

Regione: Sicilia
Provincia: Palermo
Comune: Piana degli Albanesi
Località: Costa Mammana, Mandrazza

IMPIANTO AGROVOLTAICO IN "C.DA COSTA MAMMANA"
PIANA DEGLI ALBANESI DELLA POTENZA
DI 75 MW IN IMMISSIONE
PROGETTAZIONE DEFINITIVA

Titolo:67-AGRFV-PA-PMA30A0

Piano di Monitoraggio Ambientale

Tavola:

Progettazione:

Dott. Agr. Paolo Castelli

PMA

Piano di monitoraggio ambientale

Visti / Firme / Timbri:

Note:

Data	Rev.	Descrizione revisioni	Elaborato da:	Controllato da:	Approvato da:
9.2023	0	PRIMA EMISSIONE	Dott. Agr. P. Castelli	Arcadia srls	Piroide s.r.l
REVISIONI					

Piroide srl
Via Montenapoleone 8 - 20121 MILANO (MI)
piroide@pec.it

Scala: Formato A4

Sommario

1. INTRODUZIONE	3
2. DATI CATASTALI.....	4
3. CONNESSIONE	5
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOGRAFICO	5
5. OBIETTIVI GENERALI E REQUISITI DEL PMA	8
6. FASI DI COMPILAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	8
7. IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI OGGETTO DI MONITORAGGIO	8
8. INTERVALLO TEMPORALE PER LO SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ.....	9
9. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ARIA.....	10
9.1 Qualità dell'aria	10
9.2 Metodologia del Monitoraggio	11
9.3 Monitoraggio del PM ₁₀ e del PM _{2.5}	11
9.4 Parametri microclimatici	15
9.5 Identificazione dei punti di monitoraggio	17
9.6 Piano di monitoraggio	19
9.7 Frequenza restituzione dati	20
10. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO	21
10.1 Aspetti metodologici generali	21
10.2 Definizioni (D.M. 471/99).....	22
10.3 Prelievo di campioni per analisi di laboratorio	23
10.4 Metodologia e punti di Campionamento.....	26
10.5 Metodologia di campionamento.....	27
10.6 Analisi di laboratorio per la componente suolo.....	29
10.7 Prove in situ.....	33
10.8 Monitoraggio delle aree non coltivate.....	34
10.9 Metodologie di monitoraggio	35
10.10 Ubicazione punti di prova	39
10.11 Piano di monitoraggio	39
10.12 Frequenza restituzione dati	41
10.13 Misurazione ulteriori parametri.....	41
11. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ACQUA.....	44
11.1 Aspetti metodologici	44

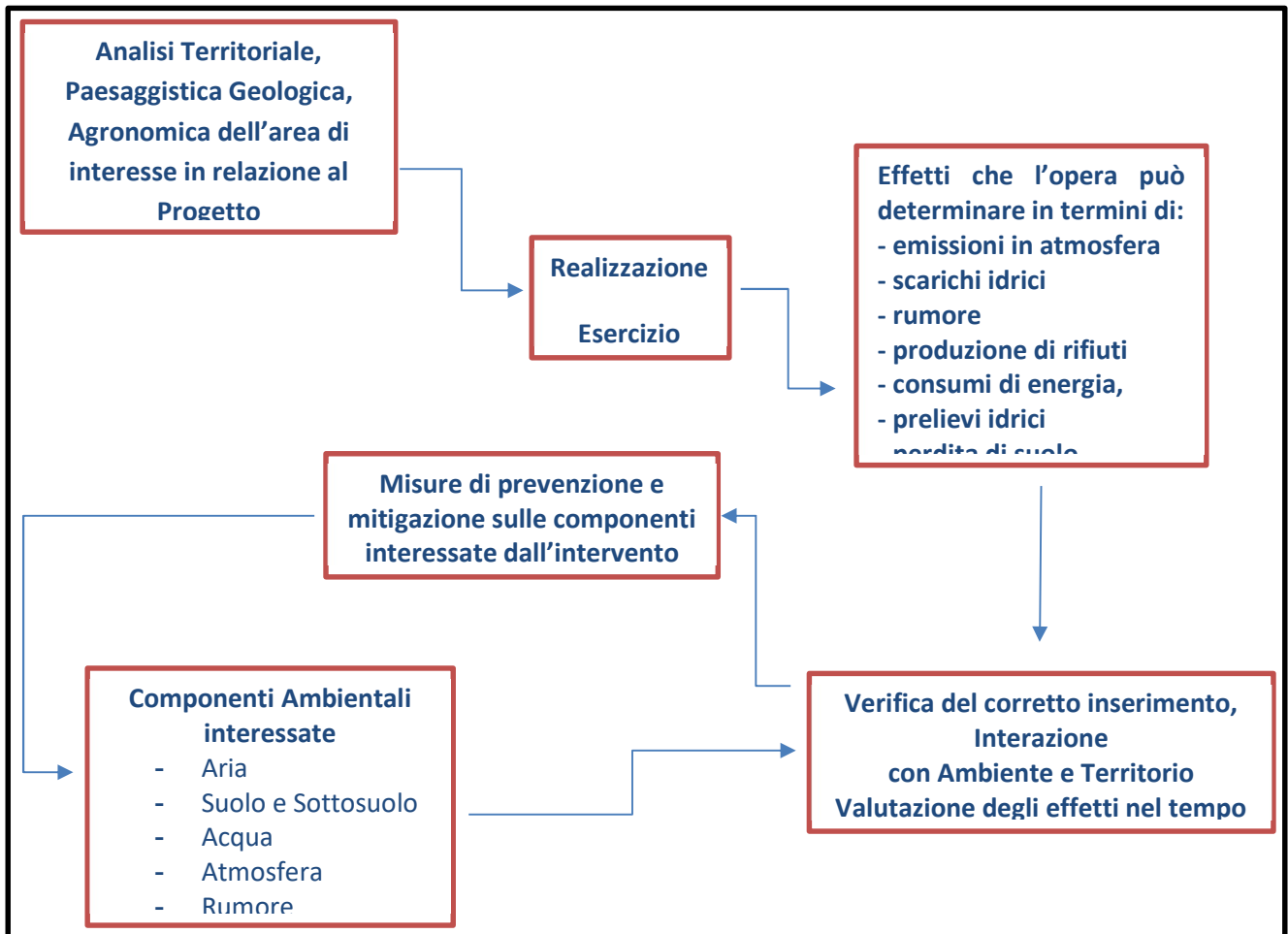
11.2 Piano di Monitoraggio.....	45
11.3 Frequenza restituzione dati	46
12. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTI VEGETAZIONE, FAUNA E PAESAGGIO	47
12.1 Componente Ambientale Vegetazione	47
12.2 Piano di Monitoraggio componente vegetazione.....	49
12.2 Componente Ambientale Fauna	49
12.3 Componente Ambientale Paesaggio	50
12.4 Sintesi analisi componenti Vegetazione-Fauna-Paesaggio	51
13. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE	53
13.1 Aspetti metodologici	55
13.2 Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio	56
13.3 Identificazione dei punti di monitoraggio e metodologie.....	58
13.4 Piano di monitoraggio	58
13.5 Frequenza restituzione dati	59
14. CONCLUSIONI	59

1. INTRODUZIONE

In relazione alla progettazione definitiva di un impianto agrivoltaico per la produzione di energia elettrica, che verrà realizzato da Piroide Srl con sede in Via Montenapoleone 8 a Milano, la cui potenza nominale sarà 90 MWp e quella di immissione 75 MW, la cui ubicazione ricade nel Comune di Piana degli Albanesi nella provincia di Palermo, nelle località Contrada “Costa Mammana e Mandrazza”, viene redatto il *Piano di Monitoraggio Ambientale* (PMA) così come previsto dalle normative vigenti per i progetti sottomessi a VIA. Tale elaborato è da intendersi come strumento di controllo veritiero sui processi di trasformazione delle componenti ambientali sulle quali il progetto andrà ad inserirsi, ovvero Aria, Acqua, Suolo e Sottosuolo, Atmosfera. Il PMA nasce per essere uno strumento all’occorrenza adattabile e modificabile durante l’Iter autorizzativo e risulta uno strumento indispensabile di controllo dell’intervento progettuale, che può permettere, attraverso il monitoraggio delle varie componenti, l’individuazione di problematiche legate all’inserimento del nuovo progetto nel contesto territoriale e paesaggistico esistente e dare opportune indicazioni per correggere errori progettuali iniziali. Al fine di valutare al meglio le azioni sulle varie componenti ambientali, derivanti dagli interventi in progetto, la redazione del PMA ha tenuto conto dei vari stadi progettuali, che sinteticamente possono essere discretizzati in 3 fasi:

- fase ante-operam (o stato di fatto), rappresentativo della situazione iniziale delle componenti ambientali, economiche e sociali;
- 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 delle componenti ambientali, economiche e sociali dopo la realizzazione degli interventi in progetto, durante la fase di esercizio.

La metodologia utilizzata per l’individuazione delle interazioni ambientali è rappresentata nel seguente schema grafico:



Metodologia di definizione del PMA

2. DATI CATASTALI

I terreni interessati dall'intervento risultano individuati al catasto terreni del Comune di Piana degli Albanesi (PA) secondo il piano particellare che fa parte degli elaborati di progetto.

Luogo di installazione	Comune di Piana degli Albanesi (PA)
Potenza di picco (kWp)	85 MW
Informazioni generali del sito	Sito collinare vicino strade comunali/provinciali
Tipo di struttura di sostegno	Pannello struttura fissa
Coordinate Area nord	Latitudine 37°56'37.48"N Longitudine 13°21'2.26"E
Coordinate Area sud	Latitudine 37°55'0.42"N Longitudine 13°20'33.72"E

Dati sito di impianto

3. CONNESSIONE

L'intero impianto è stato suddiviso in 2 campi interconnessi da una rete elettrica a centrale venga collegata in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/36 kV della RTN, da inserire in entrata - uscita sulla linea RTN a 220 kV "Partinico - Ciminna, di cui al Piano di Sviluppo Terna, attraverso un elettrodotto interrato MT della lunghezza di circa 5,3 Km.

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOGRAFICO

L'area di sedime su cui sorgerà l'impianto ricade all'interno del territorio comunali di Piana degli Albanesi, in provincia di Palermo, a circa 5,2 Km in direzione Sud-Est da Ficuzza, a circa 7,5 Km in direzione Nord-Est dal Centro abitato di Marineo, a circa 10 Km in direzione Nord dal centro abitato di Piana degli Albanesi ed a 15 Km in direzione Ovest dal centro abitato di San Cipirrello, in una zona occupata da terreni agricoli e distante da agglomerati residenziali. Le opere di connessione tra le quali la SSEU da 150 kV/30 kV ricadono tutti in territorio di Piana degli Albanesi (PA). Il sito risulta accessibile dalla viabilità locale, e rurale che si collega con la viabilità statale costituita dalla SS 118 e dalla viabilità provinciale costituita dalla SP5 e dalla SP104.

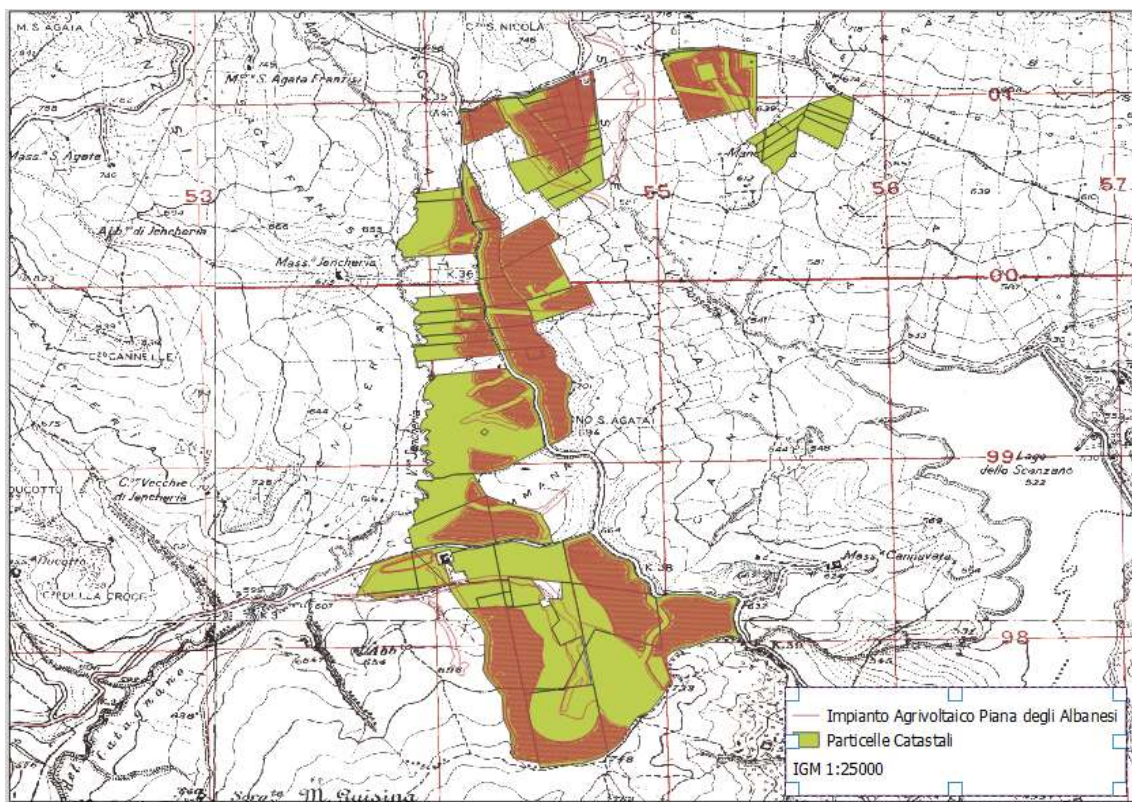
Dal punto di vista morfologico, l'area in studio si sviluppa tra quota 590 m s.l.m. e quota 630 m s.l.m., è prevalentemente collinare come conseguenza della sua genesi geologica.

