



COMUNE DI GUSPINI
Provincia del Medio Campidano
Regione Sardegna

Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_SCANU", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp

Oggetto:

Studio di Impatto Ambientale - Piano di monitoraggio ambientale

Elaborato

09REA.Doc.01b

GRUPPO DI LAVORO:

INIOS s.r.l (Capogruppo)

INIOS SOCIETA' DI INGEGNERIA
VIA GIALETO, 99 - 09170 ORISTANO (OR)
C.F. - P.IVA 0117340958
evolving energy

Dott. Agronomo Sandro Marchi

Dott. Archeologo Marco Cabras

Dott. Geologo Mario Nonne

Lithos S.r.l.

Ing. Antonio Piccinini

Geom. Emanuele Cauli

Ing. Marco Mario G. Piroddi

Ing. Raimondo Ignazio Cadeddu

Ing. Francesco Miscali

REDATTO DA:

Lithos S.r.l.

Progettisti:

Dr. Geologo Alessandro Muscas

Dr. Nat. Geol. Stefano Cuccuru

09REA.Doc.01b

file

Giugno 2023

Data

Aggiornamento

Scala

017-2023

Nr. Commessa

Proponente:

Grenergy Rinnovabili 4 srl
Via Borgonuovo, N° 9
20121 Milano (MI)
P.IVA: 11892530962



PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 1/87

INDICE

1. Premessa	4
1.1. Responsabilità del piano	7
1.2. Gestione dati e modalità di trasmissione dei risultati	8
2. Sintesi descrittiva degli interventi in progetto	9
3. Impatti previsti e componenti ambientali coinvolte	13
4. Monitoraggio Atmosfera e Clima	14
4.1. Normativa di riferimento	14
4.2. Valori di riferimento	15
4.3. Svolgimento del monitoraggio tipo.....	20
4.4. Strumentazione di misura	20
4.5. Documentazione prodotta	21
4.6. Criteri di scelta e localizzazione dei Punti di Monitoraggio.....	22
4.7. Profilo analitico	23
4.8. Articolazione temporale dei monitoraggi.....	23
5. Monitoraggio Acque Superficiali.....	25
5.1. Riferimenti Normativi	26
5.2. Individuazione stazioni di monitoraggio	28
5.3. Criteri per la scelta dei parametri da monitorare e articolazione temporale dei monitoraggi	30
5.4. Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio.....	31
5.5. Metodologia di esecuzione delle analisi	33
6. Monitoraggio acque sotterranee	35
6.1. Riferimenti Normativi	35
6.2. Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio e accertamenti programmati.....	36
6.3. Criteri per la scelta dei parametri da monitorare e articolazione temporale dei monitoraggi	37

6.4.	Specifiche tecniche per l'esecuzione del monitoraggio	39
7.	Monitoraggio suolo	44
7.1.	Indicazioni normative per il monitoraggio	44
7.2.	Rischi di degradazione chimico-fisica del suolo - interventi per pianificare mitigazione e ripristino.....	45
7.3.	Descrizione dei cantieri.....	46
7.4.	Definizione dei parametri di misurazione	46
7.5.	Parametri pedologici (in situ)	47
7.5.1.	Parametri chimico-fisici: in laboratorio	50
7.6.	Criteri per la scelta ed indicazione delle aree di monitoraggio e tempistiche.....	54
7.7.	Metodica per la definizione e raccolta dei parametri "in situ"	56
7.8.	Metodica per la formazione dei campioni per analisi di laboratorio.....	56
7.9.	Articolazione temporale degli accertamenti	58
7.10.	Documenti di sintesi del monitoraggio	58
8.	Flora e habitat	59
8.1.	Riferimenti scientifici e normativi.....	59
8.2.	Disegno di campionamento e analisi quali-quantitativa della vegetazione.....	61
8.3.	Articolazione temporale degli accertamenti	61
8.4.	Interventi di mitigazione degli impatti sulla flora	62
9.	Monitoraggio fauna.....	63
9.1.	Bibliografia essenziale.....	63
9.2.	Fauna terrestre: Anfibi, Rettili e Mammiferi (esclusi i Chiroteri)	64
9.3.	Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche significative e stabili degli ecosistemi e delle comunità ornitiche migratrici	64
9.4.	Componente Macro-invertebrati dei corsi d'acqua	65
9.5.	Programmazione del monitoraggio	65
9.6.	Tipologie e caratteristiche delle indagini.....	67

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 3/87

9.7. Scelta delle aree da sottoporre a monitoraggio.....	68
9.8. Dettagli sugli interventi di mitigazione degli impatti sulla fauna da adottare durante il monitoraggio.....	68
10. Monitoraggio Rumore.....	69
10.1. Rilevamenti fonometrici	69
10.2. Riferimenti tecnici e normativi	69
10.3. Accertamenti programmati	71
10.4. Articolazione temporale degli accertamenti	73
10.5. Misurazioni fonometriche <i>ante-operam</i>	74
10.6. Metodologia di rilevamento e di acquisizione delle informazioni.....	76
10.7. Svolgimento del "monitoraggio tipo"	77
10.8. Strumentazione di misura	77
10.9. Scelta e ubicazione dei punti da sottoporre a monitoraggio	78
11. Metodi e limiti di rilevabilità	82
12. Programma dei monitoraggi	85

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 4/87

1. Premessa

L'impianto agrivoltaico in progetto, denominato "GR_Scanu", è stato pensato e sarà realizzato con lo scopo di creare una sinergia tra produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e produzione agricola con l'obiettivo comune di rispettare l'ambiente e creare così le condizioni per il raggiungimento di obiettivi produttivi e economici per entrambi i settori coinvolti: agricolo ed energetico.

Il soggetto proponente dell'iniziativa è la società Grenergy Rinnovabili 4 srl (anche denominata GRR4) con sede in Via Borgonuovo 9 – 20121 – Milano. La società è iscritta nella Sezione Ordinaria della Camera di Commercio Industria Agricoltura ed Artigianato di Milano, con numero REA MI-2630049, C.F. e P.IVA N. 11892530962.

La società GRR 4 fa parte del gruppo Grenergy Renovables SA, con sede legale a Madrid e quotata alla borsa di Madrid, che opera in tutto il mondo nel campo delle energie rinnovabili. Le attività principali del gruppo sono lo sviluppo, la progettazione, la realizzazione e l'esercizio di impianti fotovoltaici, eolici e di accumulo dell'energia.

L'impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, localizzato nel territorio del Comune di Guspini, sarà costituito dal generatore fotovoltaico, di potenza nominale pari a 25.141,76 kWp, installato a terra su strutture in acciaio zincato motorizzate (Tracker Monoassiali) che seguiranno il percorso del sole lungo l'asse Nord-Sud direzione Est-Ovest, mantenendo la perpendicolarità con lo stesso e ottimizzando così la produzione di energia. Inoltre, sarà previsto un sistema di accumulo per lo stoccaggio dell'energia fotovoltaica di capacità pari a 12 x 2.752 kWh.

L'impianto ricoprirà una superficie complessiva pari a poco più di 500.000 mq e sarà allacciato alla rete Elettrica Nazione tramite una linea interrata di circa 8 km in Alta Tensione a 36 kV collegata in antenna sulla nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 220/150/36 kV.

La parte agricola continuerà invece la produzione di foraggi essiccati (fieni).

Nella filosofia di creare una forte sinergia tra produzione agricola e fotovoltaica è stato individuato già un imprenditore agricolo del territorio, disponibile a coltivare il terreno anche con la presenza dei tracker fotovoltaici. Con queste premesse si pensa che l'impianto agrivoltaico in progetto possa davvero creare quelle condizioni che permetteranno di stabilire un forte e duraturo legame tra produzione agricola e produzione di energia elettrica da fonte rinnovabili.

Il presente documento costituisce il Piano di Monitoraggio Ambientale (di seguito P.M.A.) relativo al "Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp".

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 5/87

Tale P.M.A. inteso come “*progetto di monitoraggio dei potenziali impatti ambientali significativi e negativi derivanti dalla realizzazione e dall’esercizio del progetto, che include le responsabilità e le risorse necessarie per la realizzazione e la gestione del monitoraggio*” rappresenta uno sviluppo di quanto anticipato in fase di Valutazione di Impatto Ambientale (di seguito VIA), e risulta allineato alle più recenti Linee Guida ISPRA per il monitoraggio ambientale delle opere sottoposte a Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A).

Il PMA è uno strumento operativo finalizzato alla verifica del rispetto delle procedure ambientali previste dalla normativa vigente e, nel caso specifico, dal Decreto di V.I.A.. Provvede inoltre alla valutazione della qualità ambientale ed all’accertamento degli effettivi livelli di impatto (diretto e indiretto) originati dalle opere in progetto nella fase di realizzazione e di esercizio, da raffrontare con un periodo precedente alla realizzazione dell’opera in progetto, più o meno lungo, di monitoraggio ambientale (cfr. D.lgs. 152/2006 e s.m.i.).

Il monitoraggio ambientale, strutturato ed organizzato sulla base delle indicazioni progettuali del progetto dell’opera, nonché dei risultati derivati dallo studio ambientale relativo alla V.I.A., in linea generale individua e descrive le attività di controllo che si vogliono adottare per valutare l’eventuale risposta (e l’evoluzione della stessa) da parte delle principali componenti ambientali durante e dopo l’esecuzione delle opere in progetto. Per fare ciò è necessario stabilire uno stato *ex ante* da prendere come riferimento della situazione di partenza.

Alla luce di ciò, il P.M.A. si articola in tre fasi:

- *Monitoraggio ante operam (AO)*: da concludere **prima** dell’inizio delle attività di costruzione dell’opera. Questa fase ha lo scopo di fornire un quadro della situazione ambientale in assenza dei disturbi creati dall’opera in progetto.
- *Monitoraggio in operam (CO)*: da eseguire **durante** la realizzazione dell’opera (dall’apertura dei cantieri sino al loro completo smantellamento). Questa tipologia di monitoraggio serve per il controllo delle alterazioni nella componente ambientale prodotte durante le attività di cantiere. Questa fase sicuramente è quella che presenta maggiore variabilità, poiché è strettamente legata all’avanzamento dei lavori.
- *Monitoraggio post operam (PO)*: Comprende fondamentalmente la fase di esercizio. Permette di controllare le condizioni ambientali **in seguito** al completo smantellamento e ripristino dell’area di cantiere. La durata, sarà variabile in funzione della componente ambientale specifica oggetto di monitoraggio.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 6/87

Tenuto conto della possibilità di continuare l'operatività dell'impianto con la semplice sostituzione dei pannelli meno performanti nel loro fine vita, ma soprattutto del lungo periodo di esercizio dell'impianto (circa 30 anni), non si affronterà in questa sede la fase di dismissione in quanto impossibile prevedere la situazione strumentale, le metodologie analitiche e il quadro normativo vigente tra 30 anni. Qualora l'impianto dovesse tra 30 anni andare in dismissione, all'uopo, sarà cura degli enti preposti prescrivere la messa a punto di un apposito P.M.A. per il cantiere della dismissione.

Nello specifico, le attività di monitoraggio ambientale trattate e previste nel presente PMA si tradurranno:

- nell'esecuzione di specifici sopralluoghi specialistici finalizzati all'acquisizione di riscontri generali sullo stato delle componenti ambientali;
- nella misurazione periodica di specifici parametri indicatori dello stato di qualità delle predette componenti;
- nell'individuazione di eventuali azioni correttive laddove gli standard di qualità ambientale stabiliti dalla normativa applicabile, e/o eventualmente, scaturiti dagli studi previsionali effettuati, dovessero essere superati.

Attraverso tali attività di monitoraggio sarà possibile:

- Verificare la conformità alle previsioni di impatto prospettate nello studio ambientale per quanto attiene le fasi di costruzione e di esercizio dell'opera;
- Correlare gli stati ante-operam, in corso d'opera e post-operam, al fine di valutare l'evolversi della situazione ambientale;
- Garantire, durante la fase di costruzione, il pieno controllo della situazione ambientale, al fine di rilevare prontamente eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e di predisporre ed attuare tempestivamente le necessarie azioni correttive;
- Verificare l'efficacia delle misure di mitigazione individuate;
- Verificare il rispetto di eventuali prescrizioni;
- 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.

Il presente P.M.A. consente pertanto di:

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 7/87

- Individuare gli impatti e le componenti ambientali bersaglio significativi sui quali si è ritenuto opportuno esercitare un adeguato controllo.
- Definire la durata temporale del monitoraggio e la periodicità dei controlli in funzione della rilevanza della componente ambientale considerata e dell'impatto atteso.
- Individuare i parametri e gli indicatori ambientali rappresentativi.
- Dimensionare numero, distribuzione e tipologia delle stazioni di misura in funzione delle caratteristiche geografiche dell'impatto atteso o della distribuzione di ricettori ambientali rappresentativi.
- Definire le modalità di rilevamento con riferimento ai principi di buona tecnica e, laddove pertinente, alla normativa applicabile.

Si specifica infine che laddove necessario, il presente documento sarà aggiornato preliminarmente all'avvio dei lavori di realizzazione al fine di recepire le eventuali prescrizioni impartite dagli Enti competenti a conclusione della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

1.1. Responsabilità del piano

L'attuazione del P.M.A. è in carico al Proponente, che individua un "Responsabile", il cui compito è quello di coordinare e gestire tutte le attività inerenti al monitoraggio, avvalendosi anche di figure professionali specialistiche, ognuna dei quali sarà competente per una determinata componente ambientale.

Ulteriori compiti del Responsabile saranno:

- il coordinamento tecnico-operativo delle attività relative al monitoraggio delle diverse componenti previste nel presente PMA;
- garantire il rispetto del programma temporale delle attività previste nel PMA;
- attività di interfaccia con gli Enti e le Autorità coinvolte;
- la comunicazione alle Autorità competenti ed all'Ente di controllo dell'avvio delle misurazioni con almeno 15 giorni di preavviso laddove necessario;
- Interpretazione ed elaborazione dei dati;
- predisposizione report periodici e relativa trasmissione agli Enti di controllo;
- la comunicazione tempestiva alle Autorità competenti ed all'Ente di controllo di eventuali anomalie riscontrate durante l'attività di monitoraggio;

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 8/87

- L'eventuale definizione di interventi correttivi da porre in atto in caso di necessità previa comunicazione e validazione dell'Ente di controllo;

1.2. Gestione dati e modalità di trasmissione dei risultati

Le informazioni che si acquisiscono nelle diverse fasi di sviluppo del piano di monitoraggio ambientale consistono essenzialmente in:

- dati e valori registrati dalle apparecchiature di misura;
- dati e valori registrati durante i sopralluoghi e le indagini di campo
- risultati delle analisi eseguite su campioni delle varie matrici ambientali in monitoraggio.

Tali risultati sotto forma di certificati analitici, report, relazioni etc verranno trasmessi dai Responsabili agli Enti e alle Autorità di controllo.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 9/87

2. Sintesi descrittiva degli interventi in progetto

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agro fotovoltaico della potenza di 25,14 MW, in agro di Guspini, mediante il posizionamento di file di pannelli fotovoltaici a inseguimento (est-ovest), con asse orientamento nord-sud installato a terra su strutture in acciaio zincato motorizzate (*tracker* monoassiali) infissi nel terreno mediante pali che seguiranno il percorso del sole lungo l'asse Nord-Sud direzione Est-Ovest, mantenendo la perpendicolarità con lo stesso e ottimizzando così la produzione di energia. Grazie a un dispositivo montato direttamente su ciascun *tracker* chiamato *DBox* sarà possibile effettuare il controllo e il monitoraggio dell'inclinazione dei *tracker* così da massimizzare la potenza di generazione dell'impianto e grazie a un algoritmo di *Backtracking* verrà minimizzato l'ombreggiamento reciproco dovuto alle file adiacenti. Ogni comparto sarà dotato di una stazione meteorologica in grado di monitorare la temperatura ambiente, l'umidità, la velocità del vento, la direzione del vento e la pressione atmosferica. In caso di forte vento la stazione meteorologica comunicherà con l'unità centrale di rete (*Tbox*) che si occuperà di orientare i *tracker* in posizione di riposo. Per consentire il corretto funzionamento dei *tracker* PHV è necessaria la realizzazione di un'infrastruttura di rete in fibra ottica che consenta di mettere in comunicazione tutti i dispositivi dislocati nei diversi sottocampi.

La distanza assiale tra una fila e l'altra di pannelli (*pitch*) è pari a 11,50 metri mentre la larghezza dei pannelli sulla fila è di 4,36 metri. I pannelli avranno un angolo di rotazione est-ovest di 55°, con una distanza dal suolo alla massima rotazione est-ovest di 0,801 metri. L'altezza dal suolo con i pannelli in orizzontale sarà di 2,65 metri. Inoltre, sarà previsto un sistema di accumulo per lo stoccaggio dell'energia fotovoltaica di capacità pari a 12 x 2.750 kWh.

L'impianto ricoprirà una superficie complessiva pari a poco più di 500.000 mq e sarà allacciato alla rete Elettrica Nazione tramite una linea interrata di circa 8 km in Alta Tensione a 36 kV collegata in antenna sulla nuova Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 220/150/36 kV. Il cavidotto insisterà all'interno della sede stradale (SP.4, SS 125, ex ferrovia Montevecchio S. Gavino). La posa del cavo avverrà secondo i criteri illustrati nella Norma CEI 11-17 del luglio 2006 con una profondità di posa pari a 1,2 metri dalla superficie. In corrispondenza dell'intersezione con corsi d'acqua si utilizzerà la tecnologia *no DIG* come meglio specificato nella relazione tecnica e nella relazione idraulica asseverata.

L'impianto sarà infine dotato di impianto di illuminazione, video-sorveglianza e antintrusione.

L'obiettivo del progetto è quello di far **convivere la produzione agricola con quella fotovoltaica** adottando soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni

del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli sfruttando tutta la superficie agricola utile (S.A.U.).

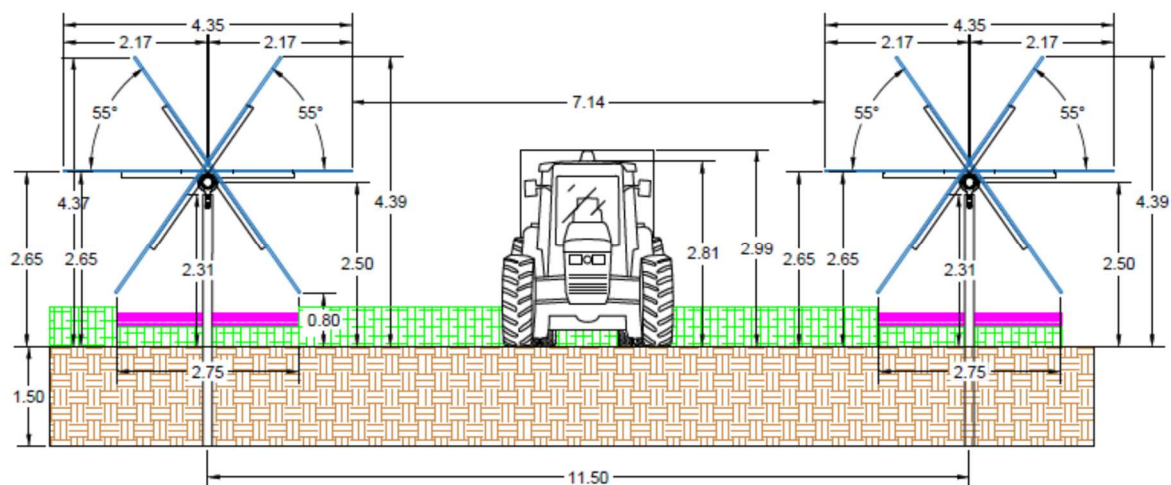


Figura 1 – Sezione di progetto.

