





REGIONE SICILIANA
COMUNE DI VITTORIA (RG)

PROGETTO

IMPIANTO AGRO - FOTOVOLTAICO DI POTENZA DI PICCO
PARI A 15 MWp DENOMINATO "NIGLIO – LONGOBARDO"
DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI VITTORIA
LOCALITA' "CONTRADA LONGOBARDO"

TITOLO

Piano di Monitoraggio Ambientale

PROGETTISTA	PROPONENTE	VISTI
<p>Viale Croce Rossa 25 – 90144 Palermo (PA) Direct: +39. 091 976 3933 email: info@sicilwind.it PEC: sicilwindsrl@pec.it</p>  <p>Dr.Geol. Michele Ognibene Dr..Ing.Ivo Gulino</p>  <p>cavallo.daniele@ingpec.eu</p> <p>Ing. Daniele Cavallo</p>	<p>INERGIA SOLARE SICILIA S.r.l.</p> <p>Sede legale e Amministrativa: Piazza Manifattura, 1 38068 ROVERETO (TN) Tel.: 0464/620010 Fax: 0464/620011 PEC: direzione.inergiasolareitalia@gmail.it</p>	

PROGETTAZIONE

Scala	Formato Stampa	Cod.Elaborato	Rev.	Nome File	Foglio
1: _____	A4	INE_VITT_PD_Rel.20	a	INE_VITT_PD_Rel.20-Piano di Monitoraggio Ambientale	

Rev.	Data	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
a	26/02/2022	Prima Emissione	M. Ognibene	A.Corradetti	R.Caioli
			R. Fria		
			D. Cavallo		
			P. Castelli		

INDICE

1. INTRODUZIONE.....	3
2. SOGGETTO PROPONENTE E DATI GENERALI.....	4
3. OBIETTIVI GENERALI E REQUISITI DEL PMA	8
3.1 Fasi della redazione del PMA	8
3.2 Identificazione delle componenti oggetto di monitoraggio	8
3.3 Definizione temporale per l'espletamento delle attività	9
4 MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ARIA.....	10
4.1 Qualità dell'aria	10
4.1.1 <i>Metodologie di monitoraggio</i>	11
- Monitoraggio del PM ₁₀ e del PM _{2,5}	12
4.2 Parametri microclimatici	16
4.3 Identificazione dei punti di monitoraggio	19
4.4 Piano di Monitoraggio	20
5 MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE SUOLO E SOTTOSUOLO.....	22
5.1 Aspetti metodologici generali	22
5.1.1 <i>Definizioni</i>	23
5.2 Prelievo di campioni per analisi di laboratorio	24
5.2.2 - <i>Metodologie di campionamento</i>	32
5.2.3 <i>Analisi di laboratorio per la componente suolo</i>	35
1) <i>Analisi fisico-chimiche</i>	35
2) <i>Analisi microbiologiche</i>	37
3) <i>Analisi sui metalli pesanti</i>	40
5.3 Valutazioni finali sul monitoraggio della componente suolo	41
5.4 Piano di Monitoraggio	44
6 MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ACQUA	47
6.1 Aspetti metodologici	47
6.2 Punti di prelievo	49
6.3 Piano di Monitoraggio	49
7 MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE RUMORE	50
7.1 Aspetti metodologici	52
7.2 Definizione degli indicatori e dei parametri del monitoraggio	53

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto che prevede la realizzazione di un impianto agro-fotovoltaico per la produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza in immissione in rete di 15 MWp, è stato redatto in fase di presentazione dell'iniziativa progettuale un *Piano di Monitoraggio Ambientale* (PMA) così come previsto nella Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

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

L'area dell'impianto fotovoltaico ricade in *Contrada Longobardo nel Comune di Vittoria* mentre la stazione elettrica di connessione alla RTN ricade in *Località Fondo Niglio nel Comune di Acate, provincia di Ragusa*.

La redazione del Piano di Monitoraggio e la sua conseguente applicazione rappresenta uno strumento di controllo veritiero e duraturo nel tempo, sui processi di trasformazione delle componenti ambientali sulle quali il progetto si andrà ad inserire, ovvero, Aria, Acqua, Suolo e Sottosuolo, Atmosfera.

Il PMA proposto è ideato per essere uno strumento all'occorrenza adattabile e modificabile durante l'Iter autorizzativo e nei fatti, risulta uno strumento imprescindibile di controllo dell'intervento progettuale proposto, che può permettere, attraverso il monitoraggio delle componenti sopraesposte, di individuare tempestivamente eventuali problematiche scaturite dall'inserimento del nuovo progetto nel contesto territoriale esistente e dare opportune indicazioni per correggere eventuali errori nelle scelte 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:



Fig. 01: Schema metodologico di sviluppo

2. SOGGETTO PROPONENTE E DATI GENERALI

- Soggetto Proponente

Ragione Sociale: **Inergia Solare Sicilia s.r.l.**

Sede legale: **piazza Manifattura 1, 38068 Rovereto (TN);**

PEC: direzione.inergiasolaresicilia@legalmail.it

- Dati Generali Impianto

L'impianto verrà interamente realizzato all'interno del territorio comunale di Vittoria (RG), in località "Contrada Longobardo".

L'area oggetto dell'intervento secondo quanto indicato nel P.R.G. vigente nel Comune di Vittoria ricade in *area agricola classe E2* - "agricola a suscettività d'uso turistico ricettiva".

Dal punto di vista catastale l'impianto ricade all'interno del Foglio di mappa 33 occupando le particelle 29, 30, 31, 43, 44, 77, 78, 80, e 39 e all'interno del foglio 34 occupando le particelle 31, 34, 35, 37, 38, 39, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 492 e 496 per una superficie totale pari a Ha 24.

- Connessione

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica di smistamento (SE) a 150 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 150 kV "Gela - Vittoria" previo potenziamento/rifacimento della linea RTN 150 kV "Gela - Vittoria".

Impianto Agro-fotovoltaico di potenza di picco pari a 15 mwp
denominato "Niglio - Longobardo" da realizzarsi nel Comune di Vittoria (RG)
localita' "C.da Longobardo"

Inquadramento Geografico - Territoriale

Dal punto di vista cartografico l'area di impianto si localizza nelle seguenti cartografie:

- I.G.M.I a scala 1:25.000 interessando la porzione posta a Nord – Ovest della tavoletta n° 276 IV N.O. denominate Vittoria
- Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) Regione Sicilia in scala 1:10.000, sezioni n° 644140 – 647020 - 647030

I dati geografici di riferimento dell'impianto sono (Sistema WGS-84):

- Latitudine = 36° 59' 04.0165" N
- Longitudine = 14° 30' 07.8698" E



Fig. 02: Inquadramento geografico generale – Area di progetto evidenziata in rosso

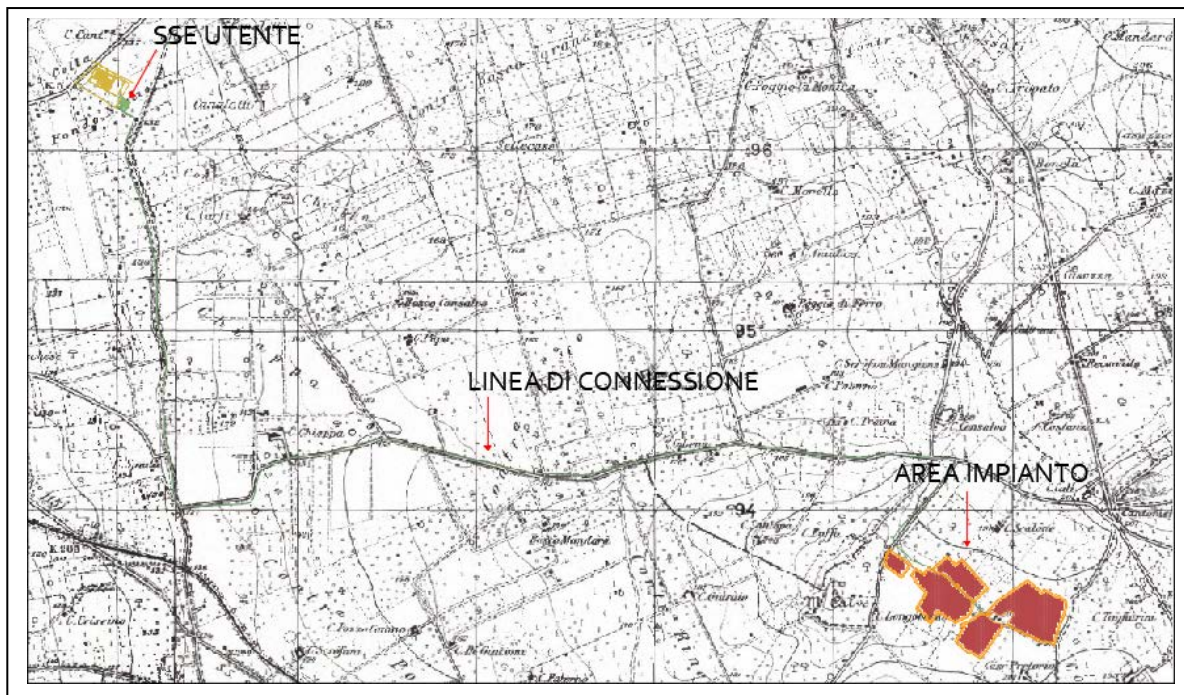


Fig. 03: Inquadramento dell'area su tavola I.G.M.