La vegetazione presente nel sito, sia per quanto concerne i terreni inerenti all'impianto agrivoltaico che a quello di rete per la connessione alla RTN, è costituita da aree a seminativo a carattere estensivo con prevalenza colture cerealicole. Considerando come riferimento una area avente un raggio di 1,5-2 km intorno all'area in esame si riscontrano altre specie arboree di interesse forestale (*Pino d'Aleppo (Pinus halepensis Miller)*, *Pinus pinea*, *Cupressus spp.* ed *Eucaliptus spp.*). Lo strato erbaceo naturale e spontaneo si distingue per la presenza contemporanea di essenze graminaceae, compositae e cruciferae. Lo strato arbustivo, molto poco presente e limitato in aree marginali, si caratterizza con sporadici esemplari di *Crateagus spp.*, olivastri e cespugli ad oleandro. Su questi terreni si sono verificati, e si verificano anche oggi, degli avvicendamenti fitosociologici e sinfitosociologici, e conseguentemente, delle successioni vegetazionali che sulla base del livello di evoluzione, strettamente correlato al tempo di abbandono, al livello di disturbo antropico (come incendi, disboscamenti e ripristino della coltivazione, ecc..) oggi sono ricoperti da associazioni vegetazionali identificabili, nel loro complesso ad aree a coltivazione estensiva.

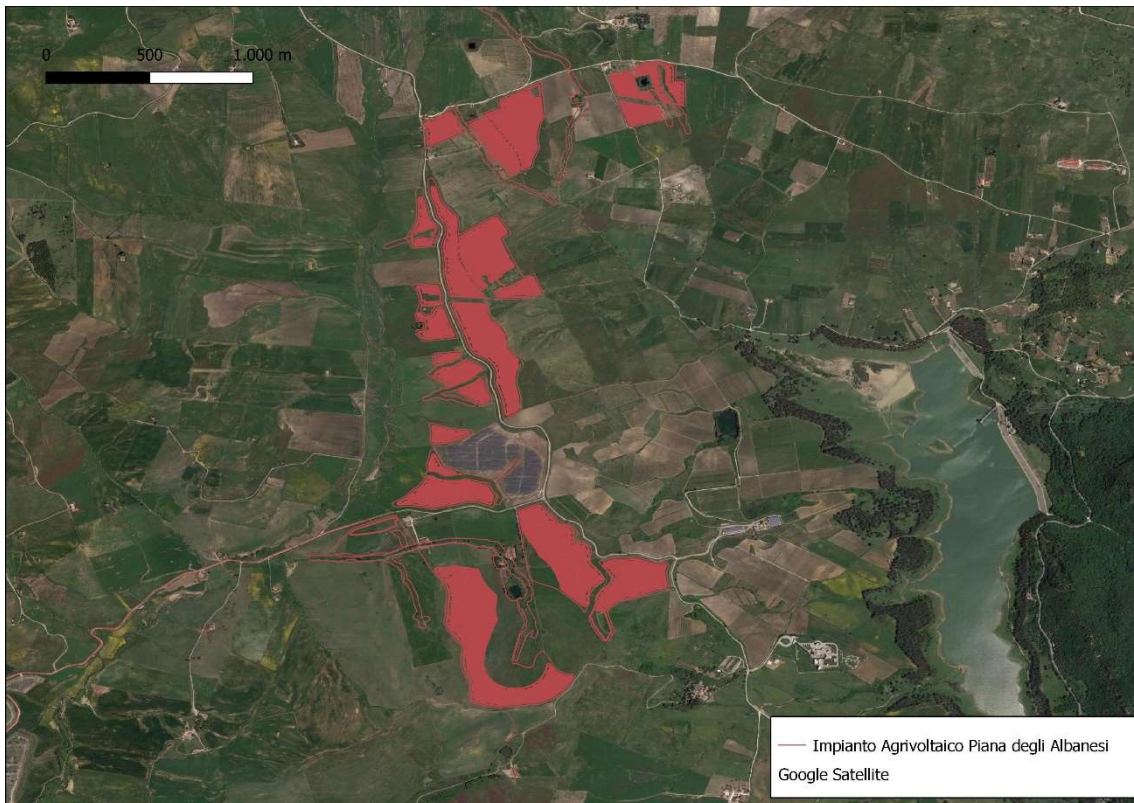
Lo stesso risulta classificato, in base piani e regolamento urbanistico del Comune di Piana degli Albanesi, come area verde agricolo. Dal punto di vista Cartografico il sito ricade all'interno della sezione n. 608050 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, in relazione alle aree di impianto.



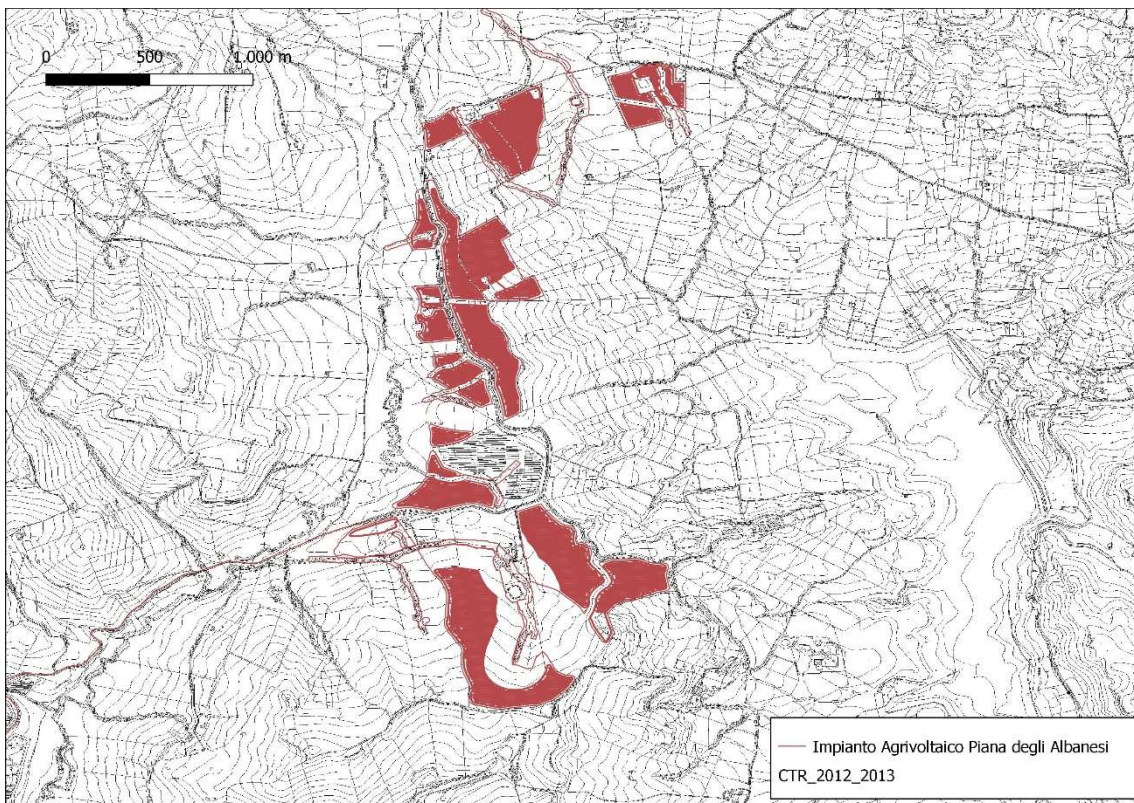
Inquadramento territoriale e geografico



Inquadramento su IGM 1:25000



Inquadramento su ortofoto



Inquadramento su CTR

5. OBIETTIVI GENERALI E REQUISITI DEL PMA

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

- a) verificare la conformità delle previsioni di progetto sulle matrici ambientali dell'opera, nelle sue varie fasi di sviluppo.
- b) 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.
- c) garantire durante la costruzione e l'esercizio, il pieno controllo della situazione ambientale.
- d) verificare l'efficacia delle misure di mitigazione eventualmente previste.
- e) fornire gli elementi di verifica necessari per la corretta esecuzione delle procedure di monitoraggio;
- f) 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 microclimatici (temperatura, umidità, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazione e radiazione solare), parametri chimico-fisici e microbiologici del suolo (tessitura, pH, calcare totale, calcare attivo, sostanza organica, CSC, N totale, P assimilabile, K assimilabile, conduttività elettrica, saturazione basica), etc. per la cui determinazione verranno descritti i metodi di analisi, l'ubicazione dei punti di misura e la frequenza delle rilevazioni durante la vita utile dell'impianto; è talora prevista e ritenuta indispensabile anche una caratterizzazione del sito ante-operam.

6. FASI DI COMPILAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Per la redazione del PMA si procederà allo svolgimento delle 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 dei punti di monitoraggio

7. IDENTIFICAZIONE DELLE COMPONENTI OGGETTO DI MONITORAGGIO

Di seguito vengono evidenziati i fattori ambientali ritenuti significativi che sono stati tenuti in considerazione all'interno del presente PMA.

- a) Aria: i fattori ambientali ritenuti significativi della componente aria sono:
 - Qualità dell'aria
 - Caratterizzazione meteorologica;
- b) Suolo e sottosuolo: i fattori ambientali ritenuti significativi della componente suolo sono:
 - Qualità del suolo (fertilità – inquinamento)

- Caratterizzazione fisico-chimica;
- 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, Fauna e Paesaggio.

Le metodologie di monitoraggio e la documentazione prodotta sarà standardizzata 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.

8. INTERVALLO TEMPORALE PER LO SVOLGIMENTO 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". 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 modo in funzione l'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 (ovvero circa 9-12 mesi) 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 viene stabilita pari alla vita utile dell'impianto.

9. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ARIA

La campagna di monitoraggio riguardante la componente ambientale "aria" 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, precipitazione.

9.1 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 la normativa 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

Nello specifico Nelle Disposizioni Generali dell'Allegato III del D.Lgs. 155/2010 relativo alla "Valutazione della qualità dell'aria ambiente ed ubicazione delle stazioni di misurazione delle concentrazioni in aria ambiente per biossido di zolfo, biossido di azoto, ossidi di azoto, piombo, particolato (PM10 e PM2,5), benzene, monossido di carbonio, arsenico, cadmio, mercurio, nichel e idrocarburi policiclici aromatici", al comma 4 lettera a) si specifica che, in relazione ai valori limite finalizzati alla protezione della salute dell'uomo, la qualità dell'aria ambiente non deve essere valutata nei luoghi in cui il pubblico non ha accesso e in cui non esistono abitazioni fisse (*comma 4 Allegato III – D.Lgs 155/2010*). Pertanto, il monitoraggio della qualità dell'aria si limiterà esclusivamente alla fase 2 (in corso d'opera) ovvero durante la fase di cantiere. Sebbene i cantieri di lavoro impattino l'ambiente per periodi di tempi limitati e ridotti, rispetto per esempio 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, ponendo attenzione ai parametri meteorologici dell'area, fondamentali per la diffusione degli inquinanti stessi.

9.2 Metodologia del Monitoraggio

I parametri da monitorare relativamente alla componente aria saranno:

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

Si sottolinea che le misurazioni degli inquinanti andranno 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.