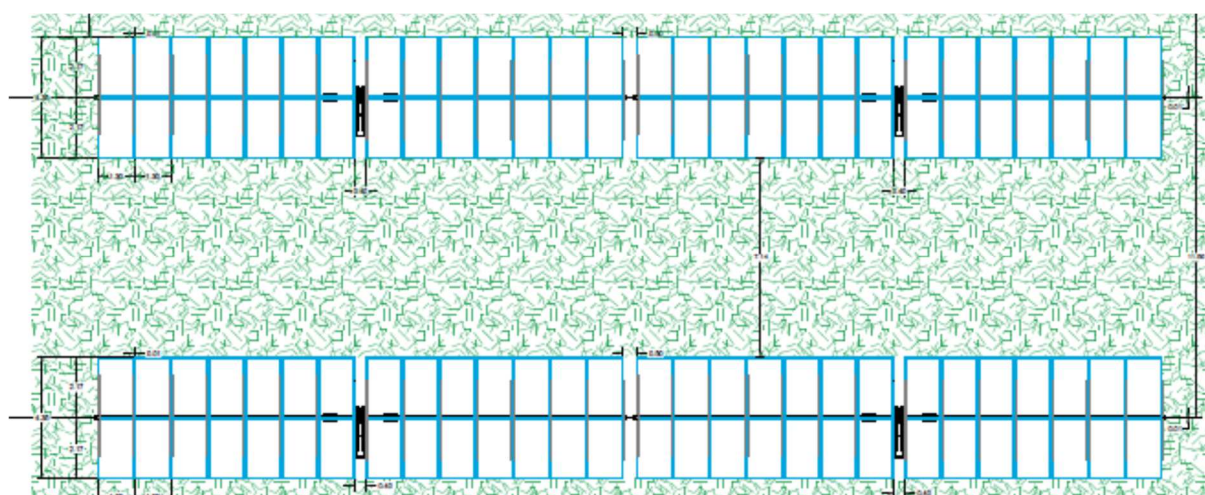


Figura 2 – Vista zenitale.



Figura 3 – Rappresentazione schematica di sistema agrivoltaico con coltivazione sia tra le file che al di sotto dei pannelli (Da A. Scognamiglio, ENEA).

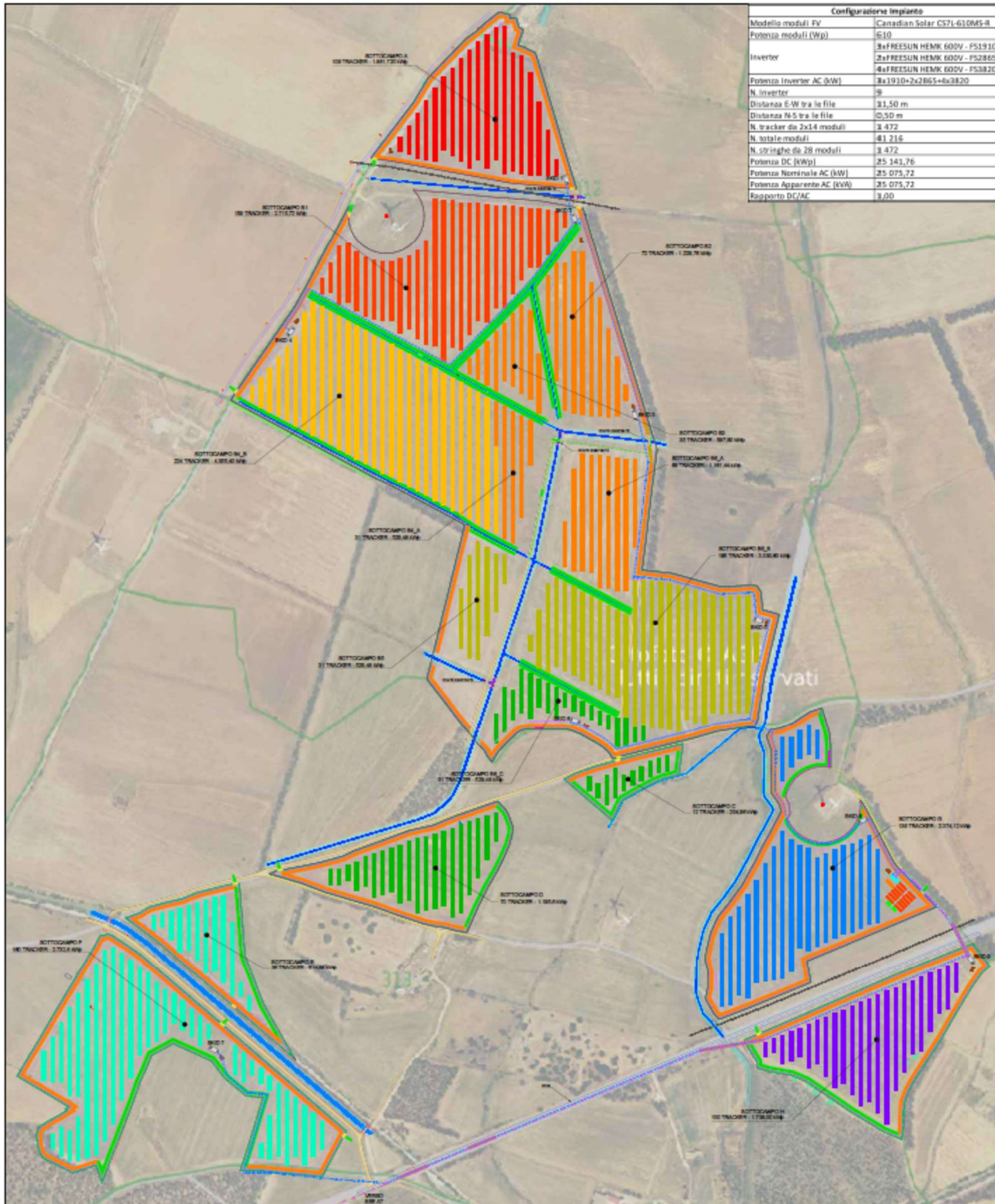


Figura 4 – Planimetria progetto.

Secondo il cronoprogramma allegato agli elaborati progettuali, gli interventi avranno una durata complessiva di 11 mesi circa. Si rimanda al dettaglio dello schema seguente per la suddivisione delle varie sotto-lavorazioni.

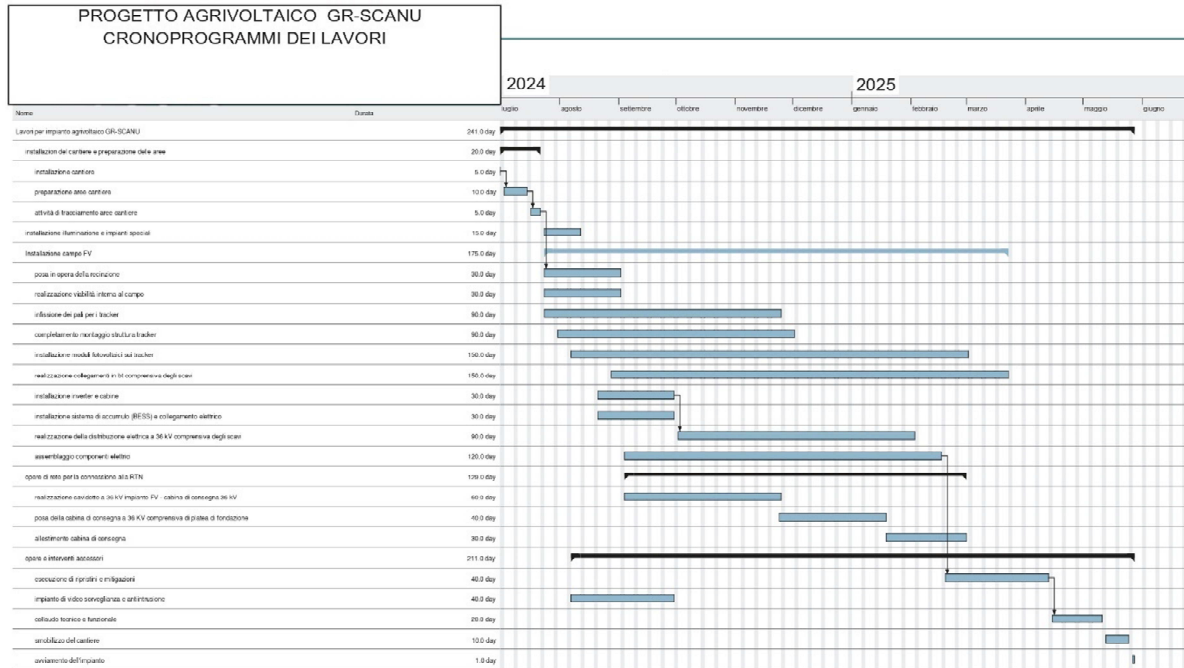


Figura 5 – Cronoprogramma.

Per ulteriori dettagli, si rimanda agli elaborati e alle tavole progettuali.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 13/87

3. Impatti previsti e componenti ambientali coinvolte

Ai fini dell'applicazione del presente PMA e sulla base delle risultanze dello studio ambientale, nonché degli studi specialistici a corredo del progetto, sono stati ritenuti potenzialmente significativi i seguenti aspetti riconducibili alle azioni previste dalle fasi di costruzione ed esercizio dell'opera:

1. Diffusione di polveri liberabili nelle diverse fasi lavorative.
2. Liberazione gas scarico mezzi di cantiere.
3. Occupazione di suolo e asportazione della vegetazione per l'allestimento della viabilità di impianto, recinzione, strutture e del cantiere in generale.
4. Interferenza circolazione idrica superficiale nelle fasi di cantiere e di lavorazione in alveo.
5. Interferenza circolazione sotterranea.
6. Scavi, movimentazioni terre e possibile mescolamento di materiale alloctono con la matrice pedologica.
7. Disturbo e interferenza con la fauna.
8. Accidentale perdita di idrocarburi o qualsiasi altro materiale alloctono durante le fasi di cantiere.
9. Emissione rumore durante le varie fasi di cantiere.

Il presente PMA permette di quantificare l'impatto che le opere in progetto possono generare sull'ambiente e le matrici individuate, attraverso un insieme di attività di monitoraggio periodiche su parametri biologici, chimici e fisici relativi alle seguenti componenti ambientali:

- Atmosfera
- Ambiente idrico superficiale
- Ambiente idrico sotterraneo
- Suolo
- Flora e habitat
- Fauna
- Rumore

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 14/87

4. Monitoraggio Atmosfera e Clima

Il Progetto di Monitoraggio Ambientale per le componenti "Atmosfera e Clima" interessa tutte le fasi di vita del progetto:

- **ante operam**, per la determinazione dello "stato zero" prima dell'avvio dei lavori di realizzazione delle opere in progetto;
- **in corso d'opera**, per il controllo delle alterazioni nella componente prodotte durante le attività di esercizio dei cantieri;
- **post operam** per il controllo in condizioni di esercizio delle opere finite.

Scopo di tale monitoraggio sarà essenzialmente la determinazione delle concentrazioni dei principali inquinanti potenzialmente liberabili durante le varie fasi di cantiere da mettere ovviamente in relazione ai parametri meteorologici che saranno misurati contestualmente. Le misure sono orientate ai ricettori presenti nel territorio circostante la realizzazione dell'opera. I risultati del monitoraggio permetteranno di verificare l'eventuale incremento del livello di concentrazioni di polveri, indotto in fase di realizzazione dell'opera in funzione delle lavorazioni effettuate nei cantieri, ma anche delle eventuali modifiche al traffico (e quindi all'emissione di gas di scarico) durante le lavorazioni sulla S.P.4 e S.S. 126. Le attività consentiranno infine di monitorare l'evoluzione delle concentrazioni degli inquinanti anche dopo l'avvio di esercizio delle opere. Le attività di monitoraggio, in riferimento alla componente in esame, saranno attuate tramite appositi mezzi mobili attrezzati con dei rilevatori per campagne di misure periodiche della durata ciascuna di una settimana in postazioni predeterminate.

4.1. Normativa di riferimento

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria e monitoraggio degli inquinanti dell'aria, si basa prevalentemente sul **Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa"**

Tale decreto, attuando la Direttiva 2008/50/CE, sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, e istituisce un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Il provvedimento si compone di 22 articoli, 16 allegati e 11 appendici e istituisce un quadro normativo di riferimento unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente e destinate, finalizzato al conseguimento degli obiettivi di seguito elencati:

- individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti ad evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- valutare la qualità dell'aria ambiente, sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 15/87

- ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente, come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente, oltre che per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, migliorandola negli altri casi;
- garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;
- realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione Europea in materia di inquinamento atmosferico

Il suddetto Decreto Legislativo, inoltre, stabilisce:

- i valori limite per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo, biossido di azoto, benzene, monossido di carbonio, piombo e PM10 (allegato XI punto 2);
- i livelli critici per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e ossidi di azoto (allegato XI punto 3);
- le soglie di allarme per le concentrazioni nell'aria ambiente di biossido di zolfo e biossido di azoto (allegato XII parte 1);
- i valori obiettivo per l'arsenico, il cadmio, il nichel e il benzo(a)pirene (allegato XIII);
- il valore limite, il valore obiettivo, l'obbligo di concentrazione dell'esposizione e l'obiettivo nazionale di riduzione dell'esposizione per le concentrazioni nell'aria ambiente di PM2,5 (allegato XIV);
- i valori obiettivo per le concentrazioni nell'aria ambiente di arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (allegato XIII);
- i valori obiettivo (allegato VII punto 2), gli obiettivi a lungo termine (allegato VII punto 3), le soglie di allarme e le soglie di informazione per l'ozono (allegato XII parte 2).

4.2. Valori di riferimento

Il monitoraggio ha essenzialmente lo scopo di valutare i livelli di concentrazione degli inquinanti previsti nella normativa nazionale, al fine di individuare l'esistenza di eventuali stati di attenzione ed indirizzare gli interventi di mitigazione necessari a riportare i valori entro opportune soglie definite dallo strumento legislativo. Vengono di seguito riportate le tabelle riepilogative dei diversi parametri previsti dal D.Lgs. 13 agosto 2010, n.155 per la valutazione dello stato di qualità dell'aria, vale a dire in particolare:

- valori limite per la salute umana;
- livelli critici per la protezione della vegetazione;

- soglie di valutazione superiore e inferiore;
- valori obiettivo ed obiettivi a lungo termine;
- soglie di informazione e di allarme

Valori limite per la salute umana, relativamente al biossido di zolfo, al biossido di azoto, al benzene, al monossido di carbonio, al piombo ed al particolato (PM10 e PM2,5) (Allegato XI del D.Lgs. n.155/2010).

Il **Valore limite** è definito come il livello fissato in base alle conoscenze scientifiche, al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, oltre che essere raggiunto entro un termine prestabilito e non successivamente superato.

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE LIMITE
Biossido di zolfo (SO ₂)	Valore limite con periodo di mediazione di 1 ora (da non superare più di 24 volte l'anno)	350 µg/m³
	Valore limite con periodo di mediazione di 24 ore (da non superare più di 3 volte l'anno)	125 µg/m³
Biossido di azoto (NO ₂)	Valore limite con periodo di mediazione di 1 ora (da non superare più 18 volte l'anno)	200 µg/m³
	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	40 µg/m³
Benzene (C ₆ H ₆)	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	5 µg/m³
Monossido Carbonio (CO)	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m³
Piombo (Pb)	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	0,5 µg/m³
Particolato (PM10)	Valore limite con periodo di mediazione di 24 ore (da non superare più di 35 volte l'anno)	50 µg/m³
	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	40 µg/m³
Particolato (PM2,5) - Fase 1	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno	25 µg/m³
Particolato (PM2,5) - Fase 2	Valore limite con periodo di mediazione di 1 anno ancora da stabilire con successivo decreto	Non stabilito

Livelli critici per la protezione della vegetazione, relativamente al biossido di zolfo ed agli ossidi di azoto (Allegato XI del D.Lgs. n.155/2010)

Il **Livello critico**, stabilito in base alle conoscenze scientifiche, rappresenta il valore oltre il quale possono sussistere effetti negativi diretti su ricettori come gli alberi, le piante e gli ecosistemi naturali, fatta eccezione per gli esseri umani.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 17/87

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	LIVELLO CRITICO
Biossido di zolfo (SO ₂)	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione	20 µg/m ³
Ossidi di azoto (NO _x)	Livello critico annuale per la protezione della vegetazione	30 µg/m ³

Soglie di valutazione superiore e inferiore relativamente al biossido di zolfo, al biossido di azoto, agli ossidi di azoto, al particolato (PM10 e PM2,5), al piombo, al benzene, al monossido di carbonio, all'arsenico, al cadmio, al nichel ed al benzo(a)pirene (Allegato II del D.Lgs. n.155/2010)

La **Soglia di valutazione inferiore** è definita come il livello al di sotto del quale è previsto, anche in via esclusiva, l'utilizzo di tecniche di modellizzazione o di stima obiettiva; per **Soglia di valutazione superiore**, viene invece indicato il livello al di sotto del quale le misurazioni in siti fissi possono essere combinate con misurazioni indicative, ovvero con tecniche di modellizzazione.

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA DI VALUTAZIONE SUPERIORE	SOGLIA DI VALUTAZIONE INFERIORE
Biossido di zolfo (SO ₂)	Media sulle 24 ore (da non superare più di 3 volte l'anno)	75 µg/m ³	50 µg/m ³
	Media invernale per gli ecosistemi	12 µg/m ³	8 µg/m ³
Biossido di azoto (NO ₂)	Media oraria (da non superare più di 18 volte l'anno)	140 µg/m ³	100 µg/m ³
	Media annuale	32 µg/m ³	26 µg/m ³
Ossidi di azoto (NO _x)	Media annuale per la vegetazione	24 µg/m ³	19,5 µg/m ³
Particolato (PM10)	Media su 24 ore (da non superare più di 35 volte l'anno)	35 µg/m ³	25 µg/m ³
	Media annuale	28 µg/m ³	20 µg/m ³
Particolato (PM2,5)	Media annuale	17µg/m ³	12 µg/m ³
Piombo (Pb)	Media annuale	0,35 µg/m ³	0,25 µg/m ³
Benzene (C ₆ H ₆)	Media annuale	3,5 µg/m ³	2 µg/m ³
Monossido Carbonio (CO)	Media su 8 ore	7 mg/m ³	5 mg/m ³

COMUNE DI GUSPINI –PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO (VS)

Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", della potenza di 25.141,76 kWp

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 18/87

Arsenico (As)	Media annuale	3,6 ng/m³	2,4 ng/m³
Cadmio (Cd)	Media annuale	3 ng/m³	2 ng/m³
Nichel (Ni)	Media annuale	14 ng/m³	10 ng/m³
Benzo(a)pirene (C₂₀H₁₂)	Media annuale	0,6 ng/m³	0,4 ng/m³

Valori obiettivo per arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene (Allegato XIII del D.Lgs. n.155/2010) e Valore obiettivo per l'ozono (Allegato VII del D.Lgs. n.155/2010)

Il **Valore obiettivo** è indicato come il livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso.

Nella seguente tabella sono riportati i **valori obiettivi** per l'arsenico, cadmio, nichel e benzo(a)pirene, mentre nella successiva è riportato il valore obiettivo per l'ozono.

