attualmente sono disponibili pluviografi digitali con risoluzione temporale dell'ordine di qualche minuto. Convenzionalmente in Italia la pioggia viene misurata in millimetri (misura indipendente dalla superficie).

6.4. Identificazione dei punti di monitoraggio

Nella scelta dei punti di monitoraggio viene generalmente riferimento ai potenziali e vari livelli di criticità dei singoli parametri, con riferimento a:

- tipologia dei recettori;
- localizzazione dei recettori;
- morfologia del territorio interessato.

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

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

- operazioni di scotico e livellamento delle aree di cantiere;
- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico dei materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento alle attività dei mezzi nelle aree di stoccaggio;
- dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;
- sollevamento di polveri localizzate nelle aree di deposito degli inerti;
- risollevarimento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle stesse ad opera dei mezzi;
- risollevarimento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento;
- emissione di gas di scarico nell'aria.

I punti di monitoraggio vengono generalmente individuati seguendo i criteri sottoelencati:

- presenza di recettori nelle immediate vicinanze dell'area di cantiere;
- distribuzione omogenea dei punti per garantire la rappresentatività di tutto l'areale;
- valutazioni morfologiche e logistiche generali.

Nella fase di progettazione definitiva, qui trattata, la redazione del PMA risulta generalmente priva di quel grado di dettaglio necessario per il puntuale posizionamento dei punti di monitoraggio e della tipologia e frequenze delle misurazioni richieste. Il PMA in questa fase deve essere realizzato in maniera flessibile in funzione delle future definizioni; frequenza e localizzazione dei campionamenti potranno essere stabiliti, in maniera puntuale, solo sulla base dell'effettiva evoluzione delle attività di cantiere e del cronoprogramma dell'opera.

6.5. Piano di monitoraggio

Il piano di monitoraggio previsto per la componente atmosfera è sinteticamente illustrato nella seguente tabella:

	Monitoraggio Qualità dell'aria	Monitoraggio Microclima
<i>Ante Operam</i>	Non previsto	Non previsto
<i>Corso d'Opera</i>	Diurno con durata di almeno 8 ore, nelle ore lavorative e periodicità almeno trimestrale	Come da monitoraggio della qualità dell'aria
<i>Post Operam (fase di esercizio)</i>	Non previsto	Vita utile dell'impianto

7. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO

Le componenti ambientali suolo e sottosuolo sono state considerate come un'unica matrice ambientale identificando come:

- suolo: la porzione più superficiale del terreno significativamente interessata dai processi biologici legati allo sviluppo delle specie vegetali;
- sottosuolo: il complesso degli strati del terreno che si trovano sotto la superficie del suolo e in cui non arrivano le radici delle piante.

Nell'insieme si tratta di una componente ambientale fragile ed estremamente preziosa in quanto non rinnovabile nel breve periodo. Il monitoraggio di questa componente ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza ed entità di fattori, legati alle opere in progetto (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimescolamento degli strati, inquinanti, ecc.), con particolare riferimento alle attività di cantiere che possono incidere sulla qualità del suolo.

Il concetto di "qualità", nello specifico, è da riferirsi alla fertilità dello stesso ovvero principalmente alla capacità agro-produttiva, ma anche ad altre funzioni tra cui, per esempio, la protezione da fenomeni di inquinamento.

Con riferimento alle attività previste, le caratteristiche del suolo che devono essere monitorate sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione, che maggiormente minacciano i suoli delle nostre regioni (cfr. Thematic Strategy for Soil Protection, COM (2006) 231), fra i quali la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità, oltre alla presenza di metalli pesanti che, teoricamente, potrebbero essere stati rilasciati dai manufatti in progetto.

Le alterazioni della qualità dei suoli possono essere schematicamente riassunte in tre generiche tipologie:

- alterazioni fisiche;
- alterazione chimiche;
- alterazione biotiche.

Vanno inoltre monitorati i principali processi di degradazione del suolo in atto, quali erosione da parte dell'acqua, competizione tra uso agricolo e non agricolo del suolo, fenomeni di salinizzazione, movimenti di masse, impaludamenti frequenti, eccessiva essiccazione, ecc.

7.1. Aspetti metodologici generali

Per la redazione del piano di monitoraggio della componente suolo è stato fatto riferimento alle seguenti fonti:

- *Metodi di analisi chimica del suolo approvati dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (D.M.13.09.99 "Metodi Ufficiali di analisi chimica del suolo") e dal DM 471/99;*
- *"Linee guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale" della Regione Sicilia;*

- "D.M.13.09.99" della Regione Sicilia.
- "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad Impianti fotovoltaici a terra" della Regione Piemonte
- IRSA-CNR Quaderno 64 Parte IIIa (relativo al campionamento dei metalli pesanti).
- MIPAF Osservatorio Nazionale Pedologico "Analisi Microbiologica del Suolo" Ed. 2002.

Con particolare riferimento alle "Linee Guida Per Il Monitoraggio del Suolo su superfici agricole destinate ad Impianti Fotovoltaici a Terra" della Regione Piemonte, il protocollo di monitoraggio si svolgerà in due fasi:

1. La prima fase del monitoraggio precede la realizzazione dell'impianto fotovoltaico e consiste nella caratterizzazione del suolo ante-operam.
2. La seconda fase prevede la valutazione delle stesse caratteristiche nel post operam (fase di esercizio) ad intervalli temporali prestabiliti; la frequenza di campionamento e/o prove potrà essere aumentata all'emergere di valori critici dei parametri monitorati.

Al fine di rendere rappresentative le analisi, il numero di campioni da prelevare sarà determinato in funzione della superficie occupata dai pannelli fotovoltaici e dalle caratteristiche dell'area in termini di omogeneità ed eterogeneità.

I punti di campionamento all'interno dell'area di impianto, in ogni caso, non potranno essere inferiori a 2, uno in posizione ombreggiata al di sotto dei pannelli fotovoltaici e l'altro nelle aree di controllo non interessate dalla presenza dei pannelli.

Tutti i punti di prelievo dovranno essere georeferenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio.

I campioni dovranno essere prelevati in conformità a quanto previsto nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale 13/09/1999, pubblicato in Gazzetta Ufficiale Suppl. Ordin. n° 248 del 21/10/1999. Le attività di monitoraggio in situ ed il prelievo dei campioni per le analisi di laboratorio devono tenere in debito conto della forte influenza sulla componente suolo della stagionalità (periodo caldo-asciutto, periodo piovoso).

7.1.1. Definizioni

Di seguito vengono richiamate alcune definizioni inserite nel decreto D.M. 471/99 "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo" e qui utilizzate.

- *Analisi di caratterizzazione*: insieme di determinazioni che contribuiscono a definire le proprietà fisiche e/o chimiche di un campione di suolo;
- *Zona di campionamento*: area di terreno omogenea sottoposta a campionamento e suddivisa in più unità di campionamento;
- *Unità di campionamento*: estensione definita di suolo, dotata di limiti fisici o ipotetici;
- *Campione elementare (o sub-campione)*: quantità di suolo prelevata in una sola volta in una unità di campionamento;

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

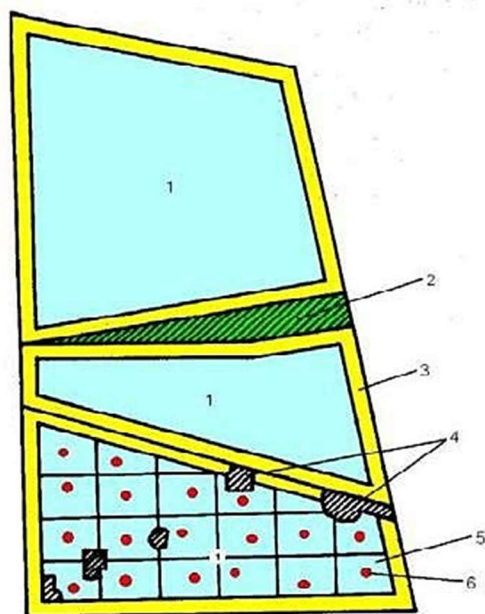


Figura 1

1. Zona di campionamento
2. Area da non campionare (troppo ridotta)
3. Bordi, da non campionare
4. Aree anomale non omogenee (bassure, ristagni, affioramenti di rocce, etc.), da non campionare
5. Unità di campionamento
6. Campione elementare o subcampione

Fig. 7-1: Schema tipo per la definizione delle zone di campionamento. Fonte "Linee guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale" Regione Sicilia

7.2. Prelievo di campioni per analisi di laboratorio

Per la definizione dei punti di campionamento e delle metodologie di campionamento è stato fatto riferimento alle seguenti fonti:

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

Secondo le normative richiamate, i punti di campionamento possono essere definiti utilizzando le seguenti metodiche:

a) Ubicazione ragionata; se sono disponibili informazioni approfondite sul sito che consentano di prevedere la localizzazione delle aree più vulnerabili e delle più probabili fonti di contaminazione. In genere tale metodica è relegata ad operazioni di bonifica di siti contaminati.

B) *Ubicazione sistematica*; a griglia, casuale, statistico. Tale metodica appare più adatta ad un piano di monitoraggio e controllo e pertanto è stata qui utilizzata.

La distribuzione a griglia-sistematica prevede, unicamente nell'ambito dell'area di Impianto, l'individuazione di eventuali porzioni areali omogenee; la discretizzazione dell'areale di impianto in porzioni areali omogenee rappresenta un passaggio cruciale per la scelta dei punti e del numero di campioni, poiché da ciò dipende la rappresentatività del campionamento e, di conseguenza, la concreta applicabilità delle informazioni desunte dalle analisi.

Al fine di valutare l'esistenza di eventuali eterogeneità significative all'interno del sito di progetto, la modalità ritenuta più corretta consiste nel:

- Identificare le tipologie di uso del suolo ante-operam mediante le varie Carte di Uso del Suolo regionali (Corine Land Cover);
- Identificare la natura litologica del sottosuolo (carte Geo-litologiche);
- Valutare le caratteristiche morfologiche (pendenze e dislivelli), ottenibili dai modelli digitali del terreno (DEM-Digital Elevation Model);
- Eventuale esecuzione di uno o più sopralluoghi per una verifica in situ dei dati raccolti ai punti precedenti.

La verifica propedeutica di omogeneità morfologica è stata effettuata in ambiente GIS mediante elaborazioni dei DEM dell'area di impianto; nelle tavole seguenti si evidenziano le condizioni di copertura suolo attuale, litologia, morfologia, altitudine, pendenza.