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

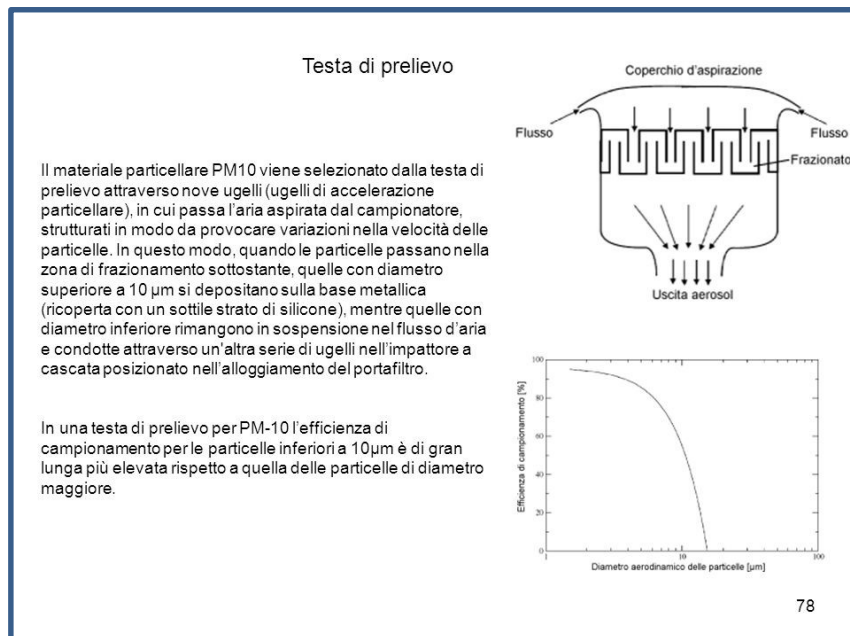
Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM_{10} è descritto nella norma UNI EN 12341:2001 “Qualità dell'aria. Determinazione del particolato in sospensione PM_{10} . Metodo di riferimento e procedimento per prove in campo atte a dimostrare l'equivalenza dei metodi di misurazione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

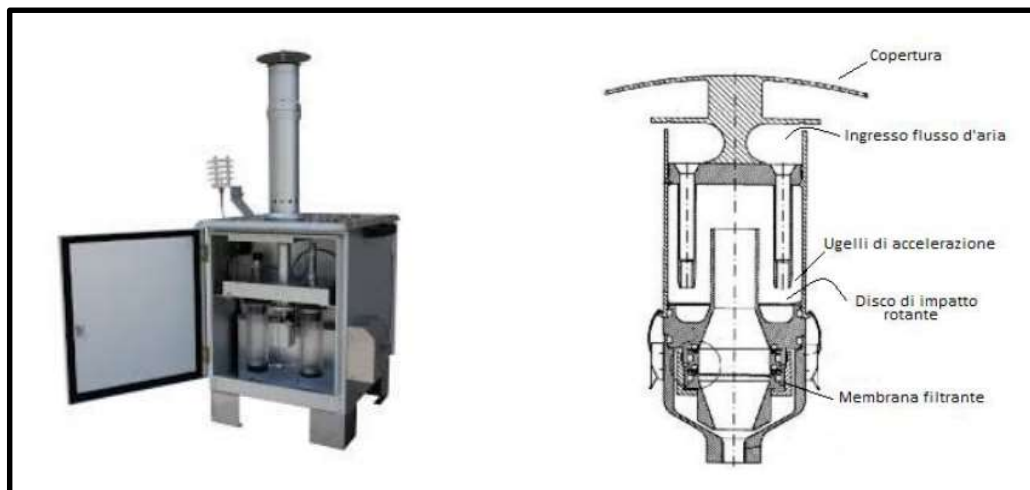
- a) Analisi gravimetrica
- b) Analisi in continuo

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*” (vedere figura seguente) che effettuano la separazione con una metodologia appunto gravimetrica mediante un “separatoro 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.



Testa campionamento prelievo del particolato



Esempio di campionatore gravimetrico PM a basso volume

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).

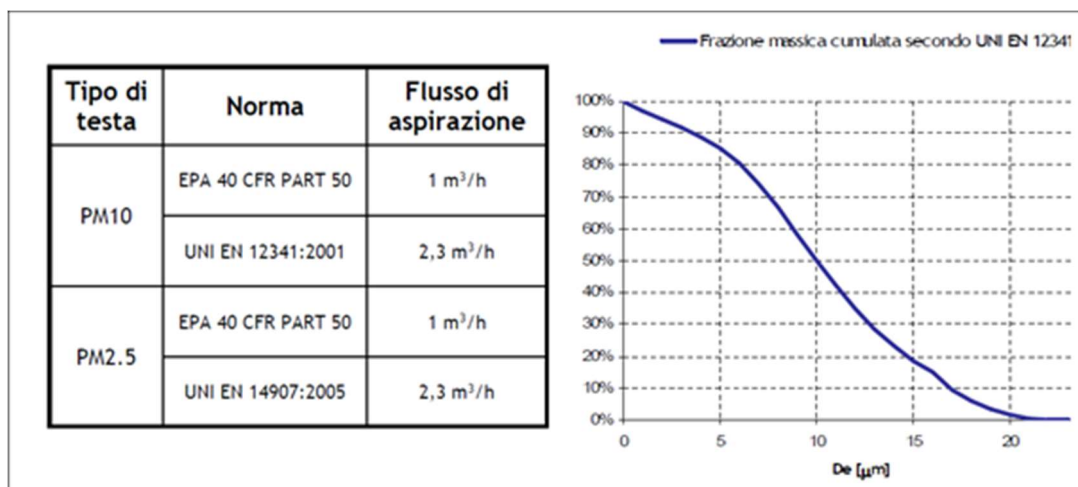
I mezzi filtranti di riferimento sono:

- filtro in fibra di quarzo (diametro 47 mm)
- filtro in fibra di vetro (diametro 47 mm)
- membrana in Politetrafluoroetilene (diametro 47 mm, porosità $2 \mu\text{m}$).

L'efficacia di una testa di campionamento è fortemente condizionata dalla capacità di distribuire un flusso di aspirazione ininterrotto e 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 del 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 $-30 \text{ }^\circ\text{C} \div +45 \text{ }^\circ\text{C}$, risoluzione $0.1 \text{ }^\circ\text{C}$, accuratezza $\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$; sensore di pressione: intervallo operativo $70 \div 110 \text{ KPa}$, risoluzione 0.5 KPa , accuratezza $\pm 1 \text{ KPa}$).
- essere in grado di misurare la temperatura dell'aria campionata in prossimità del mezzo filtrante nell'intervallo $-30 \text{ }^\circ\text{C} \div +45 \text{ }^\circ\text{C}$, 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 $5 \text{ }^\circ\text{C}$ 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. La durata del campionamento deve avere un'accuratezza di ± 1 minuto. 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.



Normativa di riferimento teste di campionamento

Successivamente al prelievo i filtri verranno avviati al laboratorio dove si provvederà ad effettuare le procedure di condizionamento e di pesata; il locale di condizionamento e pesatura deve essere preferibilmente lo stesso o 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

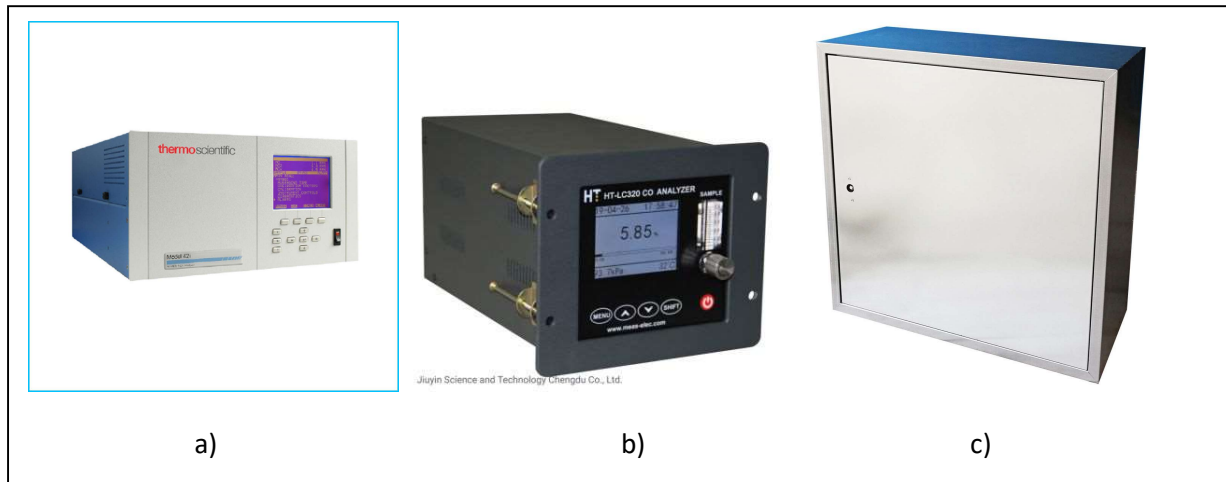
I filtri devono essere pesati immediatamente dopo il periodo di condizionamento. Le pesate pre e post-campionamento devono essere eseguite con la stessa bilancia e, possibilmente, dallo stesso operatore, utilizzando una tecnica efficace a neutralizzare le cariche elettrostatiche sul filtro. L'analisi in continuo è effettuata mediante dispositivi conta-particelle in tempo reale, portatili, come mostrato nella seguente figura. Tali dispositivi vanno sempre tarati con le misure effettuate con il metodo primario.



Strumentazione 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 avverrà con stazione di monitoraggio fissa, dotata di apposita strumentazione per il rilievo singolo o multiplo dei parametri monitorati (figura seguente) I sistemi di misura automatici dovranno essere corredati dalle apparecchiature necessarie per la taratura.



Stazione mobile per il monitoraggio degli inquinanti da traffico veicolare. a) Misuratore ossidi di azoto a chemiluminescenza; b) Misuratore CO a infrarossi; c) cassetta zincata protezione sonde

Prima dell'inizio dei lavori dovrà essere redatto un Piano di Cantierizzazione con la dislocazione planimetrica delle aree interessate dal cantiere, che preveda tra l'altro le misure di mitigazione indicate nello S.I.A. da applicare in tale fase, ed inoltre:

9.4 Parametri microclimatici

Unitamente al monitoraggio degli inquinanti risulta necessario misurare anche i parametri meteo-climatici delle superfici di riferimento al fine di una corretta valutazione della potenziale di diffusione degli stessi inquinanti nell'intorno dell'area di cantiere. Andrà pertanto prevista l'installazione di una stazione meteo-climatica per la rilevazione di tutta una serie di parametri meteorologici. In estrema sintesi quello che andrà misurato sarà: temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazioni e radiazione solare.



Stazione per la misurazione dei parametri meteo-climatici

Temperatura dell'aria

La temperatura dell'aria è influenzata da vari fattori, tra cui la latitudine, l'altitudine, l'alternarsi del giorno 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.



Termoigrometro digitale

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

colonnina 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 il valore assoluto di pressione che deve interessare, ma la sua variazione nel tempo. Nelle giornate di alta pressione, l'umidità e gli inquinanti contenuti nell'atmosfera vengono "premuti" verso il basso e costretti a rimanere concentrati in prossimità del suolo, generando inevitabilmente un peggioramento della qualità dell'aria. Tra le sostanze principali che "subiscono" questo meccanismo di accumulo vi sono 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).

Per l'installazione delle stazioni di misurazione si sceglieranno dei punti idonei in modo tale che la misura di parametri quali per esempio la velocità massima e soprattutto, la direzione prevalente del vento non siano falsate dalla morfologia del territorio o dalla presenza di ostacoli quali alberi, manufatti etc.

9.5 Identificazione dei punti di monitoraggio

Nella scelta dei punti di monitoraggio è stato fatto 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 obbligata per la posa delle linee elettriche; tale intervento interesserà ad ogni modo solo la coltre superficiale del substrato e la movimentazione di

piccole porzioni di terreno che serviranno a livellare alcune aree all'interno del sito in maniera tale da creare zone omogenee ed uniformi che in determinate circostanze, in particolare durante la fase di cantiere, potranno causare il sollevamento di polveri oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria.

In merito alla fase di cantiere le lavorazioni di maggior interesse, responsabili di possibili emissioni nell'aria, saranno:

- scotico e livellamento delle aree di cantiere;
- dispersione e/o 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 saranno 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.

In linea generale si provvederà al collocamento di:

1) n.2 stazioni per i rilievi microclimatici.

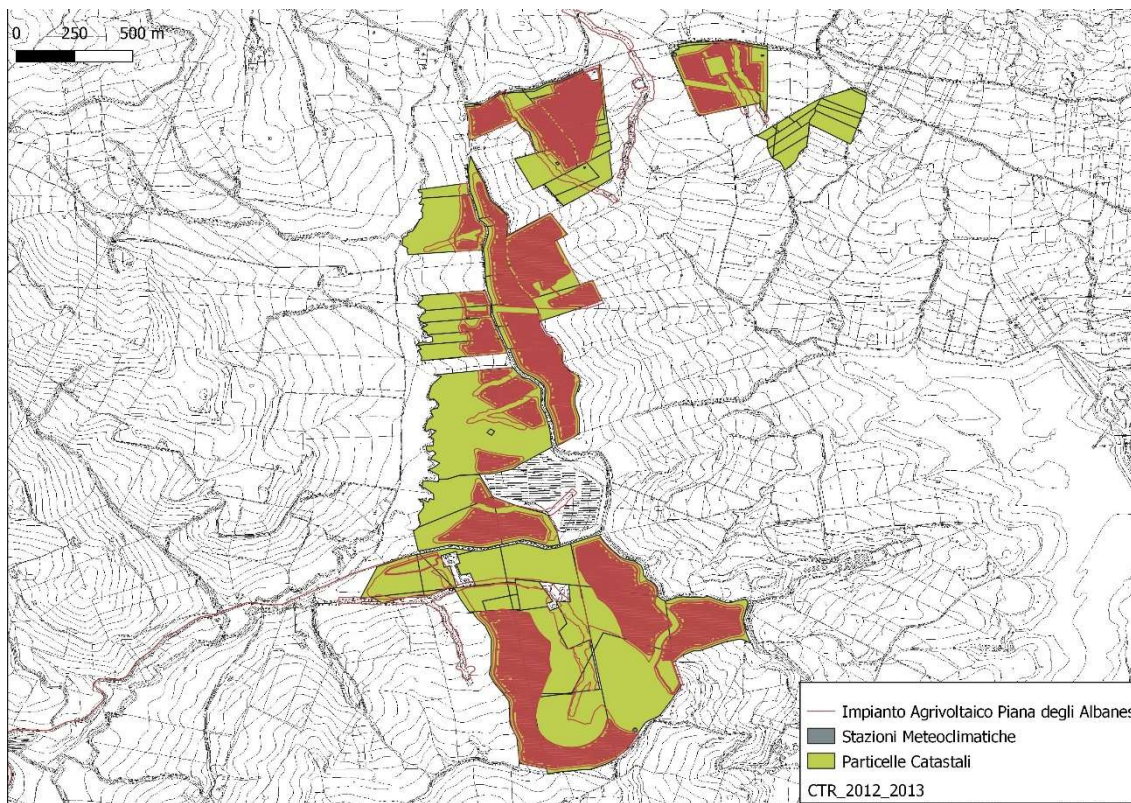
Vista la natura dei parametri da rilevare, considerata la distanza tra i vari cluster, pur non dovendo coprire decine di km, si ritiene di procedere con due stazioni per ottenere un livello di dettaglio dei parametri misurati maggiore.