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE OBIETTIVO
Arsenico (As)	Media annuale	6 µg/m³
Cadmio (Cd)	Media annuale	5 µg/m³
Nichel (Ni)	Media annuale	20 µg/m³
Benzo(a)pirene (C₂₀H₁₂)	Media annuale	1 µg/m³

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	VALORE OBIETTIVO
Ozono(O₃)	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (protezione salute umana)	120 µg/m³
	Da maggio a luglio (protezione della vegetazione)	18.000 µg/m³ h (media su 5 anni)

Obiettivo a lungo termine per l'ozono (Allegato VII del D.Lgs. n.155/2010)

Il Valore obiettivo è indicato come il livello fissato al fine di evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana o per l'ambiente nel suo complesso, da conseguire – ove possibile – entro una data prestabilita, mentre l'**Obiettivo a lungo termine** è il livello da raggiungere nel lungo periodo mediante misure proporzionate, al fine di assicurare un'efficace protezione della salute umana e dell'ambiente.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 19/87

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	OBIETTIVI A LUNGO TERMINE
Ozono(O ₃)	Media massima giornaliera calcolata su 8 ore (protezione salute umana)	120 µg/m ³
	Da maggio a luglio (protezione della vegetazione)	6.000 µg/m ³ h (media su 5 anni)

Soglie di allarme per il biossido di zolfo ed il biossido di azoto (Allegato XII del D.Lgs. n.155/2010)

Nella tabella successiva sono riportate le **soglie di allarme** per il biossido di zolfo e il biossido di azoto. La soglia di allarme è indicata come il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso, il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA DI ALLARME
Biossido di zolfo (SO ₂)	Valore misurato su tre ore consecutive in un sito rappresentativo di un'area di almeno 100 km ²	500 µg/m ³
Biossido di azoto (NO ₂)	Valore misurato su tre ore consecutive in un sito rappresentativo di un'area di almeno 100 km ²	400 µg/m ³

Soglie di informazione e di allarme previste per l'ozono (Allegato XII del D.Lgs n.155/2010)

A tale proposito, la **Soglia di informazione** è definita come il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione nel suo complesso, il cui raggiungimento impone di assicurare informazioni adeguate e tempestive; la **Soglia di allarme**, invece, è indicata come il livello oltre il quale sussiste un rischio per la salute umana, in caso di esposizione di breve durata per la popolazione nel suo complesso, il cui raggiungimento impone di adottare provvedimenti immediati.

INQUINANTE	PERIODO DI MEDIAZIONE	SOGLIA DI INFORMAZIONE	SOGLIA DI ALLARME
Ozono (O ₃)	Periodo di mediazione di 1 ora Lo <u>stato di allarme</u> scatta quando viene misurato o previsto un superamento per 3 ore consecutive	180 µg/m ³	240 µg/m ³

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 20/87

4.3. Svolgimento del monitoraggio tipo

La metodica di monitoraggio si compone delle seguenti fasi:

- In fasi di *ante operam* verrà effettuato un sopralluogo nelle aree di cantiere. Nel corso del sopralluogo verranno verificate le posizioni dei punti di misura destinate al monitoraggio proposte. Le posizioni dei punti di misura saranno georeferenziate rispetto a punti fissi di facile riconoscimento (spigoli di edifici, pali, alberi, ecc.) e fotografate, facendo particolare attenzione alla accessibilità dei siti anche in fase di costruzione.
- Durante le acquisizioni in fase di AO, CO e PO si svolgeranno le rispettive campagne di misura in accordo alle prescrizioni e indicazioni riportate nel presente PMA. Alle misure seguirà la compilazione delle rispettive schede di rilevamento.
- Nella fase di corso d'opera saranno individuate inoltre le fasi e sottofasi operative delle attività che saranno svolte, al fine di riconoscere la localizzazione dei carichi emissivi.

4.4. Strumentazione di misura

Per il monitoraggio dell'atmosfera verrà utilizzato un laboratorio mobile dotato di adeguato sistema di condizionamento per garantire una continua ed ottimale distribuzione della temperatura al suo interno al fine di permettere ad analizzatori e campionatori di lavorare sempre in condizioni controllate e *standard*.

Il laboratorio è attrezzato in quattro blocchi principali:

- Campionatori/analizzatori automatici per la valutazione degli inquinanti aerodispersi:
- Rivelatore a fluorescenza per SO₂
- Rivelatore a chemiluminescenza per NO, NO₂, NO_x
- Rivelatore IR per CO
- Rivelatore UV per O₃
- Campionatori gravimetrici sequenziali
- Campionatore per PM 10
- Campionatore per PM 2,5
- Centralina per la misura dei parametri meteorologici (temperatura, umidità, direzione del vento, velocità del vento, pressione atmosferica, precipitazione accumulata, radiazione solare)
- Unità di acquisizione ed elaborazione dati

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 21/87

In aggiunta ai parametri registrati in tempo reale, il mezzo mobile sarà utilizzato come stazione di campionamento continua per ulteriori determinazioni:

- Benzene
- Sistema di campionamento passivo Radiello□, analisi in GC-MS
- Benzo(a)pirene
- Membrana polveri, frazione PM 2.5, analisi in GC-MS
- Metalli
- Membrana polveri frazione PM 10, analisi in ICP-OES

4.5. Documentazione prodotta

Per ogni punto d'indagine nella fase **ante operam**, al termine del monitoraggio presso ciascun punto di misura saranno rese disponibili le seguenti informazioni:

- schede delle campagne di misura riportanti l'ubicazione e descrizione del sito, il giorno e l'ora di inizio prelievi, il giorno e l'ora di fine dei rilievi, le concentrazioni orarie degli inquinanti e dei parametri meteo, le varie medie previste (e.g. giornaliere, ottorarie...) i massimi ed i minimi rilevati;
- base cartografica in scala idonea con la localizzazione del punto di misura;
- documentazione fotografica del punto di misura.

Al termine della fase **ante operam** verrà fornita una relazione conclusiva, con alcune statistiche di base afferenti all'intero periodo di monitoraggio.

Nella fase di **corso d'opera**, oltre alle informazioni precedentemente descritte, sarà predisposta anche una scheda **standard** di sintesi dei risultati del monitoraggio in cui saranno contenute le informazioni sull'area di cantiere riguardanti le attività, i profili temporali delle stesse, macchinari ed automezzi utilizzati, le caratteristiche ambientali e territoriali d'interesse generale nonché i risultati delle campagne di monitoraggio. Ciò consentirà di mettere in relazione con più facilità lo scenario analitico ottenuto con le effettive attività di cantiere succedutesi.

Per quanto concerne la fase **post operam** sarà prodotta un'adeguata documentazione contenente la descrizione del sito di campionamento e i risultati del monitoraggio sia per gli aspetti meteorologici

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 22/87

che per i risultati del rilevamento degli inquinanti previsti dalla normativa; questi ultimi saranno rappresentati con grafici e tabelle, in grado di descrivere, in maniera corretta, la qualità dell'aria, espressa anche come indice sintetico di qualità dell'aria.

4.6. Criteri di scelta e localizzazione dei Punti di Monitoraggio

I punti di monitoraggio sono stati definiti considerando come principali bersagli dell'inquinamento atmosferico recettori significativamente rappresentativi delle condizioni associabili ai nuclei insediativi disposti in prossimità dello stesso, con la precisa finalità, inoltre, di monitorare le principali cause di inquinamento, riassumibili nelle seguenti:

- lavorazioni cantieri;
- traffico dei mezzi di cantiere;
- lavorazioni effettuate sul fronte avanzamento lavori;
- situazione in esercizio dell'opera.

Tenuto conto che le aree di intervento e/o di cantierizzazione principale sono situate fondamentalmente nella zona dell'impianto agrivoltaico e lungo la trincea dell'elettrodotto interrato, sono state individuate due stazioni di monitoraggio.

Il primo punto è posizionato in loc. C.Scanu vicino anche alla SP. 4. Per quanto riguarda il secondo punto, questo è stato individuato sulla SS 126 e verrà definito con più precisione in sede esecutiva anche in relazione alla possibilità di collegamento alla linea elettrica per l'alimentazione del mezzo mobile.

CODICE STAZIONE MONITORAGGIO AIR	LOCALIZZAZIONE
PMA_AIR_GRSCANU_01	Pressi edifici "C.se Scanu" all'interno del parco agrivoltaico in progetto.
PMA_AIR_GRSCANU_02	Pressi incrocio SS 126 / SP65 o Pressi incrocio SS 126 / ex ferrovia Montevecchio/S.Gavino

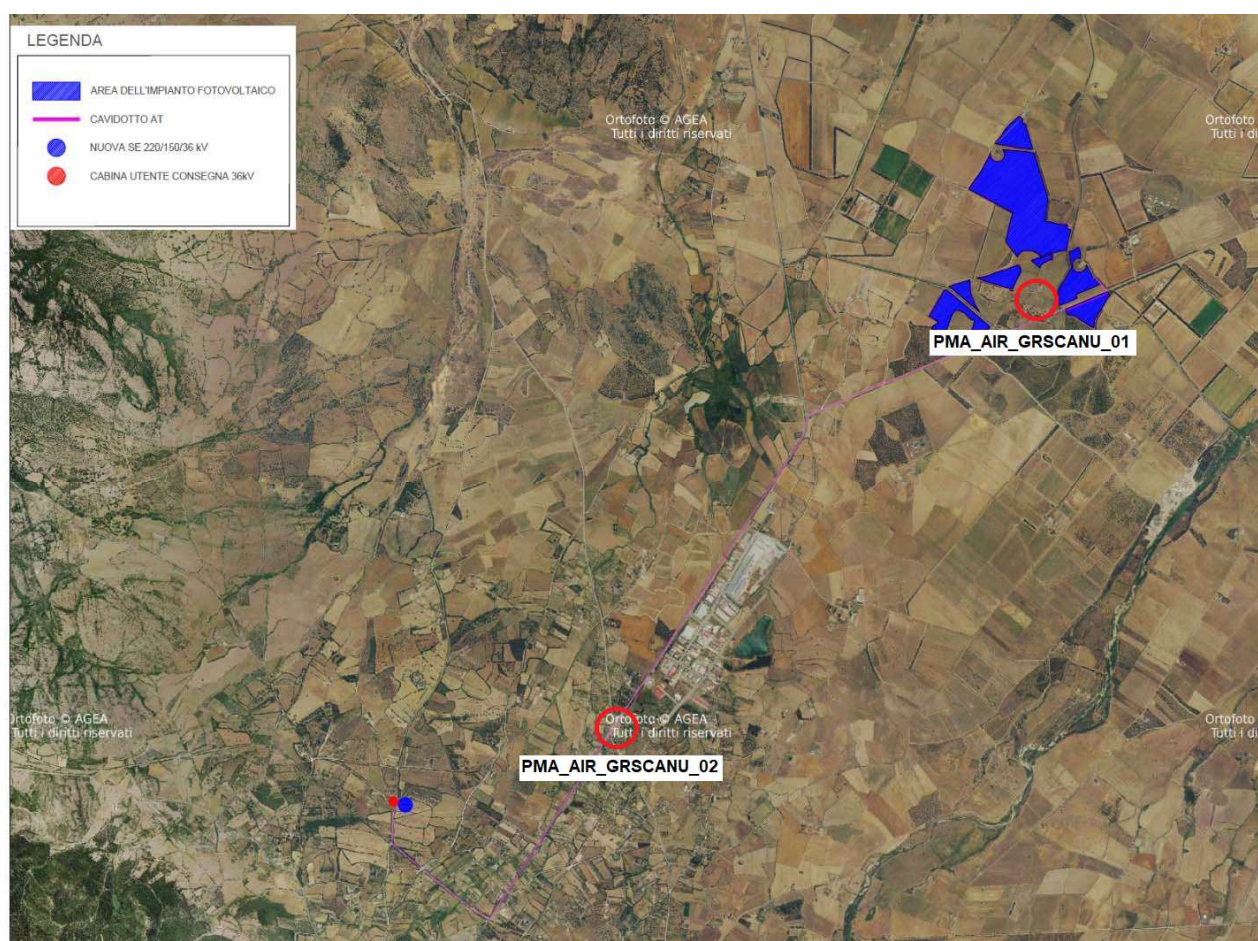


Figura 6 – Ubicazione punti monitoraggio atmosfera (cerchi rossi).

4.7. Profilo analitico

Per quanto riguarda il profilo analitico, si è previsto di mantenere, per qualsiasi tipologia di ricettore, lo stesso profilo analitico degli inquinanti da monitorare al fine di evitare che il laboratorio mobile debba essere parzializzato in funzione del ricettore. Permane l'esigenza, per tutti i ricettori, del contestuale rilevamento dei parametri meteorologici.

PARAMETRI METEOROLOGICI MONITORATI	INQUINANTI MONITORATI
Temperatura, Umidità relativa, velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, intensità di precipitazioni, radiazione solare	Benzene (C6H6); particolato (PM10), Particolato (PM2.5); Piombo (Pb); Cadmio (Cd); Nichel (Ni); Arsenico (As); Benzo(a)pirene (C20H12); Monossido Carbonio (CO); Biossido di azoto (NO2); Ossidi di azoto (NOx); Biossido di zolfo (SO2); Ozono (O3)

4.8. Articolazione temporale dei monitoraggi

L'articolazione temporale dei monitoraggi è stata programmata nelle seguenti modalità:

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 24/87

- *Ante operam*: prima dell'inizio delle attività verrà eseguito un unico periodo di monitoraggio nei due punti dei recettori individuati (PMA_AIR_GRSCANU_01, PMA_AIR_GRSCANU_02) che avrà, per ciascuno, funzione di monitoraggio AO.
- Corso d'opera: verranno eseguiti due cicli di monitoraggio in ciascuno dei due punti di rilevazione prescelti da spalmare negli 11 mesi di durata del cantiere (e.g 3° mese cantiere e al 9° mese). Non verranno effettuate altre rilevazioni a meno che situazioni contingenti non suggeriscano l'individuazione di altre localizzazioni.
- *Post operam*: verrà eseguito un ciclo di monitoraggio in ciascuno dei due punti di rilevazione stabiliti a sei mesi dall'entrata in esercizio delle opere.

Ogni ciclo di monitoraggio avrà durata di una settimana (**7 gg**) in ogni punto.

La tabella che segue riporta il numero complessivo di giorni di monitoraggio per ogni fase.

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	Cicli	TOT SETTIMANE
AO	2	-	Unico	2
CO	2	11	2	4
PO	2	-	Unico	2

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 25/87

5. Monitoraggio Acque Superficiali

Il progetto di monitoraggio ambientale ha come obiettivo quello di individuare le eventuali variazioni che la realizzazione degli interventi in progetto potrebbero apportare alle caratteristiche delle acque superficiali presenti nel territorio limitrofo.

I principali corsi d'acqua interessati dalla realizzazione dell'opera sono rappresentati dal canale derivatore e dal corso d'acqua 214253 nel settore dell'impianto agrivoltaico. L'elettrodotto invece sarà prossimale al canale derivatore, al R.Uralidi (o Gora is Mulinus - 221837), al Riu Merda de Cani e al corso d'acqua 214200/214195 (che più a nord si uniranno per divenire Rio Melas).

È necessario precisare che la finalità principale del monitoraggio delle acque superficiali non è quella di caratterizzare i corsi d'acqua presenti nella regione, ma quella di individuare le eventuali variazioni che le lavorazioni possono indurre sullo stato della risorsa idrica ponendo sotto controllo alcuni dei corsi d'acqua "sentinella".

Anche il monitoraggio delle acque superficiali pertanto si articolerà in tre fasi:

1. Monitoraggio *Ante Operam*; ha lo scopo di fornire una descrizione dello stato della risorsa prima dell'intervento;
2. Monitoraggio in Corso d'Opera; il cui obiettivo è la verifica che le eventuali modifiche allo stato dell'ambiente idrico siano temporanee e non superino determinate soglie;
3. Monitoraggio *Post Operam*; ha il fine di documentare la situazione ambientale che si verifica durante l'esercizio delle opere per verificare che gli impatti ambientali siano coerenti rispetto alle previsioni dello studio d'impatto ambientale e/o delle previsioni progettuali e di accertare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente.

Le operazioni di monitoraggio prevedranno una parte di misure *in situ* (e.g. temperatura, pH, conducibilità...) e una parte di analisi di laboratorio mirate a identificare le caratteristiche chimico-fisico-batteriologiche dell'acqua prelevata.

Il monitoraggio consentirà così di:

- definire lo stato di salute della risorsa prima dell'inizio dei lavori di realizzazione dell'opera;
- proporre opportune misure di salvaguardia o di mitigazione degli effetti del complesso delle attività sulla componente ambientale e testimoniare l'efficacia o meno.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 26/87

5.1. Riferimenti Normativi

Di seguito vengono elencati i principali riferimenti normativi che sono stati considerati per la redazione del presente Progetto di Monitoraggio ambientale, nonché alcuni articoli tecnici di settore inerenti all'argomento.

Leggi di tutela ambientale generale

- Legge 18 Maggio 1989 n.183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo"
- Legge n.36 del 1994 "Disposizione in materia di acque pubbliche, e successive modifiche ed integrazioni"
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 4 Marzo 1996, "Disposizioni in materia di risorse idriche"
- Testo aggiornato del Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n.152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento dei nitrati provenienti da fonti agricole", a seguito delle disposizioni correttive ed integrative di cui al Decreto Legislativo 18 agosto 2000 n.258
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia ambientale

Norme per la tutela della qualità delle acque superficiali

- Direttiva CEE n° 676 del 12 dicembre 1991 concernente Protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati di origine agricola
- Direttiva 2000/60/CE Parlamento Europeo e Consiglio del 23 ottobre 2000. Allegato VIII elenco indicativo dei principali inquinanti
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia ambientale
- D. Lgs. n. 284 del 08/11/2006 – "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale"
- Direttiva 2008/105/CE Allegato X - Elenco delle sostanze prioritarie in materia di acque
- D.Lgs. n. 4 del 16/01/2008 - "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. n. 152 del 03/04/2006, recante norme in materia ambientale"
- D.M. n. 56 del 14 aprile 2009 "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici"
- DM 260 del 8 novembre 2010 "Criteri tecnici per la classificazione dei corpi idrici superficiali"

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 27/87

- D.Lgs. n. 219 del 10/12/2010 - "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque
- D.Lgs. n. 49 del 23/02/2010 – "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni"

Linee guida

- Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i, D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.), Rev. 1 del 16/06/2014
- Commissione Speciale di Valutazione di Impatto Ambientale, "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle opere di cui alla Legge Obiettivo (Legge 21.12.2001, n.443)", Rev. 1 del 4 Settembre 2003
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Regione Autonoma della Sardegna (Aggiornato con delibera G.R. n. 54/33 del 30.12.2004)
- Deliberazione Giunta Regionale n.69/25 del 10/12/2008 "Disciplina regionale degli scarichi"
- Piano di Tutela delle Acque – Piano stralcio di settore del Piano di Bacino
- Piano di gestione del Distretto idrografico della Regione Sardegna

Analisi di laboratorio delle acque, parametri descrittivi

- Deliberazione Comitato Interministeriale 4 febbraio 1977 "Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici e per la formazione del catasto degli scarichi"
- DPR 236 del 1988 e successive modifiche ed integrazioni sulla Qualità delle acque destinate al consumo umano contenente in allegato 1 "Requisiti di qualità – elenco parametri", ed in allegato 2 "metodi analitici di riferimento"
- D.Lgs n.31 del 2 febbraio 2001 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano"
- Decreto Ministeriale 14 aprile 2009, n. 56 "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici" Attuazione Art. 75 D.Lgs 152/2006
- Direttiva 260/2010 "Criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali" – Modifica norme D.Lgs. 152/2006

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 28/87

- DECRETO 16 giugno 2008 "Criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici" – Attuazione Art. 75 D.Lgs 152/2006

Standard per gli accertamenti

- UNI EN 25667-1 Guida alla definizione di programmi di campionamento;
- UNI EN 2566-7 Guida alle tecniche di campionamento;
- ISO 5667-3:1994 Guidance on the preservation and handling of samples;
- ISO 5667-14:1998 Guidance on quality assurance of environmental water sampling and handling;
- ISO 4363:1993 Measurement of liquid flow in open channels - Method for measurement of suspended sediments;
- ISO/DIS 5667-17 Guidance on sampling of suspended sediments;
- ISO/TR 13530:1997 Guide to analytical quality control for water analysis;
- ISO 9001 "Sistemi di gestione per la qualità – Requisiti"
- UNI EN ISO 10005:1996 "Linee guida per fornitori e committenti per la preparazione, il riesame, l'accettazione, e la revisione di piani di qualità";
- UNI CEI EN ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza di laboratori di prova e taratura".
- APAT-IRSA-CNR – Metodi analitici per le acque: 29/2003
- APAT Metodi biologici per le acque –Parte I°

5.2. Individuazione stazioni di monitoraggio

Nella scelta dei punti di monitoraggio si è scelto laddove possibile l'approccio "monte-valle" in modo da identificare più facilmente l'eventuale alterazione dovuta alle lavorazioni.