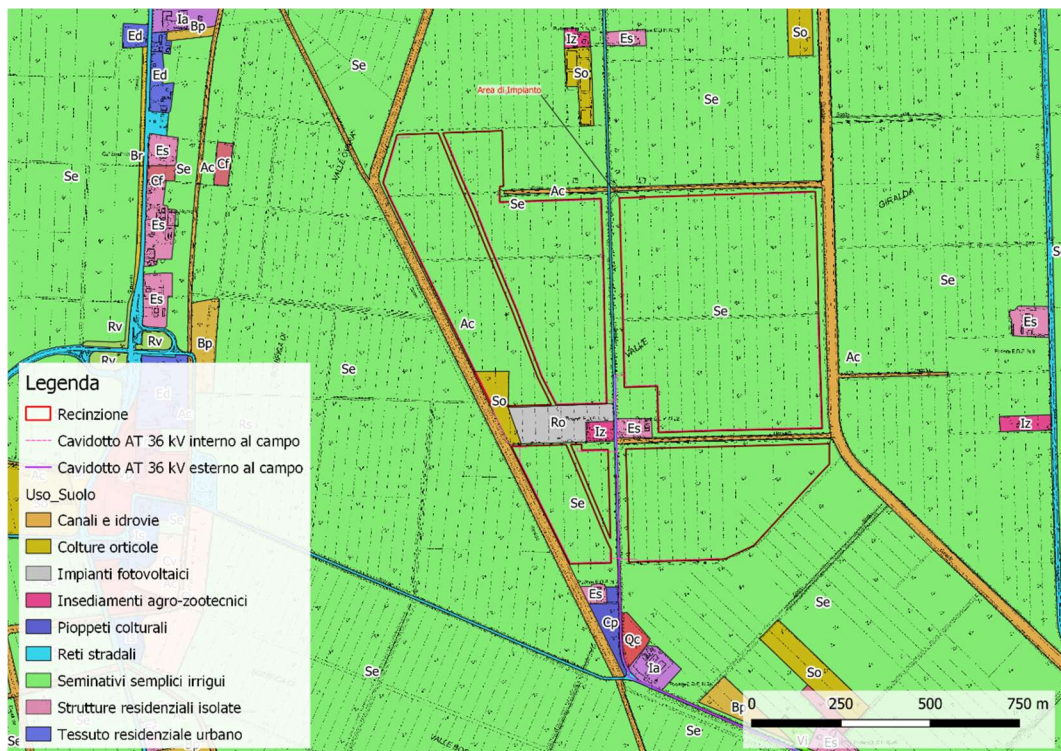


Fig. 7-2: *Uso del Suolo – Area di impianto*

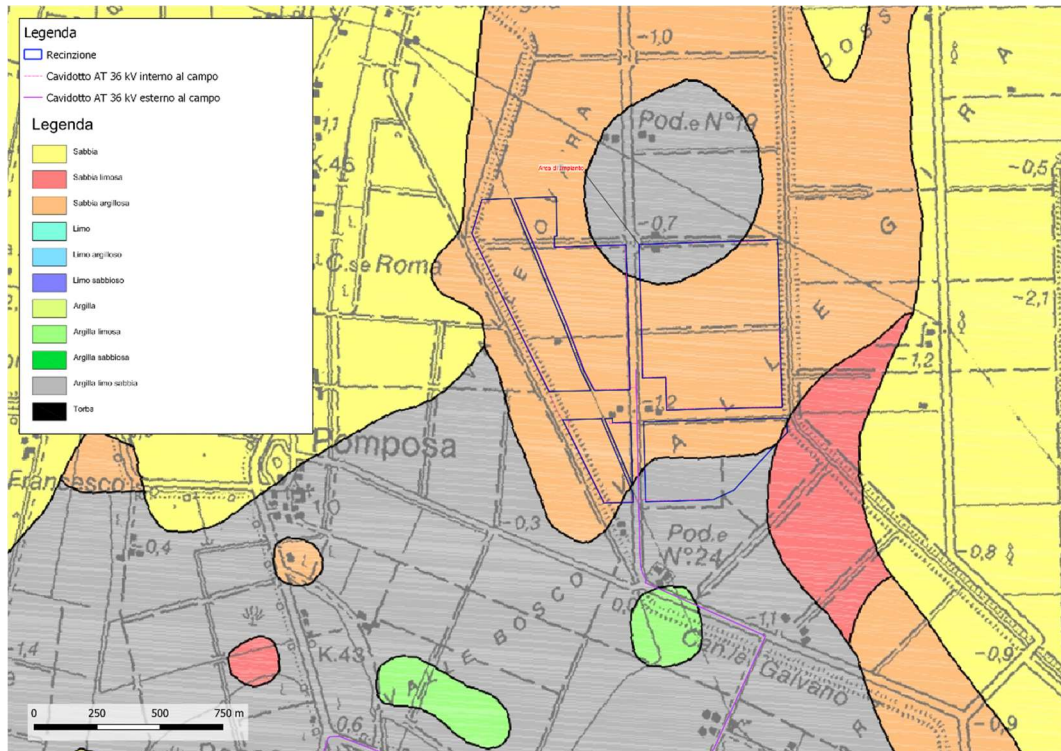


Fig. 7-3: Carta Geolitologica – Area di impianto

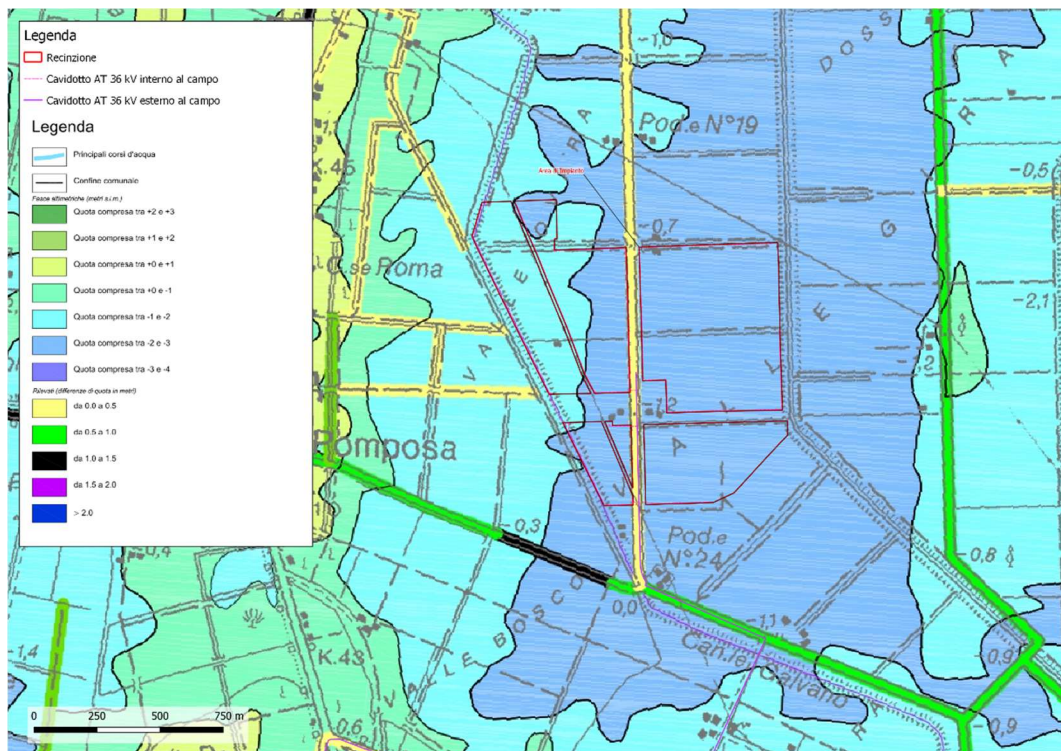


Fig. 7-4: Estratto da Carta Altimetrica – Area di impianto

L'analisi dei parametri sopra richiamati, relativamente alle aree di impianto, evidenzia una elevata uniformità di tutti i parametri considerati, ovvero una copertura costituita da terreni ad uso agricolo,

adibiti a seminativi semplici irrigui, con un substrato litologico uniforme costituito prevalentemente da sabbie-argillose e/o argille limo-sabbiose, riconducibili a sedimenti di stagno salmastro e di laguna depositatisi negli ultimi 1500 anni.

Dal punto di vista morfologico, l'impianto si inquadra altimetricamente in un contesto di bassa pianura, perfettamente pianeggiante a quote leggermente inferiori al livello del mare e per l'area di impianto comprese tra i -1 ed i -3 metri s.l.m.

In funzione di quanto evidenziato, l'intera area di impianto risulta assimilabile ad un'unica area omogenea. Si è proceduto, dunque, col definire il numero dei campioni e la loro ubicazione. In tal senso, sono state impiegate le seguenti regole e metodologie:

I. la distribuzione dei punti di campionamento deve essere tale da evitare zone scoperte o eccessivamente campionate; qualora si riscontrino piccole aree visibilmente differenti per una qualche caratteristica (ad esempio natura litologica, tessitura, drenaggio, pendenza, esposizione), queste vanno eliminate dal campionamento ed eventualmente campionate a parte; analogamente sono da escludere dal campionamento le aree ai bordi di fossi, cumuli di deiezioni o altri prodotti, zone rimaneggiate, ecc., per una fascia di almeno 5 metri;

II. il numero dei punti di campionamento deve essere statisticamente significativo, tale da tenere conto della variabilità intrinseca del terreno relativamente a certe proprietà;

III. i punti di campionamento dovranno essere eseguiti, per ogni zona omogenea individuata, su almeno due postazioni:

- a. in posizione ombreggiata al di sotto dei moduli fotovoltaici;
- b. nelle aree non direttamente interessate dalla presenza dei moduli fotovoltaici;

IV. i campioni di suolo prelevati dovranno essere distanti almeno 200 metri l'uno dall'altro;

V. tutti i punti di prelievo dovranno essere geo-referenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio.

7.2.1. Punti di campionamento

Il D.Lgs 152/2006, diversamente dal DM 471/99, non riporta indicazioni circa il numero di campionamenti da effettuare, anzi definisce sostanzialmente impossibile indicare un valore predefinito del rapporto fra numero di campioni e superficie di prelievo poiché questo dipende, appunto, dal grado di uniformità ed omogeneità della zona di campionamento, dalle finalità del campionamento e delle relative analisi.

Alcune regioni, tra cui la Sicilia, nelle "Linee Guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale" adotta un campione ogni 3-5 ettari, mentre in presenza di condizioni di forte omogeneità pedologica e colturale, nell'ottica di un contenimento dei costi, un campione può essere ritenuto rappresentativo per circa 10 ettari. Anche la Regione Puglia, nel suo Disciplinare di Produzione Integrata – anno 2017 BURP n. 42 (paragrafo 11.3) utilizza un criterio simile:

- 2.000 m² per le colture orticole;

- 5.000 m² per le colture arboree;
- 10.000 m² per le colture erbacee.

Pertanto, alla luce di quanto sopra esposto e, vista l'elevata omogeneità dell'area oggetto dell'intervento, si dovrebbe utilizzare come condizione di campionamento il valore di almeno n°1 campione ogni circa 10 ettari di terreno utilizzato.

Il piano prevedrà complessivamente n. 9 punti di campionamento, di cui n. 5 sotto i pannelli fotovoltaici e n. 4 su area libera.