In relazione alla morfologia e in base al fatto che i cluster di impianto più lontani risultano distanti tra loro circa 4 km, si ritiene opportuno posizionare una stazione nell'appezzamento più a sud e una in quello più a nord, agli estremi del layout di impianto. Le stazioni acquisiranno i dati giornalieri che verranno immagazzinati in un cloud per essere visualizzati ed elaborati da remoto.

2) n.1 stazione fissa per il monitoraggio della qualità dell'aria.

La stazione (fissa per tutta la durata del cantiere) sarà ubicata nella zona ritenuta e valutata con il massimo traffico veicolare giornaliero e per la presenza di materiali soggetti a produrre polveri.

- 3) Qualora significativo n. 2 o più punti di monitoraggio mobili della qualità dell'Aria. In sede di primo rilievo i punti saranno definiti e georeferenziati. Il rilevamento avverrà tramite strumentazione in continuo portatile, certificata e opportunamente tarata utilizzando i parametri della postazione fissa



Ubicazioni stazioni meteorologiche

9.6 Piano di monitoraggio

Il piano di monitoraggio previsto è sinteticamente illustrato nelle tabelle seguenti:

	Monitoraggio Qualità dell'aria	Microclima
<i>Ante Operam</i>	non previsto	non previsto
<i>Corso d'Opera</i>	Per tutta la durata dei lavori	Per tutta la durata dei lavori
<i>Post-Operam</i> (fase di esercizio)	non previsto	Vita utile dell'Impianto

A) *Ante – Operam*

Nessuna attività di monitoraggio prevista

B 1) *Corso d'Opera – Monitoraggio Qualità dell'aria*

	1° mese	2° mese	3° mese	4° mese	5° mese	6° mese	7° mese	a continuare con cadenza mensile
Stazione Fissa (attiva 1 settimana)	1	1	1	1	1	1	1	1
Report misure	1	1	1	1	1	1	1	1

B 2) *Corso d'Opera* – Monitoraggio Microclima

	1° mese	2° mese	3° mese	4° mese	5° mese	6° mese	7° mese	a continuare con cadenza mensile
Stazione Fissa	In continuo							
Report misure	1	1	1	1	1	1	1	1

C) *Post – Operam* (Fase di esercizio) - Monitoraggio Microclima

	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° s anno	6° anno	7° anno	cadenza annuale
Stazione Fissa	In continuo							
Report misure	1	1	1	1	1	1	1	1

9.7 Frequenza restituzione dati

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato dal CTS secondo modalità da concordare con l'Ente stesso; per quanto riguarda la frequenza di trasmissione dei dati viene di seguito proposta una tempistica di massima.

	Risultati Qualità dell'aria	Dati Microclima
<i>Ante Operam</i>	monitoraggio non previsto	monitoraggio non previsto
<i>Corso d'Opera</i>	Cadenza quindicinale primo mese; Cadenza mensile mesi successivi	Cadenza quindicinale primo mese; Cadenza mensile mesi successivi
<i>Post-Operam</i> (fase di esercizio)	monitoraggio non previsto	Cadenza semestrale

10. 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, etc.), 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 etc.

10.1 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.*

- “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:

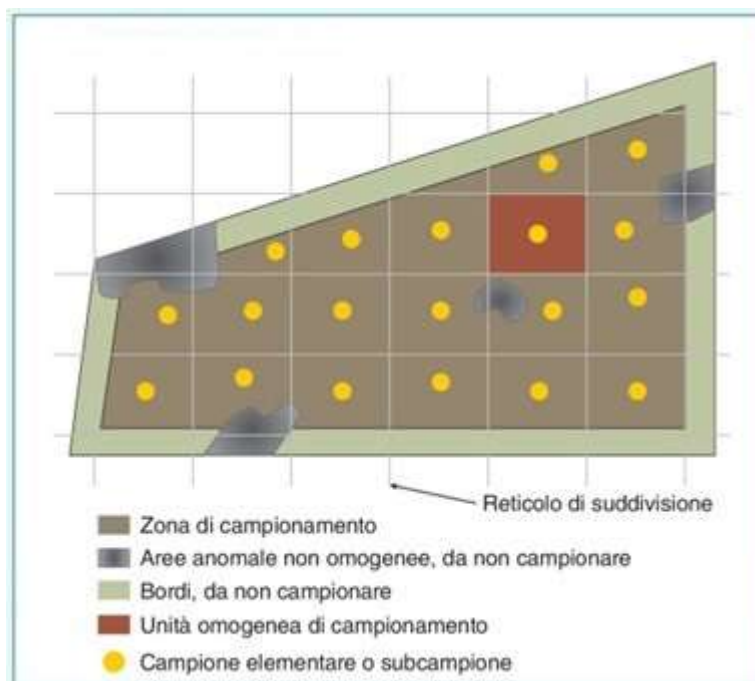
1. La prima fase del monitoraggio precede la realizzazione dell'impianto fotovoltaico e consiste nella caratterizzazione del suolo ante-operam.
2. La seconda fase prevede la valutazione delle stesse caratteristiche valutate ante-operam nel post-opera (fase di esercizio) ad intervalli temporali prestabiliti; 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 geo-referenziati 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).

10.2 Definizioni (D.M. 471/99)

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 (figura 13).
- *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.



Definizione delle zone di campionamento (Linee guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale - Regione Sicilia)

10.3 Prelievo di campioni per analisi di laboratorio

Per la definizione dei punti di campionamento e delle metodologie di campionamento è stato fatto riferimento a:

- 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.

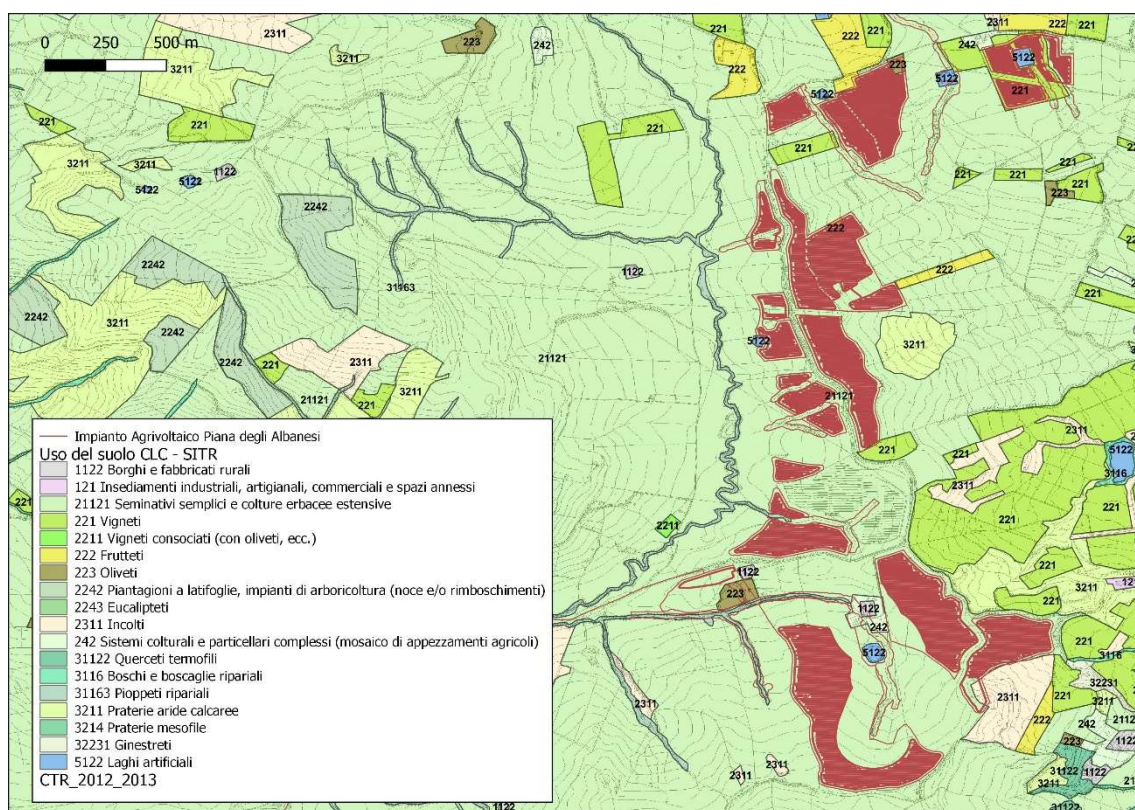
La distribuzione a griglia-sistematica prevede unicamente, nell’ambito dell’area di Impianto, l’individuazione di eventuali porzioni areali omogenee; la discretizzazione dell’areale di impianto in

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.

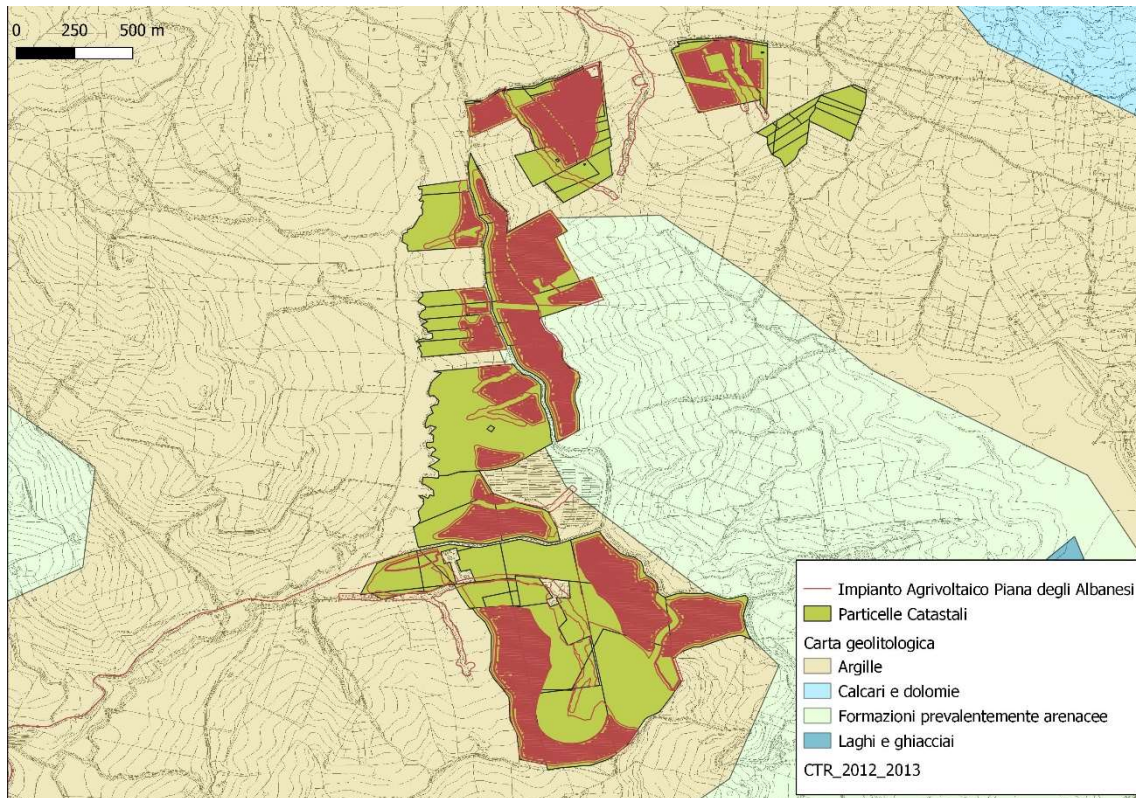
Al fine di valutare l'esistenza di eventuali eterogeneità significative all'interno del sito di progetto, la modalità ritenuta più corretta consiste nel:

- 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 Geolitologica)
- 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 dati raccolti ai punti precedenti.