Fig. 04: Inquadramento dell'area su ortofoto satellitare



Fig. 05: Stralcio Catastale Comune di Vittoria (Area Impianto FV: P. Ile 29, 30, 31, 43, 44, 77, 78, 80, 39 del Foglio 33)

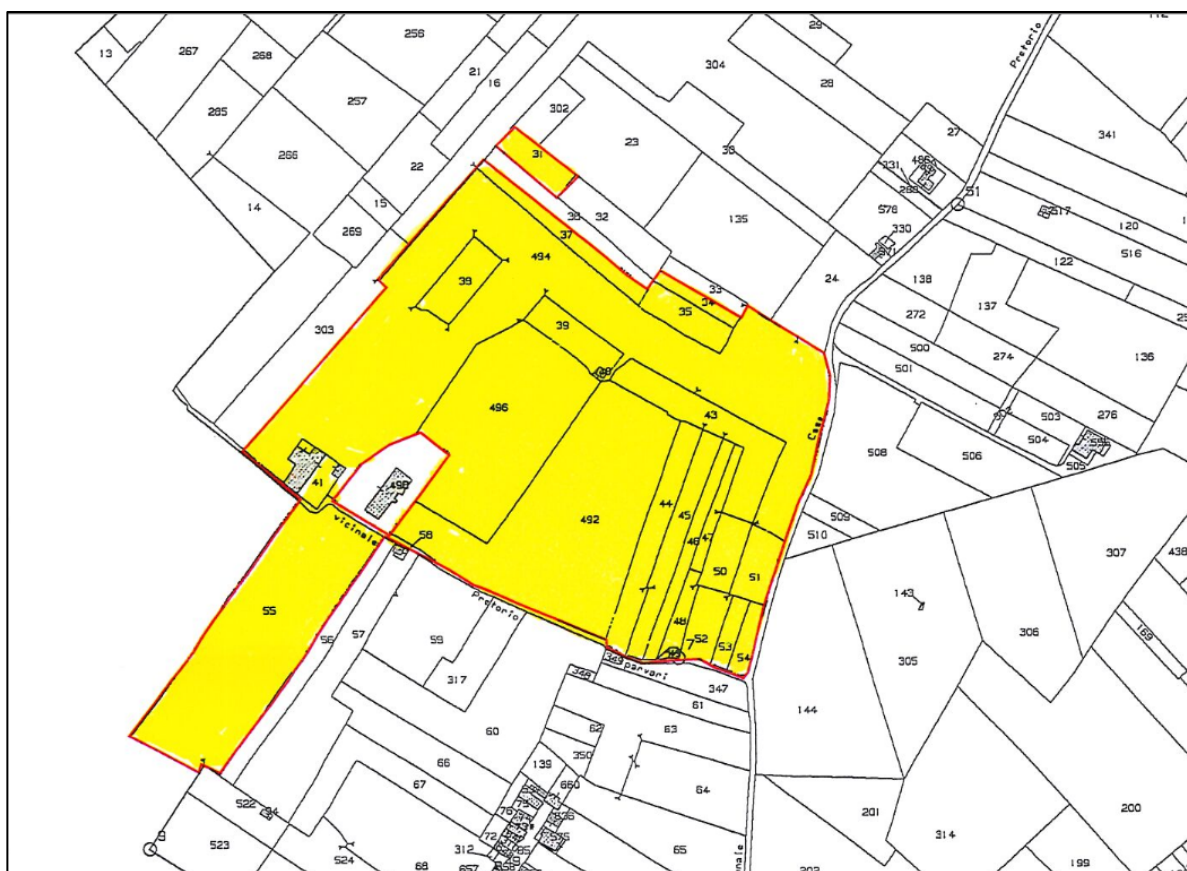


Fig. 06: Stralcio Catastale Comune di Vittoria (Area Impianto FV: P. Ile 31, 34, 35, 37, 38, 39, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 492, 496 del Foglio 34)

3. 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.

3.1 Fasi della redazione del PMA

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

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

3.2 Identificazione delle componenti oggetto di monitoraggio

Di seguito vengono evidenziati i fattori ambientali ritenuti significativi, in relazione alle componenti ambientali individuate nella "condizione n. 11" e 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 ;

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.

3.3 Definizione temporale per l'espletamento delle attività

- Monitoraggio ante-operam (Fase 1)

Il monitoraggio ante operam è finalizzato alla determinazione dei parametri ambientali futuro oggetto di monitoraggio allo stato attuale, ovvero la determinazione dei "valori di fondo". 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 12-18 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 è stata fissata pari alla vita utile dell'impianto.

4 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.

4.1 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 secondo 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:

4. In relazione ai valori limite finalizzati alla protezione della salute umana **la qualità dell'aria ambiente non deve essere valutata:**

- a) nei luoghi in cui il pubblico non ha accesso e in cui non esistono abitazioni fisse;
- b) nei luoghi di lavoro di cui all'articolo 2, comma 1, lettera a);
- c) presso le carreggiate delle strade e, fatti salvi i casi in cui i pedoni vi abbiano normalmente accesso, presso gli spartitraffico.

Fig. 07: 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 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.

4.1.1 Metodologie di monitoraggio

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

- Il particolato "respirabile" ovvero con un diametro aerodinamico inferiore a 10 μm (PM₁₀)
- Il particolato "sottile" con un diametro aerodinamico inferiore a 2.5 μm (PM_{2.5})
- Il monossido di carbonio (CO) proveniente da traffico veicolare;
- Gli ossidi di azoto (NOx) provenienti anch'essi da traffico veicolare.

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

- Monitoraggio del PM₁₀ e del PM_{2.5}

Il metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM₁₀ è descritto nella norma UNI EN 12341:2001 "*Qualità dell'aria. Determinazione del particolato in sospensione PM10. 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 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 PM_{2,5} del particolato in sospensione*".

Le tipologie di misura previste sono essenzialmente 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 PM₁₀ e 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*" (fig. 08) che effettuano la separazione con una metodologia appunto gravimetrica mediante un "separatore ad impatto inerziale".

La testa di prelievo è progettata per permettere il campionamento nelle condizioni ambientali più generali e per proteggere il filtro dalla pioggia, da insetti e da altri corpi estranei che possono pregiudicare la rappresentatività della frazione accumulata sul filtro.

Le specifiche normative prevedono che la linea di prelievo che porta il campione sul filtro deve essere tale che la temperatura dell'aria in prossimità del filtro non ecceda di oltre 5°C la temperatura dell'aria ambiente e che non ci siano ostruzioni o impedimenti fluidodinamici tali da provocare perdite quantificabili sul campione di particolato.

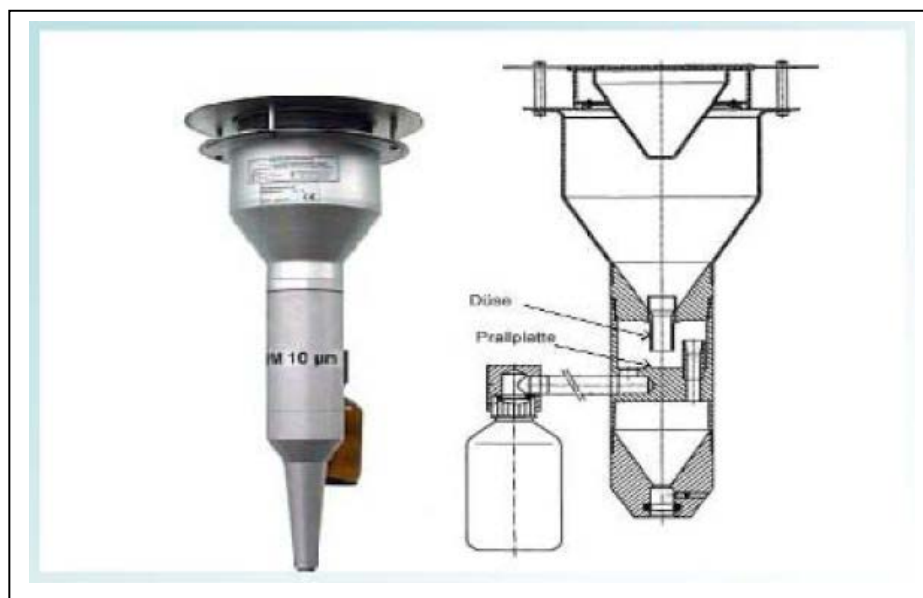


Fig. 08: Testa di campionamento per il prelievo del particolato

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

I mezzi filtranti di riferimento sono:

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

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

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

qualità sulla tenuta dinamica 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 $-30^{\circ} \text{ C} \div +45^{\circ} \text{ C}$, risoluzione 0.1° C , accuratezza $\pm 2^{\circ} \text{ C}$; sensore di pressione: intervallo operativo $70 \div 110 \text{ KPa}$, risoluzione 0.5 KPa , accuratezza $\pm 1 \text{ KPa}$).
- essere in grado di misurare la temperatura dell'aria campionata in prossimità del mezzo filtrante nell'intervallo $-30^{\circ} \text{ C} \div +45^{\circ} \text{ C}$, sia in fase di campionamento che di attesa. Questo dato deve essere disponibile all'operatore. Il campionatore deve essere in grado di attivare un allarme se la temperatura in prossimità del mezzo filtrante eccede la temperatura ambiente per più di 5° C per più di 30 minuti consecutivi.

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

In figura 9 sono evidenziate le normative di riferimento per le teste di campionamento

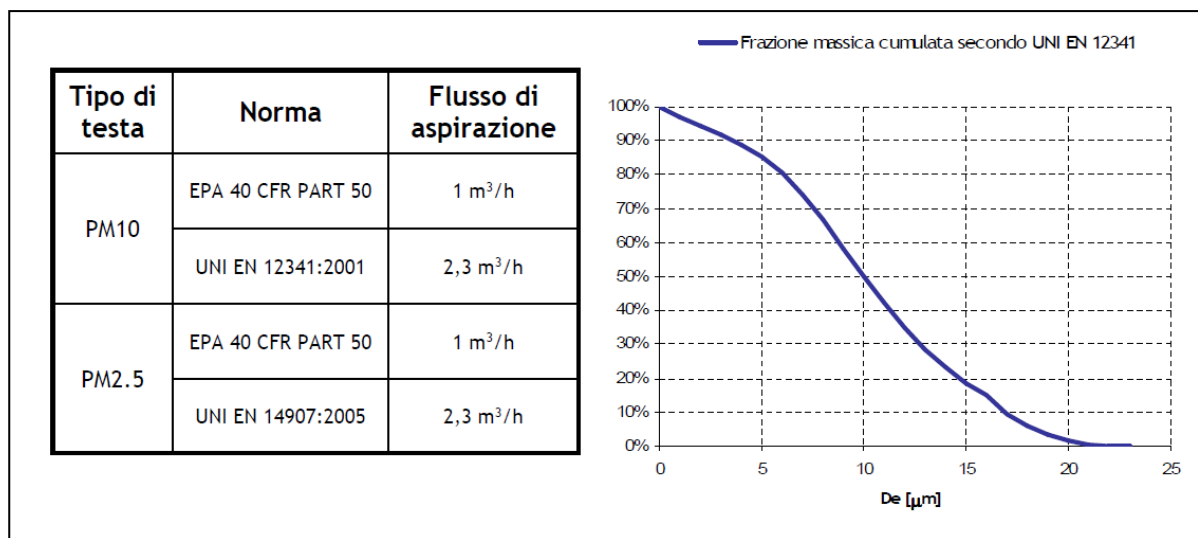


Fig. 09: Tipologia di Teste di Campionamento – Normativa di riferimento

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

La procedura in estrema sintesi prevede:

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

I filtri devono essere pesati immediatamente dopo il periodo di condizionamento. Le pesate pre e post-campionamento devono essere eseguite con la stessa bilancia e, possibilmente, dallo stesso operatore, utilizzando una tecnica efficace a neutralizzare le cariche elettrostatiche sul filtro.

b) L'analisi in continuo è effettuata mediante dispositivi contaparticelle in tempo reale, portatili (Fig. 10). Tali dispositivi vanno sempre tarati con le misure effettuate con il metodo primario



Fig. 10: 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 (fig.11) I sistemi di misura automatici dovranno essere corredati dalle apparecchiature necessarie per la taratura.