Per l'ubicazione dei punti, in funzione delle "linee guida" sopra riportate, è stata eseguita la seguente procedura in ambiente GIS:

- 1) È stata creata una griglia a maglia quadrata di 25 m per lato, dell'areale di campionamento.
- 2) Sono stati generati, mediante la funzione GIS "Creazione punti random" all'interno di ogni poligono, dei punti ottenendo così una moltitudine di potenziali punti di campionamento.
- 3) Infine, eliminando le aree perimetrali, a partire da una fascia di 25 m dal confine dell'area di progetto, sono stati scelti casualmente i punti di campionamento con la relativa geolocalizzazione definitiva.



Fig. 7-5: Area impianto con maglie quadrate da 25x25 m

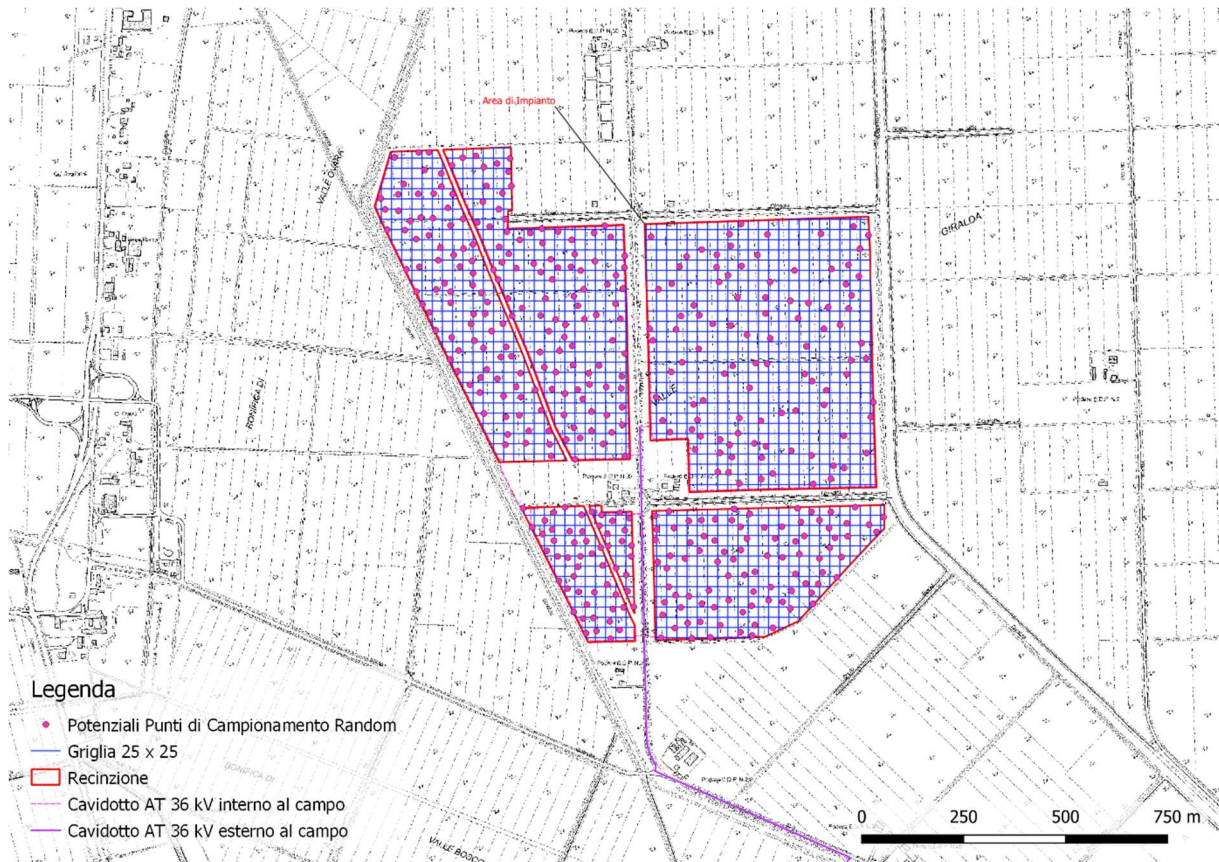


Fig. 7-6: Area impianto con indicazione dei potenziali punti di campionamento (random)



Fig. 7-7: Area impianto con localizzazione dei punti di campionamento finali

Di seguito si riportano i punti di controllo suolo scelti e le relative coordinate.

PUNTI DI CONTROLLO SUOLO	POSIZIONE	LONG E	LAT N
P1-S	Sotto Struttura FV	12.18590	44.84117
P2-F	Fuori Struttura FV	12.18621	44.84133
P3-S	Sotto Struttura FV	12.19104	44.83907
P4-F	Fuori Struttura FV	12.19057	44.83898
P5-S	Sotto Struttura FV	12.19810	44.83766
P6-F	Fuori Struttura FV	12.19770	44.83784
P7-S	Sotto Struttura FV	12.19613	44.83311
P8-F	Fuori Struttura FV	12.19579	44.83353
P9-S	Sotto Struttura FV	12.19037	44.83364

Tab. 7-1: Coordinate punti di controllo suolo

7.2.2. Metodologie di campionamento

Ripartizione dei campioni elementari

Il campione rappresentativo di terreno da sottoporre ad analisi (campione globale) viene costituito mediante mescolamento di più campioni elementari o sub-campioni, prelevati alla stessa profondità e di volume simile. Per essere rappresentativo, il numero dei sub-campioni non deve essere inferiore a 5. I diversi sub-campioni prelevati, saranno amalgamati in modo da avere un unico campione globale rappresentativo.

Profondità di prelevamento componente suolo

Solitamente il prelievo di suolo destinato ad analisi microbiologiche e biochimiche si esegue alla profondità di 0-30 cm poiché, di norma, è questo lo strato di suolo maggiormente colonizzato dai microrganismi.

Questo approccio non sempre risulta valido dal momento che la distribuzione della biomassa microbica lungo il profilo di un suolo è regolata da molteplici fattori e differisce anche in base al tipo di gestione da parte dell'uomo. A parità di tipo di suolo, infatti, un prato naturale polifita e un campo arato devono essere campionati in modo differente; nel primo si avrà in linea di massima una biomassa localizzata nei primi 5 cm di profondità, nel secondo sarà necessario campionare anche gli strati più profondi.

Gli indirizzi generali sono i seguenti:

a) nei suoli arativi soggetti a rovesciamento o rimescolamento, occorre prelevare il campione alla massima profondità di lavorazione del suolo ed eventualmente distinguendo i due campioni, anche nello strato immediatamente sottostante al limite di lavorazione;

b) nei suoli a prato naturale e a pascolo è necessario prima eliminare attentamente la cotica erbosa e, successivamente, campionare lo strato interessato dagli apparati radicali delle specie erbacee. In generale, per le analisi biochimiche è comunque sufficiente campionare a profondità comprese tra 0 - 30 cm.

- Per l'area in oggetto, le analisi saranno eseguite nei primi 30 cm di profondità;

- Per ogni campione, saranno prelevati cinque sub-campioni, per un totale di 45 sub-campioni.

In sede di monitoraggio bisognerà porre particolare attenzione al controllo del suolo nelle aree di cantiere adibite, seppur temporaneamente, ad aree di stoccaggio e deposito inerti. Tali aree risultano particolarmente soggette a fenomeni di inquinamento generalmente a seguito di sversamenti accidentali di materiali, nelle operazioni di scarico-carico e movimentazione generale. Normalmente tali sversamenti accidentali risultano vistosamente evidenti e pertanto si può intervenire rapidamente garantendo un elevato margine di sicurezza. In ogni caso, al verificarsi di contaminazioni accidentali, di entità significativa, sono previste indagini extra e specifiche, in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, eventualmente anche sulle acque superficiali e su quelle sotterranee (se significative). Si precisa che tali circostanze appaiono comunque estremamente remote nel caso di cantieri relativi alla realizzazione di impianti fotovoltaici.

Profondità di prelevamento componente sottosuolo

Idealmente il sottosuolo viene suddiviso in 3 zone sovrapposte denominate, a partire dalla superficie (escludendo i primi 30 centimetri di suolo) in zona insatura, frangia capillare, zona satura. In funzione della natura e dello scopo del monitoraggio, appare sufficiente monitorare unicamente la componente più esposta del sottosuolo ovvero la zona insatura, per uno spessore fino a 1,0 metri (suolo escluso). Si evidenzia che in caso di presenza di acque di falda a profondità significative la zona di eventuale saturazione sarà monitorata direttamente mediante prelievo di acque del sottosuolo (vedi monitoraggio componente acqua).

Metodologia di campionamento

Il campionamento avverrà secondo le procedure di legge tipiche per caratterizzazione ambientale dei terreni nell'ambito delle procedure "Terre e Rocce da scavo". Viste le modeste profondità di campionamento previste, nonché il ristretto numero di campioni da prelevare, possono essere considerati sia metodi di scavo manuali che meccanizzati ritenuti più idonei (scavo per mezzo di utensili manuali, scavo per mezzo di trivella o carotatore manuale, scavo per mezzo di pala meccanica, sistemi di perforazione a rotazione con elica continua o con carotiere, ecc.).

Periodo di campionamento annuale

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

Per le analisi sulla microflora si dovrà far riferimento alle oscillazioni quali-quantitative ambientali, temperature, precipitazioni, umidità, ecc.

Per quanto riguarda le analisi chimiche e biochimiche, è anche possibile lavorare su suolo essiccato all'aria e successivamente condizionato in laboratorio. Pertanto, è sufficiente evitare i periodi in cui i suoli da campionare sono intrisi di acqua o quando sono troppo asciutti.

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

Verbale di campionamento

Il tecnico che provvederà al prelevamento dei campioni di terreno dovrà stilare il "Verbale di campionamento del suolo". Poiché nel corso degli anni i soggetti che eseguiranno i campionamenti potrebbero cambiare, è buona norma predisporre un *fascicolo* del PMA (da aggiornare e conservare possibilmente all'interno dell'impianto) con le *schede di campagna* descrittive del prelievo.

In occasione di ogni campionamento andrà pertanto compilata in duplice copia una scheda delle operazioni di prelievo, la quale riassume, in maniera sintetica, le osservazioni di campo ed i dati essenziali relativi ad ogni punto di campionamento. Una delle due copie andrà trasmessa al laboratorio

di analisi unitamente ai campioni prelevati mentre l'altra va conservata all'interno dell'impianto o, comunque, negli archivi del soggetto responsabile individuato.