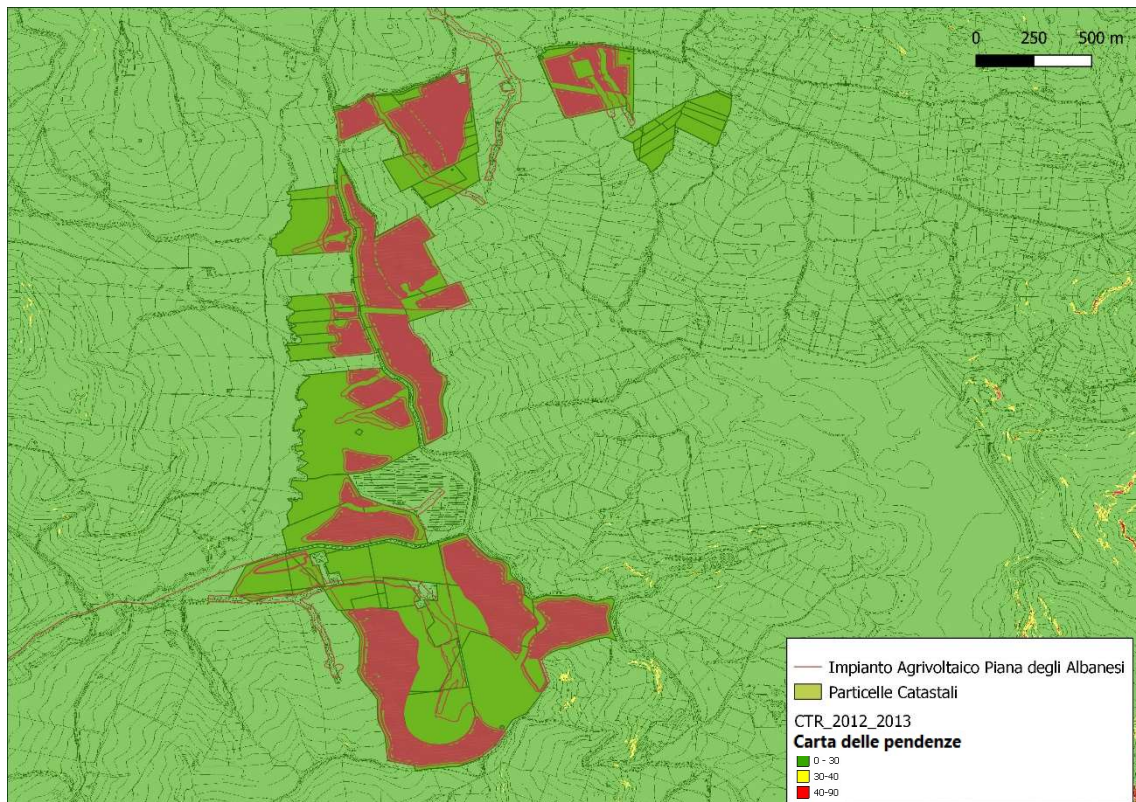
La verifica propedeutica di omogeneità morfologica è stata effettuata in ambiente GIS mediante elaborazioni dei DEM dell'area di impianto; nelle figure seguenti si evidenziano le condizioni di copertura suolo attuale, morfologia, altitudine, pendenza.



Carta di Uso del Suolo – CLC (SITR)



Stralcio Carta Geolitologica



Stralcio carta delle pendenze

L'analisi, relativamente alle aree di impianto evidenzia una elevata uniformità di tutti i parametri considerati ovvero una copertura costituita da terreni ad uso agricolo quasi esclusivamente adibiti a colture intensive (seminativi semplici in aree non irrigue) e in piccolissima parte vigneti; per i dettagli relativi al substrato litologico e in generale alla geomorfologia si rimanda alle relazioni specialistiche che sono parte integrante del progetto definitivo.

Avendo definito le zone d'impianto omogenee, nelle fattispecie una area unica, si è proceduto 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 saranno distanti almeno 200 metri uno dall'altro;
- V) tutti i punti di prelievo saranno georeferenziati in modo tale da rimanere costanti per tutta la durata del protocollo di monitoraggio.

10.4 Metodologia e 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 1 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, considerato quanto esposto in precedenza, e considerata una condizione di elevata omogeneità dell'area oggetto dell'intervento si è ritenuto di utilizzare come condizione di campionamento il valore di almeno n°1 campione ogni 10 ettari di terreno utilizzato.

Pertanto, tenuto conto che le aree interessate al progetto, sia di impianto che per opere a verde, si svilupperanno su un areale totale di circa 220 ettari, il piano prevedrà complessivamente n.22 punti di campionamento, di cui n.11 sotto i pannelli fotovoltaici e n.11 esterni.

Per l'ubicazione dei punti, in funzione delle "linee guida" sopra riportate sarà eseguita una particolare procedura in ambiente GIS:

- 1) eliminando le aree perimetrali, per una fascia di 25 m dal confine dell'area di progetto e ottenendo un poligono interno (area di campionamento);
- 2) creando una griglia a maglia quadrata di 25 mt per lato all'interno dell'area da campionare e generando punti random;
- 3) scegliendo in maniera casuale i punti di campionamento.

Il campione rappresentativo di terreno da sottoporre ad analisi (campione omogeneo) viene costituito dal mescolamento di più sub-campioni, prelevati alla stessa profondità e di volume simile. I subcampioni prelevati saranno sempre 5 in maniera tale da costituirne uno indicativo.

10.5 Metodologia di campionamento

Il prelievo dei campioni di suolo per le analisi sopra menzionate sarà eseguito alla profondità di 0-30 cm poiché rappresenta mediamente lo strato di suolo esplorato dalle radici di piante erbacee e, quindi, maggiormente colonizzato dai microrganismi. Questo approccio non sempre risulta valido dal momento che la distribuzione della biomassa microbica lungo il profilo di un suolo è regolata da molteplici fattori e differisce anche in base al tipo di gestione da parte dell'uomo. A parità di tipo di suolo, infatti, un prato naturale polifita ed un campo arato avranno tecniche di campionamento differenti; nel primo si avrà in linea di massima una biomassa localizzata nei primi 5-10 cm di profondità, nel secondo sarà necessario campionare anche gli strati più profondi (fino al metro).

Generalmente si procederà come segue:

- a) nei suoli lavorati, soggetti a rovesciamento e/o rimescolamento, occorrerà prelevare il campione alla massima profondità di lavorazione del suolo distinguendo i due campioni, anche nello strato immediatamente sottostante al limite di lavorazione;
- b) nei suoli a prato naturale e/o a pascolo sarà necessario prima eliminare il cotico erboso superficiale, e in seguito, prelevare i campioni dallo strato interessato dalle radici delle essenze erbacee. In generale, per le analisi biochimiche sarà sufficiente campionare a profondità comprese tra 0 - 30 cm.

Per le superfici oggetto del presente lavoro, le analisi saranno eseguite nei primi 30 cm di profondità. Per ogni campione saranno prelevati 5 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 specifiche supplementari in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, sia sulle acque superficiali e che su quelle sotterranee (se dove). Si precisa che tali circostanze appaiono comunque estremamente remote nel caso di cantieri relativi alla realizzazione di impianti fotovoltaici.

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. Il campionamento avverrà secondo le procedure di legge tipiche per caratterizzazione ambientale dei terreni nell'ambito delle procedure "TRS - Terre e Rocce da scavo". Viste le modeste profondità di campionamento previste, nonché il ristretto numero di campioni da prelevare in base alla superficie di riferimento, potranno 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, etc.).

Il periodo di campionamento di un suolo coltivato seguirà le lavorazioni principali e le concimazioni, al fine di poterne stimare i fabbisogni di fertilizzanti per una specifica coltura. Il suolo su cui insisterà l'impianto fotovoltaico, allo stato attuale interessato da colture intensive (seminativi in aree non irrigue) sostanzialmente rimarrà coperto dalla vegetazione erbacea, sia coltivata che spontanea e pertanto:

- per le analisi sulla flora microbica si dovrà far riferimento alle oscillazioni quali-quantitative ambientali, temperature, precipitazioni, umidità, ecc.
- per quanto riguarda le analisi chimiche e biochimiche, sarà possibile lavorare su suolo essiccato all'aria (non più di 30 gradi per non alterare la componenti microbica) e successivamente condizionato in laboratorio. Sarà sufficiente evitare i campionamenti in periodi in cui i suoli risulteranno intrisi di acqua o quando saranno troppo asciutti.

Converrà riferirsi ad una situazione media e, 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.

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 cartaceo 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 compilato 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 (cartacea) 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

10.6 Analisi di laboratorio per la componente suolo

Con riferimento all'insieme delle 3 fasi del PMA (ante-operam, in corso d'opera e post-operam) saranno previste le seguenti tipologie di analisi:

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

Analisi fisico-chimiche

Nella seguente tabella vengono riportati i parametri del suolo 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 CHIMICO-FISICHE DEL SUOLO		
Parametro	Unità (g/kg)	Metodo
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	%	<i>DM 13/09/99 met. II.1</i> <i>DM 11/05/92 met. 6</i>
- Scheletro > 2mm	%	
- Sabbia grossa 2.0 – 0.25 mm	%	
- Sabbia media 0.25 – 0.10 mm	%	
- Sabbia fine 0.10 – 0.05 mm	%	
- Limo 0.05 – 0.002 mm	%	
- Argilla < 0.002 mm	%	
(*) pH H ₂ O	- - -	<i>DM 13/09/99 met. III.1</i>
(*) Calcare totale (CaCO ₃)	g/kg	<i>DM 13/09/99 met. V.1</i>
(*) Calcare attivo	g/kg	<i>DM 13/09/99 met. V.1</i>
(*) Sostanza organica	g/kg	<i>DM 13/09/99 met. VII.1</i>

(*) Carbonio organico	g/kg	DM 13/09/99 met. VII.1
(*) Azoto totale	g/kg	DM 13/09/99 met. VII.1
(*) CSC	M _{eq} /100g	DM 11/05/92 met. 27
(*) Calcio scambiabile	M _{eq} /100g	DM 13/09/99 met. XIII.5
(*) Magnesio scambiabile	M _{eq} /100g	DM 13/09/99 met. XIII.5
(*) Potassio scambiabile	M _{eq} /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	- - -	- - -

Parametri analisi chimico-fisiche

Analisi microbiologiche

Nello studio della diversità biologica (biodiversità) le teorie ecologiche sono sempre state sviluppate essenzialmente per gli ecosistemi presenti sulla superficie del suolo, trascurando per lungo tempo tutte quelle forme di vita che sono presenti all'interno di esso, in particolare i microrganismi, e che rappresentano una enorme quantità di "vita invisibile" di fondamentale importanza per l'intera vita sulla terra (Wardle and Giller, 1996). Infatti, la microflora rappresenta la parte più rilevante della biomassa del suolo, ed è quella che maggiormente influisce sulle sue proprietà biologiche, regolando tutti i processi biochimici che ne determinano le proprietà nutrizionali (Bloem et al., 2003). Le diverse specie di microrganismi presenti nel suolo hanno, infatti, ruoli prioritari nelle trasformazioni dell'energia e nei processi biogeochimici, intervenendo nella decomposizione del materiale organico attraverso processi biodegradativi e nel riciclo di elementi essenziali quali carbonio, fosforo, azoto ed altri; in tal modo portano a termine specifiche reazioni di ossido-riduzione che permettono agli elementi di rendersi così disponibili in forme utilizzabili soprattutto dalle piante (Alexander, 1977). La biodiversità dei microrganismi del suolo, in virtù della varietà dei processi chimico-metabolici coinvolti, ha perciò un ruolo importante nel mantenere gli ecosistemi naturali in uno stato funzionalmente efficiente. L'equilibrio che si instaura nell'ecosistema microbico del suolo, dovuto alla stabilizzazione delle interrelazioni funzionali tra i vari microrganismi, si riflette positivamente sulle piante e, conseguentemente, sulla comunità animale sovrastante. L'agricoltura intensiva, ad esempio, basata sulle monocolture e l'utilizzo di pesticidi ed erbicidi, può influire sulla biodiversità del suolo ed in particolare sulla biodiversità dell'ecosistema rizosferico (intorno alle radici delle piante), alterando gli equilibri strutturali della comunità microbica presenti e la composizione delle varie popolazioni che compongono tale comunità (Bolton et al., 1985; Doran, 1980; Ramsay et al., 1986). La composizione e la struttura delle comunità microbiche nel suolo dipendono, oltre che dalle interazioni tra le singole specie presenti, anche – e

soprattutto - dalla natura chimico-fisica del terreno. Infatti, la struttura fisica del suolo, l'umidità, il pH, la temperatura e i nutrienti presenti, influenzano la vita microbica e selezionano gli organismi più adatti (Garbeva et al., 2004). È stato osservato che le dimensioni delle particelle di suolo hanno un impatto sulla diversità e la struttura delle comunità microbiche più evidente di quanto non facciano pH e sostanza organica (Sessitsch et al., 2001). La composizione del suolo rappresenta quindi uno dei principali fattori che influenzano significativamente la comunità microbica a livello sia interspecifico sia intraspecifico (McCaig et al., 2001; Girvan et al., 2003), agendo sia sulla densità microbica che sulla struttura della comunità microbica rizosferica (Chiarini et al., 1998) ed è responsabile della diversità fenotipica di popolazioni rizobatteriche (Latour et al., 1996). Le analisi sui microrganismi del suolo consentono di indagare sulla componente biotica del, responsabile della formazione e dello svolgimento dei principali processi che permettono al suolo stesso di esistere e mantenersi; in linea generale definiamo "fertilità biologica" l'espressione dell'attività delle entità biotiche residenti nel terreno che stabiliscono associazioni e biocenosi dinamiche ed interagenti, che promuovono processi biologici di rilevante significato ecologico e forniscono servizi ecosistemici. In un suolo la porosità costituisce la sede dell'attività biologica: gli spazi tra gli aggregati e gli aggregati stessi possono ospitare, in presenza di un film d'acqua, dei micro-ambienti, della dimensione di poche decine di μm in cui si sviluppa, la "microflora tellurica" che esprime l'80-90% dell'attività biologica totale di un suolo (Stotzky, 1997). Sulla base di quanto menzionato verranno condotte delle prove per la determinazione del calcolo dell'IBF su nr. 11 campioni di suolo, prelevati a due differenti livelli di profondità: da 0 a 0,3 m e da 0,3 m a 1 m. Per il calcolo dell'IBF e per ciascuno dei parametri che descrivono l'attività microbiologica sono assegnati dei punteggi per calcolare l'intervallo di appartenenza alla relativa classe. La somma algebrica dei punteggi per ciascun parametro da origine alla scala di fertilità biologica (6 parametri).