Nella fase *ante operam* verrà verificata la "consistenza" del deflusso di magra e la possibilità concreta di monitoraggio legate alle condizioni idrografiche dello stesso (presenza d'acqua durante l'anno).

Il sito sarà tenuto sotto controllo attraverso il rilevamento di parametri qualitativi e quantitativi da ottenere in opportune sezioni di rilievo e misura. Le campagne di misura saranno programmate nell'arco delle diverse fasi temporali relative alla realizzazione delle opere in progetto.

Qualora, sulla base di considerazioni oggettive, si riscontrasse nella fase di indagine *Ante Operam* la scarsa rappresentatività di alcuni dei siti di indagine preliminarmente individuati, potranno essere

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b pag. 29/87
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	

apportati, in accordo con gli Enti competenti, opportuni correttivi alle successive fasi di indagine relativi alla localizzazione geografica dei punti di indagine ed alla natura delle verifiche da effettuarsi.

Si è scelto di monitorare come corsi d'acqua "sentinella" l'asta 214253 e la 214200¹ con un approccio "monte-valle"; pertanto i siti di monitoraggio individuati saranno i seguenti:

STAZIONE DI MONITORAGGIO	CORSO D'ACQUA ELEMENTO IDRICO	POSIZIONE
PMA_AISU_GRSCANU_01	214253	Tra l'impianto e il canale derivatore
PMA_AISU_GRSCANU_02	214253	Ponticello loc. Su Perdiaxiu
PMA_AISU_GRSCANU_03	214200/214195	A monte della ex ferrovia Montev. - S. Gavino
PMA_AISU_GRSCANU_04	214200/214195	O ovest del ponticello sul SP 65

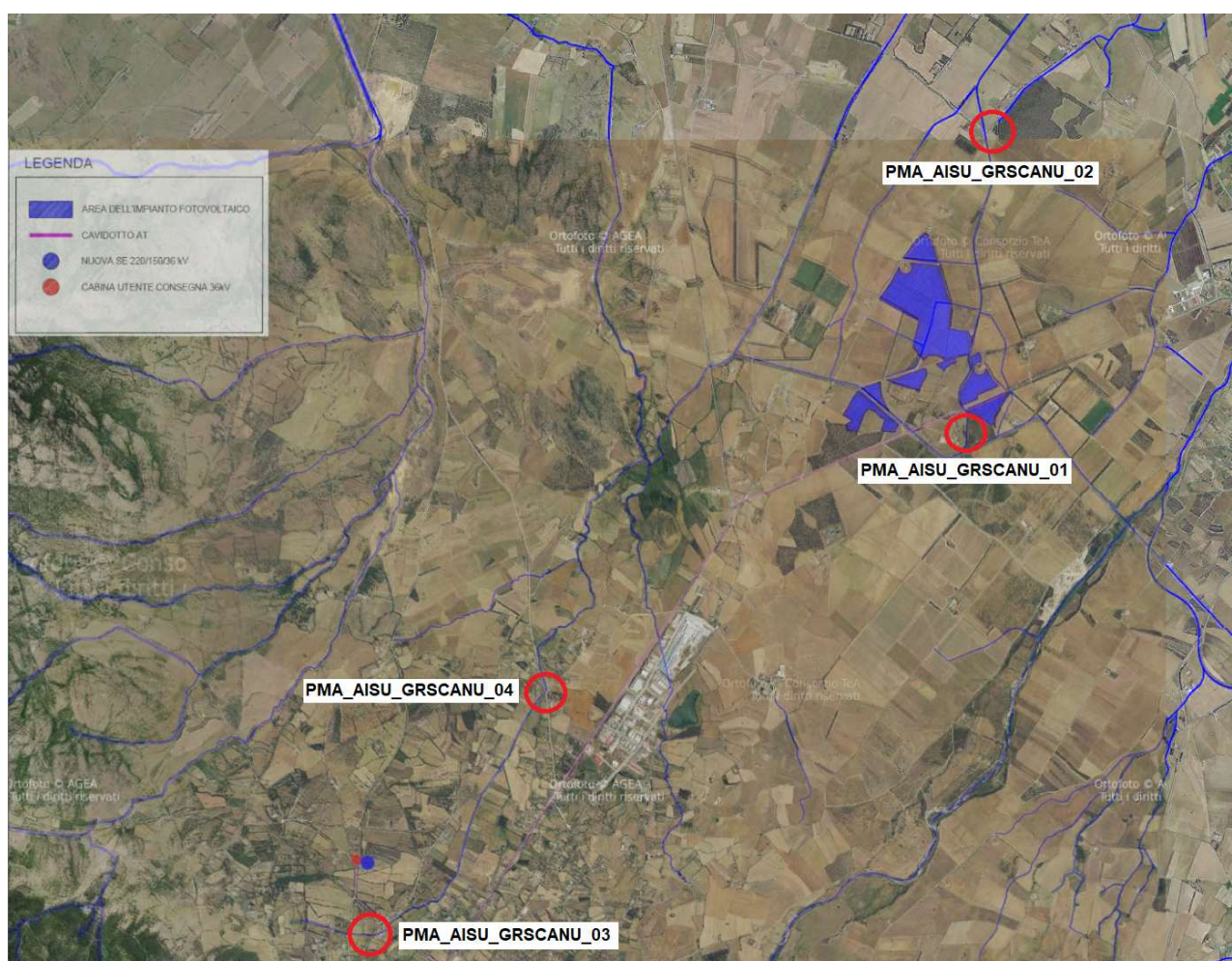


Figura 7 – Ubicazione punti monitoraggio acque superficiali (cerchi rossi).

¹ Classificazione elemento idrico da Geoportale RAS

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 30/87

5.3. Criteri per la scelta dei parametri da monitorare e articolazione temporale dei monitoraggi

Per l'identificazione dei parametri da sottoporre alle attività di monitoraggio si è fatto riferimento alle indicazioni del Piano di Tutela delle Acque che esplica la sua azione nel coordinare le misure ed interventi per gli "obiettivi di qualità ambientale" e per gli "obiettivi di qualità per specifica destinazione".

Monitoraggio ante operam (AO)

Il monitoraggio *Ante Operam* (AO) dell'Ambiente Idrico Superficiale ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche dei corsi d'acqua in condizioni esenti da disturbi, ovvero in assenza dei disturbi provocati dall'opera in progetto. Il monitoraggio AO ha anche lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in Corso d'Opera, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle particolarità del corso d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico. Il monitoraggio AO offrirà quindi una "istantanea" del corso d'acqua da confrontare con dati preesistenti o con modelli teorici. Si prevede un unico monitoraggio AO (presumibilmente all'inizio del periodo di deflusso di magra), prima comunque dell'avvio dei lavori. Dato il carattere torrentizio (ovvero portata non costante durante l'anno e possibile assenza di acqua) dei corsi d'acqua presenti, in seguito alle misure eseguite si deciderà se monitorare il corso d'acqua oltre che in base allo stato fisico anche in base alle loro condizioni chimico-fisico-batterologiche. I parametri che si prevede di indagare nel monitoraggio AO sono i medesimi delle fasi CO e del PO. Verrà inoltre effettuata la determinazione dell'indice STAR-ICMi.

Monitoraggio in Corso d'Opera (CO)

Il monitoraggio in Corso d'Opera (CO) ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non alteri i caratteri qualitativi del sistema delle acque superficiali. A differenza del monitoraggio *Ante Operam* (AO), che deve fornire una fotografia dello stato esistente, senza alcun giudizio in merito alla sua qualità, il monitoraggio in CO dovrà confrontare quanto rilevato con lo stato *Ante Operam* e segnalare, nei medesimi punti di monitoraggio, le eventuali divergenze da questo. A valle del rilevamento e della segnalazione di scostamenti rispetto ai caratteri preesistenti, il monitoraggio in CO dovrà avviare le procedure di verifica, per confermare e valutare lo scostamento, e di indagine per individuarne le cause. Una volta stabilite queste, dovrà dare corso alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi assolutamente imprevisi.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 31/87

Il monitoraggio in CO avrà una durata pari al tempo di realizzazione delle opere e/o di permanenza delle aree di cantiere e avrà una frequenza di campionamento semestrale (e.g. 3° e 9° mese di cantiere). Durante le lavorazioni correnti, saranno effettuate misure e campionamenti per analisi chimiche e batteriologiche nonché la determinazione dell'indice STAR-ICMi. Il numero di giorni di monitoraggio per la fase CO (corso d'opera) dipende com'è ovvio dalla durata della realizzazione dell'infrastruttura, ipotizzata come da cronoprogramma in 11 mesi.

Monitoraggio Post Operam (PO)

Il Monitoraggio *Post Operam* ha il fine di documentare la situazione ambientale che si ha durante l'esercizio delle opere al fine di verificare che gli impatti ambientali siano coerenti rispetto alle previsioni dello studio d'impatto ambientale e/o delle previsioni progettuali e di accertare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente. Si prevede un campionamento entro i 6 mesi dall'entrata in esercizio delle opere. Le sezioni che verranno sottoposte a monitoraggio coincideranno con quelle relative al monitoraggio in CO.

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	CICLI MONITORAGGIO	TOT CAMPIONAMENTI
AO	4	-	Unico	4
CO	4	11	2	8
PO	4	6	Unico	4

5.4. Prelievo campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio

Al fine di assicurare l'uniformità delle misure rilevate nelle diverse fasi del Progetto di Monitoraggio è indispensabile che i rilievi vengano svolti con metodologie univoche e prestabilite. L'uniformità delle metodologie di monitoraggio e delle apparecchiature di rilevamento è necessaria per garantire altresì il confronto dei controlli svolti nel corso delle varie fasi temporali e nelle diverse aree geografiche, onde assicurare la riproducibilità e l'attendibilità delle misure al variare dell'ambiente e dell'ambito emissivo. Il campionamento verrà realizzato secondo il protocollo operativo suggerito dal manuale APAT Metodi biologici per le acque – Parte I°; in particolare si dovrà tenere conto della variabilità delle caratteristiche chimico fisiche delle acque indotte dalla morfologia fluviale.

A questo scopo si prevede di procedere secondo il seguente schema:

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 32/87

- nei tratti in rettilineo, ove la velocità dell'acqua è massima al centro e va via via diminuendo verso le sponde, si provvederà a realizzare un campione mediato tra due prelievi: uno al centro del fiume ed uno effettuato tra il centro e la sponda;
- nei tratti in curva, ove la velocità è maggiore nel tratto esterno della curva e diminuisce progressivamente verso l'interno dell'ansa, si procederà a formare un campione attraverso l'unione di tre aliquote: una prelevata dal centro, una prelevata tra il centro e la parte esterna dell'ansa ed una prelevata tra il centro e la parte interna dell'ansa.

La formazione delle aliquote sarà di tipo medio-continuo raccogliendo in successione continua aliquote parziali di 1 litro fino a riempire un recipiente di circa 12 litri. Il campione così raccolto andrà poi omogeneizzato e ripartito nei contenitori debitamente etichettati e curandone il riempimento fino all'orlo evitando il formarsi di bolle d'aria.

Dovranno essere riempiti i seguenti contenitori:

- Aliquota per metalli pesanti: filtrata in campo a 0.45µm e acidificata al 0.5% in volume con acido nitrico al 65%, in bottiglia di plastica (per 200ml di campione filtrato aggiungere 1ml di acido nitrico al 65%).
- Aliquota per cromo VI: 100 ml di campione tal quale senza aggiunta di acido, in bottiglia di plastica.
- Aliquota per fosforo totale e COD: 1l di campione acidificato a pH<2 con H₂SO₄ in bottiglia di vetro o polietilene.
- Aliquota per parametri inorganici: campione tal quale, 1l in bottiglia di vetro o di polietilene.
- Aliquota per VOC e BTEX (Purge & Trup): campione tal quale in 2 vials da 40 ml, una con tappo e una con setto teflonato. Attenzione a riempire le vials senza intrappolare bolle d'aria.
- Aliquota per idrocarburi: 1l di campione tal quale in bottiglia di vetro scuro acidificata a pH<2 con acido cloridrico o solforico.
- Aliquota per PCB, IPA, semi-volatili: 2.5 l di campione tal quale in bottiglia di vetro scuro.
- Aliquota per composti organici e azotati, ammine: 1l di campione tal quale in bottiglia di vetro scuro.
- Aliquota per parametri batteriologici: bottiglia sterile in vetro da 1 litro.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento, utilizzando una apposita ed idonea scheda, che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi. È importante annotare se il campione è stato soggetto a filtrazione o meno perché in fase analitica il risultato sarà pertinente,

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 33/87

nel primo caso, alle sole forme solubili degli analiti, nel secondo caso sia alle forme solubili sia a quelle presenti in fase sospesa (solidi dispersi).

Nel caso si debba procedere a filtrazione, questa viene eseguita in linea mediante filtri in polietere sulfone (PES) aventi diametro dei pori di 0,45 µm. In occasione del campionamento verranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH e l'ossigeno disciolto. I valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive. Le misure saranno effettuate previa taratura degli strumenti. Per ogni campagna di misure dovrà essere redatto un verbale, utilizzando un'ideale scheda, che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi. I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua); codice dell'indagine;
- data e ora del campionamento.

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 3 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate. Contestualmente ai campionamenti verrà effettuata misura di portata da eseguirsi con mulinello idrometrico, anche detto correntometro, che misura la velocità dell'acqua alla quale, associando l'area della sezione idraulica sommersa consente di ottenere la portata.

5.5. Metodologia di esecuzione delle analisi

Per la metodologia delle analisi si farà riferimento ai "Metodi analitici per le acque" Manuale 29 del 2003 APAT – IRSA. Eventualmente potranno essere utilizzati altri metodi ufficiali internazionali, quali ad esempio i metodi EPA, per alcuni microinquinanti organici. I limiti di rilevabilità dei metodi analitici saranno tali da consentire di quantificare gli analiti ricercati ai livelli di concentrazione stabiliti come SQA (standard di qualità ambientale) riferiti allo stato chimico al fine di definire lo stato ambientale (allegato 1 alla parte III del D.Lgs 152/06 smi).

Come già accennato, verrà anche determinato l'indice STAR-ICMi, basato sull'analisi della struttura della comunità di macroinvertebrati bentonici. Tali organismi in prevalenza larve di insetti, molluschi e crostacei colonizzano il fondo dei corsi d'acqua e presentano differenti sensibilità all'inquinamento. L'indice combina 6 metriche che prendono in considerazione composizione, abbondanza e struttura della comunità restituendo un valore compreso tra 0 e 1 chiamato RQE. Esso prevede il confronto tra la comunità presente in uno specifico sito con quella che sarebbe presente, in un sito della stessa tipologia, in assenza di pressioni: comunità di riferimento.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 34/87

Nella tabella della pagina seguente sono indicati i parametri che verranno periodicamente determinati.

Parametro	Note
pH	Misura di campo
Conducibilità specifica	Misura di campo
Ossigeno disciolto	Misura di campo
Temperatura acqua	Misura di campo
Temperatura aria	Misura di campo
Portata	Misura di campo
Solidi sospesi	
COD	
BOD5	
Alcalinità	
Metalli	As, Ca, Cd, Cr ^{tot} , Cr ⁶⁺ , Cu, Fe, Hg, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sn, Zn.
NH ₄ ⁺	
NO ₂ -	
NO ₃ -	
Cl-	
SO ₄ -	
F-	
P Totale	
Idrocarburi Totali	(come n-esano)
BTEX	Benzene, toluene, etilbenzene e xileni (isomeri orto, meta e para)
IPA	Fluorantene, benzo(a)pirene, benzo(b)fluorantene, benzo(k)fluorantene, benzo(g, h, i)perilene, indeno(1,2,3-cd)pirene, naftalene
Composti alifatici clorurati	Triclorometano, 1,2-dicloroetano, diclorometano, tricloroetilene, tetracloroetilene, tetracloruro di carbonio, tricloroetano
Escherichia coli	
STAR-ICMi	

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 35/87

6. Monitoraggio acque sotterranee

Il Progetto di Monitoraggio dell'Ambiente Idrico Sotterraneo ha lo scopo di evidenziare le eventuali significative variazioni, determinate dalla realizzazione delle opere in progetto sugli equilibri idrogeologici delle aree all'intorno. L'eventualità di contaminazione della falda idriche ad opera di ipotetici inquinanti va riferita, essenzialmente, all'ipotesi di sversamento accidentale di sostanze. Il rischio derivante dalle potenziali attività d'interferenza potrà essere ulteriormente ridotto sia attraverso un accurato controllo delle varie fasi lavorative da parte del personale preposto, sia attraverso le attività di monitoraggio descritte nel seguito. L'azione di monitoraggio comporta il monitoraggio di un pozzo posizionato all'interno dell'impianto agrivoltaico.

6.1. Riferimenti Normativi

Leggi di tutela ambientale riguardanti anche le acque sotterranee

- Legge 18 Maggio 1989 n° 183 Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.
- Direttiva CEE n° 676 del 12 dicembre 1991 concernente Protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati di origine agricola.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 4 Marzo 1996 Disposizioni in materia di risorse idriche.
- Decreto Legislativo 11 maggio 1999, n. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento dei nitrati provenienti da fonti agricole".
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), Regione Autonoma della Sardegna (Aggiornato con delibera G.R. n. 54/33 del 30.12.2004).
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, recante norme in materia ambientale;
- Direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- D. Lgs. n. 284 del 08/11/2006 – "Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale".
- D. Lgs. n. 4 del 16/01/2008 - "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D. Lgs. n. 152 del 03/04/2006, recante norme in materia ambientale".

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 36/87

- Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30 Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.
- D. Lgs. n. 219 del 10/12/2010 - "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque,
- D. Lgs. n. 49 del 23/02/2010 – "Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni"
- Piano di Tutela delle Acque – Piano stralcio di settore del Piano di Bacino.