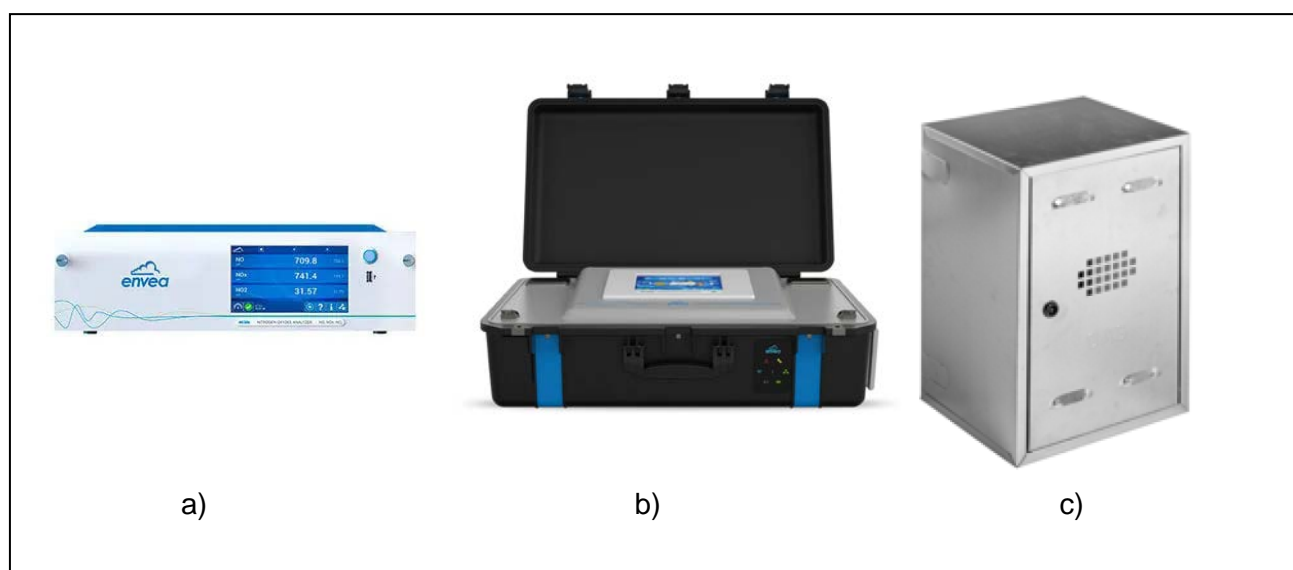


Fig. 11: Stazione mobile per il monitoraggio degli inquinanti da traffico veicolare. a) Misuratore ossidi di azoto a chemiluminescenza; b) Misuratore CO a infrarossi; c) cassetta zincata protezione sonde.

4.2 Parametri microclimatici

Come indicato nel paragrafo precedente unitamente al monitoraggio degli inquinanti risulta necessario misurare anche i parametri meteorologici dell'area, fondamentali per una valutazione della potenziale diffusione degli stessi inquinanti nell'intorno dell'area di cantiere. Andrà pertanto prevista l'installazione di una stazione meteorologica multiparametrica (Fig.12)

per la rilevazione dei seguenti parametri meteorologici: temperatura dell'aria, umidità relativa, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, precipitazioni, radiazione solare,

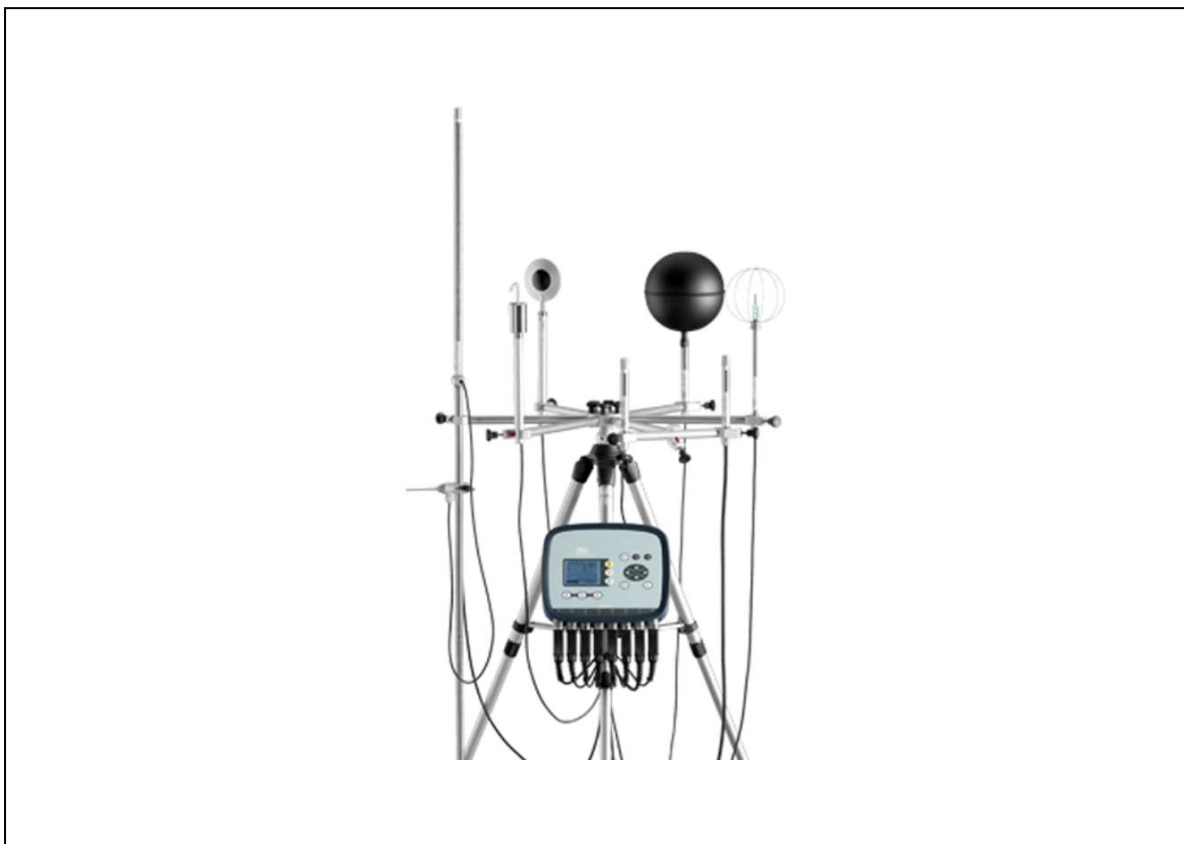


Fig. 12: Strumentazione modulare per la misurazione del microclima

- Temperatura dell'aria

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

- Umidità

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

La componente umidità verrà misurata e monitorata tramite termo-igrometri specificatamente disegnati per applicazioni meteorologiche dove possono essere richieste misure in presenza di forti gradienti termici ed igrometrici

- Velocità e direzione del vento

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

- Pressione atmosferica

La pressione atmosferica normale o standard è quella misurata alla latitudine di 45°, al livello del mare e ad una temperatura di 25 °C su una superficie unitaria di 1 cm², che equivale alla pressione di una 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 verificata 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.

4.3 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, che interesserà comunque solo la coltre superficiale del substrato areato in posto ed alla movimentazione di piccole porzioni di terreno che serviranno a livellare alcune aree all'interno del sito per creare delle zone omogenee ed uniforme, oltre al transito dei mezzi pesanti e di servizio, che in determinate circostanze, specie durante la fase di cantiere possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività) oltre a determinare l'emissione di gas di scarico nell'aria.

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

- operazioni di scavo e livellamento delle aree di cantiere;
- dispersione e deposizione al suolo di frazioni del carico dei materiali incoerenti trasportati dai mezzi pesanti;
- movimentazione dei materiali sulla viabilità ordinaria e di cantiere, con particolare riferimento alle attività dei mezzi nelle aree di stoccaggio;
- dispersione e deposizione al suolo di polveri in fase di costruzione;
- sollevamento di polveri localizzate nelle aree di deposito degli inerti
- risollevarimento delle polveri depositate sulle sedi stradali o ai margini delle stesse ad opera

dei mezzi;

- risollevarimento di polveri dalle superfici sterrate dei piazzali ad opera del vento;
- emissione di gas di scarico nell'aria.

I punti di monitoraggio 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 tutto verranno collocate:

1) n.1 stazione per i rilievi microclimatici. Vista la natura dei parametri da rilevare, i quali non presentano particolari variazioni su brevi distanze, una singola stazione si ritiene sufficiente.

Data la morfologia totalmente pianeggiante la stazione sarà posizionata in posizione baricentrica. La stazione acquisirà i dati giornalieri, i quali verranno immagazzinati in un cloud per essere visualizzati da remoto.

2) n.1 stazione per il monitoraggio della Qualità dell'Aria. La stazione (fissa per tutta la durata del cantiere) sarà ubicata in prossimità dell'area di stoccaggio e deposito in quanto ritenuta la zona con il massimo traffico veicolare giornaliero e presenze di materiali soggetti a produrre polveri.

4.4 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 (fase di esercizio)</i>	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

5 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.

5.1 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).

5.1.1 Definizioni

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

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

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

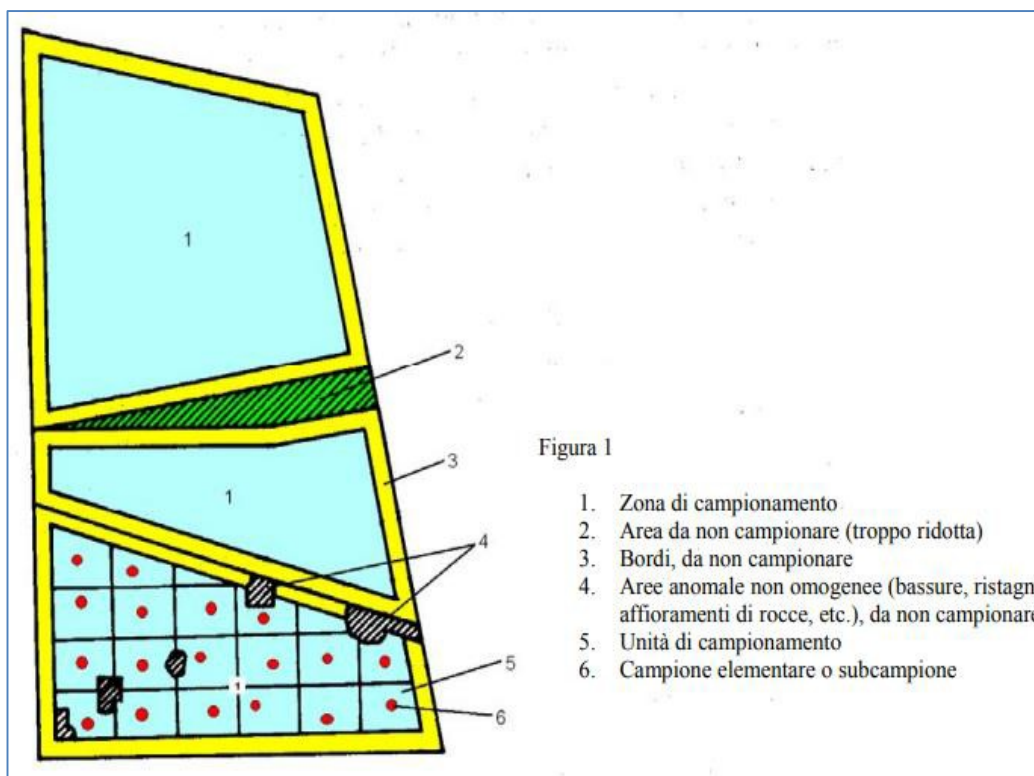


Fig. 13: Schema tipo per la definizione delle zone di campionamento. Fonte "Linee guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale" Regione Sicilia

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

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

- Identificare le tipologie di uso del suolo ante-operam mediante le varie *Carte di Uso del Suolo* regionali (Corine Land Cover);

- Identificare la natura litologica del sottosuolo (carte Geo-litologiche)

- Valutare le caratteristiche morfologiche (pendenze e dislivelli), ottenibili dai modelli digitali del terreno (DEM-Digital Elevation Model).