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

Calcolo dell'IBF (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 per esistenti in letteratura (figura seguente) 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 K_2SO_4 . 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.

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 distinguono la respirazione basale (C_{bas}) e la respirazione cumulativa (C_{cum}) che rappresentano rispettivamente l'emissione oraria di CO_2 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 CO_2 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)

C_0 = 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.

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 sotto restituita vengono riportati i metalli che generalmente vengono 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. In 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 sia 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

Concentrazioni limite metalli pesanti

(*) in suolo coltivati e naturali

(**) in siti commerciali i 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 utilizzate per la viticoltura

10.7 Prove in situ

Nell’ambito delle valutazioni idrologiche ed idrauliche a supporto dei progetti per la realizzazione di impianto 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. L’esperienza su campi fotovoltaici esistenti, al netto di una impermeabilizzazione diretta del suolo, 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, dal punto di vista della fertilità del suolo può portare all'affermarsi di situazioni degenerative. Appare 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 e 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 a causa dell'aumento della tensione superficiale delle particelle terrose; un suolo compattato, inoltre, presenta scarsa elasticità e limita l'approfondimento e lo sviluppo dell'apparato radicale, influenzando negativamente sulla fertilità del suolo.

10.8 Monitoraggio delle aree non coltivate

Le superfici soggette a coltura sono gestite con un ciclo stagionale, primaverile-estivo o autunno-vernino e, pertanto, dopo la fase di raccolta e prima che inizi il nuovo periodo di semina, si provvederà sempre alla lavorazione del substrato di radicazione andando così ad incidere nella zona superficiale per i primi 20-25 cm di suolo, in modo tale da escludere il rischio di fenomeni di compattazione. In merito all'“inerbimento spontaneo” di talune superfici (sotto i moduli nella fattispecie) si porta a conoscenza che la temperatura dell'aria, anche specialmente nel periodo estivo, si mantiene sempre svariati gradi più bassa per via dell'ombreggiamento che determina condizioni idonee al mantenimento del cotico erboso. Trattandosi tuttavia di un inerbimento “di pieno campo”, senza cioè l'ausilio di apporti idrici artificiali, potrebbe comunque verificarsi un certo diradamento nelle zone maggiormente soggette a stress abiotici (per esempio con fenomeni di “dry spot” determinata da un'alta tensione superficiale, causata da una pellicola organica che riveste ogni singola particella di terreno e che determina una mancata infiltrazione dell'acqua in profondità). Tali diradamenti sono indice di un potenziale peggioramento delle caratteristiche naturali del suolo, i quali determinano l'insorgere di fenomeni come la “crepacciatura” (tipici, per esempio, dei vertisuoli): man mano che i suoli perdono acqua per evaporazione, in particolare quelli con un contenuto elevato in argilla, si compattano e i pori si restringono determinando uno “strozzamento” degli apparati radicale che potrà portare la pianta fino alla morte.



Vertisuoli: particolare della crepacciatura su suoli argillosi

La crepacciatura è normalmente associata ai “black layer”, ovvero uno strato nero di sostanza organica che non riesce a decomporsi a causa dell’assenza di macro e microporosità nel suolo (conseguenza della compattazione).



Fenomeno del “Black layer”

Gli effetti del diradamento e del manifestarsi di chiazze idrofobiche sono tuttavia verificabili visivamente. Nella figura sopra sono riportate immagini di chiazze idrofobiche su tappeti erbosi; il fenomeno benché più facilmente riscontrabile su cotici erbosi sfalciati si riesce anche a individuare su manti di altezza diversa. Nell’ambito del PMA è prevista unicamente un’analisi visiva, ad intervalli prestabiliti, con produzione di idoneo report fotografico che documenti quanto avvenuto. Nel caso in cui il monitoraggio evidenziasse le problematiche sopra descritte si provvederà ad effettuare degli interventi di natura agronomica, intervenendo localmente o in pieno campo, con macchine operatrici idonee per risolvere il problema mediante impiego di carotatrici, vertidrainage (o chiodatrici) e verticutting, ecc.... Gli interventi di monitoraggio e l’eventuale intervento di manutenzione rappresentano una fase imprescindibile per il corretto sviluppo dell’impianto erbaceo: la mancanza di un adeguato controllo genererebbe un suo sicuro insuccesso.

10.9 Metodologie di monitoraggio

Il grado di compattamento di un suolo può essere valutato praticamente 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 attecchimento delle specie erbacee e loro resistenza agli stress di vario tipo, sia essi biotici che abiotici. Si ritiene pertanto opportuno inserire nel PMA, in relazione alle problematiche sopra espone:

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

1) 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, penetrografi, strumentazione ad impatto (Clegg Test).

Misuratori di Densità: si tratta di misuratori della resistenza al carico del terreno (N/mm²) 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 di può risalire alla densità del terreno.



Misuratore di densità manuale

Penetrografi: 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.



Esempio di penetrografo

Clegg Test: 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).



Clegg Test

II) Prove di permeabilità

Prove di Permeabilità su pozzetto: tali prove 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.



Prova di Permeabilità superficiale

Prove con infiltrometro a doppio anello

L'infiltrometro a doppio anello 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.



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 natura irrigua; l'umidità del suolo ha infatti una grande influenza sulla disponibilità e l'assorbimento delle sostanze nutrienti e, conseguentemente per la vitalità delle colture. 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".

Nella pratica 2 sono le metodologie applicabili:

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 tuttavia, non offre informazioni sul contenuto assoluto di acqua nel suolo.

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. Le unità di misura per la restituzione dei risultati sono in genere il vol.% o mm di acqua per litro o per m³ di suolo. Data la finalità del monitoraggio tale tipologia di misura appare più idonea.

Nella tabella sotto riportata si menzionano, a titolo di esempio, alcuni dispositivi in commercio.

Nome commerciale	Installazione	Tipo di misura - note
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 Fieldscout	Portatile	Contenuto volumetrico. Idoneo per qualsiasi tipo di suolo. N 4 profondità disponibili 4 - 8 - 12 - 20 cm. Non richiede manutenzione
TDR 300 Fieldscout	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

Strumentazione varia per la misura dell'Umidità del suolo

10.10 Ubicazione punti di prova

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

10.11 Piano di monitoraggio

Il piano di monitoraggio previsto è illustrato nelle tabelle seguenti:

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

A) Ante – Operam

Attività	n° attività	Periodo attività
Prelievo Campioni	2 x 22 (*)	Unico prima dell'inizio delle attività
Prove di Permeabilità	1 x 22 (**)	Unico prima dell'inizio delle attività
Prove di compattazione	1 x 22 (**)	Unico prima dell'inizio delle attività
Misure Umidità del suolo	1 x 22 (**)	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) per n.22 siti di prelievo

(**) N. 1 prova per ciascuno dei 22 punti di indagine

B) 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:

- I) 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).
- II) Evidenziare immediatamente eventuali sversamenti accidentali (di entità significativa) di sostanze pericolose per l'ambiente (oli, carburanti, vernici etc.) che vanno immediatamente rimosse.
- III) 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 – Operam (Fase di esercizio)

Il monitoraggio della componente suolo nella fase post-operam sarà esteso a tutta la vita utile dell'impianto. Con riferimento alle linee guida vigenti, la frequenza delle attività di monitoraggio avrà tempistiche variabili nel tempo; tale tempistiche avranno cadenza semestrale nei primi anni di esercizio (i più critici) e si diraderanno nel tempo in assenza di criticità riscontrate e/o in considerazione di eventuali operazioni di mitigazione messe in atto (se ritenute necessarie). Le attività riportate nella tabella sotto indicano, con riferimento a tutti e 42 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 estive estreme (luglio-agosto) e 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
2° anno	X	X	X	X	X	X
3° anno	X		X	X		X
4° anno		X	X	X		X
7° anno	X	X	X	X	X	X
10° anno	X		X	X		X
11° anno		X	X	X	X	X
15° anno	X	X	X	X	X	X
20° anno	X	X	X	X	X	X
+5 anni (**)	X	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

10.12 Frequenza restituzione dati

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato, secondo modalità da concordare con il medesimo ente; per quanto concerne la frequenza di trasmissione dei dati, viene di seguito prospettata una tempistica, che in seguito potrà essere oggetto di discussione.

	Risultati Laboratorio	Dati Prove in Situ
<i>Ante Operam</i>	Analisi unica trasmessa prima della fase successiva	Analisi unica trasmessa prima della fase successiva
<i>Corso d'Opera</i>	non previsto	non previsto
<i>Post-Operam</i>	Cadenza annuale/pluriennale (*)	Cadenza annuale/pluriennale (*)

(*) calendario da programmare in dettaglio

10.13 Misurazione ulteriori parametri

Come ulteriore elemento di analisi cui legare, chiaramente, l'attività di monitoraggio nella fase ante-operam, in corso d'opera e post-operam, verranno condotte delle prove relative alla componente suolo e sottosuolo che prevedranno sia valutazioni visive che analisi di laboratorio. Nella fattispecie verranno monitorati alcuni parametri biologici del suolo (QBS-ar) e della Carbon Footprint (Cromatografia circolare su carta) legati alle lavorazioni agricole sotto i pannelli fotovoltaici. Tali analisi saranno condotte durante tutto il periodo di vita utile dell'impianto. La rilevazione e l'interpretazione dei dati sarà annuale mentre l'elaborazione statistica dei dati raccolti avrà cadenza triennale. La cromatografia circolare aiuta a identificare la presenza di attività microbica, batterica ed enzimatica, mentre il QBS-ar è basato sul riconoscimento e conteggio di vari taxa di microartropodi (compresi i lombrichi) impiegati come bioindicatori dello stato di salute del suolo.

Cromatografia circolare su carta

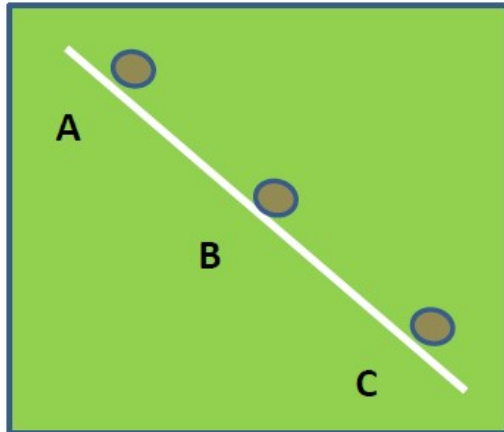
Il principio di funzionamento della cromatografia circolare su carta si basa sulla differenza di mobilità delle varie componenti del suolo. Ogni sistema pedologico è il risultato dell'interazione di minerali, materia organica e microrganismi: queste tre componenti vengono messe in evidenza sul cromatogramma. Gli elementi minerali sono i meno mobili, perciò si troveranno sempre al centro del cromatogramma. In posizione immediatamente più esterna troveremo la materia organica e subito dopo le tracce lasciate dai microrganismi. Questo movimento viene reso possibile dalla particolare carta che viene utilizzata per la cromatografia, la carta da filtro Whatman. Essa è particolarmente porosa e quindi le componenti la percorrono per capillarità. Esistono due tipologie di carta da filtro Whatman: la n°1, più ruvida e quindi più difficile da attraversare e la n°4, più liscia. Delle due, la n°4 è la più indicata per eseguire le prime cromatografie, dal momento che l'immagine che restituisce è più nitida. Le analisi legate alla cromatografia su carta verranno condotte sugli stessi campioni su cui verranno effettuate le analisi chimico-fisiche.



Profilo di scavo profondo (80 cm), setaccio campioni e carta di filtro Whatman

Microartropodi come indicatori della qualità biologica del suolo (QBS-ar)

La qualità biologica del suolo può essere definita come la “capacità del suolo di mantenere la propria funzionalità per sostenere la produttività biologica, di mantenere la qualità dell’ecosistema e di promuovere la salute di piante e animali” (Knoepp et al., 2000). La fauna edafica è coinvolta in numerosi processi che garantiscono la funzionalità del suolo, tra cui la degradazione della sostanza organica, il riciclo dei nutrienti e dei flussi energetici (Jeffery et al., 2010) ed è possibile utilizzarla come indicatore della qualità del suolo. Un bioindicatore è un organismo che, mediante reazioni identificabili (biochimiche, fisiologiche, morfologiche) permette di ottenere indicazioni sintetiche dei cambiamenti che possono verificarsi in un dato ambiente. Le pratiche agricole, tra cui l’aratura, l’intensificazione delle colture, l’utilizzo di ammendanti e di sostanze chimiche come fertilizzanti, erbicidi e pesticidi, hanno influenzato anche in modo serio le abbondanze e la diversità degli organismi edafici (Backer, 1998; Altieri, 1999; Bedano et al., 2006; Tabaglio et al., 2009). Fra i vari bioindicatori proposti dalla letteratura scientifica in questi anni (Soil biodiversity: functions, threats and tools for policy makers Report for EC – DG Environment 2010) si è stato scelto di utilizzare l’indice QBS-ar ideato dall’università degli Studi di Parma (Parisi, 2001). Questo indice prende in considerazione la comunità di microartropodi e si basa sul concetto che la presenza/assenza dei gruppi edafici, più adattati alla vita nel suolo, può essere utilizzata per valutare la stabilità e la qualità biologica del suolo. I valori dell’indice QBS-ar hanno dimostrato di essere direttamente correlabili all’uso e allo stato dei suoli al momento del campionamento, permettendo di formulare differenti conclusioni utili alla gestione dei suoli (Report RER 2018). Maggiore è il valore dell’indice, maggiore sarà la presenza di gruppi di microartropodi adattati al suolo; un QBS-ar elevato indica che le condizioni del suolo sono pertanto ideali per lo sviluppo e il sostentamento degli organismi più sensibili e quindi viene associato ad una maggiore qualità. In maniera pratica si identifica un’area “omogenea” entro cui selezionare i punti di campionamento rappresentativi del sito ed effettuare 3 repliche alla profondità di 10 cm. La copertura erbacea quando presente, deve essere eliminata con un paio di forbici evitando di strapparla per non togliere l’apparato radicale con annessa pedofauna. Ogni replica viene effettuata mediante l’uso di “fustelle” che consentono di prelevare un volume noto (ca. 800 cm³) di suolo.