Secondo le normative esposte in precedenza, tale scheda dovrà riportare almeno le seguenti informazioni:

- Data e località
- Identificativo univoco del campione (da non ripetersi)
- Geolocalizzazione dell'area di prelievo
- Profondità di prelievo
- Metodologia di campionamento

7.2.3. Analisi di laboratorio per la componente suolo

Con riferimento all'insieme delle tre fasi del PMA (ante-operam, in corso d'opera e post-operam), saranno previste le seguenti tipologie di analisi:

1. Analisi fisico-chimiche
2. Analisi microbiologiche
3. Analisi sui metalli pesanti

1) Analisi fisico-chimiche

Le analisi fisico-chimiche rappresentano uno strumento indispensabile per la caratterizzazione del suolo, consentendo la definizione di un eventuale corretto piano di concimazione che permetta di ridurre i costi ottimizzando la produzione. Grazie a questa tipologia di analisi è, infatti, possibile pianificare in maniera efficace le pratiche di gestione agronomica e/o l'eventuale apporto irriguo artificiale. Le indagini fisico-chimiche del terreno consentiranno di valutare nel tempo non solo il contenuto di sostanza organica nel suolo (e quindi contestualmente anche il grado di umificazione della componente "viva"), ma anche il riscontro di possibili squilibri nutritivi sia a livello di macro che di microporosità. Tale aspetto, da non sottovalutare, consentirà di determinare l'efficienza o meno del sistema suolo-microrganismi.

Nella seguente Tabella vengono riportati i parametri del terreno agrario ritenuti significativi ai fini di una valutazione sull'evoluzione delle caratteristiche qualitative della componente suolo. In ambiente agricolo o naturale tali parametri, tendenzialmente, tendono a mantenersi stabili nel tempo.

ANALISI FISICO-CHIMICHE DEL SUOLO		
Parametro	Unità di misura	Metodo
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	g/kg _{tot}	DM 13/09/99 met. II.1
- Scheletro > 2mm	%	
- Sabbia grossa 2.0 – 0.25 mm	%	
- Sabbia media 0.25 – 0.10 mm	%	DM 11/05/92 met. 6
- Sabbia fine 0.10 – 0.05 mm	%	
- Limo 0.05 – 0.002 mm	%	
- Argilla < 0.002 mm	%	
(*) pH H ₂ O	---	DM 13/09/99 met. III.1
(*) Calcare totale (CaCO ₃)	g/kg	DM 13/09/99 met. V.1
(*) Calcare attivo	g/kg	DM 13/09/99 met. V.1
(*) Sostanza organica	g/kg	DM 13/09/99 met. VII.1
(*) Carbonio organico	g/kg	DM 13/09/99 met. VII.1
(*) Azoto totale	g/kg	DM 13/09/99 met. VII.1
(*) CSC	M _{ec} /100g	DM 11/05/92 met. 27
(*) Calcio scambiabile	M _{ec} /100g	DM 13/09/99 met. XIII.5
(*) Magnesio scambiabile	M _{ec} /100g	DM 13/09/99 met. XIII.5
(*) Potassio scambiabile	M _{ec} /100g	DM 13/09/99 met. XIII.5
(*) Fosforo assimilabile (Olsen) P ₂ O ₅	mg/kg	DM 13/09/99 met. XV.3
(*) Conduttività elettrica 1:5	mS/cm	DM 13/09/99 met. IV.1
Salinità E _{Ce}	mS/cm	---
Rapporto C/N	---	---
Saturazione Basica	% CSC	---
Rapporto Ca/Mg	---	---
Rapporto Mg/K	---	---

Tab. 7-2: Parametri fisico-chimici per la caratterizzazione del suolo

2) Analisi microbiologiche

Questa tipologia di analisi permette di investigare sulla componente biotica del suolo, responsabile della formazione e dello svolgimento dei principali processi che permettono al suolo stesso di esistere e mantenersi; la componente biotica è considerata la più vulnerabile del suolo e risulta direttamente correlata alla fertilità del suolo tramite l'*Indice sintetico di Fertilità Biologica* (IBF) definito come, appunto, sintesi di sei parametri differenti (Tabella sottostante):

Calcolo dell'IBF

Parametri utilizzati	Punteggio				
	1	2	3	4	5
Sostanza organica	<1	1 – 1,5	1,5 – 2	2 – 3	>3
Respirazione basale	<5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	>20
Respirazione cumulativa	<100	100 – 250	250 – 400	400 – 600	>600
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
Punteggio	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30

Tab. 7-3: Tabella calcolo IBF; Fonte ISPRA "Indicatori Biodiversità per la sostenibilità in agricoltura"

Per la determinazione dell'IBF risulta indispensabile determinare:

- La biomassa microbica
- La respirazione microbica (Basale e cumulativa)

Per **biomassa microbica** (C_{mic}) si intende la "Componente vivente della sostanza organica ad esclusione della macrofauna e delle radici (dim.< 5000 μm^3), esprime la quantità di carbonio microbico presente nel suolo in riferimento al C organico Totale; tra i vari metodi esistenti in letteratura (Tab. 7-4), viene suggerito il *Metodo FE* (Vance et al., 1987) ovvero il metodo della *fumigazione-estrazione con cloroformio* effettuato su campioni di suolo secco ricondizionati per 10 giorni alla capacità di campo e incubati al buio a 30°C.

Il metodo prevede la fumigazione dei campioni dal quale si estrae il materiale cellulare con una soluzione di K₂SO₄. Sugli estratti così ottenuti si procede alla determinazione del carbonio organico totale della biomassa mediante ossidazione con bicromato di potassio in ambiente acido. La biomassa microbica è data dalla differenza tra la quantità di C nei campioni fumigati e non fumigati.

METODI PER LA DETERMINAZIONE DELLA BIOMASSA MICROBICA

Metodi	Informazioni	Bibliografia
FE	Dimensioni della biomassa microbica e rapporto degli elementi (C/N, C/P, C/S).	<i>Vance et al., 1987</i>
SIR	Contenuto di biomassa microbica attiva (misura indiretta).	<i>Anderson and Domsch, 1978</i>
FI	Contenuto di C-biomassa microbica	<i>Jenkinson and Powlson, 1976</i>
ATP	Stima della biomassa microbica attiva	<i>Jenkinson and Oades, 1979</i>
PLFA	Biomassa totale e composizione della comunità microbica	<i>Hill et al., 1993, Zelles and Alef, 1995</i>
Ergosterolo	Contenuto della biomassa funginea	<i>West et al., 1987</i>
Tecniche molecolari	Dimensioni della biomassa diversità microbica mediante l'estrazione dal suolo di DNA e RNA.	<i>Reviewed by Nannipieri et al. 2003</i>
Piastre e conte dirette	Diversità microbica della cellule coltivabili.	<i>Macura, 1974, Bakken, 1997</i>

Tab. 7-4: Metodi determinazione della Biomassa Microbica; Fonte ISPRA "Indicatori Biodiversità per la sostenibilità in agricoltura"

La respirazione microbica è il processo più strettamente associato alla "vita"; la respirazione microbica, sia aerobica che anaerobica, produce infatti energia a partire da composti organici ed inorganici ridotti. Si definisce "respirazione basale" la respirazione determinata in assenza di un substrato organico aggiunto e riflette sia la quantità che la qualità delle fonti di carbonio disponibili; in sostanza è un indice del potenziale dei microrganismi del suolo di degradare la sostanza organica nelle condizioni ambientali stabilite.

Dal punto di vista pratico si distingue la **respirazione basale (C_{bas})** e la **respirazione cumulativa (C_{cum})** che rappresentano rispettivamente l'emissione oraria di CO₂ in assenza di substrato organico all'ultimo giorno di incubazione e quella totale emessa durante tutto l'arco di incubazione (Isermayer, 1952).

Per la determinazione i campioni di suolo secco sono riportati alla capacità di campo e incubati al buio a 30 °C in contenitori di vetro a chiusura ermetica, insieme a un becher contenente una soluzione di idrossido di sodio. Durante l'incubazione si determina la CO₂ emessa mediante titolazione con acido cloridrico dopo l'aggiunta di cloruro di bario e di un indicatore per titolazione acido-base (fenolftaleina) ad intervalli di tempo prefissati (1, 2, 4, 7, 10, 14, 17, 21 e 28 giorni), da cui si ricava la curva di respirazione potenziale mediante la formula $C_m = C_0 * (1 - e^{-kt})$ (Riffaldi et al., 1996), dove:

t è il tempo di incubazione;

C_m = C mineralizzato (in 28 giorni)

C₀ = carbonio potenzialmente mineralizzabile

k = tasso di crescita (ovvero costante cinetica della respirazione)

A partire dai valori di C_{cum} , C_{bas} e C_{mic} è possibile determinare i restanti valori dei Quozienti Microbici necessari per il calcolo dell'IBF (Tab. 7-8).

Quozienti microbici

- Quoziente metabolico (qCO_2)

$$qCO_2 = \frac{C_{bas} / C_{mic}}{24} \times 100$$

$$0,2 < qCO_2 < 0,3$$

- Quoziente di mineralizzazione (qM)

$$qM = \frac{C_{cum}}{TOC \times 100}$$

$$2 < qM < 3$$

Fig. 7-8: Definizione dei "Quozienti microbici" - Fonte ISPRA "Indicatori Biodiversità per la sostenibilità in agricoltura"

3) Analisi sui metalli pesanti

La presenza eccessiva di metalli pesanti al di sopra di determinate soglie, oltre ad essere tossica per animali e uomo, è in grado di influire negativamente sulle attività microbiologiche, sulla qualità delle acque di percolazione, sulla composizione delle soluzioni circostanti e quindi, in definitiva, di alterare lo stato nutritivo delle piante, modificandolo sino ad impedire la crescita ed influire sugli utilizzatori primari e secondari.

Nella tabella a seguire vengono riportati i metalli che generalmente sono considerati più pericolosi per la fertilità del suolo ed i rispettivi valori limite; nei suoli esistono infatti dei valori di fondo, cioè concentrazioni naturali di metalli pesanti, che possono presentare anche una notevole variabilità in funzione della tipologia di suolo naturale o del clima locale, talvolta con concentrazioni superiori a quelle fissate dalla legge. Nella tabella vengono riportati i valori di concentrazione limite sia in suoli coltivati e naturali sia per siti a destinazione "commerciale-industriale" (Decreto Ministeriale del 13/09/1999 - "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo" e il Testo Unico sull'Ambiente 152/2006). Per la determinazione si farà riferimento ai metodi IRSA.

ANALISI CHIMICO-FISICHE DEL SUOLO			
Analita	Unità di misura	Valori limite (*)	Valori limite (**)
Cadmio	mg/kg ⁻¹	0,1- 5	15
Cobalto	mg/kg ⁻¹	1-20	800
Cromo	mg/kg ⁻¹	10-150	500
Manganese	mg/kg ⁻¹	750-1000	1000
Nichel	mg/kg ⁻¹	5-120	600
Piombo (I)	mg/kg ⁻¹	5-120	350
Rame (II)	mg/kg ⁻¹	10-120	1500
Zinco (II)	mg/kg ⁻¹	10-150	15

(*) in suoli coltivati e naturali; (**) in siti commerciali e industriali;
 (I) Elevati livelli di fondo di Piombo (non naturali) possono essere riscontrati in suoli ubicati nelle vicinanze di vie di comunicazione ed in suoli in cui le colture hanno reso necessario l'intervento con antiparassitari a base di arseniato di piombo;
 (II) Le concentrazioni più elevate di Rame e Zinco sono caratteristiche di molti suoli utilizzati per la viticoltura

Tab. 7-5: Concentrazioni limite metalli pesanti

7.3. Prove in situ

Nell'ambito delle valutazioni idrologiche ed idrauliche a supporto dei progetti per la realizzazione di impianti fotovoltaici, su terreni coltivati o meno, vengono generalmente affrontate problematiche relative all'Invarianza idrologica ed idraulica degli impianti, ovvero dell'incidenza di un campo fotovoltaico sulla capacità di infiltrazione delle acque meteoriche o più in generale, sulla ritenzione idrica dell'areale interessato.