Analisi di laboratorio delle acque sotterranee, parametri descrittivi e loro limiti

- Deliberazione Comitato Interministeriale 4 febbraio 1977 "Criteri generali e metodologie per il rilevamento delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici e per la formazione dei catasto degli scarichi"
- DPR 236 del 1988 e successive modifiche ed integrazioni sulla Qualità delle acque destinate al consumo umano contenente in allegato 1 "Requisiti di qualità – elenco parametri, ed in allegato 2 "metodi analitici di riferimento"
- D.Lgs. n. 219 del 10/12/2010 - "Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque
- D.Lgs n.31 del 2 febbraio 2001 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano

Campionamento acque

- UNI EN 25667-1 Guida alla definizione di programmi di campionamento (1996)
- UNI EN 25667-2 Guida alle tecniche di campionamento (1996)

6.2. Criteri per la selezione dei punti di monitoraggio e accertamenti programmati

Ai fini della valutazione del rischio ambientale, lo studio della qualità delle acque sotterranee interesserà l'acquifero superficiale presente nell'area delle opere in progetto. Il livello e la qualità della falda verranno valutati attraverso il monitoraggio di un pozzo ubicato all'interno dell'impianto fotovoltaico. La posizione all'interno dei terreni di proprietà avrà anche il vantaggio di escludere eventuali manomissioni dell'opera di presa o criticità nel raggiungere la stessa durante la durata dei monitoraggi.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b pag. 37/87
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	

Stazione monitoraggio	Localizzazione	Acquifero
PMA_AIST_GRSCANU_01	Settore sud-ovest dell'impianto	Acquifero Detritico Alluvionale Plio – Quaternario del Campidano

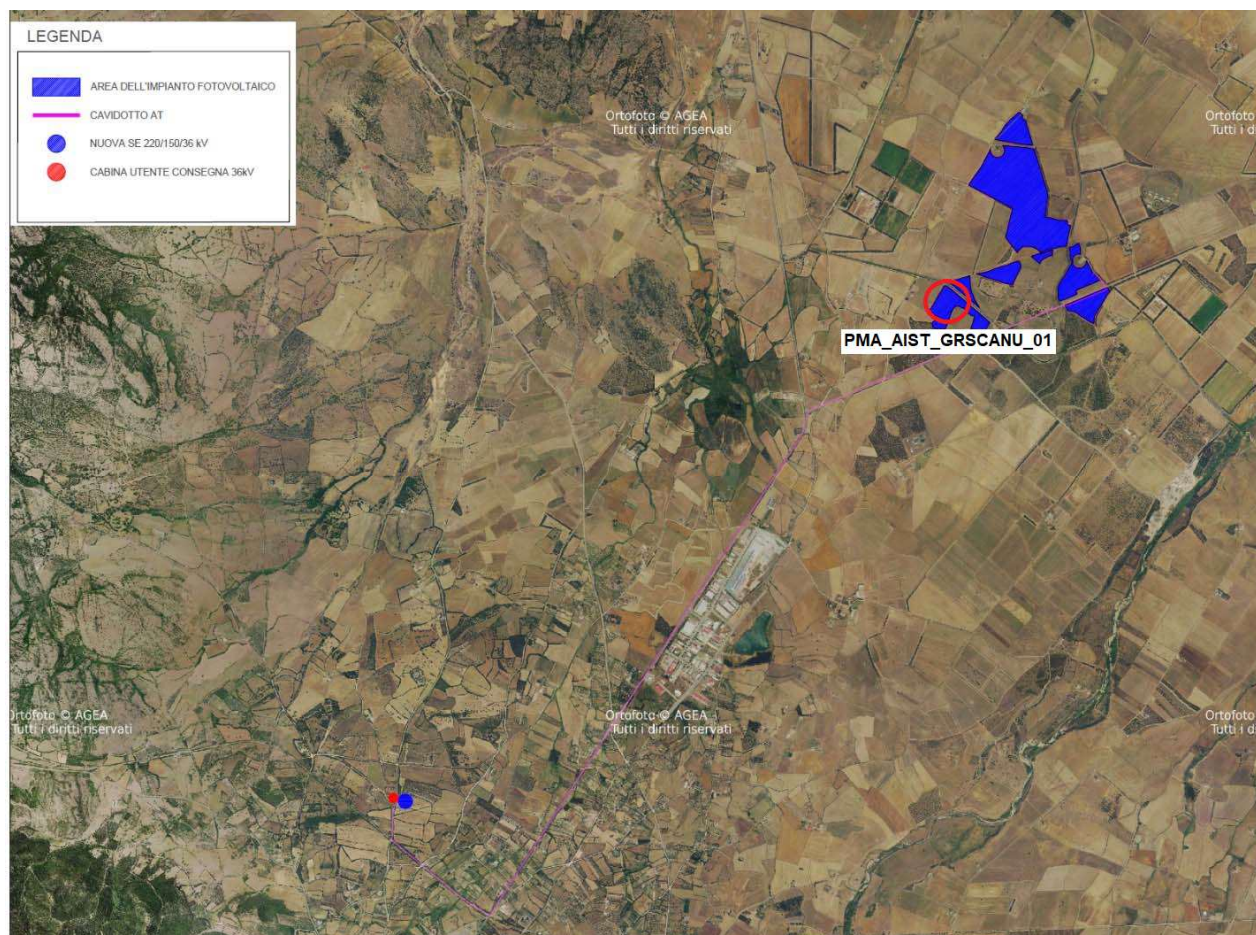


Figura 8 – Ubicazione punto monitoraggio acque sotterranee (cerchio rosso).

6.3. Criteri per la scelta dei parametri da monitorare e articolazione temporale dei monitoraggi

La scelta dei parametri è stata ricavata in riferimento alla tipologia specifica dell'opera e delle potenziali fonti di contaminazione delle falde. Nella scelta si è tenuto conto dei parametri individuati per la classificazione dei corpi idrici sotterranei di cui al D. Lgs 30/2009 e dei risultati specifici contenuti nel Piano di Gestione del Distretto idrografico della Sardegna.

Monitoraggio Ante Operam

In questa fase si prevede di condurre gli accertamenti di seguito riportati:

COMUNE DI GUSPINI –PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO (VS)

Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", della potenza di 25.141,76 kWp

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 38/87

- Misura del livello piezometrico
- Definizione delle caratteristiche fisico-chimico e batteriologiche delle acque sotterranee tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua;
- Misura parametri di campo (pH, conducibilità specifica, ossigeno disciolto, temperatura, potenziale *redox*)

Si prevede un unico monitoraggio da effettuarsi almeno 1 mese prima dell'apertura del cantiere.

Monitoraggio in Corso d'Opera

In corso d'opera sono previsti:

- Misura dei livelli piezometrici;
- Accertamento di eventuali variazioni significative delle caratteristiche fisico-chimiche delle acque sotterranee tramite prelievo e l'analisi di campioni d'acqua.
- Misura parametri di campo (pH, conducibilità specifica, ossigeno disciolto, temperatura, potenziale *redox*)

Anche nel monitoraggio in corso d'opera i parametri da monitorare previsti sono gli stessi dell'*Ante Operam*. Le attività di monitoraggio proseguiranno per l'intera durata dei lavori, fino allo smantellamento delle aree logistiche fisse, con prelievi e misurazioni più fitte qualora si dovessero verificare eventi accidentali potenzialmente dannosi per le falde acquifere; infatti, in qualsiasi momento potrà essere previsto un incremento delle attività di monitoraggio, fino alla completa esclusione di possibili danni. Si prevede una frequenza trimestrale che comprenderà le letture piezometriche, i rilievi di campo quali pH, conducibilità specifica, ossigeno disciolto, temperatura, potenziale *redox* nonché le misure chimico-fisiche e batteriologiche.

Monitoraggio Post Operam

Anche in quest'ultima fase sono programmati:

- Misura dei livelli piezometrici;
- Accertamento di eventuali variazioni significative a lungo termine delle caratteristiche fisico-chimico delle acque sotterranee tramite il prelievo e l'analisi di campioni d'acqua.
- Misura parametri di campo (pH, conducibilità specifica, ossigeno disciolto, temperatura, potenziale *redox*)

Come per il monitoraggio in AO ed il monitoraggio in CO, anche nel monitoraggio *Post Operam* i parametri da monitorare previsti sono evidentemente gli stessi delle altre due fasi e dettagliati nei paragrafi successivi. Il monitoraggio *post operam* si attuerà con un campionamento da effettuare 4 mesi dopo l'entrata in servizio dell'opera.

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	CICLI MONITORAGGIO	TOTALE CAMPIONAMENTI
AO	1	-	Unico	1
CO	1	11	4 (1 monitoraggio per stagione)	4
PO	1	4	Unico	1

6.4. Specifiche tecniche per l'esecuzione del monitoraggio

Le operazioni da eseguire in situ saranno dunque di due tipi:

- Misure piezometriche
- Campionamento di acque da sottoporre ad analisi fisico-chimiche e batteriologiche

Misure piezometriche – Linee guida

Queste misure saranno eseguite utilizzando una sondina piezometrica a punta elettrica, munita di avvisatore acustico ed ottico (freatimetro); non sono ammesse altre metodiche di misurazione. La strumentazione utilizzata fornirà una lettura della profondità con errore massimo del centimetro. La procedura di misurazione comprende le seguenti operazioni:

- Verifica dell'integrità della chiusura del pozzetto di protezione di bocca foro;
- Effettuazione di tre misure piezometriche ad intervalli di 5 minuti primi onde calcolare il
- valore medio del livello piezometrico;
- Annotazione su apposita modulistica delle misure (in quota relativa ed assoluta), e di ogni altro elemento utile in fase di elaborazione ed interpretazione dei dati (data e ora della misura, situazione meteorologica);
- Chiusura del pozzetto di protezione.

Prelievo di campioni d'acqua – Linee guida

Lo scopo di un programma di campionamento è quello di ottenere dei campioni di acqua di falda rappresentativi delle condizioni locali, e che possano essere utilizzati per le analisi di laboratorio. Pertanto le operazioni di campionamento devono essere documentate in modo da soddisfare le seguenti caratteristiche:

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 40/87

- Attendibilità
- Controllabilità
- Ripetibilità.

Campionamento dinamico a basso flusso

Il campione viene prelevato per mezzo di pompa sommersa, previo spurgo. La pompa deve essere posizionata a profondità intermedia tra il livello di falda ed il fondo del pozzo di monitoraggio. Questo campionamento è approssimativamente rappresentativo della composizione media dell'acquifero indagato.

Operazioni preliminari

- Misurare il livello statico della falda tramite freaticometro (da bocca di pozzo o piano campagna)
- Misurare la profondità del pozzo tramite cordella metrica con piombo sul fondo (da bocca di pozzo o piano campagna)
- Rilevare la presenza di sostanze non miscibili con l'acqua e le relative superfici con sonda ad interfaccia
- Rilevare il volume d'acqua nel pozzo e il volume d'acqua da spurgare (3-5 volumi di acqua contenuta nel pozzo)
- Annotare la profondità del prelievo.

Nel caso di campionamento dinamico lo spurgo ed il prelievo avverranno con portate ridotte, generalmente comprese tra 1 e 2 l/min, al fine di ridurre i fenomeni di modificazione chimico-fisica delle acque sotterranee, quali trascinarsi di colloidali presenti nell'acquifero, reazioni di ossidoriduzione, eccessivo intorbidimento delle acque. Si dovranno continuare nelle operazioni di spurgo fino al conseguimento di una almeno delle seguenti condizioni:

- eliminazione di 3-5 volumi di acqua contenuta nel pozzo (calcolare preventivamente il volume di acqua contenuta nel pozzo di monitoraggio);
- venuta d'acqua chiarificata e stabilizzazione dei valori relativi a pH, temperatura, conducibilità elettrica, misurati in continuo durante lo spurgo (± 10);
- sia trascorso il tempo di emungimento determinato preventivamente in funzione delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero.

Al termine dello spurgo effettuare il prelievo dell'acqua annotando pH, conducibilità, temperatura, ossigeno disciolto e torbidità; comporre le diverse aliquote.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 41/87

Formazione e conservazione delle aliquote

- Aliquota per metalli pesanti: filtrata in campo a 0.45µm e acidificata al 0.5% in volume con acido nitrico al 65%, in bottiglia di plastica (per 200ml di campione filtrato aggiungere 1ml di acido nitrico al 65%).
- Aliquota per cromo VI: 100 ml di campione tal quale senza aggiunta di acido, in bottiglia di plastica.
- Aliquota per fosforo totale e COD: 1l di campione acidificato a pH<2 con H2SO4 in bottiglia di vetro o polietilene
- Aliquota per parametri inorganici: campione tal quale, 1l in bottiglia di vetro o di polietilene.
- Aliquota per VOC e BTEX (Purge & Trup): campione tal quale in 2 vials da 40 ml, una con tappo e una con setto teflonato. Attenzione a riempire le vials senza intrappolare bolle d'aria.
- Aliquota per idrocarburi: 1l di campione tal quale in bottiglia di vetro scuro acidificata a pH<2 con acido cloridrico o solforico.
- Aliquota per IPA, semi-volatili: 2.5 l di campione tal quale in bottiglia di vetro scuro.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi. Ogni campione dovrà essere provvisto di etichetta identificativa riportante:

- Sigla identificativa del punto di prelievo.
- Data e ora del campionamento.

Le aliquote vanno mantenute a temperatura controllata secondo le indicazioni degli specifici metodi di prova e recapitate in laboratorio entro le 24 ore dal prelievo in contenitori refrigerati a 4°C.

Il prelievo dei campioni deve essere eseguito con attrezzature e modalità atte a prevenire ogni contaminazione od alterazione delle caratteristiche chimico-fisico-microbiologiche delle acque, ed in particolare:

- le attrezzature destinate al prelievo devono essere preservate da ogni possibile contaminazione anche nelle fasi di trasporto sugli automezzi e in quelle che precedono il prelievo;
- il personale addetto alla manipolazione dei campionatori, delle parti ad essi collegate e di contenitori da trasporto, dovrà utilizzare idonei guanti protettivi di tipo chirurgico, perfettamente puliti.

I requisiti che una buona attrezzatura da campionamento deve possedere sono i seguenti:

- passare facilmente attraverso la tubazione senza pericoli di incastro.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 42/87

- essere di materiale inerte tale che non adsorba inquinanti, non desorba suoi componenti, non alteri Eh e pH.
- avere la possibilità di campionare a qualsiasi profondità all'interno del piezometro.
- possedere facilità d'uso.
- avere una buona facilità di trasporto in ogni luogo.
- essere facilmente decontaminato con acqua distillata o potabile.
- essere affidabile e di lunga durata in qualsiasi condizione ambientale.

In ogni caso il campionatore dovrà essere costituito da componenti in acciaio inossidabile, vetro e resine fluorocarboniche inerti; sono escluse parti costituite da materiali sintetici o metallici non inerti, valvole lubrificate con olio. Anche i cavi di manovra ed i tubi di collegamento dei campionatori calati in foro devono essere in materiale inerte dal punto di vista chimico-fisico (acciaio inox AISI 316 o resine inerti). In generale il campione di acqua prelevato, sarà inserito in contenitori di vetro puliti e sterili, chiusi da tappi ermetici in materiale inerte, dotati di etichette con le informazioni relative al sito, al numero del piezometro di rilevazione, al numero del campione, profondità, data e ora del prelievo. Saranno utilizzati preferibilmente flaconi in polietilene e vetro borosilicato, o in PTFE chimicamente più inerte, ma più costoso degli altri materiali. Il contenitore sarà esternamente protetto dai raggi solari, e fino alla sua consegna al laboratorio di analisi, dovrà essere conservato in luogo fresco.

Analisi chimico-fisico-batteriologiche

Per quanto riguarda le analisi da effettuare in campo ed in laboratorio esse saranno come da tabella sottostante nella quale sono indicati i parametri che verranno periodicamente determinati. Resta inteso che nel caso in cui dovessero emergere esiti che inducano a sospettare un fenomeno di potenziale contaminazione il profilo sarà esteso a tutti i singoli parametri delle classi di composti indiziate, di cui alla tabella 2 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. I limiti di rilevabilità saranno tali da consentire di quantificare gli analiti ricercati ai livelli di concentrazione stabiliti come standard di qualità ambientale e/o valori soglia (di cui alla parte terza del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii.) e come CSC (Titolo V parte quarta del D.Lgs. 152/06). Allo scopo verranno adottati limiti di rilevabilità pari ad 1/10 del più piccolo tra CSC, standard di qualità ambientale e dei valori soglia. Le previste metodiche ed i limiti di rilevabilità dei vari parametri sono riportati nel penultimo capitolo del presente P.M.A..

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 43/87

Misure di campo

Parametro	Note
pH	Misura di campo
Conducibilità specifica	Misura di campo
Ossigeno disciolto	Misura di campo
Temperatura acqua	Misura di campo
Livello piezometrico	Misura di campo
Potenziale redox	Misura di campo

Profilo analitico

Parametro	Note
Solidi sospesi	
Cianuri liberi	
Metalli	As, Ca, Cd, Cr tot., Cr ⁶⁺ , Cu, Hg, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, V, Zn
NH ₄ ⁺	
NO ₂ ⁻	
NO ₃ ⁻	
Cl ⁻	
SO ₄ ⁻	
F ⁻	
Idrocarburi Totali	(come n-esano)
BTEX	Benzene, Toluene, Etilbenzene e Xileni (isomeri orto, meta e para)
IPA	Dibenzo (a, h) antracene, Fluorantene, Benzo(a)pirene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(g,h,i)perilene, Indeno(1,2,3-cd)pirene,
Composti alifatici clorurati	Triclorometano, 1,2 – Dicloroetano, 1,2 – Dicloroetilene, Diclorometano, Tricloroetilene, Tetracloroetilene, Tetracloruro di carbonio, Tricloroetano, Cloruro di vinile, Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 44/87

7. Monitoraggio suolo

Il suolo è una matrice ambientale che si sviluppa nei primi livelli e, per definizione, fino alla profondità raggiunta dalle radici delle piante. Il monitoraggio di questa componente ha l'obiettivo di verificare l'eventuale presenza e l'entità di fattori di interferenza delle opere in progetto sulle caratteristiche pedologiche dei terreni, in particolare quelli dovuti alle attività di cantiere. Il concetto di "qualità" si riferisce alla fertilità (compattazione dei terreni, modificazioni delle caratteristiche di drenaggio, rimiscolamento degli strati, infiltrazioni, ecc.) e dunque alla capacità agro-produttiva, ma anche a tutte le altre funzioni utili, tra cui principalmente quella di protezione. Più in generale misura la capacità del suolo di favorire la crescita delle piante, di proteggere la struttura idrografica, di regolare le infiltrazioni ed impedire il conseguente inquinamento delle acque.

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

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

Le attività di monitoraggio riguardano anche in questo caso tre distinte fasi:

- Il monitoraggio *ante operam* (AO), avendo come scopo quello di caratterizzare lo stato ed il tipo di suolo, fornirà un quadro di base delle caratteristiche del terreno, in modo da poter definire, successivamente, eventuali interventi per ristabilire condizioni di disequilibrio.
- Il monitoraggio in corso d'opera (CO) sarà mirato fondamentalmente al controllo di eventuali sversamenti accidentali di sostanze inquinanti nel qual caso verranno applicate le procedure previste dagli articoli 242 e 304, comma 2, del Decreto Legislativo 152/2006 nonché valuterà il corretto svolgimento delle attività di rimozione e deposizione della matrice pedologica.
- Il monitoraggio *post operam* (PO) sarà mirato fondamentalmente alla verifica del ripristino delle condizioni AO nelle varie aree interessate dalle lavorazioni.

7.1. Indicazioni normative per il monitoraggio

La normativa di riferimento seguita per la redazione del presente piano è quella relativa alle analisi di laboratorio, a valenza nazionale. In particolare si considerano le seguenti norme:

- D.M. 01/08/1997 – Approvazione dei metodi ufficiali di analisi fisica dei suoli;

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 45/87

- D.M. 13/09/1999 – Approvazione dei metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (G.U. n. SD.O. 185 del 21/10/1999);
- D.M. 25/03/2002 – Rettifiche al Decreto 13/09/1999 (G.U. n. 84 del 10/04/2002);
- Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. - Norme in materia ambientale.

Per quanto concerne le indagini di campagna e la classificazione dei suoli, non esistono norme cui riferirsi, pertanto sono stati considerati i riferimenti scientifici internazionali. In particolare sono state seguite le indicazioni FAO, ISRIC (1990): *Guidelines for soil description*.