Area di campionamento (10m x 10m) e selettore di Berlese



Diverse fasi del QBS-ar – Estrazione della pedofauna

Sistemi Gestionali	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
SG1	QBS < 80	QBS > 80	QBS > 100 e almeno 2 Forme eudafiche	QBS > 160 e presenza di Proturi e/o Pseudoscorpioni
SG2	QBS < 100	QBS > 100 e almeno 2 forme eudafiche	QBS > 130 e almeno 2 forme eudafiche o Proturi e/o Pseudoscorpioni	QBS > 180 e presenza di Proturi e/o Pseudoscorpioni

Classe 4	Qualità eccellente	
Classe 3	Qualità buona	
Classe 2	Qualità sufficiente	
Classe 1	Qualità insufficiente	

Suddivisioni in Classi di Qualità (RSA, 2007 – Arpa Piemonte)

I criteri classificativi si basano sulla combinazione di valori soglia di QBS-ar per il passaggio da una classe all'altra, in relazione alla presenza di alcune Forme Eudafiche (FE).

11. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ACQUA

Limitatamente alla componente ambientale “acqua” la Relazione Geomorfologica-Idrogeologica che fa parte degli elaborati di progetto, non rileva la presenza di elementi idrici superficiali di rilievo né, tanto meno, rappresenta evidenze circa la presenza di una falda idrica nel sottosuolo.

In considerazione di quanto esposto il piano di monitoraggio della componente acqua, di seguito riportato, sarà messo in opera unicamente per le acque di sottosuolo, relativamente al rilevamento di una falda idrica nel sottosuolo (durante i sondaggi geognostici di supporto al progetto definitivo) e ad una profondità ritenuta significativa ai fini di eventuali problematiche di natura ambientale, ovvero inferiore ai 5 metri.

11.1 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 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, come da figure seguenti.

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.

Classi Chimiche qualità acque sottosuolo - ISPRA

	Unità di misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0 (*)
Conducibilità elettrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$ (20°C)	≤ 400	≤ 2500	≤ 2500	> 2500	> 2500
Cloruri	mg/L	≤ 25	≤ 250	≤ 250	> 250	> 250
Manganese	$\mu\text{g}/\text{L}$	≤ 20	≤ 50	≤ 50	> 50	> 50
Ferro	$\mu\text{g}/\text{L}$	< 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	$\leq 0,05$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$> 0,5$	$> 0,5$

Parametri chimici acque di sottosuolo – ISPRA

Nel piano di indagini geognostiche propedeutiche al progetto definitivo, 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 e contenitori in PVC.



Campionamento monouso per il prelievo di acque in foro

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, etc.).

11.2 Piano di Monitoraggio

Il piano di monitoraggio previsto è illustrato nelle tabelle seguenti:

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

A) *Ante – Operam*

Attività	n° prelievi	Periodo attività
Prelievo Campione	1 x n (*)	Unico prima dell'inizio delle attività

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

B) *Corso d'Opera*

Attività	n° prelievi	Periodo attività
Prelievo Campione	1 x n (*)	Unico a chiusura delle attività di cantiere

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

C) **Post – Operam** (Fase di esercizio)

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

Piano di Monitoraggio Acque di sottosuolo			
	Estivo	Invernale	<i>Prelievo campioni Acque</i>
1° anno	X	X	X
2° anno	X	X	X
3° anno	X		X
4° anno		X	X
7° anno	X	X	X
10° anno	X		X
11° anno		X	X
15° anno	X	X	X
20° anno	X	X	X
+5 anni (**)	X	X	X
Dismissione (***)	X	X	X

11.3 Frequenza restituzione dati

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante individuato, secondo modalità da concordare dall'Ente stesso; in merito alla frequenza di trasmissione dei dati, si riporta, a titolo di esempio, una ipotesi di tempistica eventualmente da concertare con l'Ente vigilante.

	Trasmissione dati
<i>Ante Operam</i>	Analisi unica trasmessa prima della fase successiva
<i>Corso d'Opera</i>	Analisi unica trasmessa prima della fase successiva
<i>Post-Operam</i>	Cadenza annuale/pluriennale (*)

(*) calendario da concordare

12. MONITORAGGIO DELLA COMPONENTI VEGETAZIONE, FAUNA E PAESAGGIO

12.1 Componente Ambientale Vegetazione

Dal punto di vista della componente ambientale “vegetazione” si premette che avendo l’impianto una natura agrivoltaica determinerà una variazione, relativamente alla “*destinazione d’uso*” del suolo, assai modesta; infatti, appena il 17% dell’area disponibile verrà interessata direttamente dalla posa dei pannelli fotovoltaici mentre le restanti aree continueranno ad essere coltivate o riqualificate dal punto di vista ambientale.

Tuttavia, in merito alla copertura del suolo, ovvero della tipologia di coltura prevista, saranno apportate delle variazioni nello specifico, rispetto allo stato ante-operam con gli areali di progetto caratterizzato essenzialmente da colture intensive (seminativi di natura cerealicola in particolare) con riferimento alla relazione agronomica consultata, lo stato dell’impianto in fase di esercizio prevede:

- 45,40 ettari oliveto da olio (fascia di mitigazione e aree compensative)
- 48,83 ettari di area interna all’impianto coltivata a leguminose da granella (poi in rotazione)
- 35 ettari di area di compensazione a mandorleto
- 38,42 ettari di suolo mantenuto con un inerbimento perenne
- 11 ha per pascoli apistici e sulleto
- 5 ha di opere di imboscamento
- 9 ha per Oasi Faunistica

In ragione di tale modifiche il piano di monitoraggio viene inteso, esclusivamente, come monitoraggio della componente vegetazione legata allo stato futuro dell’impianto ovvero di un “Piano” strettamente integrato con il Piano Agronomico delle cure colturali delle opere a verde previste.

Gli interventi di monitoraggio e manutenzione rappresentano infatti una fase imprescindibile per il corretto sviluppo dell’impianto arboreo ed erbaceo. La mancanza di una adeguata manutenzione o la sua errata od incompleta realizzazione, genererebbe un sicuro insuccesso, sia per quanto riguarda la realizzazione della fascia alberata di mitigazione, che per il resto delle opere a verde e delle colture. Il piano di monitoraggio e manutenzione prevedrà una serie di valutazioni ed operazioni di natura agronomica nei primi quattro anni (4 stagioni vegetative) successivi all’impianto.

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

- monitoraggio ed eventuale risarcimento delle fallanze;
- monitoraggio ed eventuale messa in opera di pratiche irrigue sia di gestione che di soccorso;
- monitoraggio ed eventuale messa in opera di pratiche di difesa fitosanitaria;
- monitoraggio per eventuali operazioni di potatura di contenimento e di formazione;
- monitoraggio per eventuali operazioni di fertilizzazione.

Sostituzione fallanze

In genere l'impiego di materiale vivaistico di buona qualità e la messa a dimora di giovani piantine con pane di terra (solitamente con età 1-2 anni), permettono di garantire elevate percentuali di attecchimento. In questi casi tendenzialmente il numero medio di fallanze riscontrabile risulterà sempre inferiore al 5-10%. 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 una percentuale cospicua del popolamento (almeno il 30%). 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 trattatrice. 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 di formazione

La frequenza degli interventi di potatura sarà necessariamente valutata e programmata sulla base del monitoraggio circa lo sviluppo della vegetazione dell'impianto e a seconda del protocollo colturale 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. Le potature di contenimento si effettueranno periodicamente a valle del monitoraggio.

Pratiche di fertilizzazione

Con la concimazione ci si pone l'obiettivo di apportare sostanze nutritive al terreno agrario per migliorarne il grado di fertilità e, conseguentemente, anche la percentuale di attecchimento e crescita delle piante. Le eventuali pratiche di fertilizzazione si effettueranno periodicamente a valle del monitoraggio agrario.

- 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 una normale circolazione della fauna terrestre, funzionando anche da riparo per le intemperie e da aree di ombreggiamento;
- 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 terrestre (piccola fauna).

Una recinzione così concepita e realizzata permette di mantenere un alto livello di biodiversità e allo stesso tempo, non essendo praticabile l'attività venatoria, crea un habitat naturale di protezione delle specie faunistiche e vegetali; la piantumazione, lungo il perimetro del parco, di specie arboree, sarà un'ulteriore fonte di cibo sicura per tutti gli animali e per la nidificazione, determinerà la diminuzione della velocità eolica, 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. In funzione di quanto fino ad ora asserito, un monitoraggio specifico della componente fauna appare anche superfluo; ciò non di meno, tenuto conto della presenza di sistemi di video-sorveglianza in continuo e con elevata capacità di registrazione video, si potrà valutare, compatibilmente con le esigenze dell'azienda titolare dell'impianto, di effettuare analisi random periodiche orientate in tal senso, delle registrazioni video. In fase di costruzione, invece, si farà in modo si prevede, di non far coincidere, per esempio, l'attività di cantiere con il periodo riproduttivo delle specie faunistiche menzionate durante gli studi specialistici in fase di autorizzazione. L'attività di monitoraggio in corso d'opera prevedrà, altresì, rilievi in campo per l'individuazione di specie indicatrici e/o bersaglio individuate come particolarmente vulnerabili o di rilevante interesse naturalistico nella fase ante-operam. Sia lo spostamento della fase di cantiere in periodi non coincidenti con attività avifaunistiche che il monitoraggio delle specie in corso d'opera ottempereranno a queste esigenze non trascurabili.

12.3 Componente Ambientale Paesaggio

Sulla base di quanto riportato in progetto in relazione alle opere di mitigazione previste, l'impianto oltre ad essere dotato di una recinzione metallica a basso impatto visivo sarà provvisto di macchie arboree e arbustive di mitigazione nelle zone di maggior visibilità e in generale lungo tutto il confine con l'impianto. Il corretto monitoraggio (tradotto in verifica dello stato manutentivo) di tali fasce arboree e arbustive, già previsto in seno alla componente vegetazione, garantirà il corretto funzionamento delle opere di mitigazione ovvero la salvaguardia della componente paesaggistica.

Il piano di monitoraggio previsto prevede lo schema sotto riportato:

	Monitoraggio paesaggio
Ante Operam	Previsto, rilievo mensile per il periodo di un anno e relazione di monitoraggio riepilogativa
Corso d'Opera	Previsto, rilievo mensile per il periodo di costruzione dell'impianto e relazione di monitoraggio a fine collaudo dell'opera
Post-Operam	Previsto, rilievo mensile per il periodo di un anno e relazione di monitoraggio riepilogativa

12.4 Sintesi analisi componenti Vegetazione-Fauna-Paesaggio

Ricapitolando quanto fino ad ora riportato per le componenti in esame, per ogni fase del monitoraggio devono essere affrontate le tematiche di cui sotto.

Ante – Operam

Dati climatici: raccolta dati meteorologici per la caratterizzazione dell'area di progetto;

Rilievo comunità vegetali: I rilevamenti fitosociologici saranno eseguiti secondo il metodo di Braun Blanquet (Braun-Blanquet J. 1964; Pignatti S. 1959; Pirola A., 1970; Westhoff V. E Van Der Maarel E. 1978; Giacomini V., Fenaroli L. 1958) e permetteranno (ove il rilievo sia effettuabile rispettando tutti i criteri previsti dal metodo stesso) l'attribuzione delle porzioni vegetazionali rilevate a fitocenosi note e ad una loro classificazione gerarchica di naturalità, e quindi ad un loro eventuale scostamento da tali categorie durante le fasi successive.

Flora: per fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse sarà utilizzato un indice di naturalità basato sul rapporto tra le percentuali dei corotipi multizonali (definiti secondo S. Pignatti, 1982 appartenenti alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione, codice 9) a quelli euromediterranei (appartenenti, sempre secondo Pignatti alla omonima categoria corologica).

Fauna: si di impiegheranno come bioindicatori dello stato di conservazione delle emergenze faunistiche le classi di vertebrati superiori (Erpetofauna, Avifauna, Mammalofauna). L'attività di monitoraggio in fase ante operam consentirà, per le fasi successive, di individuare e focalizzare l'attenzione sulle componenti eventualmente maggiormente sensibili a seguito dell'individuazione di specie bersaglio e/o specie guida.