Con riferimento alle tecnologie utilizzate nel corrente progetto ad "inseguimento monoassiale", ovvero con pannelli mobili e con un'altezza dal suolo in genere superiore ai 2,0 metri, non appare ragionevole assimilare la posa dei pannelli ad una impermeabilizzazione diretta, strictu sensu, del suolo in considerazione di una normale aerazione dello stesso, di porzioni di terreno coperte dalla pioggia battente trascurabili e di aree non interessate dalle acque di ruscellamento del tutto inesistenti.

L'esperienza su campi fotovoltaici esistenti (anche da parte degli stessi scriventi), al netto di una impermeabilizzazione diretta del suolo, come detto da escludersi, indica comunque che i terreni interessati da coperture fotovoltaiche, possono effettivamente essere soggetti ad un aumento della impermeabilizzazione del terreno, seppur indiretta, in ragione di una "compattazione naturale del terreno", non più oggetto di pratiche agricole di rimaneggiamento del suolo e quindi assimilabili a terreni incolti.

Tale fenomeno di compattazione è stato riscontrato, in misura anche maggiore, nelle aree non direttamente coperte dai pannelli (per fenomeni di essiccamento) e pertanto meno ombreggiate e, soprattutto, su terreni ad elevata componente argillosa-marnosa.

Sebbene un terreno incolto non necessariamente risulti peggiorativo in termini di ritenzione idrica generale, rispetto a una copertura ad uso agricolo dello stesso, tuttavia, dal punto di vista della fertilità del suolo può portare ad effettive situazioni di degrado. Appare pertanto opportuno predisporre un piano di monitoraggio della componente suolo anche relativamente ad alcune proprietà del suolo, che influiscono sulla permeabilità del terreno e quindi sulle componenti, idrologiche, chimiche biotiche.

La compattazione di un suolo ha, infatti, come effetto secondario la limitazione degli scambi gassosi fra atmosfera e suolo e la diminuzione della capacità di assorbire e trattenere l'acqua e di allontanare quella in eccesso; un suolo compattato, inoltre, presenta scarsa elasticità e limita l'approfondimento e lo sviluppo dell'apparato radicale influenzando, in definitiva, sulla fertilità del suolo nel medio-lungo periodo.

7.3.1. Metodologie di monitoraggio

Il grado di compattamento di un suolo può essere valutato, oggettivamente, tenendo conto di alcune sue caratteristiche quali: elasticità, facilità nell'introduzione di un carotatore o di un altro strumento acuminato o tagliente, velocità di infiltrazione dell'acqua, profondità dell'apparato radicale nei mesi di massima attività vegetativa. Importanti parametri qualitativi sono anche la velocità di affermazione delle specie erbose e loro resistenza agli stress. In relazione alle problematiche sopra esposte, si ritiene opportuno inserire nel PMA:

- I) Prove meccaniche in situ sullo stato di compattazione del suolo;
- II) Prove di permeabilità in pozzetti superficiali;
- III) Misure del grado di umidità del suolo.

I) Prove meccaniche per la valutazione del grado di compattazione

Il grado di compattazione può essere valutato mediante varie tipologie di prove che prevedono l'uso di: *Misuratori di Densità in situ*, *Penetrografi*, *Strumentazione ad impatto* (Clegg Test).

- *Misuratori di Densità* (Fig. 7-9): si tratta di misuratori della resistenza al carico del terreno (N/mm^2) di semplice utilizzo, che prevedono l'infissione manuale nel suolo di un'asta munita di manometro; si prevede di investigare al massimo i primi 30/40 centimetri in quanto più soggetti ai fenomeni di compattazione. Tramite opportuni abachi dalla resistenza alla penetrazione, se utile, si può risalire alla densità del terreno.

- *Penetrografi* (Fig. 7-10): si tratta di dispositivi concettualmente identici a quello sopra descritto in precedenza ma che permettono di registrare graficamente i risultati per una valutazione anche in continuo.

- *Clegg Test* (Fig. 7-11): il dispositivo è costituito da un martello compattatore che opera all'interno di un tubo guida verticale. Quando il martello viene rilasciato da un'altezza fissa, cade attraverso il tubo e colpisce la superficie in esame, decelerando ad una velocità determinata dalla rigidità del materiale all'interno della regione di impatto; un accelerometro di precisione montato sul martello invia la sua uscita ad un'unità di lettura digitale portatile che registra la decelerazione del martello. Per le superfici sportive le letture sono visualizzate in Gravities mentre per le applicazioni stradali le letture visualizzate sono Impact Values (IV). L'IV indica la resistenza del suolo e mostra una buona correlazione con i risultati del test Californian Bearing Ratio (CBR).



Fig. 7-9: Penetrometro manuale per la misura della densità in situ



Fig. 7-10: Penetrografo manuale per misure di compattazione del terreno



Fig. 7-11: Strumentazione ad impatto per Clegg Test

II) Prove di infiltrazione in situ (o Prove di permeabilità)

- Prove di Permeabilità su pozzetto

Le prove di permeabilità possono essere effettuate direttamente su pozzetti superficiali utilizzando la metodologia illustrata nelle raccomandazioni finali del "Seminario di studi sulla legge 10/05/1976 n° 319

– Perugia 27/06/1977” le quali permettono valutare la permeabilità fino ai primi 50 centimetri di un terreno (Fig. 7-12).

- Prove con infiltrometro a doppio anello

L'infiltrometro a doppio anello (Fig. 7-13) è uno strumento semplice ma efficace che permette di misurare la velocità di infiltrazione dell'acqua nel suolo in un terreno saturato o meno. Lo strumento si infigge nel terreno, fino alla quota di indagine.



Fig. 7-12: Prova di Permeabilità superficiale



Fig. 7-13: Infiltrometro a doppio anello

III) Misura dell'umidità del suolo

La misura dell'umidità del suolo è un parametro estremamente importante in agricoltura ai fini della pianificazione degli interventi di irrigazione; l'umidità del suolo ha infatti una grande influenza sulla disponibilità e l'assorbimento delle sostanze nutritive.

Allo scopo di valutare l'impatto della copertura fotovoltaica sul grado di umidità del terreno risulta, pertanto, opportuno predisporre delle misure di tale parametro “sotto pannello” e “fuori pannello”.

Sostanzialmente esistono due metodologie di misura:

a) Misure tensiometriche; questa metodologia consente di misurare il cosiddetto “potenziale idrico” ovvero la tensione con la quale l'acqua è trattenuta dal suolo e quindi fornisce informazioni sulla forza che una pianta deve applicare per riuscire a estrarre l'acqua dal suolo. Il metodo, pur non offrendo informazioni sul contenuto assoluto di acqua nel suolo, può risultare preferibile se orientato ad attività di monitoraggio agrarie.

b) Contenuto volumetrico; questa metodologia di misura calcola invece il contenuto volumetrico di acqua nel suolo (inclusa l'acqua non utilizzabile dalla pianta) e non fornisce informazioni sul *potenziale idrico* del suolo.

In figura 7-6 vengono riportati, a puro titolo di esempio, alcuni dispositivi in commercio.

<i>Nome commerciale</i>	<i>Installazione</i>	<i>Tipo di misura - note</i>
Tensiometro Irrrometer	Fisso	Tensione, campo di misura 0 - 100 centibar. Lettura manuale con manometro. Richiede manutenzione
Watermark	Fisso	Tensione, campo di misura 0 - 220 centibar. Lettura manuale con lettore digitale, possibilità collegamento a registratore o stazione meteo. Non richiede manutenzione
Tensiomark	Fisso	Tensione, campo di misura pF 0 - 7. Uscita digitale o analogica. Si adatta rapidamente alle variazioni di umidità. Non richiede manutenzione
SM 100 Water Scout	Fisso	Contenuto volumetrico. Idoneo per qualsiasi tipo di suolo. Lettura manuale con lettore digitale, possibilità collegamento a registratore o stazione meteo. Non richiede manutenzione
SMEC 300 Water Scout	Fisso	Sonda multi parametro. Contenuto volumetrico + Temperatura + conducibilità. Idoneo per qualsiasi tipo di suolo. Lettura manuale con lettore digitale, possibilità collegamento a registratore o stazione meteo. Non richiede manutenzione
TDR 100 Fieldsout	Portatile	Contenuto volumetrico. Idoneo per qualsiasi tipo di suolo. N 4 profondità disponibili 4 - 8 - 12 - 20 cm. Non richiede manutenzione
TDR 300 Fieldsout	Portatile	Contenuto volumetrico. Idoneo per qualsiasi tipo di suolo. N 4 profondità disponibili 4 - 8 - 12 - 20 cm. Non richiede manutenzione. Dotato di memoria interna e possibilità di collegamento a modulo GPS

Tab. 7-6: Strumentazione varia per la misura dell'Umidità del suolo

7.3.2. Ubicazione dei Punti di Monitoraggio

Le prove in situ saranno effettuate in adiacenza alle aree di campionamento per le indagini di laboratorio, anche ai fini della definizione di eventuali correlazioni tra le due tipologie di prova.

7.4. Piano di monitoraggio suolo

Il piano di monitoraggio previsto per la componente suolo è illustrato nelle tabelle a seguire:

	Prelievo Campioni	Prove in Situ
<i>Ante Operam</i>	Previsto in unica soluzione	Previste in unica soluzione
<i>Corso d'Opera</i>	non previsto	non previsto
<i>Post-Operam (fase di esercizio)</i>	Vita utile dell'Impianto	Vita utile dell'Impianto

A) Ante Operam

Attività	n° attività	Periodo attività
Prelievo Campioni	2 x 9 (*)	Unico prima dell'inizio delle attività
Prove di Permeabilità	1 x 9 (**)	Unico prima dell'inizio delle attività

Prove di compattazione	1 x 9 (**)	Unico prima dell'inizio delle attività
Misure Umidità del suolo	1 x 9 (**)	Unico prima dell'inizio delle attività

(*) prelievo n.1 campione componente suolo (0 – 30 cm) + n.1 campioni componente sottosuolo (0,3 – 1,0 metri).

(**) n. 1 prova per ciascuno dei 9 punti di indagine

B) In corso d'opera

Relativamente al periodo di cantiere, non è prevista alcuna attività di monitoraggio della componente suolo. Vanno tuttavia evidenziate alcune raccomandazioni volte a minimizzare l'impatto delle attività di cantiere sulla componente suolo, di seguito riportate:

- contenere al massimo le operazioni di "scotico" delle superfici, limitandosi all'asportazione della coltre superficiale solo laddove è prevista la posa di coperture ex-novo (piazzali permanenti, viabilità interna, aree destinate a fondazioni per manufatti);
- evidenziare immediatamente eventuali sversamenti accidentali (di entità significativa) di sostanze pericolose per l'ambiente (oli, carburanti, vernici ecc.) che vanno immediatamente rimosse;
- valutare una viabilità di cantiere idonea, che insista prevalentemente sulla futura viabilità definitiva evitando direttrici di compattazione preferenziale non adibite a futura viabilità (ovvero alternare i transiti).