7.2. Rischi di degradazione chimico-fisica del suolo - interventi per pianificare mitigazione e ripristino

Tenuto conto degli interventi in progetto, i problemi che possono essere causati alla matrice pedologica sono:

- perdita di materiale naturale;
- contaminazione dei suoli dovuta ad incidenti, perdite etc;
- impermeabilizzazione dei terreni.

La perdita del materiale risulta rilevante in particolare laddove sarà necessaria la realizzazione di piste di accesso o di piazzali di cantiere. In sede di monitoraggio bisognerà fare attenzione al controllo del mantenimento delle caratteristiche strutturali dei suoli nelle aree di cantiere, spesso utilizzate anche come siti di deposito temporaneo.

La contaminazione, sicuramente più probabile nelle aree di cantiere (per questo scelte come sedi dei punti di controllo), può essere tenuta sotto controllo. Normalmente gli sversamenti accidentali, per lo più dovuti ai mezzi di trasporto e di movimentazione, sono evidenti e pertanto si può correre ai ripari in tempi veloci garantendo un margine elevato di sicurezza. Nel caso dovessero verificarsi contaminazioni accidentali, si prevedranno delle indagini *extra* e specifiche, in modo da assicurare una soluzione tempestiva del problema, in contemporanea a controlli sulle acque superficiali e sotterranee. Diversamente, i campionamenti previsti saranno sufficienti a garantire un controllo adeguato.

L'ultimo problema, l'impermeabilizzazione dei suoli, è più legato alle caratteristiche strutturali intrinseche dell'opera che ad episodi specifici. La copertura del terreno, il passaggio di mezzi pesanti, l'asportazione del materiale sono tutti fenomeni che causano asfissia, compattazione o impoverimento del suolo stesso. Da ciò può derivare un'impermeabilizzazione dei terreni difficilmente reversibile.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 46/87

Gli interventi di mitigazione e ripristino potranno essere diversi a seconda dell'eventuale tipo di problema incontrato.

Per quanto concerne le eventuali contaminazioni in corso d'opera, saranno chiaramente attivate tutte le misure consolidate di prevenzione nelle aree di cantiere, quali:

- la realizzazione delle vasche di contenimento delle sostanze pericolose;
- lo stoccaggio di materiale assorbente;
- la predisposizione di aree predisposte per le movimentazioni pericolose;
- ecc.

Nel caso dovessero concretizzarsi emergenze impreviste, verrà attivato comunque l'*iter* procedurale e le metodologie previste nel Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e ss.mm.ii. "Norme in materia ambientale".

7.3. Descrizione dei cantieri

I monitoraggi verranno effettuati in corrispondenza delle aree di cantiere (cfr *layout* di cantiere).

Nello specifico, le aree di cantiere previste saranno ubicate:

- All'interno dell'impianto nelle aree di deposito materiale e mezzi di cantiere (8 punti)
- All'interno del lotto su cui si realizzerà la Cabine consegna utente (1 punto)

Non si ritiene di prendere in considerazione la tratta di cantiere dell'elettrodotto che insisterà lungo le strade in quanto gli scavi non andranno ad interferire con la componente suolo, dovendosi approfondire all'interno della sede stradale.

7.4. Definizione dei parametri di misurazione

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

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

7.5. Parametri pedologici (in situ)

Per la descrizione del profilo deve essere utilizzata la *Guidelines for soil description* della FAO nella versione più recente disponibile. La classificazione del profilo deve essere realizzata secondo la *Soil Taxonomy* USDA e il *World Reference Base for Soil Resources* (WRB) della FAO-IUSS entrambe secondo le versioni più recenti disponibili. Per ciascun orizzonte si dovranno riportare i seguenti parametri rilevabili *in situ*:

- georeferenziazione mediante GPS;
- codice orizzonte secondo notazioni internazionali;
- profondità del limite inferiore di ciascun orizzonte espressa in cm e riferita alla superficie della frazione minerale;
- potenza media, minima e massima di ciascun orizzonte espressa in cm;
- condizioni di umidità dell'orizzonte al momento del rilevamento basate sullo seguente schema:

Codice	Descrizione
1	Asciutto
2	Poco umido
3	Umido
4	Molto umido
5	Bagnato

- colore del suolo allo stato di umidità di campo secondo la notazione Munsell;
- contenuto in scheletro relativamente ai frammenti di roccia consolidata di dimensioni superiori a 2 mm presenti nel suolo, espressi come % del volume dell'orizzonte e deve essere specificata la natura degli elementi, loro forma e dimensione;
- tessitura stimata in campo che serve a verificare che il terreno utilizzato nella fase finale di recupero del sito abbia le stesse caratteristiche granulometriche (dimensione delle particelle) di quello presente nella situazione *ante operam*. Essendo tali caratteristiche non mutabili nel tempo, una significativa differenza di tessitura indicherebbe la presenza di suolo proveniente da altre aree;

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 48/87

- struttura che definisce l'entità e le modalità di aggregazione di particelle elementari del suolo in particelle composte separate da superfici di minor resistenza, a dare unità strutturali naturali relativamente permanenti o meno persistenti alle condizioni di umidità di campo;
- plasticità e adesività;
- presenza di rivestimenti, indicando la loro natura, colore e distribuzione in percentuale negli orizzonti interessati;
- presenza di accumuli di sali solubili, deve essere indicata la mineralogia, distribuzione, dimensione, durezza ed evidenza rispetto alla massa dell'orizzonte;
- cementazione, natura dell'agente cementante, grado di cementazione continuità dello strato, spessore dello strato cementato se questi non è descritto come orizzonte a se stante;
- porosità, deve essere indicata la percentuale di pori per dm² distinti per classe dimensionale;
- drenaggio interno, deve essere indicata l'eventuale presenza di screziature derivanti da variazioni del livello di eventuali falde sub-superficiali, specificandone andamento, colore e spessore;
- effervescenza espressa come grado di reazione alla soluzione di HCl;
- radici, deve essere indicata la loro percentuale per dm², le dimensioni, l'andamento negli orizzonti;
- attività biologica, deve essere specificata l'intensità della attività biologica e, qualora sia possibile l'origine: anellidi, artropodi, piccoli mammiferi, ecc.;
- limite con il sottostante orizzonte, indicandone tipo e andamento.

Dovranno inoltre essere registrate le seguenti informazioni:

- Esposizione: Immersione dell'area in corrispondenza del punto di monitoraggio, misurata sull'arco di 360°, a partire da Nord in senso orario.
- Pendenza: Inclinazione dell'area misurata lungo la linea di massima pendenza ed espressa in gradi sessagesimali.
- Uso del suolo: Tipo di utilizzo del suolo riferito ad un'area di circa 100 m² attorno al punto di monitoraggio.
- Microrilievo: Descrizione di eventuali caratteri specifici del microrilievo del sito, secondo le seguenti specifiche:

Codice	Descrizione
RA	Da ribaltamento di alberi
AG	Da argille dinamiche
MM	Cunette e rilievi da movimenti di massa
AL	Altro tipo di microrilievo (da specificare)
Z	Assente

- **Pietrosità superficiale:** Percentuale relativa ai frammenti di roccia alterata presenti sul suolo nell'intorno areale del punto di monitoraggio, secondo le seguenti specifiche:

Codice	Descrizione
0	Nessuna pietrosità: pietre assenti o <0,01% dell'area
1	Scarsa pietrosità: tra 0,01 e 0,1% dell'area
2	Comune pietrosità: tra 0,1 e 3% dell'area
3	Elevata pietrosità: tra 3 e 15% dell'area
4	Eccessiva pietrosità: tra 15 e 50% dell'area (impossibile utilizzo di qualunque macchinario)
5	Eccessiva pietrosità: tra 50e 90% dell'area (impossibile utilizzo di qualunque macchinario)
6	Pietraia: pietre oltre il 90% dell'area

- **Rocciosità Affiorante:** Percentuale di rocce consolidate affioranti entro una superficie di 1000 km² attorno al punto di monitoraggio.
- **Fenditure Superficiali:** Indicare, per un'area di circa 100 m, il numero, la lunghezza, la larghezza e la profondità in cm delle fessure presenti in superficie.
- **Vegetazione:** Descrizione, mediante uso di unità sintetiche fisionomiche e flogistiche, della vegetazione naturale nell'intorno dell'areale del punto di monitoraggio.
- **Stato Erosivo:** Presenza di fenomeni di erosione o deposizione di parti di suolo
- **Permeabilità:** Velocità di flusso dell'acqua attraverso il suolo saturo in direzione verticale, rilevato attraverso la determinazione della classe di permeabilità attribuite allo strato con granulometria più fine, secondo la seguente scala numerica:

Scala	Granulometria	Permeabilità
0	Argille	Molto bassa
1	Limi – limi argillosi	Bassa
2	Sabbie argillose	Medio bassa
3	Sabbie fini – sabbie limose	Media
4	Sabbie medie – sabbie gradate	Medio alta
5	Ghiaie – sabbie grosse	Alta
6	Ghiaie lavate	Molto alta

- Classe di drenaggio: Si individueranno le seguenti classi di drenaggio:

Classe	Descrizione
Rapido	Acqua rimossa molto rapidamente
Moderatamente rapido	Acqua rimossa rapidamente
Buono	Acqua rimossa prontamente
Mediocre	Acqua rimossa lentamente in alcuni periodi
Lento	Acqua rimossa lentamente
Molto lento	Acqua rimossa molto lentamente (suoli periodicamente bagnati)
Impedito	Acqua rimossa molto lentamente (suoli bagnati per lunghi periodi)

- Substrato pedogenetico: Definizione del materiale immediatamente sottostante il suolo a cui si presume che quest'ultimo sia geneticamente connesso.

7.5.1. Parametri chimico-fisici: in laboratorio

Parametri caratterizzanti il suolo

- **Azoto totale e fosforo assimilabile**

L'azoto, il fosforo ed il potassio sono i tre elementi minerali di maggiore importanza per le piante. Il potassio risulta fissato nel terreno ed è per questo poco dilavabile; gli altri due elementi sono invece facilmente dilavabili, soprattutto nel suolo in cumuli, e quindi costituiscono interessanti indicatori delle variazioni nel terreno accantonato. Un terreno agrario contiene mediamente lo 0,10 - 0,15 %

(raramente arriva a 0,2%) di azoto totale. Di seguito si riportano una tabella indicativa di giudizio sulla dotazione di azoto totale e fosforo assimilabile in un terreno:

AZOTO TOTALE (%)	FOSFORO ASSIMILABILE (mg/kg)	GIUDIZIO
0,05	7	molto povero
0,10	14	scarsamente dotato
0,16	20	mediamente dotato
0,22	30	ben dotato
0,35	45	ricco

- pH**

Indica il grado di acidità e di alcalinità del suolo. In base al pH i terreni possono essere distinti in:

TIPOLOGIA SUOLI	pH
periacidi	< 5,3
acidi	5,4-5,9
subacidi	6,0-6,7
neutri	6,7-7,2
subalcalini	7,3-8,1
alcalini	8,2-8,8
perialcalini	> 8,8

Per lo sviluppo dei vegetali i valori di pH devono in genere essere compresi tra 6,0 e 8,5.

- Capacità di scambio cationico (CSC)**

La capacità di scambio cationico è una misura della quantità di cationi che possono essere adsorbiti sui colloidi del suolo e può essere messa in relazione con la capacità dei suoli di immobilizzare metalli. La capacità di scambio cationico individua la quantità di cationi protetta dalla lisciviazione e, quindi, rappresenta uno dei parametri base per l'immediata valutazione del livello di fertilità chimica del terreno. Le principali sostanze solide responsabili di questa forma di ritenzione sono di tipo minerale, come le argille, e di tipo organico. La capacità di scambio cationico può essere valutata in base alle seguenti classi di giudizio:

C.S.C. (meq/100 gr)	GIUDIZIO AGRONOMICO
< 5	Livello molto basso
5 - 10	Livello basso
10 - 20	Livello medio
20 - 40	Livello alto
> 40	Livello molto alto

- Carbonio organico**

La sostanza organica contribuisce alla fertilità organica del suolo e, più in generale, all'accrescimento vegetale esercitando effetti indiretti ed effetti diretti sulle proprietà fisiche, chimiche e biologiche del suolo.

Effetti indiretti:

PROPRIETA'	EFFETTI
Colore scuro	Favorisce il riscaldamento del suolo
Capacità di idratazione (ritenzione idrica delle sostanze umiche)	Previene l'essiccamento, quindi il deterioramento della struttura del suolo e degli organismi che ci vivono
Capacità di legame con i minerali	Agisce come cementante, induce la formazione di aggregati stabili, condiziona struttura, permeabilità e scambi gassosi
Potere tampone	Stabilizza il pH
CSC (fino al 70 % del totale)	Permette la nutrizione minerale delle piante e determina la capacità di trattenere e rilasciare sostanze
Si decompone e si mineralizza	Rilascia CO ₂ , NH ₄ ⁺ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ⁻ , SO ₄ ⁻
Capacità di formare complessi stabili (chelati) con microelementi.	Condiziona la solubilità e la disponibilità di molti microelementi, quali rame (Cu ⁺⁺), manganese (Mn ⁺⁺), Zinco (Zn ⁺⁺) ed altri
Capacità di interagire con fitofarmaci e sostanze xenobiotiche	Ne condiziona bioattività, persistenza, biodegradabilità e ne influenza i criteri di somministrazione e dosaggio
Limitata solubilità in acqua	Previene lisciviazione e percolazione

Effetti diretti:

Aumento velocità di germinazione ed assorbimento acqua accelerato
Iniziazione stimolata e sviluppo radici laterali
Stimolazione della crescita e allungamento cellulare
Stimolazione della crescita di germogli e radici
Assorbimento di macroelementi
Assorbimento di microelementi
Assorbimento diretto di sostanze umiche
Influenza sulla permeabilità delle membrane cellulari
Influenza sulla fotosintesi e sulla respirazione
Influenza sulla sintesi proteica e degli acidi nucleici
Azione ormono-simile

Le indagini saranno volte a constatare che i suoli non perdano le loro caratteristiche iniziali di fertilità.

- **Calcare attivo**

Calcio carbonato presente nel suolo che, per natura chimica, cristallinità e grado di suddivisione, risulta caratterizzato da elevata reattività. Esprime la percentuale in peso dei carbonati finemente suddivisi e facilmente solubilizzabili. Sono distinte le seguenti classi di contenuto:

Classi	Calcare attivo (%)
Assente	< 0,5%
Basso o moderato	0,5-10%
Alto o molto alto	>10%

Al di sopra del valore soglia del 10% spesso si determinano processi di fissazione del P e di riduzione della disponibilità di alcuni elementi minori (specialmente del Fe, causa della clorosi). L'assenza di calcare attivo è considerata limitante per alcune colture erbacee, pertanto l'indagine è mirata a constatare eventuali riduzioni o aumenti significativi dello stesso, che andrebbero ad intaccare le capacità nutritive del suolo stesso.

- **Metalli pesanti**

Pur in assenza di un effettivo collegamento a livello nazionale che consenta una precisa conoscenza dei contenuti caratteristici, e spesso tra loro molto differenti, dei metalli pesanti nelle diverse regioni italiane, è possibile individuare un intervallo di concentrazione per ogni singolo metallo che può essere ragionevolmente definito "normale". Nella Tabella seguente vengono riportati i valori di concentrazione. I dati derivano dalle analisi di suoli campionati in almeno 10 regioni italiane (Barbafieri *et al.* 1996). I valori di concentrazione riportati presentano alcune specificità che derivano sia dall'evoluzione dei substrati pedogenetici caratteristici di alcune aree mediterranee (Nichel), sia da particolari attività di carattere antropico (Piombo, Zinco, Rame). In ogni caso è opportuno sottolineare come in presenza di questi valori non si siano mai verificati fenomeni di fitotossicità, né particolari problemi di carattere ambientale.

Metalli	Concentrazione (mg x kg ⁻¹) di alcuni metalli pesanti riscontrabili in suoli coltivati e naturali
Cadmio	0,1 – 5,0
Cobalto	1 - 20
Cromo	10 - 150
Manganese	750 - 1000
Nichel	5 - 120
Piombo	5 - 120
Rame	10 - 120
Zinco	10 - 150

Parametri caratterizzanti lo stato di contaminazione

Oltre i suddetti parametri chimico-fisici che, durante il monitoraggio AO, definiranno le condizioni "naturali" del suolo, il set analitico verrà completato, da un punto di vista chimico, da altri composti indici di un eventuale insorgere di uno stato di contaminazione, analisi che saranno ripetute periodicamente in corso d'opera e nel *post operam*. Qui di seguito viene proposta una tabella di riepilogo delle analisi di laboratorio che verranno eseguite. Le previste metodiche ed i limiti di rilevabilità dei vari parametri sono riportati nel penultimo capitolo del presente P.M.A..

Umidità	
Scheletro	
Granulometria	
pH	
Frazione di carbonio organico	
Azoto totale e fosforo assimilabile	
Capacità di scambio cationico (CSC)	
Calcare attivo	
Metalli	completa
Idrocarburi (C>12, C<12)	
Composti alifatici clorurati	completa
IPA	completa
BTEX	completa

Nota: la definizione "completa" è relativa ai parametri indicati in Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii..

7.6. Criteri per la scelta ed indicazione delle aree di monitoraggio e tempistiche

La selezione delle aree di indagine è stata impostata con la finalità di testimoniare la situazione e l'evoluzione della qualità dei suoli, scegliendo in particolare le aree di rimozione/deposizione del terreno (cantieri) e in cui si andranno a stoccare materiale e mezzi. Le indagini si concentrano nelle zone in cui le attività svolte possano determinare incidenti, sversamenti, accumuli, perdite di sostanze inquinanti, come soprattutto le attività di carico e scarico o di immagazzinamento possono comportare. Il campionamento deve inoltre essere mirato a controllare il corretto svolgimento delle attività di deposito e di lavorazione dei materiali. Di seguito si riportano le fasi e le aree di campionamento.

- *ante operam*: prima dell'inizio dell'accantieramento e delle lavorazioni in progetto, verrà realizzato il ciclo di campionamenti AO. Questo consentirà di delineare la situazione di par-

tenza, anche in accordo con la caratterizzazione effettuata durante le indagini geognostiche. Sarà ricostruito un profilo pedologico ed effettuato 1 campionamento di suolo nei 9 punti di campionamento previsti.

- in corso d'opera: sarà effettuato 1 campionamento ipoteticamente a metà durata del cantiere (e.g. 6° mese) negli stessi punti della fase *ante operam*;
- *post operam*: in tale fase verrà effettuato un unico campionamento nei 9 punti di monitoraggio, a 4 mesi dalla conclusione dei lavori e dalla dismissione delle aree di cantiere.