- Eventuale esecuzione di uno o più sopralluoghi per una verifica in situ 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.

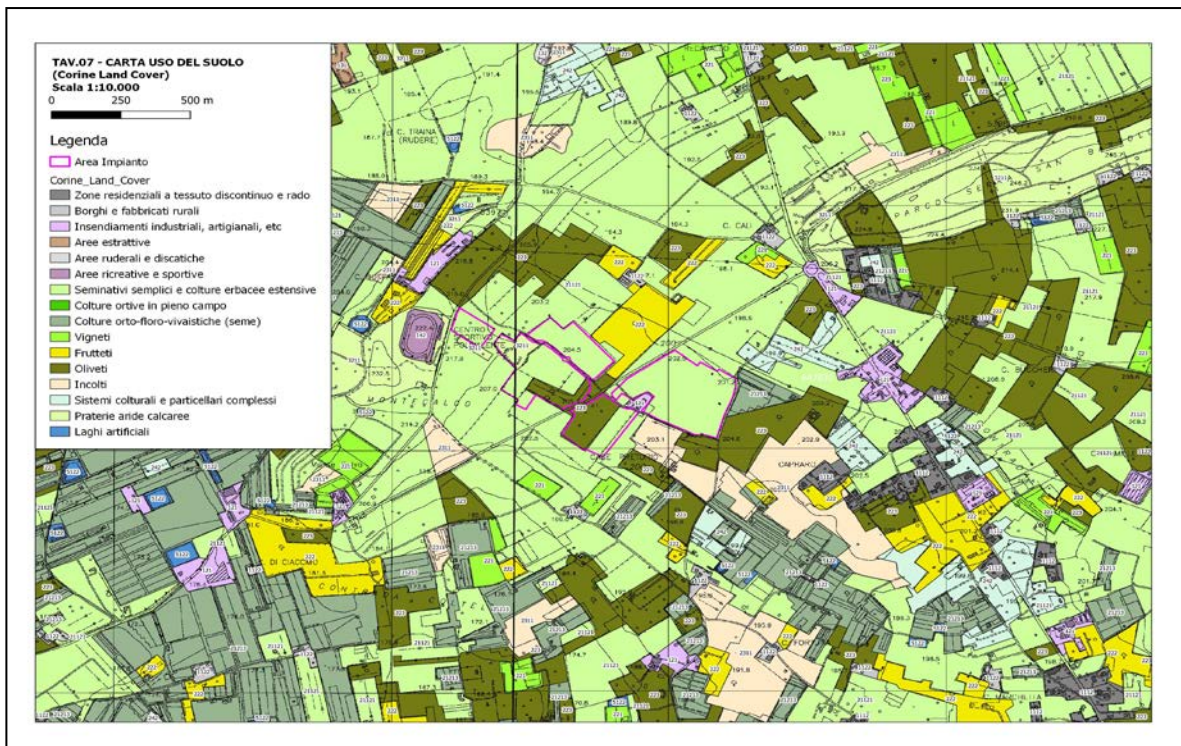


Fig. 14: Estratto della Carta Uso del suolo CLC 2012 – Impianto Niglio Longobardo