C) Post Opera (Fase di esercizio)

Il monitoraggio della componente suolo nella fase post-operam sarà esteso a tutta la vita utile dell'impianto. Con riferimento alle richiamate Linee Guida del D.D. 27/09/2010 – Regione Piemonte, la frequenza delle attività di monitoraggio avrà tempistiche variabili nel tempo, con una cadenza semestrale nei primi anni di esercizio (ritenuti i più critici) che si diraderanno nel tempo in assenza di criticità riscontrate e in considerazione di eventuali operazioni di mitigazione messe in atto (qualora necessarie).

Le attività riportate nella tabella seguente indicano, con riferimento a tutti i punti di indagine individuati in precedenza, l'operazione da eseguire e la relativa tempistica.

Data l'elevata sensibilità di tutti i parametri da rilevare (chimici, biologici e fisici) alle condizioni meteo-climatiche del periodo, nei rapporti di cantiere (sia per le prove in situ che per il prelievo dei campioni), andranno sempre evidenziate le caratteristiche meteo-climatiche del periodo, desunte dalla stazione meteo-climatica dell'impianto che resterà in attività per tutta la sua vita utile.

Per le stesse motivazioni sopra esposte appare opportuno differenziare il monitoraggio con riferimento al periodo estivo ed al periodo invernale avendo cura di evitare periodi di particolare siccità o piovosità, evitando pertanto le condizioni estreme estive (luglio-agosto) o invernali (novembre – gennaio).

Piano di Monitoraggio della componente Suolo						
	Estivo	Invernale	Prove di compattazione	Prove di permeabilità	Prelievo campioni	Rilievo Umidità
1° anno (*)	X	X	X	X	X	X
3° anno	X	X	X	X	X	X
5° anno	X		X	X	X	X
10° anno		X	X	X	X	X
15° anno	X		X	X	X	X
20° anno		X	X	X	X	X
+5 anni (**)	X		X	X	X	X
Dismissione (***)	X	X	X	X	X	X

(*) nell'immediato della chiusura del cantiere

(**) ogni 5 anni fino a dismissione

(***) successivo allo smantellamento dell'impianto ed al ripristino delle condizioni di campo aperto

7.5. Frequenza e restituzione dei dati

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato, secondo modalità da concordare con l'Ente stesso; per quanto riguarda la frequenza di trasmissione dei dati, viene di seguito proposta una tempistica, eventualmente oggetto anch'essa di concertazione.

	Risultati Laboratorio	Dati Prove in Situ
<i>Ante Operam</i>	Analisi unica trasmessa appena nella disponibilità dei dati	Analisi unica trasmessa appena nella disponibilità dei dati
<i>Corso d'Opera</i>	non previsto	non previsto
<i>Post-Operam (fase di esercizio)</i>	Cadenza annuale/pluriennale (*)	Cadenza annuale/pluriennale (*)

(*) appena nella disponibilità dei dati

8. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ACQUA (OPZIONALE)

Relativamente alla componente ambientale "acqua", la Relazione Geologica redatta a supporto del progetto segnala la presenza di una falda acquifera ad una profondità di circa 1,5 m dal piano campagna. Qualora durante le indagini geognostiche di supporto al progetto tale presenza fosse confermata, si dovrà procedere al suo monitoraggio.

8.1. Aspetti metodologici

Per la redazione del piano di monitoraggio della componente acqua è stato fatto riferimento alle linee guida sul Monitoraggio e Qualità delle Acque dell'ISPRA pubblicate sul sito web www.isprambiente.gov.it/it/attivita/acqua, con riferimento al documento relativo alla qualità delle acque sotterranee.

Nello specifico, la "qualità" di un corpo idrico sotterraneo viene definita in funzione di alcuni parametri chimici di base, nelle figure sottostanti.

STATO CHIMICO

Le classi chimiche dei corpi idrici sotterranei sono definite secondo il seguente schema:

Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche;
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche;
Classe 3	Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione;
Classe 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti;
Classe 0 (*)	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della classe 3.

(*) per la valutazione dell'origine endogena delle specie idrochimiche presenti dovranno essere considerate anche le caratteristiche chimico-fisiche delle acque.

Tab. 8-1: Classi Chimiche qualità acque sottosuolo – Fonte ISPRA

Tabella 20 dell'allegato 1 del D. Lgs. 152/99 Classificazione chimica in base ai parametri di base (1)

	Unità di misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0 (*)
Conducibilità elettrica	µS/cm (20°C)	≤400	≤2500	≤2500	>2500	>2500
Cloruri	mg/L	≤25	≤250	≤250	>250	>250
Manganese	µg/L	≤20	≤50	≤50	>50	>50
Ferro	µg/L	<50	<200	≤200	>200	>200
Nitrati	mg/L di NO ₃	≤5	≤25	≤50	>50	
Solfati	mg/L di SO ₄	≤25	≤250	≤250	>250	>250
Ione ammonio	mg/L di NH ₄	≤0,05	≤0,5	≤0,5	>0,5	>0,5

(1) se la presenza di tali sostanze è di origine naturale, così come appurato dalle Regioni o dalle province autonome, verrà automaticamente attribuita la classe 0.

Tab. 8-2: Elenco parametri da monitorare acque di sottosuolo – Fonte ISPRA

Nel piano di indagini geognostiche propedeutiche al progetto esecutivo, pertanto, in caso di

rinvenimento di falda sotterranea a profondità intorno ai 5,0 metri o inferiore, occorrerà prevedere il condizionamento di almeno un foro di sondaggio, con l'installazione di un piezometro da 2 o 3 pollici.

Il prelievo delle acque da avviare al laboratorio verrà effettuato secondo le normali metodologie previste per i campionamenti di acque in foro, ovvero mediante l'utilizzo di Bailers monouso (fig. 23) e contenitori in PVC.



Fig. 8-1: Bailers monouso per il prelievo delle acque in foro

8.2. Punti di prelievo

Il prelievo avverrà in corrispondenza del punto di installazione dell'eventuale piezometro, preferenzialmente in posizione baricentrale rispetto all'areale di impianto e sufficientemente distante da eventuali fonti di inquinamento non imputabili all'impianto (strade asfaltate, strade interpoderali, aree di attività agricole, ecc.).

8.3. Piano di monitoraggio

Il piano di monitoraggio previsto per la componente idrica viene illustrato nelle tabelle seguenti:

	Prelievo Campioni
<i>Ante Operam</i>	Previsto in un'unica soluzione
<i>Corso d'Opera</i>	Previsto in un'unica soluzione
<i>Post Operam (fase di esercizio)</i>	Vita Utile dell'impianto

A) Ante Operam

Attività	n° attività	Periodo attività

Prelievo Campione	1 x n (*)	Unico prima dell'inizio delle attività
-------------------	-----------	--

(*) prelievo n.1 campione di acqua per ogni piezometro installato

B) In Corso d'Opera

Attività	n° attività	Periodo attività
Prelievo Campione	1 x n (*)	Unico durante le fasi tardive delle attività di cantiere

(*) prelievo n.1 campione di acqua per ogni piezometro installato

C) Post Operam

L'attività di monitoraggio nella fase post-operam sarà estesa a tutta la vita utile dell'impianto utilizzando per semplicità logistiche la stessa frequenza prevista per il campionamento dei suoli, ovvero:

Piano di Monitoraggio della componente Acque Superficiali e Sotterranee			
	Estivo	Invernale	Prelievo campioni
1° anno (*)	X	X	X
2° anno	X	X	X
5° anno	X	X	X
10° anno		X	X
15° anno	X		X
20° anno		X	X
+5 anni (**)	X		X
Dismissione (***)	X	X	X

(*) nell'immediato della chiusura del cantiere

(**) ogni 5 anni fino a dismissione

(***) successivo allo smantellamento dell'impianto ed al ripristino delle condizioni di campo aperto

8.4. Frequenza e restituzione dei dati

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato, secondo la tempistica di seguito proposta ma eventualmente oggetto anch'essa di concertazione con l'Ente vigilante

	Trasmissione dati
<i>Ante Operam</i>	Analisi unica trasmessa appena nella disponibilità dei dati
<i>Corso d'Opera</i>	Analisi unica trasmessa appena nella disponibilità dei dati
<i>Post-Operam (fase di esercizio)</i>	Cadenza annuale/pluriennale (*)

(*) appena nella disponibilità dei dati

9. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE

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

Affinché il suono si propaghi occorre poi che il mezzo che circonda la sorgente sia dotato di elasticità. La porzione di spazio interessata da tali variazioni di pressione è definita *campo sonoro*. Si può esemplificare che la generazione del suono avvenga mediante una sfera pulsante in un mezzo elastico come l'aria; le pulsazioni provocano delle variazioni di pressione intorno al valore della pressione atmosferica che si propagano nello spazio circostante a velocità finita come onde sferiche progressive nell'aria stessa (Fig. 9-1), similmente a quanto si osserva gettando un sasso in uno stagno: le varie particelle del mezzo entrano in vibrazione propagando la perturbazione alle particelle vicine e così via fino alla cessazione del fenomeno perturbatorio.

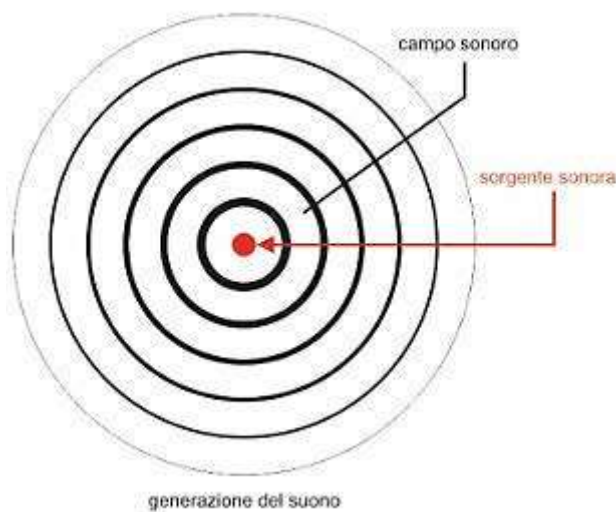


Fig. 9-1: Schema modalità di propagazione perturbazioni sonore

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

Il Piano di Monitoraggio Ambientale della componente "Rumore" è redatto allo scopo di caratterizzare, dal punto di vista acustico, l'ambito territoriale interessato dall'opera in progetto, al fine di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione e dell'eventuale esercizio dell'opera, risalendo alle loro cause, allo scopo di determinare se tali variazioni siano imputabili

all'opera in costruzione o realizzata ed eventualmente valutare interventi correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione attuati;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione e di esercizio.
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Nell'ambito di tali fasi operative si procede, generalmente, con riferimento:

- alla rilevazione dei livelli ante-operam (assunti come "punto zero" di riferimento);
- alla misurazione del clima acustico nella fase di realizzazione dell'opera e delle attività di cantiere;
- alla rilevazione dei livelli sonori post-operam (fase di esercizio).