Nella tabella seguente sono indicati i punti di campionamento:

Stazione monitoraggio	Posizione
PMA_PEDO_GRSCANU_01	Area deposito cantiere sottocampo A
PMA_PEDO_GRSCANU_02	Area deposito cantiere sottocampo B4
PMA_PEDO_GRSCANU_03	Area deposito cantiere sottocampo B6
PMA_PEDO_GRSCANU_04	Area deposito cantiere sottocampo C
PMA_PEDO_GRSCANU_05	Area deposito cantiere sottocampo E
PMA_PEDO_GRSCANU_06	Area deposito cantiere sottocampo F
PMA_PEDO_GRSCANU_07	Area deposito cantiere sottocampo G
PMA_PEDO_GRSCANU_08	Area deposito cantiere sottocampo H
PMA_PEDO_GRSCANU_09	Area deposito cantiere Cabina consegna/Guspini SE

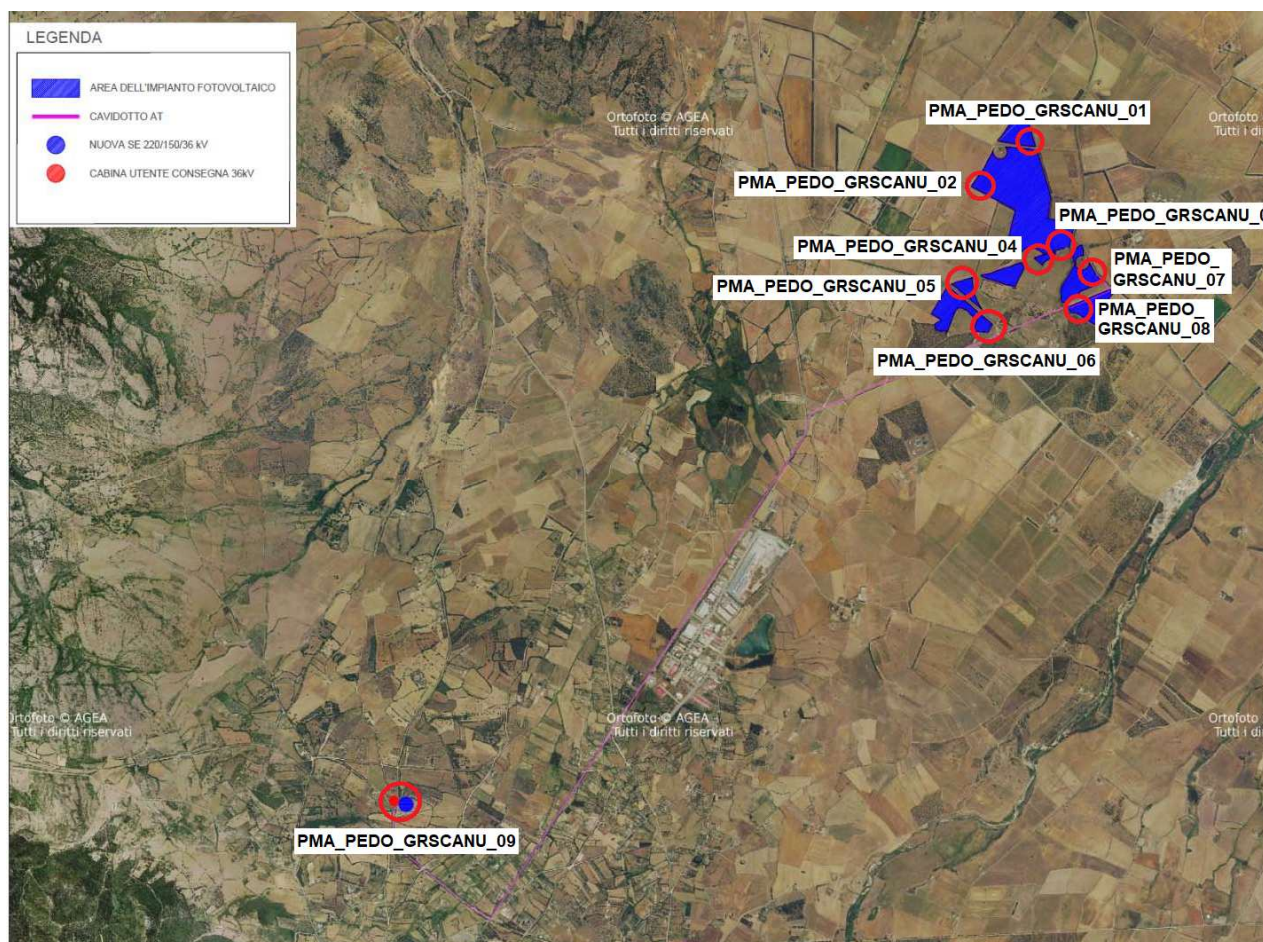


Figura 9 – Ubicazione punti monitoraggio suolo

COMUNE DI GUSPINI –PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO (VS)

Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", della potenza di 25.141,76 kWp

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 56/87

I punti di monitoraggio sono stati previsti nelle aree interessate dai cantieri e suscettibili di provocare contaminazione accidentale del suolo in quando sede di deposito di materiali e mezzi. L'effettiva collocazione verrà poi verificata e certificata all'atto della campagna *ante operam* attraverso una georeferenziazione con GPS.

7.7. Metodica per la definizione e raccolta dei parametri "in situ"

Per ciascun punto di analisi, nel suo interno o se non possibile entro un raggio 20 – 30 m dal limite dello stesso, dovrà essere aperto con mezzi meccanici un profilo pedologico della profondità *standard* di 150 cm o comunque fino al contatto litico in caso di potenze inferiori. L'ampiezza del fronte del profilo sarà tale da permettere, a giudizio di un pedologo esperto, un'agevole visione degli orizzonti pedologici e della loro variabilità spaziale. Per ciascun profilo pedologico dovrà essere redatta una scheda descrittiva riportante tutti parametri pedologici.

7.8. Metodica per la formazione dei campioni per analisi di laboratorio

Per ogni zona di campionamento si provvederà alla formazione di un campione composito formato dalla miscelazione di più aliquote risultanti da un campionamento ai nodi di una griglia a maglia quadrata di dimensioni 15x15 m. La profondità di indagine, nella quale costituire il campione, può essere definita come compresa da 0 a 30 cm, strato pedologico nel quale le radici delle colture erbacee, come quelle dell'area in esame, svolgono la maggiore funzione assorbente.

Campioni destinati alla determinazione dei composti non-volatili

Per la formazione dei campioni destinati alla determinazione dei composti non-volatili si procederà nel seguente modo:

Il materiale utilizzato per la preparazione dei campioni, sarà deposto su un telo di polietilene e sottoposto alle seguenti operazioni:

- omogeneizzazione manuale e asportazione dei materiali estranei che possono alterare i risultati finali (pezzi di vetro, ciottoli, rami, foglie, ecc.);
- suddivisione del campione in più parti omogenee, adottando, laddove è possibile, metodi di quartatura conformi alle norme IRSA CNR Quaderno n° 64 del 1985.

I campioni così raccolti verranno prelevati in duplice aliquota, uno da inviare al laboratorio incaricato della caratterizzazione qualitativa ed uno da conservare per le controanalisi da parte dell'Ente di controllo e/o per le eventuali verifiche successive. Ogni aliquota di campione del volume di circa 1000 ml verrà conservata in contenitori di vetro dotati di tappo a vite a tenuta (tipo Bormioli).

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 57/87

In generale, onde evitare fenomeni di "*cross contamination*", le attrezzature utilizzate per i prelievi dei campioni dovranno essere bonificate tra un campionamento ed il successivo in particolare si adotteranno le seguenti cautele:

- fogli di polietilene usati come base di appoggio dei campioni verranno sostituiti ad ogni prelievo;
- i campioni verranno preparati facendo uso di opportuna paletta di acciaio inox;
- dopo la preparazione delle aliquote previste per ogni singolo campione, la paletta di acciaio verrà lavata con acetone e successivamente acqua potabile e infine asciugata con carta;

I campioni verranno conservati in appositi contenitori refrigerati e consegnati giornalmente al laboratorio di analisi che provvederà alla loro conservazione. Ogni contenitore verrà etichettato riportando le seguenti indicazioni:

- sito di indagine/area di provenienza;
- sigla identificativa del punto di monitoraggio;
- quote di prelievo;
- data di prelievo;
- tecnico campionatore.

Per ogni campione dovrà essere compilato un verbale di campionamento con indicato: la sigla identificativa del campione, la data di prelievo, il set di analisi previste e per ciascun campione: il livello campionato, la quantità, il numero di aliquote, matrice litologica, caratteristiche organolettiche e eventuali note.

Campioni destinati all'analisi dei volatili

Il prelievo delle aliquote di campione destinate all'analisi dei composti volatili (VOC) dovrà essere effettuata seguendo la seguente procedura:

- la formazione dei campioni dovrà essere realizzata nel più breve tempo possibile;
- il prelievo del campione verrà eseguito utilizzando un sub-campionatore (*sub-corer*) costituito da una piccola fustella cilindrica in metallo o alternativamente da una mezza siringa in plastica priva della guarnizione in gomma, dal quale il materiale campionato, prima di essere omogenizzato e quartato, verrà direttamente estruso in 3 contenitori vial da 40 ml nei quali è possibile raccogliere circa 5 g di suolo che verranno chiusi immediatamente con tappo a tenuta;
- i campioni così preparati verranno conservati e mantenuti in borse frigorifere a temperature di $4^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ e consegnati entro 2 ore al laboratorio designato per le analisi.

7.9. Articolazione temporale degli accertamenti

Le indagini *ante operam* verranno realizzate una sola volta, essendo finalizzate alla caratterizzazione dello stato naturale del suolo. I risultati saranno considerati come lo "stato zero" o di partenza. Le indagini in corso d'opera presso i cantieri verranno realizzate a metà della durata del cantiere, ipoteticamente al 6° mese. Nel caso dovessero verificarsi eventi eccezionali (sversamenti accidentali o altri tipi di incidenti connessi alla matrice pedologica), si potranno prevedere indagini suppletive estemporanee, selezionando anche solo una parte dei parametri da indagare, a seconda del tipo di problema da monitorare e affrontare.

Il monitoraggio *post operam* sarà realizzato una sola volta sei mesi dopo la dismissione delle aree di cantiere e sottocantiere.

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	FREQUENZA CICLI MONITORAGGIO	TOT CAMPIONAMENTI
AO	9	-	Unico	9
CO	9	11	Unico	9
CO	9	6	Unico	9

7.10. Documenti di sintesi del monitoraggio

I dati raccolti nella campagna di monitoraggio saranno descritti in schede riassuntive, in relazione alle aree di cantiere ed ai profili del suolo, secondo due gruppi di dati: anagrafici e parametri rilevati. Sarà redatta una relazione iniziale per quel che concerne il monitoraggio *ante operam*, una intermedia al termine della costruzione dell'opera comprendente tutte le fasi di indagine in cui, oltre ai dati intrinseci della matrice pedologica, dovranno essere descritti geomorfologia e aspetti superficiali per punto di campionamento, per tutte le indagini effettuate, ed una finale in concomitanza con il monitoraggio *post operam*. In tal modo si avrà anche un'indicazione dei cambiamenti *in itinere*. Inoltre, nel corso dello svolgimento di tutta l'azione di monitoraggio si devono prevedere dei *report* costanti dopo ogni campagna, che siano riassuntivi dei dati raccolti e che evidenzino eventuali valori anomali, in modo da tenere sotto controllo possibili situazioni di criticità.

I profili pedologici e gli elaborati di sintesi saranno elaborati indicando le aree caratterizzate da uniformità pedologica. I dati del monitoraggio in corso d'opera saranno confrontati con quelli relativi alla situazione indisturbata *ante operam* e con quelli relativi alla normativa per l'eventuale adozione di misure di mitigazione da effettuarsi *post operam*.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 59/87

8. Flora e habitat

Il monitoraggio della flora e degli habitat ha lo scopo di rilevare le variazioni della qualità naturalistica ed ecologica nelle aree direttamente e indirettamente interessate dagli interventi in progetto.

Il monitoraggio consiste quindi:

- nel caratterizzare, *ante operam*, lo stato della componente vegetazione e degli habitat e di tutti i recettori prescelti con specifico riferimento alla copertura del suolo e allo stato della vegetazione naturale e seminaturale;
- nel verificare, nelle fasi di costruzione, la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione delle componenti;
- nel controllare nelle fasi di costruzione e *post opera* l'evoluzione della vegetazione e degli habitat presenti e predisporre, ove necessario adeguati interventi correttivi;
- nell'accertamento della corretta applicazione delle eventuali misure di mitigazione e compensazione ambientale indicate nello studio ambientale, al fine di intervenire per risolvere impatti residui;
- nella verifica dello stato evolutivo della vegetazione di nuovo impianto (quinte arboree);
- nel verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione realizzati per diminuire l'impatto sulla copertura vegetale.

Il progetto di monitoraggio ambientale relativo agli ambiti vegetazionali e floristici registrerà quindi le tipologie di impatto, se presenti, e consentirà di prevedere interventi correttivi in corso d'opera allo scopo di limitare l'entità del danno sulla componente interessata.

Il monitoraggio della vegetazione fornirà anche dati utili a caratterizzare e seguire l'evoluzione dello stato fitosanitario della componente al fine di individuare alterazioni legate alle attività in progetto. La vegetazione ed in particolare le specie vegetali di interesse conservazionistico e/o endemiche eventualmente rinvenute in fase AO, verranno monitorate durante l'intervento (CO) con cadenza bimestrale. Durante i monitoraggi estivi inoltre si valuteranno le interferenze dell'opera durante il periodo maggiormente critico sia per la vegetazione esistente sia, in particolare, per l'impianto delle quinte arboree. I periodi sopra indicati potrebbero subire modesti scostamenti in funzione del particolare andamento climatico che si potrebbe registrare nel corso degli anni (anticipo o ritardo della stagione delle piogge o particolari periodi siccitosi).

8.1. Riferimenti scientifici e normativi

Di seguito vengono riportati i riferimenti scientifici riguardanti le modalità e le tecniche che saranno utilizzate nel corso delle operazioni di monitoraggio. Vengono inoltre indicati i riferimenti normativi

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 60/87

relativi alle aree di interesse naturalistico e quelli riguardanti le specie rare o di pregio.

I rilevamenti fitosociologici saranno eseguiti secondo il metodo di Braun Blanquet² e permetteranno (ove il rilievo dovesse rivelarsi effettuabile rispettando tutti i criteri previsti dal metodo stesso) l'attribuzione delle porzioni vegetazionali rilevate a fitocenosi note e ad una loro classificazione gerarchica di naturalità, e quindi ad un loro eventuale scostamento da tali categorie durante le fasi successive.

Al fine di fornire una misura confrontabile del livello di antropizzazione della flora nelle aree di interesse, sarà utilizzato un indice di naturalità basato sul rapporto tra le percentuali dei corotipi multi-zonali (definiti secondo S. Pignatti, 1982 appartenenti alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione, codice 9) a quelli eurimediterranei (appartenenti, sempre secondo Pignatti alla omonima categoria corologica). Tale rapporto è stato messo a punto da Menichetti, Petrella e Pignatti nel 1989. In fase di *ante operam* la presenza delle specie sinantropiche permette di valutare il livello di antropizzazione dell'area e costituisce un riferimento per il confronto nelle fasi successive. Il rapporto "specie sinantropiche/totale specie censite" rappresenta, infatti, uno degli indici utilizzabili per il confronto dei risultati delle fasi di monitoraggio ed un modo per evidenziare le variazioni nell'ambiente naturale connesse con la realizzazione dell'infrastruttura.

Per quanto concerne la sinantropia, si sottolinea che tale attributo non è standardizzato in maniera esaustiva in alcun testo; pertanto si includeranno nella categoria "sinantropiche" quelle specie che:

- appartengono alla categoria corologica delle specie ad ampia distribuzione (cod. 9). La categoria corologica rappresenta anche il carattere preso in considerazione nel calcolo del citato indice di sintesi (Menichetti, Petrella, Pignatti, 1989);
- sono tipiche di un habitat ruderale; rientrano in questo gruppo le entità che si rinvencono comunemente ai bordi delle strade o presso i ruderi, le avventizie naturalizzate, le specie sfuggite a coltura ed inselvatichite, alcune infestanti di campi ed incolti.

Tutte le specie con tali caratteristiche saranno contrassegnate, nelle schede di indagine, con "**Sin**". Nelle schede di rilevamento le specie vegetali rare o molto rare in Italia saranno contrassegnate dalle sigle **R** ed **RR** rispettivamente, quelle rare o molto rare nelle regioni interessate con **r** ed **rr**. Per quanto riguarda la nomenclatura scientifica utilizzata e la verifica della corretta determinazione delle specie nelle indagini floristiche, il testo di riferimento è: S. Pignatti, 1982, Flora d'Italia, Edagricole. Un ulteriore riferimento per la flora è costituito dalle Liste Rosse (Conti *et al.*, 1992,1997) elaborate dalla Società Botanica Italiana e dal WWF con il contributo del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. Saranno contrassegnate con **LR**.

² (Braun-Blanquet J. 1964; Pignatti S. 1959; Pirola A., 1970; Westhoff V. E Van Der Maarel E. 1978; Giacomini V., Fenaroli L. 1958)

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 61/87

8.2. Disegno di campionamento e analisi quali-quantitativa della vegetazione

Anche il progetto di monitoraggio per la componente vegetazionale e floristica è articolato nelle tre fasi (AO, CO, PO) con una precisa programmazione della raccolta, elaborazione e restituzione dei dati delle aree direttamente e indirettamente interessate dalle opere in progetto.

I dati delle tre fasi dovranno essere raccolti nello stesso periodo per essere confrontabili tra loro, questa esigenza sarà armonizzata con quella legata all'avanzamento dei lavori in fase di corso d'opera. Nelle aree coltivate si coordineranno i tempi dei rilievi con i proprietari dei terreni al fine di evitare che le eventuali pratiche colturali precedenti ai rilievi possano invalidare il dato.

L'analisi della vegetazione si effettuerà mediante un rilievo fitosociologico metodo di Braun-Blanquet che si basa sulla raccolta dati sia qualitativi (elenchi di specie=flora) sia quantitativi (grado di copertura della singola specie), la raccolta dei dati fornisce quindi informazioni sulla flora e sul grado di copertura essenziali per definire i tipi di vegetazione.

Questi dati quindi permetteranno l'attribuzione delle porzioni vegetazionali rilevate a fitocenosi note e ad una loro classificazione gerarchica di naturalità rilevando quindi un'eventuale modifica da tali categorie durante le fasi successive. Le variazioni specifiche delle comunità erbacee riscontrabili nei diversi stati di monitoraggio (*ante operam*, corso d'opera e *post operam*) saranno considerate come indicatori utili alla identificazione di fenomeni di degrado del sistema.

Il numero e la posizione dei punti di campionamento (o dei transetti) saranno meglio individuati in fase di *ante operam* e definiti *in situ* con il posizionamento dei picchetti i cui vertici saranno georeferenziati con strumentazione GPS. Allo stato attuale si può solo specificare che l'area da monitorare sarà quella dell'impianto + elettrodotto con un eventuale *buffer* di 100 m dal perimetro.

Verrà inoltre vigilato sull'effettivo utilizzo delle specie previste per la realizzazione delle quinte arboree.

Si specifica infine che le attività di monitoraggio degli aspetti vegetazionali dovranno essere eseguite da personale specializzato e di provata esperienza in campo botanico e/o agronomico.

8.3. Articolazione temporale degli accertamenti

Tenendo anche conto del naturale ciclo di sviluppo annuale della vegetazione, l'articolazione temporale dei monitoraggi è stata programmata nelle seguenti modalità:

- **ante operam:** si prevede un monitoraggio di almeno 2 mesi (con almeno 1 sopralluogo al mese) precedenti l'inizio dei lavori, finalizzato alla verifica delle condizioni *ante operam* della vegetazione.

- **in corso d'opera:** si prevede un monitoraggio ogni due mesi con maggior attenzione nel periodo primaverile ed estivo. In quest'ultimo sarà importante monitorare i nuovi impianti e valutare eventuali misure d'emergenza in relazione al periodo di stress idrico estivo;
- **post operam:** il monitoraggio *post operam* avrà una durata di 6 mesi allo scopo di valutare sia gli eventuali impatti sulla vegetazione esistente sia, soprattutto, valutare l'efficacia dei nuovi impianti (quinte arboree), nonché indicare eventuali misure correttive. I monitoraggi avverranno al 3° e al 6° mese dopo la chiusura dei lavori.