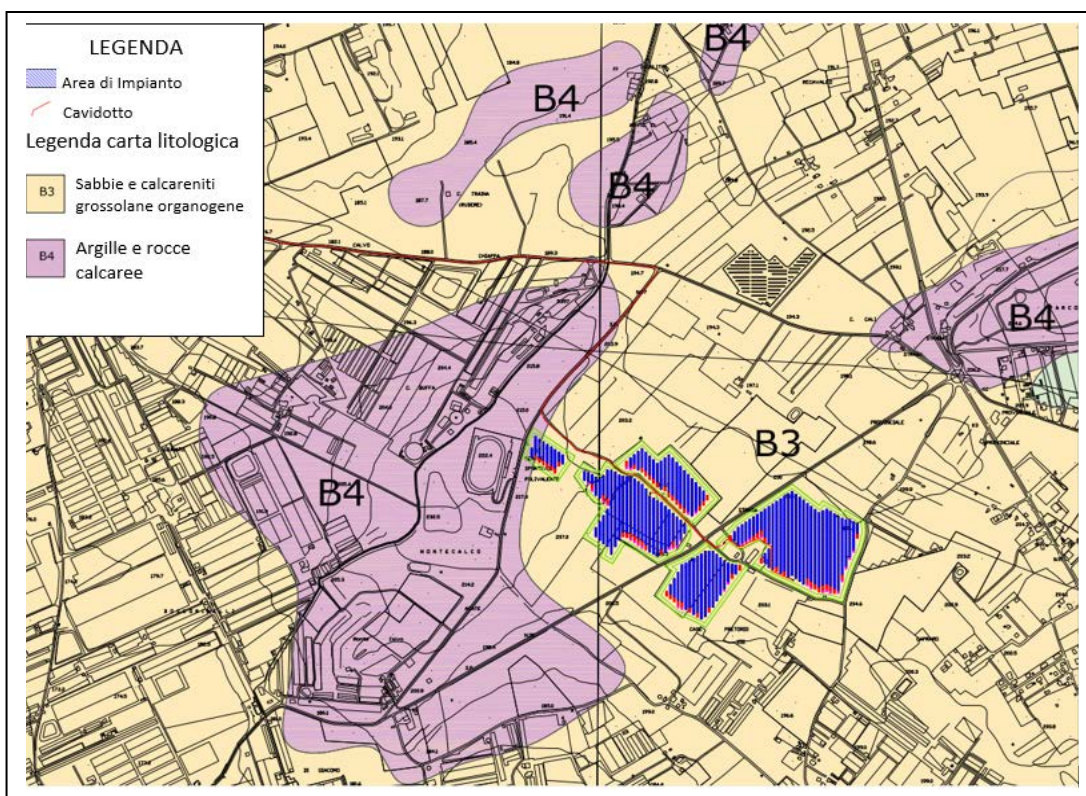


Fig. 15: Estratto Carta Litologica – Impianto Niglio Longobardo

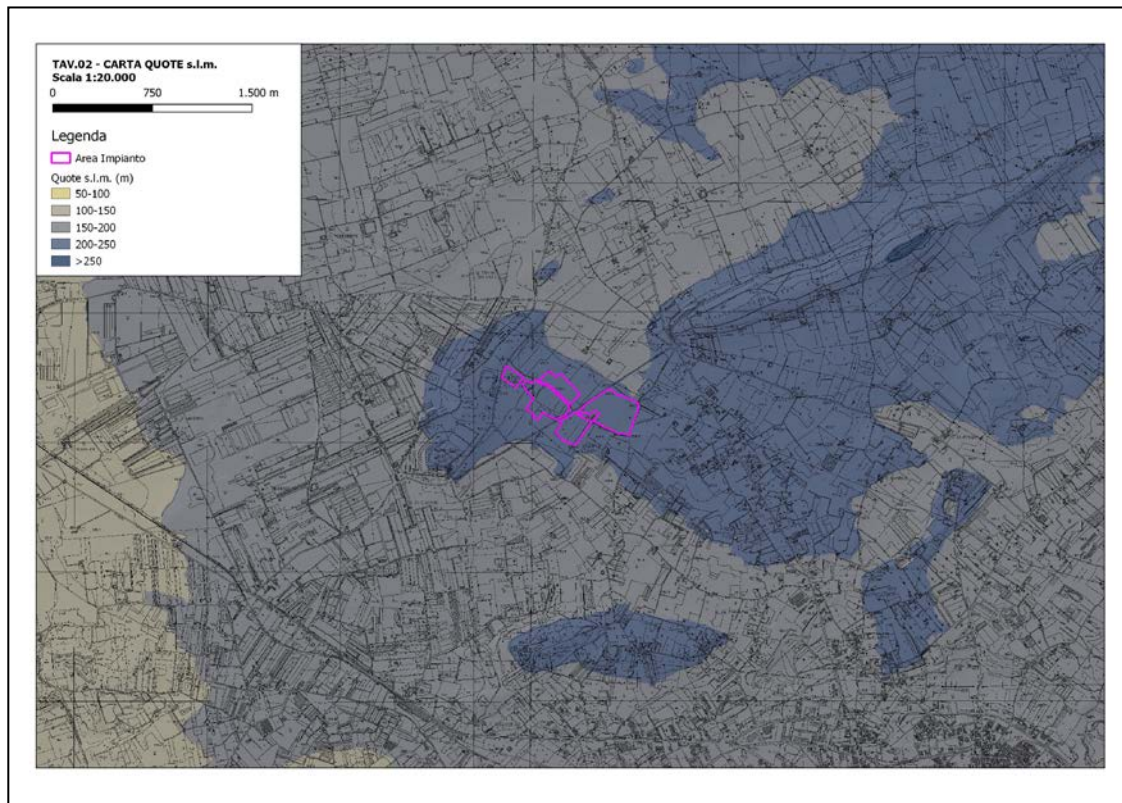


Fig. 16: Carta altimetrica – Impianto Niglio Longobardo

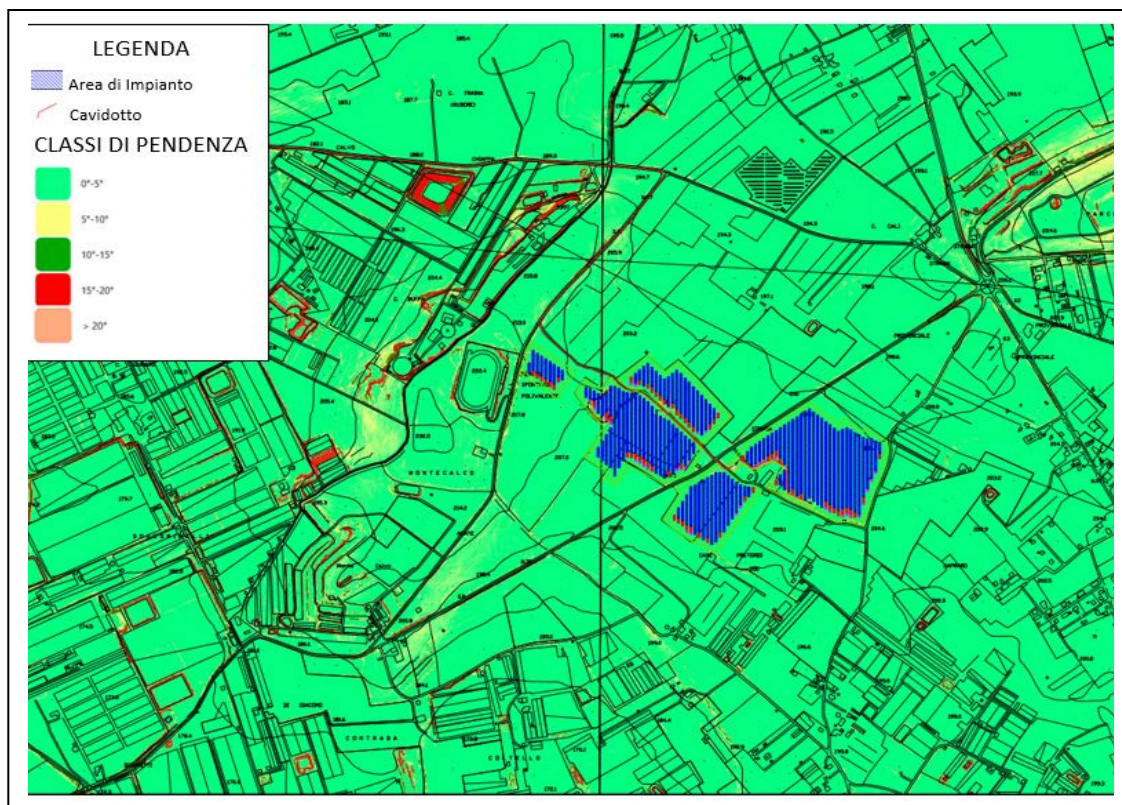


Fig. 17: Carta delle pendenze – Impianto Niglio Longobardo

L'analisi, relativamente all'area di impianto evidenzia una elevata uniformità di tutti i parametri considerati ovvero una copertura costituita da terreni ad uso agricolo quasi esclusivamente adibiti a vigneto, con un substrato litologico uniforme costituito sabbie e ghiaie grossolane, mentre dal punto di vista morfologico l'impianto ricade interamente all'interno di un'unica classe altimetrica con quote comprese tra 20 e 40 metri s.l.m. e con pendenze sempre inferiori a 5°.

In funzione di quanto evidenziato, l'intera area impianto è assimilabile ad un'unica area omogenea.

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 dovranno essere distanti almeno 200 metri uno dall'altro;

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

5.2.1 Punti di Campionamento

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

Alcune regioni, tra cui la Sicilia, nelle "Linee Guida per il campionamento dei suoli e per l'elaborazione del piano di concimazione aziendale" adotta 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 l'impianto si svilupperà su un areale totale di poco superiore ai 16 ettari, il piano prevede complessivamente n. 4 punti di campionamento, di cui n.2 sotto i pannelli fotovoltaici e n.2 esterni.

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

1) Sono state eliminate le aree perimetrali, per una fascia di 25 m dal confine dell'area di progetto, attraverso la funzione GIS "*Buffer Interno*" all'area di progetto, ottenendo il poligono "Area interna", da considerarsi come *areale operativo di campionamento*.

2) E' stata creata una griglia a maglia quadrata di 25 mt per lato, dell'areale di campionamento.

3) Sono stati generati mediante la funzione GIS "*Creazione punti random*" all'interno di ogni poligono dei punti, ottenendo così una moltitudine di potenziali *punti di campionamento*.

4) Infine sono stati scelti casualmente i punti di campionamento con la relativa geolocalizzazione definitiva.

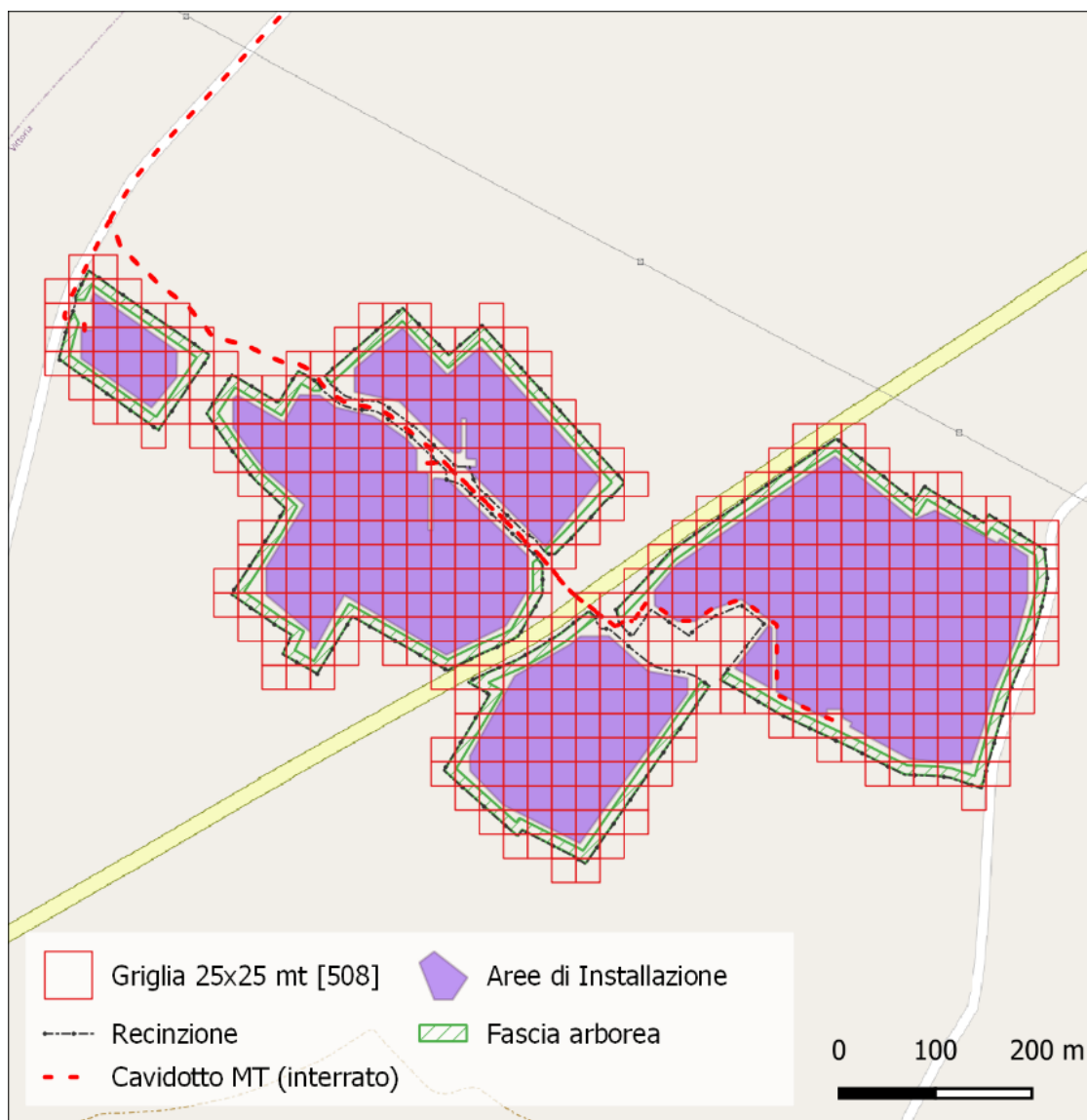


Fig. 18 a: Area Impianto con maglie quadrate da 25*25 mt

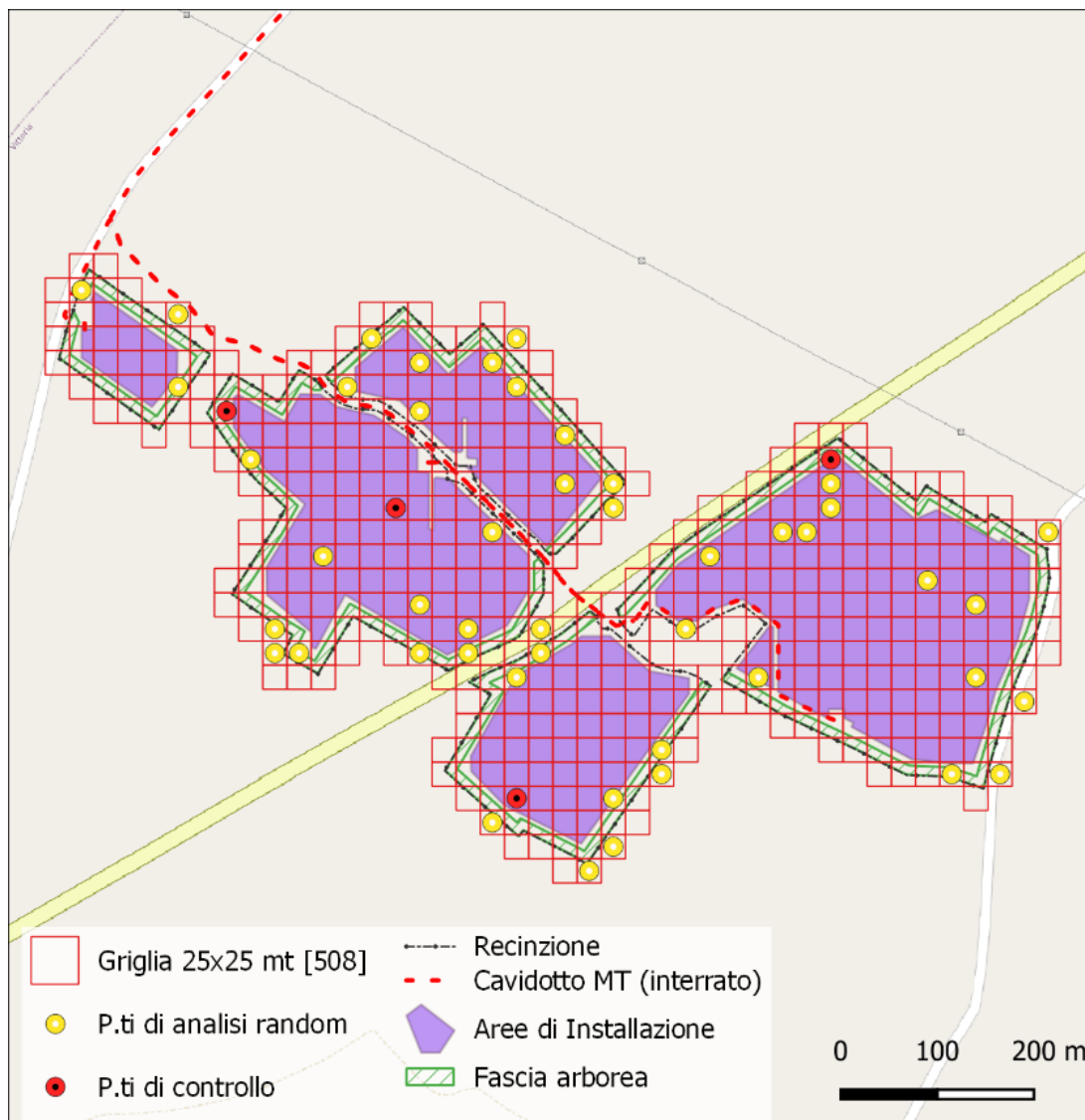


Fig. 18 b: Area Impianto con indicazione dei potenziali punti di campionamento (random).