Il monitoraggio della **fase ante-operam** è finalizzato ai seguenti obiettivi:

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

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

- a) documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati rispetto allo stato ante-operam;
- b) individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività del cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

Il monitoraggio della **fase post-operam** (fase di esercizio) è finalizzato ai seguenti aspetti:

- a) confronto degli indicatori definiti nello "stato di zero";
- b) controllo ed efficacia degli eventuali interventi di mitigazione realizzati.

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

9.1. Aspetti metodologici

Preliminarmente deve essere effettuata una valutazione preventiva dei luoghi e dei momenti caratterizzati da un rischio di impatto particolarmente elevato (intollerabile, cioè per entità e/o durata) nei riguardi dei recettori presenti, che consenta di individuare i punti maggiormente significativi in corrispondenza dei quali realizzare il monitoraggio. Nello specifico, deve essere rilevato sia il rumore emesso direttamente dai cantieri operativi e dal fronte di avanzamento lavori, che il rumore indotto, sulla viabilità esistente, dal traffico dovuto allo svolgimento delle attività di cantiere.

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

Per quanto concerne, invece, il monitoraggio del rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere, le rilevazioni previste hanno lo scopo di controllare la rumorosità del traffico indotto dalle attività di costruzione.

9.2. Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio

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

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

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

1) Parametri acustici

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

$$L_{eq} = 10 \lg \left[\frac{1}{T} \left(0T \int p^2(t) / p_0^2 dt \right) \right] \text{ (dB)}$$

Il L_{eq} nella pratica rappresenta un rumore comunque fluttuante mediante il livello di un rumore uniforme avente il medesimo contenuto energetico del rumore fluttuante (Fig. 9-2):

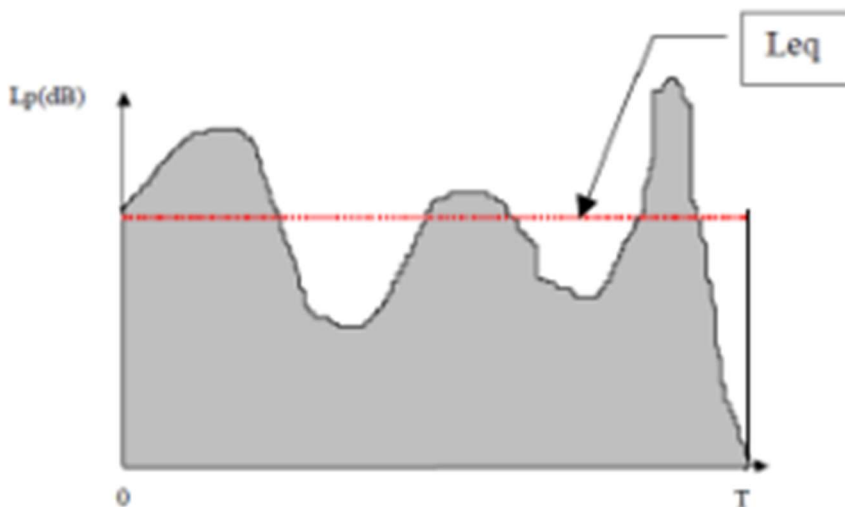


Fig. 9-2: Schema rappresentativo del L_{eq}

Per valutare l'effetto di disturbo che il rumore provoca sugli individui sono state elaborate altre grandezze e tra queste quella di maggiore diffusione, soprattutto per la praticità di misurazione mediante un semplice fonometro, è quella del **livello di pressione sonora** misurato in dB(A).

Il livello di pressione sonora LP(A) (o semplicemente livello sonoro) è la grandezza *psicoacustica* base per esprimere le risposte soggettive degli individui ai rumori. Da numerosi studi è emersa, infatti, la conferma che i livelli sonori ottenuti con un fonometro utilizzando un criterio di pesatura "A" esprimono con molta buona approssimazione l'effetto simultaneo di suono e di disturbo di rumori qualunque sia il loro livello di pressione sonora: tale criterio consiste nella correzione dei livelli energetici in funzione della sensibilità dell'orecchio alle varie frequenze.

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

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

II) Parametri Meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio acustica è parimenti importante rilevare i seguenti parametri meteorologici:

- temperatura;
- velocità e direzione del vento;
- presenza/assenza di precipitazioni atmosferiche;
- umidità.

Le misurazioni di tali parametri hanno lo scopo di determinare le condizioni climatiche al fine di verificare il rispetto delle prescrizioni normative che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

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

III) Parametri di inquadramento territoriale

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

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

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

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

9.3. Identificazione dei punti di monitoraggio

Come già evidenziato per la componente "atmosfera", nella fase di progettazione definitiva qui trattata, la redazione del PMA risulta generalmente priva di quel grado di dettaglio necessario per il puntuale posizionamento sia dei punti di monitoraggio che delle frequenze delle misurazioni richieste. Il PMA in questa fase deve pertanto essere realizzato in maniera flessibile in funzione delle future definizioni; frequenza e localizzazione dei campionamenti saranno stabiliti, in maniera puntuale, sulla base dell'effettiva evoluzione delle attività di cantiere e del cronoprogramma dell'opera.

I punti sensibili per il monitoraggio, individuati sulla base della tipologia, della conformazione dell'impianto e dei potenziali ricettori, potranno eventualmente anche subire variazioni durante lo svolgimento delle misurazioni in funzione delle condizioni rinvenute in sito, al fine di caratterizzare acusticamente al meglio l'area di interesse; i punti definiti andranno in ogni caso sempre georeferenziati.

Relativamente alle metodologie di rilevamento della componente rumore, andrà fatto riferimento al D.M. 16/03/1998 – "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", rispettivamente:

- a) Strumentazione di misura: specifiche come da art. 2 D.M. 16/03/1998;
- b) Modalità di misura: specifiche come da Allegato B D.M. 16/03/1998;
- c) Presentazione dei risultati delle misure: specifiche come da Allegato D D.M. 16/03/1998.

9.4. Piano di monitoraggio della componente rumore

Con riferimento all'indicazione del richiamato D.M. 16/03/1998, nella successiva tabella vengono riportati i *criteri temporali generali* per il campionamento della componente rumore:

Tipo misura	Descrizione	Durata	Parametri	Fasi		
				A.O.	C.O.	P.O.
				Frequenza		
TV	Rilevamento di rumore indotto da traffico veicolare	Una settimana	Leq Settimanale - Leq Diurno Leq Notturno	Una volta	-	Una volta
LF	Rilevamento di rumore indotto dalle lavorazioni effettuate sul fronte di avanzamento lavori	24 h	Leq 24 ore - Leq Diurno Leq Notturno	Una volta	Una volta	-
LC	Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	24 h	Leq 24 ore - Leq Diurno Leq Notturno	Una volta	Semestrale.	-
LM	Rilevamento di rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere	Una settimana	Leq Settimanale - Leq Diurno Leq Notturno	Una volta	Semestrale	-

Tab. 9-1: Criteri Temporali generali per il campionamento acustico - D.M. 16/03/1998

Come specificato nella stessa normativa, si tratta di criteri generali che vanno adattati alla tipologia di attività previste, alla natura del cantiere nonché all'ubicazione stessa del sito rispetto, per esempio, a centri abitati o comunque ad aree abitative.

Per il progetto in esame, considerate le tipicità dello stesso, vengono proposte le seguenti attività:

A) Ante Operam

Una misurazione del rumore di fondo Leq come bianco di riferimento della durata di 8 ore in corrispondenza di ciascun recettore eventualmente rilevato.

B) In Corso d'Opera

Una misurazione del rumore Leq della durata di 8 ore in corrispondenza di ciascun recettore rilevato, con cadenza trimestrale o semestrale e comunque in relazione al reale cronoprogramma di cantiere.

C) Post Operam

Tenuto conto della natura delle opere in progetto, che in fase di esercizio non prevedono emissioni sonore, per la fase di esercizio non è prevista alcuna attività di monitoraggio.

9.5. Frequenza e restituzione dei dati

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato, secondo la tempistica di seguito proposta ma eventualmente oggetto anch'essa di concertazione con l'Ente vigilante.

	Trasmissione dati
<i>Ante Operam</i>	Analisi unica trasmessa appena nella disponibilità dei dati
<i>Corso d'Opera</i>	Analisi unica trasmessa appena nella disponibilità dei dati
<i>Post-Operam (fase di esercizio)</i>	Monitoraggio non previsto

10. MONITORAGGIO DELLE COMPONENTI VEGETAZIONE - FAUNA - PAESAGGIO

10.1. Componente ambientale Vegetazione

Relativamente al progetto in esame, sotto i tracker è previsto un inerbimento permanente e/o la produzione di erbai produttivi o altro seminativo, al fine di mitigare, durante il periodo autunno-invernale, il dilavamento del terreno agrario.

Esternamente alle aree di impianto si propone, invece, la realizzazione di una fascia perimetrale di mitigazione, larga 3 m.

Dal punto di vista della componente ambientale "vegetazione" il monitoraggio, che riguarderà la gestione della fascia arborea e il mantenimento della "copertura" del suolo interessata dalla posa dei pannelli, viene inteso come monitoraggio della componente vegetazione legata allo stato futuro dell'impianto ovvero di un piano di gestione delle opere a verde previste.

La mancanza di una adeguata manutenzione delle opere a verde previste o la sua errata od incompleta realizzazione genererebbe un sicuro insuccesso, sia per quanto riguarda la realizzazione della fascia alberata di mitigazione, che per le colture che sono da intendersi a protezione del suolo e, dunque, di tutti i principali indici ambientali a questo collegati.

Il piano di monitoraggio e manutenzione prevedrà una serie di valutazioni ed operazioni di natura agronomica nei primi cinque anni (5 stagioni vegetative) successivi all'esecuzione dei lavori.

In seguito alla messa a dimora di tutte le piante, verranno eseguiti i seguenti interventi colturali:

- controllo della vegetazione spontanea infestante;
- risarcimento eventuali fallanze;
- pratiche di gestione irrigua;
- difesa fitosanitaria;
- potature di contenimento e/o di formazione;
- pratiche di fertilizzazione.

Controllo della vegetazione infestante

Per limitare l'antagonismo esercitato dalle malerbe infestanti verranno eseguiti, durante i mesi estivi (da maggio a settembre) a partire dall'anno successivo alla realizzazione dell'impianto, il decespugliamento localizzato delle infestanti in prossimità dei trapianti messi a dimora per una superficie di almeno 1 m² e l'estirpazione manuale delle infestanti attorno al colletto della pianta, con successivo accatastamento ordinato in loco del materiale di risulta e smaltimento in un idoneo punto di stoccaggio autorizzato.