In corso d'opera

L'attività di monitoraggio in corso d'opera per la componente vegetazione prevedrà il controllo dello stato di salute, la bontà degli interventi di mitigazione delle opere di cantiere, l'eventuale salvaguardia del terreno agrario di scotico accantonato per il successivo riutilizzo post-opera, il controllo della

funzionalità degli impluvi esistenti. Il tutto sarà corredato da report fotografici e schede di rilevazione compilate durante i sopralluoghi.

L'attività di monitoraggio in corso d'opera della fauna prevedrà la fase di rilievo in campo precedentemente descritta con particolare riferimento, eventualmente, alle specie indicatrici e/o bersaglio individuate come specie particolarmente vulnerabili o di rilevante interesse naturalistico nella fase di ante operam.

Sarà, inoltre, verificata l'insorgenza di eventuali impatti negativi non previsti sulle popolazioni animali più significative e rilevanti dal punto di vista ecologico ed eventualmente proposte misure operative per la minimizzazione degli stessi.

Post – Operam

Le attività di monitoraggio previste sono sinteticamente riepilogate nello schema sotto riportato in cui 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.

Le diverse metodologie e dei materiali/metodi da utilizzare per portare a compimento i monitoraggi delle componenti attenzionate sono sintetizzate nello schema seguente.

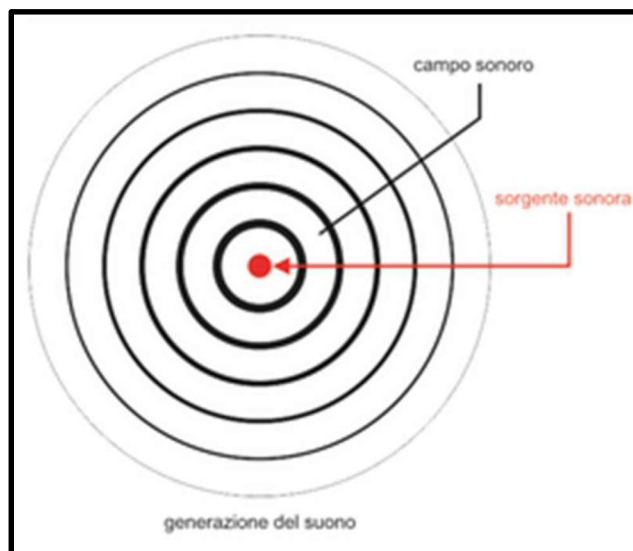
Componente	Metodologia	Materiali e metodi	Risultati attesi
VEGETAZIONE E FLORA	Rilievo fitosociologico	Metodo di Braun-Blanquet	Strato; Composizione floristica; Copertura; Forma; Fisionomia e struttura della vegetazione;
	Censimento floristico	Rilevatore GPS e attrezzatura fotografica	Lista floristica con fascia prossimale o distale; Emergenze floristiche; Specie sinantropiche; Specie invasive/banalizzatrici; Mappatura percorsi; Indice di variazione; Specie sinantropiche su totale specie censite;
FAUNA	Studio popolazioni potenzialmente presenti	Analisi bibliografica	Elenco delle specie; Individuazione degli ambienti di interesse prioritario; Allestimento di check-list di emergenze faunistiche; Valutazione preliminare sul livello di disturbo;
	Censimento faunistico	Rilievi in campo	Gruppi faunistici indicatori;

			Campionamento zone per competenze faunistiche; Caratterizzazione ambientale zone secondo i parametri chimico-fisici, ecologici, geomorfologici, pedologici; Applicazione dei metodi di censimento alle caratteristiche delle specie o dei gruppi sistematici interessati;
PAESAGGIO	Ecosistemi vegetazionali compatibili con i tipi di paesaggio con funzione connettiva / filtro / ornamentale / di mascheramento	Attrezzatura fotografica	Riprese fotografiche da punti di vista privilegiati; Giudizio qualitativo espresso mediante scala di valori articolata in classi; Ampiezza e la profondità del campo visivo; Varietà e ricchezza immagine percepita (forme, colori, tessiture; Interferenza con elementi di detrazione o di ostruzione visiva;
		Rilevazione degli interventi di inserimento ambientale e mitigazione	Indicatore di prestazione per interventi gli attuati; Tutela e valorizzazione dei corridoi paesaggistici di continuità visiva e/o di connessione alla rete ecologica interna ed esterna; Riconoscimento dei quadri scenici di sfondo;

Schema di monitoraggio per le varie componenti

13. 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 quindi praticamente infinite. Affinché il suono si propaghi occorre poi che il mezzo che circonda la sorgente sia dotato di elasticità. La porzione di spazio interessata da tali variazioni di pressione è definita campo sonoro. Si può esemplificare che la generazione del suono avvenga mediante una sfera pulsante in un mezzo elastico come l'aria; le pulsazioni provocano delle variazioni di pressione intorno al valore della pressione atmosferica che si propagano nello spazio circostante a velocità finita come onde sferiche progressive nell'aria stessa, 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.



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 viene redatto per caratterizzare dal punto di vista acustico l'ambito territoriale interessato dall'opera da realizzare, per esaminare le eventuali variazioni nel tempo che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione e dell'esercizio dell'opera.

Risalendo alle loro cause, allo scopo di determinare se tali variazioni siano imputabili all'opera stessa costruita, in maniera tale da potere 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 posti in essere;
- 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 procederà, rispettivamente:

- 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 saranno 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 sarà finalizzato ai seguenti aspetti:

- confronto degli indicatori definiti nello "stato di zero".

- 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.).

13.1 Aspetti metodologici

Preliminarmente sarà essere effettuata una valutazione 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, per 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 allo scopo di controllare la rumorosità del traffico indotto dalle attività di costruzione. I punti di misura vanno previsti principalmente nei centri abitati attraversati dai mezzi di cantiere ed in corrispondenza dei recettori limitrofi all'area di cantiere.

13.2 Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio

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

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

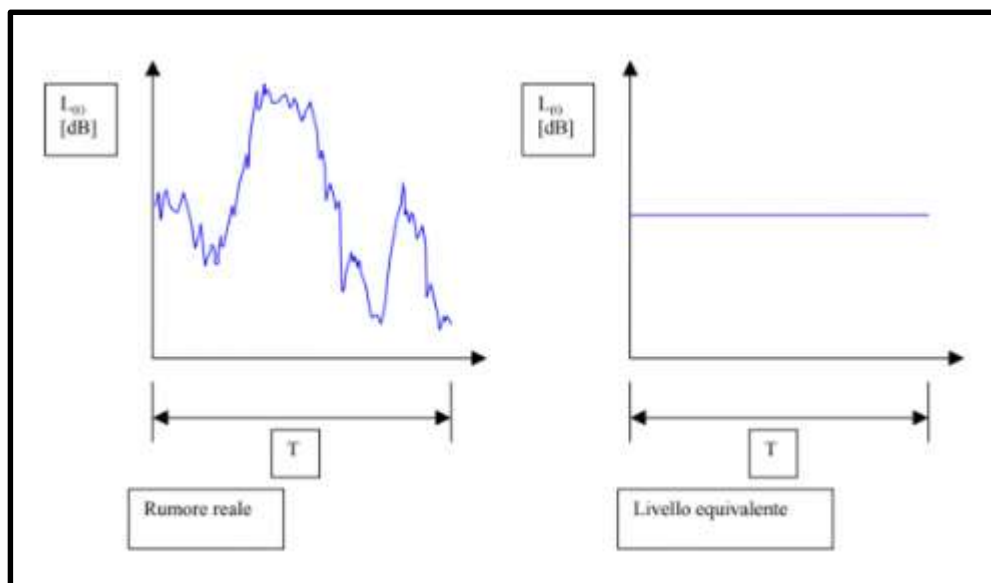
Tali dati andranno raccolti in schede riepilogative per ciascuna zona acustica di indagine con le modalità che verranno di seguito indicate.

Parametri acustici

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

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

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:



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), 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 (Leq) 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).

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.

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.

13.3 Identificazione dei punti di monitoraggio e metodologie

I punti sensibili per il monitoraggio saranno individuati sulla base della tipologia, della conformazione dell'impianto e dei potenziali recettori. Le posizioni dei punti di misura potranno eventualmente 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) Specifiche sulla presentazione dei risultati delle misure: come da Allegato D D.M. 16/03/1998.

13.4 Piano di monitoraggio

Con riferimento all'indicazione del richiamato D.M. 16/03/1998, nella successiva figura 30 vengono riportati i criteri temporali generali per il campionamento della componente rumore ai quali, sostanzialmente, ci si è attenuti.

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	-

Criteri Temporali generali per il campionamento acustico; D.M. 16.03.1998

Pertanto, il piano specifico prevede la seguente tempistica:

Ante – Operam

Tutte le componenti in un'unica soluzione.

Corso d'Opera

	1a settimana	2a settimana	3a settimana	2° mese	3° mese	4° mese	5° mese	a continuare con cadenza mensile
TV	Non previsto							
LF	Non previsto (non significativo per la tipologia di cantiere)							
LC	1	0	1	1	1	1	1	1
LM	1	0	1	1	1	1	1	1

Post – Operam (Fase di esercizio)

Nessuna attività di monitoraggio prevista.

13.5 Frequenza restituzione dati

I risultati del monitoraggio saranno condivisi con l'Ente vigilante 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 di concertazione.

	Trasmissione dati
Ante Operam	Analisi unica trasmessa prima della fase successiva
Corso d'Opera	Cadenza quindicinale primo mese; Cadenza mensile mesi successivi
Post-Operam (fase di esercizio)	monitoraggio non previsto

14. CONCLUSIONI

In relazione al progetto agrivoltaico in esame è stato redatto un *Piano di Monitoraggio Ambientale*, inteso come strumento di controllo veritiero e duraturo nel tempo, dei processi di trasformazione delle componenti ambientali sulle quali il progetto si andrà ad inserire, ovvero, Aria, Acqua, Suolo e Sottosuolo, Vegetazione, Fauna e Paesaggio, Rumore. Per ogni componente sono state fornite indicazioni sulle metodologie e sulle tempistiche del monitoraggio sia da un punto di vista qualitativo che quantitativo, suddivise durante le 3 fasi nel quale il progetto è stato discretizzato, ovvero ante-operam, in corso d'opera (realizzazione impianto), post-operam (fase di esercizio impianto); tali indicazioni sono di seguito sinteticamente riepilogate:

- I) Il monitoraggio della componente "**aria**" prevede un controllo pluriennale, di durata pari all'intera vita utile dell'impianto da realizzarsi attraverso l'installazione e l'esercizio di stazioni meteorologiche e di monitoraggio della qualità dell'aria.
- II) Il monitoraggio della componente "**suolo e sottosuolo**" prevede un controllo pluriennale, di durata pari all'intera vita utile dell'impianto mediante la definizione di punti di campionamento proporzionati all'area da monitorare con analisi di laboratorio, fisiche, chimiche e

microbiologiche e di pedofauna, rilievi visivi continui e fotografici delle superfici a gestione agrivoltaica.

- III) Il monitoraggio della componente “**acqua**” sarà messo in opera unicamente per le acque di sottosuolo condizionatamente al rilevamento di una falda idrica nel sottosuolo (ad una profondità ritenuta significativa); esso prevede un controllo pluriennale, di durata pari all’intera vita utile dell’impianto mediante l’installazione ed il monitoraggio di almeno n.1 piezometro.
- IV) Il monitoraggio della componente ambientale “**rumore**” Da quanto è emerso nello Studio preliminare Acustico non sono emerse criticità sui ricettori prossimi all’impianto e pertanto nessun monitoraggio è stato previsto.
- V) Per i lavoratori professionalmente esposti ai campi elettromagnetici si deve invece fare riferimento ai limiti fissati dal D. Lgs n. 159/2016: in attuazione della direttiva europea 2013/35/UE, secondo il quale il Valore di Azione da non superare, in presenza di impianti elettrici nell’intervallo di frequenza $25 \text{ Hz} \leq f \leq 300 \text{ Hz}$, è fissato pari a:
- 1000 μT , per B (induzione magnetica)
 - 10 kV/m per E (campo elettrico)

In riferimento alle cabine elettriche presenti all’interno del campo fotovoltaico, tenuto conto che non sono sede permanente di lavoro e che ad esse avranno accesso solo personale tecnico adeguatamente formato e dotato di specifiche dotazioni di protezione, si può affermare che i limiti sopra riportati rientrano ampiamente nei limiti imposti dalla normativa di esposizione dei lavoratori ai CEM; pertanto, non si ritiene necessaria alcuna tipologia di monitoraggio nella fase di esercizio. Il presente protocollo, attraverso analisi periodiche e report fotografici, condivisi con gli enti competenti, oltre a fornire una notevole mole di dati sullo “stato ambientale” delle aree di interesse permetterà di monitorare gli effetti dell’impianto fotovoltaico nel breve, medio e lungo periodo sul suolo, sull’ambiente circostante e sulle attività umane presenti nel raggio di influenza dell’impianto. Si richiama sin d’ora che all’emergere di criticità nei parametri monitorati, verranno implementati sia il numero di campionamento che la frequenza delle analisi ed informati immediatamente gli organi competenti, qualora durante l’iter autorizzativo si rendesse necessario ampliare e/o integrare il suddetto PMA la società è totalmente disponibile a concordare e ad applicare eventuali variazioni a quanto su esposto.

Palermo, 27.9.2023

Il Tecnico

Dott. Agr. Paolo Castelli