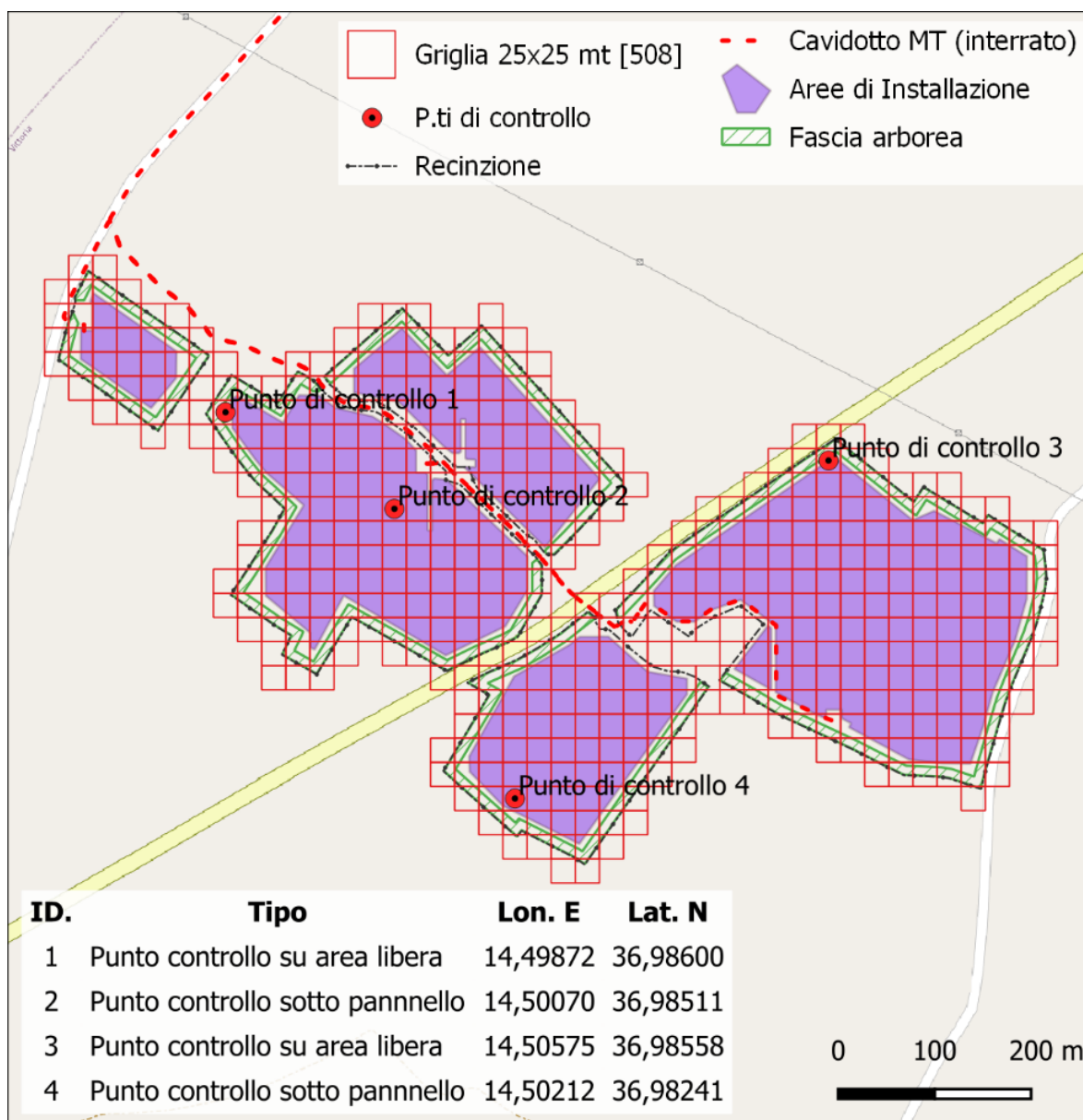


Fig. 18 c: Area Impianto con localizzazione punti campionamento finali

5.2.2 - Metodologie di campionamento

- Ripartizione dei campioni elementari

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

- Profondità di prelevamento componente suolo

Solitamente il prelievo di suolo destinato ad analisi microbiologiche e biochimiche si esegue

alla profondità di 0-20 cm poiché, di norma, è questo lo strato di suolo maggiormente colonizzato dai microrganismi. Questo approccio non sempre risulta valido dal momento che la distribuzione della biomassa microbica lungo il profilo di un suolo è regolata da molteplici fattori e differisce anche in base al tipo di gestione da parte dell'uomo. A parità di tipo di suolo, infatti, un prato naturale polifita ed un campo arato devono essere campionati in modo differente; nel primo si avrà in linea di massima una biomassa localizzata nei primi 5 cm di profondità, nel secondo sarà necessario campionare anche gli strati più profondi.

Gli indirizzi generali sono i seguenti:

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

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

- Per l'area in oggetto, le analisi saranno eseguite nei primi 30 cm di profondità
- Per le analisi nell'area in oggetto e per ogni campione, saranno prelevati 5 sub-campioni per campione, per un totale di 20 sub-campioni

In sede di monitoraggio bisognerà porre particolare attenzione al controllo del suolo nelle aree di cantiere adibite, seppur temporaneamente, ad aree di stoccaggio e deposito inerti.

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

- Profondità di prelevamento componente sottosuolo

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

falda a profondità significative la zona di eventuale saturazione sarà monitorata direttamente mediante prelievo di acque del sottosuolo (vedi monitoraggio componente acqua).

- Metodologia di campionamento

Il campionamento avverrà secondo le procedure di legge tipiche per caratterizzazione ambientale dei terreni nell'ambito delle procedure "Terre e Rocce da scavo".

Viste le modeste profondità di campionamento previste, nonché il ristretto numero di campioni da prelevare possono essere considerati sia metodi di scavo manuali che meccanizzati, ritenuti più idonei (scavo per mezzo di utensili manuali, scavo per mezzo di trivella o carotatore manuale, scavo per mezzo di pala meccanica, sistemi di perforazione a rotazione con elica continua o con carotiere, etc.)

- Periodo di campionamento annuale

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

Il suolo su cui insisterà l'impianto fotovoltaico, allo stato attuale interessato da vigneto e seminativo non irriguo, sostanzialmente manterrà una destinazione d'uso del tutto simile poiché rimarrà perennemente coperto dalla vegetazione erbacea spontanea, pertanto:

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

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

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

- Verbale di campionamento

Il tecnico che provvederà al prelievo 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

5.2.3 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:

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

1) Analisi fisico-chimiche

Nella seguente Tabella A 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 di misura	Metodo
Tessitura (sabbia, limo e argilla)	g/kg _{tot}	<i>DM 13/09/99 met. II.1</i>
- Scheletro > 2mm	%	
- Sabbia grossa 2.0 – 0.25 mm	%	
- Sabbia media 0.25 – 0.10 mm	%	
- Sabbia fine 0.10 – 0.05 mm	%	<i>DM 11/05/92 met. 6</i>
- 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	<i>DM 13/09/99 met. VII.1</i>
(*) Azoto totale	g/kg	<i>DM 13/09/99 met. VII.1</i>
(*) CSC	M _{eq} /100g	<i>DM 11/05/92 met. 27</i>
(*) Calcio scambiabile	M _{eq} /100g	<i>DM 13/09/99 met. XIII.5</i>
(*) Magnesio scambiabile	M _{eq} /100g	<i>DM 13/09/99 met. XIII.5</i>
(*) Potassio scambiabile	M _{eq} /100g	<i>DM 13/09/99 met. XIII.5</i>
(*) Fosforo assimilabile (Olsen) P ₂ O ₅	mg/kg	<i>DM 13/09/99 met. XV.3</i>
(*) Conduttività elettrica 1:5	mS/cm	<i>DM 13/09/99 met. IV.1</i>
Salinità E _{Ce}	mS/cm	- - -
Rapporto C/N	- - -	- - -
Saturazione Basica	% CSC	- - -
Rapporto Ca/Mg	- - -	- - -
Rapporto Mg/K	- - -	- - -

Tabella A – Parametri fisico-chimici per la caratterizzazione del suolo

2) Analisi microbiologiche

Permettono di investigare sulla componente biotica del suolo, responsabile della formazione e dello svolgimento dei principali processi che permettono al suolo stesso di esistere e mantenersi; la componente biotica è considerata la più vulnerabile del suolo e risulta direttamente correlata alla fertilità del suolo tramite l'Indice sintetico di Fertilità Biologica (IBF) definito come, appunto, sintesi di 6 parametri differenti (Figura 19):

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	alta
Punteggio	0-6	6-12	12-18	18-24	24-30

Fig. 19: Tabella calcolo IBF; Fonte ISPRA "Indicatori Biodiversità per la sostenibilità in agricoltura"

Per la determinazione dell'IBF risulta indispensabile determinare:

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

Per **biomassa microbica** (C_{mic}) si intende la "Componente vivente della sostanza organica ad esclusione della macrofauna e delle radici (dim.< 5000 μm^3), esprime la quantità di carbonio microbico presente nel suolo in riferimento al C organico Totale; tra i vari metodi per esistenti in letteratura (Fig. 20) 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.

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

Fig. 20: Metodi determinazione della Biomassa Microbica; Fonte ISPRA "Indicatori Biodiversità per la sostenibilità in agricoltura"

La respirazione microbica è il processo più strettamente associato alla "vita", la respirazione microbica, sia aerobica che anaerobica, produce infatti energia a partire da composti organici ed inorganici ridotti.

Si definisce "respirazione basale" la respirazione determinata in assenza di un substrato organico aggiunto e riflette sia la quantità che la qualità delle fonti di carbonio disponibili; in sostanza è un indice del potenziale dei microrganismi del suolo di degradare la sostanza organica nelle condizioni ambientali stabilite.

Dal punto di vista pratico si distingue la **respirazione basale** (C_{bas}) e la **respirazione cumulativa** (C_{cum}) che rappresentano rispettivamente l'emissione oraria di 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 $C_m = C_0 \cdot (1 - e^{-kt})$ (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 (fig. 21).
quantità di C nei campioni fumigati e non fumigati.