Per la fascia di mitigazione arborea e per le rinaturalizzazioni arbustive saranno effettuati dei passaggi con macchine operatrici per la trinciatura (trinciasarmenti a catene, coltelli, flagelli o martelli portato da

trattore agricolo) e l'amminutamento in loco delle infestanti in modo da limitare il fenomeno della competizione per lo spazio e per i nutrienti.

Il quinto anno, in presenza di arbusti potenzialmente competitivi con le piante messe a dimora, si opererà il taglio degli stessi con motosega o altri mezzi idonei. Tali sistemazioni agrarie, comunque, dipenderanno sempre e comunque dalla velocità di crescita delle piante e dalle loro condizioni di salute.

Sostituzione fallanze

In genere l'impiego di materiale vivaistico di buona qualità permette di garantire elevate percentuali di attecchimento. In questi casi tendenzialmente il numero medio di fallanze riscontrabile risulterà sempre inferiore al 6-8%. Tra i primi di ottobre e la fine di marzo del primo e secondo anno successivi alla messa a dimora si dovrà procedere al monitoraggio ed alla sostituzione dei trapianti eventualmente disseccati.

Pratiche di gestione irrigua

In caso di insorgenza di periodi di siccità prolungata si renderà necessario intervenire con irrigazioni di soccorso, pena il disseccamento dell'impianto e l'insuccesso dell'intervento; il numero di irrigazioni di soccorso verrà valutato sulla base di valutazione meteo-climatiche e di monitoraggio in situ, con maggior frequenza nel primo biennio.

Difesa fitosanitaria

Normalmente non sono previsti trattamenti fitosanitari preventivi. Potranno risultare opportuni solo in pochi casi, qualora si verificano attacchi di insetti defogliatori che colpiscono usualmente una percentuale molto scarsa del popolamento (tra quelle previste in progetto). In tal caso sarà necessario effettuare trattamenti antiparassitari con distribuzione di opportuni principi attivi registrati e, per esempio, utilizzati in agricoltura biologica, mediante atomizzatore collegato ad una trattrice. Tali interventi si potranno rendere necessari soprattutto all'inizio della primavera del primo anno del ciclo produttivo, con defogliazioni diffuse su larga scala.

Potatura di contenimento e/o di formazione

La frequenza degli interventi di potatura sarà valutata e programmata sulla base dello sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo culturale di gestione dello stesso. Per quanto riguarda la fascia alberata di mitigazione, si prevedrà di effettuare nel corso degli anni delle operazioni di potatura di formazione. Periodicamente si effettueranno delle potature di contenimento e di formazione fino al raggiungimento di dimensioni tali da dar vita ad una situazione di equilibrio senza una eccessiva concorrenza reciproca.

Pratiche di fertilizzazione

Durante il periodo primaverile, dopo il primo anno di impianto, si provvederà ad apportare, a mezzo di concimi misto-organici e/o minerali, gli elementi nutritivi necessari al corretto sviluppo della pianta in modo tale da rafforzarne le difese contro eventuali e possibili stress abiotici.

10.1.1. Piano di monitoraggio componente Vegetazione

Il piano di monitoraggio previsto è illustrato nelle seguenti tabelle:

	Monitoraggio vegetazione
<i>Ante Operam</i>	Non previsto
<i>Corso d'Opera</i>	Non previsto
<i>Post Operam (fase di esercizio)</i>	Vita utile dell'impianto

A) Ante Operam

Nessuna attività di monitoraggio prevista

B) In Corso d'Opera

Nessuna attività di monitoraggio prevista

C) Post Operam

Le attività di monitoraggio previste sono sinteticamente riepilogate nella tabella sottostante; nella figura sono evidenziati i periodi dell'anno nei quali si potranno espletare le varie attività agricole. Le operazioni di monitoraggio verranno necessariamente effettuate nell'imminenza di tali periodi.

MESI	2°anno												3°anno												4°anno												5°anno													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1																																																		
2																																																		
3																																																		
4																																																		
5																																																		
6																																																		

Fig. 10-1: Piano di monitoraggio delle cure colturali delle opere a verde dal 2° al 5° anno

10.2. Componente ambientale Fauna

L'orientamento scientifico generale, relativamente all'impatto degli impianti fotovoltaici a terra sulla componente ambientale fauna, è generalmente indirizzato verso un "impatto trascurabile", in quanto sostanzialmente riconducibile al solo areale di impianto (habitat) potenzialmente sottratto, data la sostanziale assenza di vibrazioni e rumore. Tuttavia, anche con riferimento al semplice areale dell'impianto, ovvero al potenziale habitat sottratto, va evidenziato che gli aspetti positivi risultano essere molteplici e non trascurabili, poiché:

- la struttura di sostegno dei moduli, vista l'altezza e l'interasse, consente non solo la penetrazione di luce ed umidità sufficiente allo sviluppo di una ricca flora, ma permette l'intercettazione dell'acqua piovana, limitando l'effetto pioggia battente con riduzione del costipamento del terreno;

- la falciatura periodica dell'erba, oltre ad evitare un'eccessiva evaporazione del terreno, crea un habitat di stoppie e cespugli, arricchito dai semi delle piante spontanee, particolarmente idoneo alla nidificazione e alla crescita della fauna selvatica;
- la presenza dei passaggi eco-faunistici consente l'attraversamento della struttura da parte della fauna (per consentire il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia, si prevede, infatti, di installare la recinzione in modo da garantire lungo tutto il perimetro dell'impianto un varco di 20 cm rispetto al piano campagna).

È importante ricordare che una recinzione di questo tipo permette di creare dei corridoi ecologici di connessione e, allo stesso tempo, crea un habitat naturale di protezione delle specie faunistiche e vegetali; la piantumazione, lungo il perimetro del parco, di specie sempreverdi o a foglie caduche, che producono fiori e frutti, sarà una ulteriore fonte di cibo sicura per tutti gli animali e aumenterà la formazione della rugiada.

Dalle valutazioni effettuate su commissione del Ministero dell'Ambiente non sono emersi effetti allarmanti sugli animali; le specie presenti di uccelli continueranno a vivere e/o nidificare sulla superficie dell'impianto e tutta la fauna potrà utilizzare lo spazio libero della superficie tra i moduli e ai bordi degli impianti come zona di caccia, nutrizione e nidificazione; gli stessi moduli solari saranno utilizzati come punti di posta e/o di canto e per effetto della non trasparenza dei moduli fotovoltaici sarà improbabile registrare collisioni dell'avifauna con i pannelli.

In funzione di quanto fino ad ora asserito, un monitoraggio specifico della componente fauna appare anche superfluo, tuttavia, in fase ante-operam e post-operam sarà effettuato, all'interno del piano di monitoraggio ambientale, anche il controllo delle componenti vegetazione, paesaggio e fauna con rilievi di campo e opportune analisi bibliografiche nelle zone di intervento.

10.3. Componente ambientale Paesaggio

Come già affermato in precedenza, l'impianto, oltre ad essere dotato di una recinzione a basso impatto visivo, sarà provvisto di una fascia arborea di mitigazione.

Il corretto monitoraggio della componente vegetazionale garantirà il corretto funzionamento delle opere di mitigazione, ovvero la salvaguardia della componente paesaggistica. Inoltre, le aree fotovoltaiche, gli inerbimenti per la gestione del soprassuolo, impiegando miscele accuratamente scelte, e la schermatura perimetrale, non essendo trattate con pesticidi faranno da volano per l'intero ecosistema.

10.3.1. Manutenzione e monitoraggio della fascia arborea

Il progetto definitivo prevede, come opera di mitigazione degli impatti per un inserimento "armonioso" del parco fotovoltaico nel paesaggio circostante, la realizzazione di una fascia arborea perimetrale.

La piantumazione costituisce un momento particolarmente delicato per le essenze vegetali: la pianta viene inserita nel contesto che la ospiterà definitivamente ed è, quindi, necessario utilizzare appropriate e idonee tecniche che permettano alla piantina di superare lo stress e di attecchire nel nuovo substrato.

L'impianto vero e proprio sarà preceduto dallo scavo della buca che avrà dimensioni atte ad ospitare la zolla e le radici della pianta (indicativamente larghezza doppia rispetto alla zolla della pianta). Nell'apertura delle buche il terreno, lungo le pareti e sul fondo, sarà smosso al fine di evitare l'effetto vaso. Alcuni giorni prima della messa a dimora della pianta si effettuerà un parziale riempimento delle buche, prima con materiale drenante (argilla espansa) e poi con terriccio, da completare poi al momento dell'impianto, in modo da creare uno strato drenante ed uno strato di terreno soffice di adeguato spessore (generalmente non inferiore complessivamente ai 40 cm) sul quale verrà appoggiata la zolla. Una volta posizionata la pianta nella buca, verrà ancorata in maniera provvisoria ai pali tutori per poi cominciare a riempire la buca. Per il riempimento delle buche d'impianto potrà essere impiegato un substrato di coltivazione premiscelato costituito da terreno agrario (70%), sabbia di fiume (20%) e concime organico pellettato (10%). Il terreno in corrispondenza della buca scavata sarà totalmente privo di agenti patogeni e di sostanze tossiche, privo di pietre e parti legnose e conterrà non più del 2% di scheletro ed almeno il 2% di sostanza organica. Ad esso verrà aggiunto un concime organo-minerale a lenta cessione (100 gr/buca). Le pratiche di concimazione gestionali saranno effettuate ricorrendo a fertilizzanti minerali o misto-organici.

La colmataura delle buche sarà effettuata con accurato assestamento e livellamento del terreno, la cui quota finale sarà verificata dopo almeno tre bagnature e, eventualmente, ricaricata con materiale idoneo.

11. CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto che prevede la realizzazione di un Impianto agrivoltaico, mediante tecnologia fotovoltaica, di potenza nominale installata pari a 71 MWp e potenza nominale di connessione pari a 60 MW da installare in provincia di Ferrara, nel comune di Codigoro in località "Valle Giralda", con opere di connessione ricadenti nei comuni di Codigoro e Fiscaglia, è stato redatto un Piano di Monitoraggio Ambientale delle componenti atmosfera, suolo e sottosuolo, acqua, rumore, vegetazione.

Per ogni componente sono state fornite metodologie e tempistiche, sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo per il relativo monitoraggio durante le tre fasi del progetto ovvero ante-operam, in corso d'opera (realizzazione impianto), post-operam (fase di esercizio impianto).

Scopo del presente documento è stato, pertanto, quello di fornire uno strumento che consenta di ottenere un quadro esaustivo dell'evoluzione delle componenti ambientali nel tempo, attraverso un monitoraggio pluriennale di durata pari a quella dell'impianto.

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato secondo modalità e tempistiche da concordare con l'Ente stesso.

Palermo, maggio 2024

I tecnici redattori

Dott. Geol. Michele Ognibene

**Ordine Regionale dei Geologi di Sicilia
n. 3003 Sez. A**



Dott.ssa Agr. Ornella Riccobono

**Ordine Provinciale Dottori Agronomi e
Dottori Forestali di Palermo
n. 1643 Sez. A**