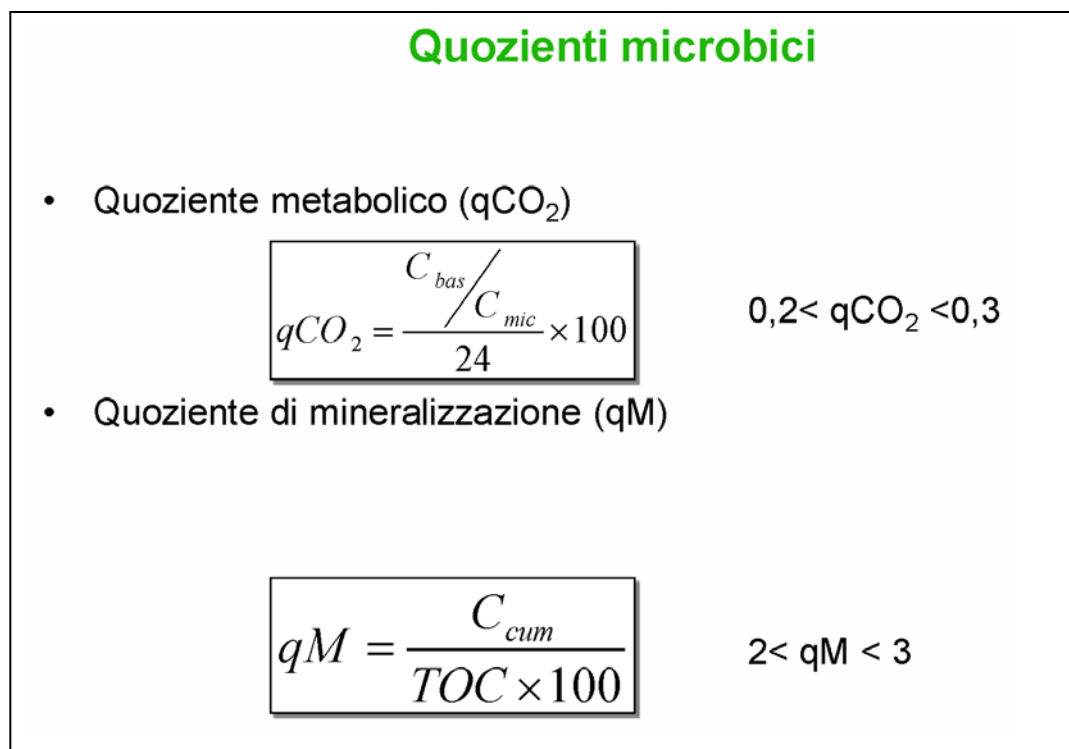


Fig. 21: Definizione dei "Quozienti microbici"; Fonte ISPRA "Indicatori Biodiversità per la sostenibilità in agricoltura"

3) Analisi sui metalli pesanti

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

Nella tabella B 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.

Nella tabella B 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

Tabella B – 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

5.3 Valutazioni finali sul monitoraggio della componente suolo

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.

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

Data la natura agrofotovoltaica dell'impianto appare evidente che tali problematiche risultano assolutamente marginali poiché gran parte dell'areale di impianto non sarà oggetto di modifiche nella *destinazione d'uso* del suolo; circa il 33% dell'area disponibile verrà interessata direttamente dalla posa dei moduli fotovoltaici e dai manufatti accessori (strade intene piazzali etc) mentre i restanti 2/3 continueranno ad essere coltivate.

Le problematiche sopra esposte, pertanto, vanno relegate unicamente ai circa 10,0 ettari di area interna, non oggetto interventi agro-meccanici, poiché direttamente interessati dalla posa dei pannelli.

Si evidenzia che tali aree non resteranno in uno stato di "abbandono-incolto" ma saranno sede di inerbimento spontaneo, ossia saranno interessati dalla "flora spontanea potenzialmente esprimibile dal territorio"; tale flora sarà regolarmente sfalciata andando, di fatto, a costituire una sorta di "prato inglese secco", ovvero secco nel periodo estivo ed a verde nel periodo invernale-primaverile. Tale pratica oltre ad avere benefici in termini di riduzione del rischio di erosione dovuto all'impatto diretto o di scorrimento dell'acqua piovana sul terreno nudo, presenta notevoli benefici anche in termini di ritenzione idrica.

5.3.1 Monitoraggio delle aree non coltivate

Le superfici soggette a coltura sono gestite a ciclo stagionale e, pertanto, dopo la fase di raccolta e prima che inizi il nuovo periodo di semina, si provvede sempre alla lavorazione del terreno andando così ad incidere nella zona superficiale per i primi 20-30 cm. Così facendo si esclude il rischio di fenomeni di compattazione del substrato di radicazione.

Per quanto riguarda invece le aree ad "inerbimento spontaneo" si evidenzia che la temperatura dell'aria che specialmente nel periodo estivo, si mantiene sempre svariati gradi più bassa, (per via dell'ombreggiamento) determina delle condizioni idonee al mantenimento di

tale inerbimento.

Trattandosi tuttavia di un inerbimento "di pieno campo", senza cioè l'ausilio di apporti idrici artificiali, potrebbe comunque verificarsi un diradamento del cotico erboso in alcune zone maggiormente soggette a stress abiotici o potrebbero essere riscontrati fenomeni di idrofobia (dry spot) determinata da un'alta tensione superficiale, causata da una pellicola organica che riveste ogni singola particella di terreno, che comporta una mancata infiltrazione dell'acqua in profondità.

Tali diradamenti sono indice di un potenziale peggioramento delle caratteristiche naturali del suolo, portando a fenomeni come la "crepacciatura" (Fig. 22), ovvero man mano che i suoli perdono acqua per evaporazione si compattano e di conseguenza "strozzano" l'apparato radicale determinando la moria della pianta erbacea. Il fenomeno è molto comune nei vertisuoli caratterizzati da un elevato contenuto in argilla.



Fig. 22 Crepacciatura di 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).



Fig. 23 Esempio di “Black layer” per suoli compattati, naturalmente.

Gli effetti del diradamento e del manifestarsi di chiazze idrofobiche sono tuttavia verificabili visivamente. Nella successiva figura 24 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 pertanto prevista unicamente un’analisi visiva, ad intervalli prestabiliti, con produzione di report fotografico. Unicamente nel caso in cui il monitoraggio evidenziasse le problematiche sopra descritte si provvederà ad effettuare gli interventi del caso, di natura squisitamente agronomica, intervenendo localmente nelle aree interessate dal fenomeno.

Nella fattispecie si potrà intervenire con macchine operatrici idonee che permettano di risolvere il problema “fisicamente” mediante impiego di carotatrici, vertidrainig (o chiodatrici) e verticutting (in base alla natura del problema).



Fig. 24 Esempio di "Chiazze idrofobiche" su tappeti erbosi

Gli interventi di monitoraggio ed eventuale manutenzione rappresentano una fase imprescindibile per il corretto sviluppo dell'impianto erbaceo, la mancanza di un adeguato controllo genererebbe un suo sicuro insuccesso. Relativamente alla tempistica esso seguirà una cadenza identica a quella del restante piano generale per la componente suolo per come di seguito indicato.

5.4 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 (fase di esercizio)</i>	Vita utile dell'Impianto	Vita utile dell'Impianto

A) **Ante – Operam**

Attività	n° attività	Periodo attività
Prelievo Campioni	2 x 4 (*)	Unico prima dell'inizio delle attività
Monitoraggio visivo	-----	Non previsto

(*) *prelievo n.1 campione componente suolo (0 – 30 cm) + n.1 campioni componente sottosuolo (0,3 – 1,0 metri). 4 siti di prelievo*

B) **In corso d'opera**

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

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 richiamate *Linee guida del D.D. 27/09/2010 – Regione Piemonte*, la frequenza delle attività di monitoraggio avrà tempistiche variabili nel tempo, con una cadenze semestrali nei primi due anni di esercizio (ritenuto i più critici) che si diraderanno nel tempo in assenza di criticità riscontrate e in considerazione di eventuali operazioni di mitigazione messe in atto (qualora necessarie).

Le attività riportate nella tabella seguente indicano, con riferimento a tutti e 4 i punti di indagine individuati in precedenza, le 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 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

Impianto Agro-fotovoltaico di potenza di picco pari a 15 mwp
denominato "Niglio - Longobardo" da realizzarsi nel Comune di Vittoria (RG)
località "C.da Longobardo"

siccità o piovosità evitando pertanto le condizioni estive estreme (luglio-agosto) e invernali (novembre – gennaio).

Piano di Monitoraggio della componente Suolo				
	Estivo	Invernale	Prelievo Campioni (§)	Monitoraggio Visivo
1° anno (*)	X	X	X	X
2° anno	X	X	X	X
5° anno	X	X	X	X
8° anno	X	X	X	X
11° anno	X	X	X	X
15° anno	X	X	X	X
20° anno	X	X	X	X
+5 anni (**)	X	X	X	X
Dismissione (***)	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

(§) 2 campioni per ogni punto di sondaggio.

6 MONITORAGGIO DELLA COMPONENTE ACQUA

Relativamente alla componente ambientale "acqua" la *Relazione Geomorfologica-Idrogeologica* consultata 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 (acque di falda), condizionatamente 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.

6.1 Aspetti metodologici

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

Nello specifico la "qualità" di un corpo idrico sotterraneo viene definita in funzione di alcuni parametri chimici di base, figura 25 e figura 26.

STATO CHIMICO	
Le classi chimiche dei corpi idrici sotterranei sono definite secondo il seguente schema:	
Classe 1	Impatto antropico nullo o trascurabile con pregiate caratteristiche idrochimiche;
Classe 2	Impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e con buone caratteristiche idrochimiche;
Classe 3	Impatto antropico significativo e con caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione;
Classe 4	Impatto antropico rilevante con caratteristiche idrochimiche scadenti;
Classe 0 (*)	Impatto antropico nullo o trascurabile ma con particolari facies idrochimiche naturali in concentrazioni al di sopra del valore della classe 3.

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

Fig. 25: Classi Chimiche qualità acque sottosuolo – Fonte ISPRA

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

	Unità di misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 0 (*)
Conducibilità elettrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$ (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	$\leq 0,05$	$\leq 0,5$	$\leq 0,5$	$> 0,5$	$> 0,5$

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

Fig. 26: Elenco parametri da monitorare acque di sottosuolo – Fonte ISPRA

Nel piano di indagini geonostiche 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 (fig. 27) e contenitori in PVC.



Fig. 27: Bailers monouso per il prelievo di acque in foro

6.2 Punti di prelievo

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

6.3 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	Unico prima dell'inizio delle attività

B) *In corso d'opera*

Attività	n° prelievi	Periodo attività
Prelievo Campione	1	Unico a chiusura delle attività di cantiere

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:

	<i>Prelievo campioni Acque</i>
1° anno	X
2° anno	X
5° anno	X
8° anno	X
11° anno	X
15° anno	X
20° anno	X
+5 anni (**)	X
Dismissione (***)	X

7 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 (fig. 28), similmente a quanto si osserva gettando un sasso in uno stagno: le varie particelle del mezzo entrano in vibrazione propagando la perturbazione alle particelle vicine e così via fino alla cessazione del fenomeno perturbatorio.

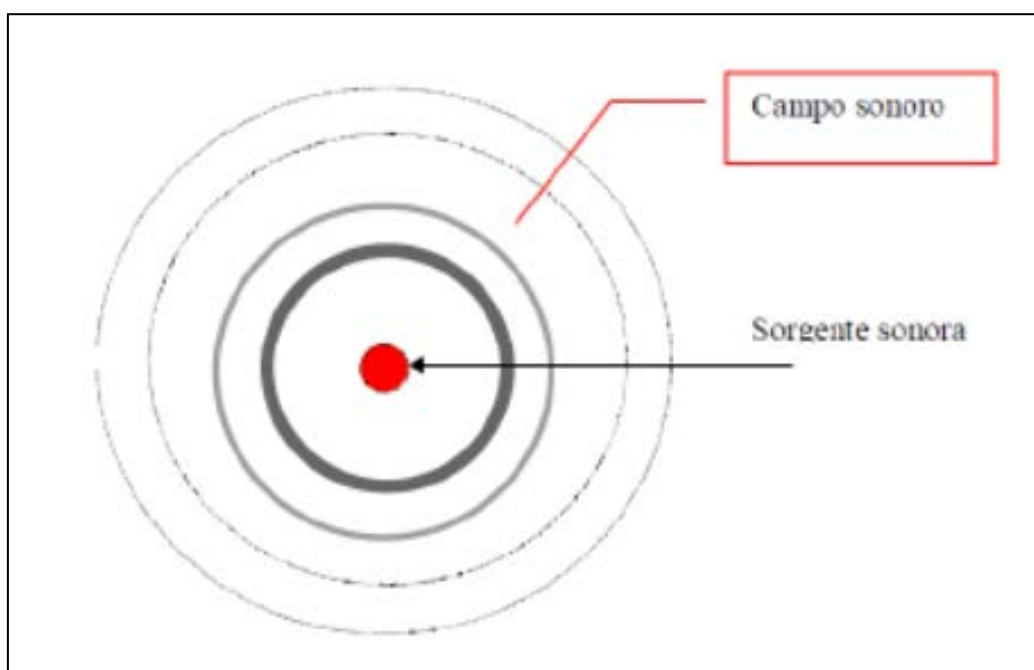


Fig. 28: Schema modalità di propagazione perturbazioni sonore

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

Il Piano di Monitoraggio Ambientale della componente "Rumore" è redatto allo scopo di caratterizzare, dal punto di vista acustico, l'ambito territoriale interessato dall'opera in progetto, al fine di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione e dell'eventuale esercizio dell'opera, risalendo alle loro cause, allo scopo di determinare se tali variazioni siano imputabili all'opera in costruzione o realizzata ed eventualmente valutare interventi correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

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

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione 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** sono le seguenti:

a) documentare l'eventuale alterazione dei livelli sonori rilevati rispetto allo stato ante-operam.

b) individuare eventuali situazioni critiche che si dovessero verificare nella fase di realizzazione delle opere, allo scopo di prevedere delle modifiche alla gestione delle attività delle cantiere e/o al fine di realizzare degli adeguati interventi di mitigazione, di tipo temporaneo.

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

a) confronto degli indicatori definiti nello "stato di zero".

b) controllo ed efficacia degli eventuali interventi di mitigazione realizzati.

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

7.1 Aspetti metodologici

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

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

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

Per quanto concerne, invece, il monitoraggio del rumore indotto dal traffico dei mezzi di cantiere, le rilevazioni previste hanno 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.

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

1) Parametri acustici

Generalmente le grandezze acustiche variano con il tempo, in relazione alle caratteristiche della sorgente sonora; volendo quindi rappresentare un evento sonoro comunque variabile nel tempo T 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 (fig. 29):

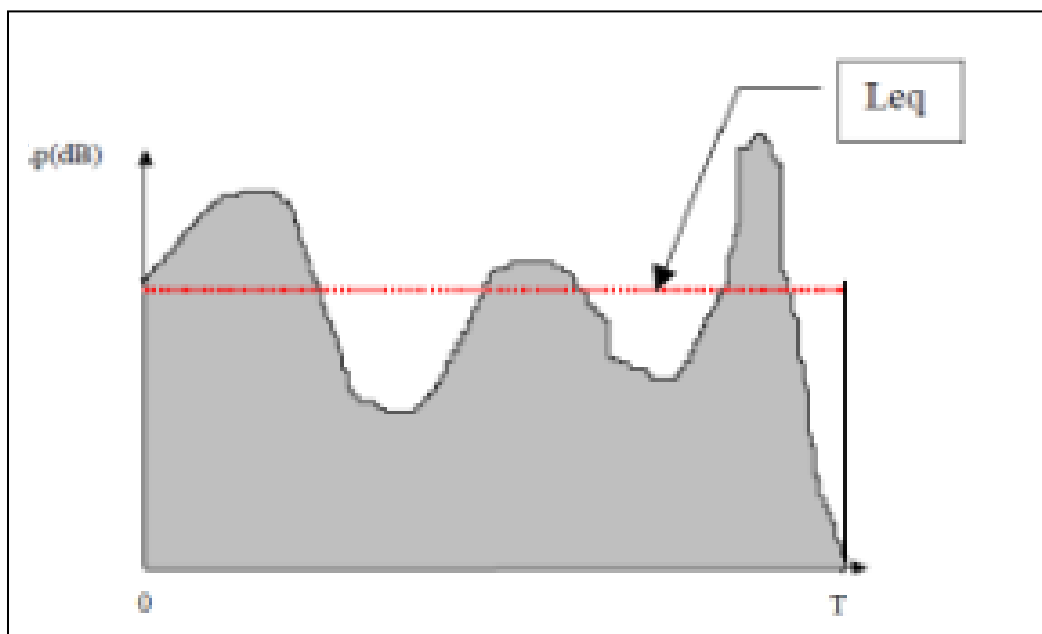


Fig. 29: Schema rappresentativo del L_{eq}

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

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

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

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

II) Parametri Meteorologici

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

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

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

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

III) Parametri di inquadramento territoriale

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

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

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

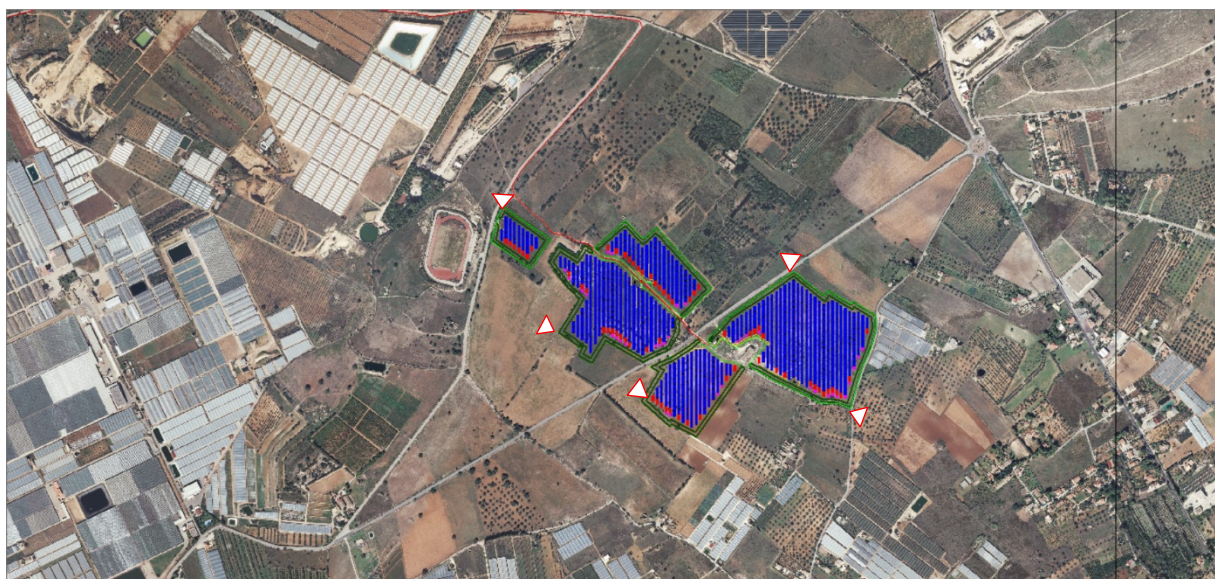
Allo scopo di consentire il riconoscimento ed il riallestimento dei punti di misura nelle diverse fasi temporali in cui si articola il programma di monitoraggio, durante la realizzazione delle misurazioni fonometriche saranno effettuate delle riprese fotografiche, che permetteranno una immediata individuazione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

7.3 Identificazione dei punti di monitoraggio e metodologie

Nel presente PMA è prevista un unico punto di misura da ubicarsi in corrispondenza dell'area via via ritenuta più idonea in funzione dello stato di avanzamento dei lavori, 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. 16/03/1988.



△ Punti di Monitoraggio - Rumore

Fig. 30 – Indicazione dei punti di misura della componente Rumore

Con riferimento alle indicazioni 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.

Criteri temporali di campionamento						
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	-

Fig. 30 Criteri Temporali generali per il campionamento acustico; D.M. 16_03_1998

Il piano nello specifico, tenuto conto della tipologia del cantiere, limitata arealmente e lontano da centri abitati prevede:

A) Ante – Operam

Nessuna attività di monitoraggio prevista

B) Corso d’Opera

	1° mese	2° mese	4° mese	6° mese	8° mese	10° mese		
TV	Non previsto							
LF	<i>Non previsto (non significativo per la tipologia di cantiere)</i>							
LC + LM (*)	1	1	1	1	1	1		

(*) misure in continuo per la durata di 24 ore

C) Post – Operam (Fase di esercizio)

Nessuna attività di monitoraggio prevista

8 CONCLUSIONI

in relazione al progetto che prevede la realizzazione un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica della potenza di 15,00 MW, denominato "Niglio - Longobardo", da realizzarsi in agro del comune di Vittoria (RG), comprese le relative opere di connessione, 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, Atmosfera.

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:

- n.1 stazione microclimatica;
- n.1 stazione 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:

- n. 4 punti di campionamento (fissi nel tempo) per il prelievo di campioni sui quali effettuare analisi di laboratorio, chimiche e microbiologiche.
- Analisi visiva continua con report fotografici, delle aree inerbite non oggetto di pratiche agrofotovoltaiche.

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**" prevede la misurazione dei livelli sonori (misurazioni fonometriche) in punti di rilevazione specifici per la rilevazione dei vari parametri di riferimento, in funzione delle normative vigenti e relativamente alle attività antropiche ed alla presenza umana. Tale attività è prevista unicamente in relazione alla fase di cantiere dell'impianto.

Impianto Agro-fotovoltaico di potenza di picco pari a 15 mwp
denominato "Niglio - Longobardo" da realizzarsi nel Comune di Vittoria (RG)
localita' "C.da Longobardo"

Palermo, marzo 2022

Dott. Geol. Michele Ognibene

Ordine Regionale Geologi di Sicilia
n. 3003 Sez. A

Ing. Daniele Cavallo

Ordine Ingegneri Provincia di
Brindisi n. 1220

Dott. Agr. Paolo Castelli

Ordine Provinciale Dottori
Agronomi e Forestali di Palermo
n. 1198 Sez. A

Dott. Geol. Rosario Fria

Ordine Regionale Geologi di Sicilia
n. 1663 Sez.A