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	FREQUENZA CICLI MONITORAGGIO	TOT MONITORAGGI
AO	Da decidere in A.O.	2	Mensile	2
CO	Da decidere in A.O.	11	Bimestrale	6
PO	Da decidere in A.O.	6	Trimestrale	2

8.4. Interventi di mitigazione degli impatti sulla flora

Qualora si rinvenissero durante i monitoraggi criticità ambientali (e.g. presenza di specie di interesse conservazionistico e/endemiche), si prevede:

- Segnalazione attraverso la delimitazione delle aree d'interesse con il posizionamento di pali in legno verticali bassi (altezza fuori terra 50 cm) posti a una distanza gli uni dagli altri di circa 1 m al fine di evidenziare la zona senza precludere alla fauna di poterla attraversare senza essere intrappolata. La segnalazione delle aree d'interesse avrà lo scopo di sensibilizzare gli addetti dell'impresa al non accantonare, in prossimità dell'area, materiali di varia origine e di non utilizzarla come area di percorrenza e di sosta.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 63/87

9. Monitoraggio fauna

L'area oggetto di studio è perimetrale ad un più vasto sistema caratterizzato da una componente faunistica strettamente legata alle pianure aperte sub-steppiche e agricole tra cui spiccano diverse specie di interesse comunitario, conservazionistico e biogeografico. Il monitoraggio faunistico avrà il compito di effettuare analisi quali-quantitative sulla fauna presente e valutare anche in questo caso eventuali variazioni rispetto all'*ante operam*.

9.1. Bibliografia essenziale

- Arnold, Burton, 1985. Guida dei rettili e degli anfibi d'Europa. Franco Muzzio Editore
- Bulgarini F., Calvario E., Fraticelli, Petreffo F. e 5. Sarrocco (Eds), 1998. Libro Rosso degli Animali d'Italia. Vertebrati. WWF Italia, Roma.
- Blondel, Jacques; Ferry, Camille; Frochet, Bernard, 1981 -Point counts with unlimited distance. In: Ralph, C. John; Scott, J. Michael, editors. Estimating numbers of terrestrial birds. Studies in Avian Biology 6: 414-420.
- Brown R.W., Lawrence M.J., Pope J., 1996. Le tracce degli animali. Arnoldo Mondadori ed.
- Corbet, Ovenden, 1985. Guida ai mammiferi d'Europa. Franco Muzzio Editore.
- Corbet, Jarvinen o. & Vaisanen RA. 1976. Finnish Line Transect Censuses. Ornis Fennica, 53:115-118.
- S. Debrot, G. Fivaz, C. Mermoud e J.M. Weber, 1982, Atlas des poils the mammifères d'Europe. Neuchâtel Institute de Zoologie.
- Lang A., 1989. Tracce di animali (impronte, escrementi, pasti, borre, tane e nidi). Zanichelli
- Llyod M., Ghelardi R.J., 1964. A table for calculating the equitability component of specie diversity, Animal Ecology, 33: 217-225.
- Mac Arthur R.H., Mac Arthur J.W. 1961. On bird species diversity. Ecology 42: 594-598.
- M.G Day, 1966, "Identification of hair and theather remains in the gut and faeces of stoats and weasels". Journal of zoology, London, 148: 201-217.
- Merikallio E., 1946. Uber regionale Verarbeitung und Anzahl der Landvogel in Sud und mitte Finnland, besonders in deren ostlichen Teilen, im Lichte von quantitativen Untersuchungen.
- Ann.Zool.Soc.9'Vanano1', 12:1 - 143, 12:1 - 120.
- Oelke H. 1980. The bird structure of the central european spruce forest biome – as regarded for breeding bird censuses. Proc. VI mt. Conf Bird Census Work Gottingen: 201-209.
- Shannon C.E. & Wiener W., 1963. Mathematical theory of communication. University of Illinois Press, Urbana.
- Stokes D., 1986. A guide to animal tracking and behaviour Stokes nature guides.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 64/87

- Turcek F.J. 1956. Zur Frage der Dominanze in Vogelpopulationen, Waldhygiene 8: 249 257.
- ISPRA 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia; specie animali.

9.2. Fauna terrestre: Anfibi, Rettili e Mammiferi (esclusi i Chiroteri)

Le specie verranno rilevate in tutte le fasi del monitoraggio, attraverso l'osservazione diretta e/o mediante l'utilizzo dei cosiddetti segni di presenza, efficaci soprattutto per i Mammiferi con abitudini notturne. Per il riconoscimento delle specie si prenderanno in considerazione le tracce, le feci, gli scavi, le tane e, laddove possibile, si effettuerà l'analisi delle borre di Barbagianni. Per la batracofauna e l'erpetofauna saranno effettuate delle osservazioni dirette e quando possibile verranno effettuate le foto che potranno tornare utili nella determinazione dei casi dubbi. Le tracce di Mammiferi verranno identificate ed attribuite alle diverse specie fin dal loro ritrovamento in campagna. Per quanto riguarda i Mammiferi, è opportuno sottolineare che, al fine di ottenere un campionamento meno condizionato dalla casualità delle osservazioni, sarebbe necessario effettuare numerosi rilevamenti in diversi periodi dell'anno, almeno uno per stagione. Soltanto uno studio di questo tipo è, infatti, in grado di fornire informazioni precise ed attendibili sulla presenza di tutte le specie agenti nell'area, e permette di stimare le densità e la struttura di popolazione. Tuttavia, al fine di migliorare l'efficienza dell'indagine ed ottenere risultati utili a conoscere sufficientemente almeno la presenza/assenza delle specie sul territorio, verranno effettuati almeno due giorni di rilevamenti in campagna per ciascuna area campione. La corretta attribuzione dei reperti sarà verificata con la consultazione di manuali, atlanti e guide scientifiche e lavori scientifici. Saranno inoltre evidenziate le specie animali presenti nelle Liste Rosse Europea, Italiana e Sarda e nell'Allegato II della Direttiva 92/43/CEE e nell'Art 4 Direttiva 2009/147/ CE. Saranno di riferimento, infine, i manuali ISPRA per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario.

9.3. Analisi quali-quantitativa delle comunità ornitiche significative e stabili degli ecosistemi e delle comunità ornitiche migratrici

L'analisi della componente nidificante e migratrice nell'area interessata sarà condotta mediante i seguenti metodi:

- Transect Method; tale metodologia è ampiamente sperimentata e di uso consolidato (Merikallio, 1946; Jarvinen & Vaisanen, 1976).
- Censimento al canto per punti di ascolto senza limiti di distanza (Blondel et al., 1988), La durata di ciascun punto è di 10 minuti (Fornasari et al., 1999).

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 65/87

- Conteggio con richiamo acustico. Questa tecnica consiste nel censire le specie mediante la stimolazione canora utilizzando richiamo pre-registrati emessi da un riproduttore (lettore MP3) con cassa amplificata (10 W).

9.4. Componente Macro-invertebrati dei corsi d'acqua

Il monitoraggio finalizzato alla valutazione della qualità generale dei siti fluviali interessati dall'opera, sarà realizzato mediante l'analisi della componente dei macro-invertebrati e il successivo calcolo dell'Indice STAR-ICMi (cfr anche monitoraggio acque superficiali). I macro-invertebrati bentonici sono caratterizzati da una limitata mobilità, da un lungo ciclo vitale, dalla presenza di gruppi con differente sensibilità alle cause di alterazione e da molteplici ruoli nella catena trofica. Inoltre la relativa facilità di campionamento e di identificazione di questi organismi e la loro ampia diffusione nei corsi d'acqua rendono i macro-invertebrati bentonici particolarmente idonei all'impiego nel bio-monitoraggio e nella valutazione della qualità dei fiumi. La metodologia utilizzata sarà quella contenuta nel documento "Protocollo di campionamento dei Macroinvertebrati Bentonici dei corsi d'acqua guadabili" del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

9.5. Programmazione del monitoraggio

Le indagini predisposte nel presente progetto sono impostate con l'obiettivo principale di verificare la variazione della qualità naturalistica ed ecologica nelle aree direttamente o indirettamente interessate dalla realizzazione dell'opera.

- In tale contesto le indagini condotte in fase *ante operam* (AO) avranno un elevato livello di dettaglio. Hanno lo scopo di definire compiutamente la caratterizzazione dello stato dell'ambiente nelle aree d'indagine prima dell'inizio dei lavori. Più in particolare le indagini saranno finalizzate a raccogliere le informazioni relative allo stato di salute degli ecosistemi delle aree selezionate per il monitoraggio e saranno svolte preliminarmente all'insediamento dei cantieri. Consentiranno inoltre di valutare la presenza di specie di interesse comunitario, conservazionistico e/o endemiche o l'esistenza di aree utilizzate in delicate fasi etologiche (e.g. nidificazione).
- Le indagini condotte in fase di realizzazione (CO) avranno il principale scopo non solo di accertare le eventuali condizioni di *stress* indotte dalle lavorazioni sulle componenti indagate, ma anche di verificare la corretta attuazione delle azioni di salvaguardia e protezione di queste, monitorando anche le condizioni fitosanitarie del recettore, e di predisporre, ove necessario, adeguati interventi correttivi. Il monitoraggio in CO avrà inoltre l'importante compito di consentire o sospendere in qualsiasi momento le lavorazioni qualora queste

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 66/87

fossero prossimali o comunque interferenti a delicate fasi etologiche di specie identificate (e.g. parate nuziali, nidificazione in atto...). Questo approccio, già adottato con successo in un'area caratterizzata da habitat simili per la specie *Tetrax tetrax*, tutelerà lo svolgimento di tutte le delicate fasi etologiche anche al di fuori dei periodi *standard* di attenzione (marzo, aprile maggio) pur consentendo viceversa le attività lavorative in altre zone non frequentate dalla fauna sensibile.

- Nella fase *post operam* (PO) le indagini saranno finalizzate per lo più ad accertare la corretta applicazione delle misure di mitigazione e compensazione ambientale indicate nello studio ambientale, al fine di intervenire per risolvere eventuali impatti residui e verificare lo stato evolutivo della vegetazione di nuovo impianto e lo stadio di ricolonizzazione da parte della fauna. Tutte le informazioni raccolte, opportunamente confrontate con quelle raccolte durante il monitoraggio degli altri ambiti, permetteranno di comporre, per la situazione attuale e per il *post operam* in particolare, un esaustivo quadro di riferimento sullo stato di salute degli ecosistemi delle citate aree; ciò sarà finalizzato anche alla possibilità di effettuare valutazioni complessive lungo tutto lo sviluppo degli interventi in progetto. In questo senso, la Banca Dati del Monitoraggio permetterà di ottenere un flusso di informazioni costante tra i differenti ambiti. Le informazioni raccolte costituiscono il riferimento base con cui saranno confrontate le modifiche che si avranno nel corso della realizzazione dell'opera, integrate, ove necessario, dai risultati delle azioni di monitoraggio sulle altre componenti (e.g. flora e habitat).

Il progetto di monitoraggio faunistico necessita di una precisa programmazione delle attività di raccolta, elaborazione e restituzione delle informazioni; sarà quindi articolato in tre fasi distinte con le seguenti durate:

- Monitoraggio *ante operam*: 3 mesi prima dell'inizio lavori con almeno 2 sopralluoghi al mese.
- Monitoraggio in corso d'opera: dall'apertura dei cantieri fino allo smantellamento e al ripristino dei siti (ipotizzato nella successiva tabella in 11 mesi), almeno 2 sopralluoghi al mese.
- Monitoraggio *post-operam*: 6 mesi dall'entrata in esercizio dell'opera (almeno 1 sopralluogo al mese).

Come riportato nella tabella successiva, in fase di *ante operam* il monitoraggio sarà a cadenza mensile con focalizzazione su determinate specie a seconda del periodo (es periodo primaverile per avifauna migratrice e riproduzione, periodo invernale per specie svernanti etc).

Le indagini in fase di realizzazione (CO) e *post operam* (PO) dovranno seguire l'evoluzione della realizzazione delle opere ed avranno cadenza mensile.

È importante sottolineare che la componente indagata impone che le indagini di tutte e tre le fasi siano svolte nello stesso periodo al fine di rendere i dati raccolti pienamente confrontabili tra loro. Tale esigenza sarà armonizzata con quella tecnico-esecutiva legata all'avanzamento dei lavori in corso d'opera. Inoltre, siccome le indagini riguardano anche aree coltivate, la cui conduzione prevede delle pratiche che se effettuate in tempi di poco precedenti l'indagine vanificherebbero la stessa, si coordineranno anche i tempi dei rilievi con il conduttore del fondo.

Nello schema seguente sono sintetizzate, per ciascun gruppo faunistico, la durata ed i periodi dei monitoraggi da effettuare per ciascuna fase (AO, CO, PO).

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	FREQUENZA CICLI MONITORAGGIO	TOT MONITORAGGI
AO	Da decidere in A.O.	3	Mensile (almeno 2 monit. al mese)	6
CO	Da decidere in A.O.	11	Mensile (almeno 2 monit. al mese)	22
PO	Da decidere in A.O.	6	Mensile	6

9.6. Tipologie e caratteristiche delle indagini

I seguenti "Campi d'indagine" sono stati individuati considerando le caratteristiche della componente faunistica dell'area d'indagine e al fine di monitorare l'impatto dell'opera in modo efficace.

- Fauna terrestre: Anfibi, Rettili, Mammiferi.
- Avifauna nidificante con particolare riferimento alla Gallina prataiola (*Tetrax tetrax*) e all'Occhione (*Burhinus oediconemus*).
- Avifauna migratrice non nidificante.
- Avifauna legata agli ambienti umidi.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 68/87

9.7. Scelta delle aree da sottoporre a monitoraggio

Tenuto conto della facilità di spostamento della fauna (rispetto ad esempio alla flora) l'area indagata sarà quella della zona impianto + elettrodotto comprensiva di un *buffer* circostante massimo di circa 500 m, considerata rappresentativa delle zone interessate dalle opere in progetto e ritenute potenzialmente influenzate direttamente o indirettamente dalle stesse.

9.8. Dettagli sugli interventi di mitigazione degli impatti sulla fauna da adottare durante il monitoraggio

Come per la flora, anche per la fauna saranno indicate le azioni che, a parere dei faunisti che effettueranno il monitoraggio, potranno, in modo prioritario, essere attuate per gli interventi di mitigazione degli impatti sulle possibili criticità che potrebbero essere rilevate in fase AO e CO.

In modo particolare, come già anticipato, il monitoraggio faunistico che si vuole proporre supera la sterile e rigida sospensione dei lavori nei soli mesi primaverili (solitamente adottata a tutela della fase riproduttiva), decontestualizzata rispetto alle dinamiche etologiche della fauna presente. Difatti, tenuto conto della naturale variabilità stagionale, della presenza anche di fauna svernante, delle fluttuazioni temporali nell'arrivo della fauna migratrice nonché dell'importanza di tutte le altre fasi etologiche (non solo riproduttive) si ha ragione di ritenere che la mera sospensione delle attività nei soli mesi primaverili non rappresenti di per se una adeguata misura di tutela faunistica, esponendo viceversa a fenomeni di disturbo la stessa fauna nei mesi precedenti e successivi all'intervallo indicato, entrambi caratterizzati da altrettante delicate fasi etologiche (e.g. parate nuziali, cure parentali etc).

Si propone quindi un **monitoraggio continuo** in tutte le aree interessate dal progetto con un *buffer* di 500 m circa. Ciò consentirà conseguentemente all'avanzamento dei lavori, **l'autorizzazione a procedere o a sospendere i lavori in relazione agli effettivi risultati del monitoraggio faunistico in qualsiasi momento** dell'anno, evitando inutili fermi cantiere in aree già antropizzate/disturbate o viceversa lavorazioni interferenti anche in mesi non primaverili.

Ciò avrà il duplice vantaggio di garantire una significativa tutela alla componente faunistica e contestualmente di velocizzare i lavori laddove non possano costituire interferenze etologiche in modo da terminare al più presto i lavori, evitando di prolungare le interferenze ambientali nel tempo.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 69/87

10. Monitoraggio Rumore

La valutazione del rumore, quale effetto che interviene sulle componenti ambientali e in particolare su quella insediativa, è uno degli elementi del monitoraggio che misura la qualità ambientale di un contesto *ante operam* e le variazioni che intercorrono durante (CO) la realizzazione delle opere previste nel progetto. Questa valutazione consente di individuare gli interventi che possono mitigare gli effetti dovuti ai possibili incrementi di rumore sulla popolazione residente lungo o in prossimità delle opere in progetto. Il monitoraggio in *post operam* consentirà di valutare l'effettivo ritorno alle condizioni *ex ante* o valutare la nuova situazione.

10.1. Rilevamenti fonometrici

Attraverso il Piano di Monitoraggio oggetto della presente relazione è necessario pertanto verificare le condizioni di rumore prima e durante la realizzazione delle opere in progetto. Il livello sonoro attuale o *ante operam* rappresenta il livello attuale di riferimento e il suo monitoraggio sarà finalizzato a:

- testimoniare lo stato dei luoghi e le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico esistenti precedentemente all'apertura dei cantieri ed all'esercizio delle opere;
- individuare delle aree di monitoraggio sufficientemente rappresentative delle condizioni attuali di rumorosità, e proporre degli strumenti adeguati di quantificazione dei livelli attuali.

In corso d'opera (CO), il monitoraggio sarà finalizzato ad accertare eventuali incrementi, comunque temporanei, nel livello di rumorosità a causa delle attività di cantiere e sua viabilità, movimenti terra ecc.

Sebbene – come già evidenziato nello studio ambientale - gli unici rumori si produrranno in fase di cantiere e non sono previste nuove sorgenti significative di rumore dall'entrata in esercizio delle opere, verrà comunque effettuata una campagna fonometrica in PO.

10.2. Riferimenti tecnici e normativi

Ai fini della realizzazione della campagna di monitoraggio dell'inquinamento acustico delle opere in progetto, si è fatto riferimento agli strumenti normativi attualmente vigenti, sia in ambito nazionale sia internazionale. Tali norme sono relative alle grandezze ed ai parametri da rilevare, ai sistemi di rilevamento, alle caratteristiche della strumentazione impiegata, ai criteri spaziali e temporali di campionamento, alle condizioni meteorologiche ed alle modalità di raccolta e presentazione dei dati. Vengono di seguito elencati i principali riferimenti normativi che sono stati adottati per la stesura del

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 70/87

progetto di monitoraggio ambientale dell'inquinamento acustico nonché alcuni articoli tecnici di settore inerenti all'argomento.

Normativa Europea

- Direttiva 2002/49/CE del parlamento europeo e del consiglio del 25/06/2002 relativa alla determinazione e alla gestione del rumore

Normativa nazionale

- DPCM 01/03/91 Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- Legge n. 447/95 Legge Quadro sul Rumore e relativi decreti attuativi
- D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DECRETO 16 Marzo 1998 Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- D.M.A. 29/11/00 Criteri per la predisposizione dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore
- D.M. 23/11/01 Modifiche dell'allegata 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 – Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- D.Lgs. 262/02 Attuazione della direttiva 2000/14/CE 8 maggio 2000 concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto.
- D.P.R. 30/03/04 n° 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995"
- D.Lgs. 19 agosto 2005, n.194 "Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale".
- D.Lgs. 17 febbraio 2017, n. 42 Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161.

Normativa regionale

- Circolare n. 13285 del 20/04/2006
- Circolare esplicativa del paragrafo 15 "Classificazione della viabilità stradale e ferroviaria",

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 71/87

- Parte II dei "Criteri e linee-guida sull'inquinamento acustico (art. 4 della legge-quadro 26 ottobre 1995, n. 447)" di cui alla Delib. G.R. 8 luglio 2005, n. 30/9. Ottimizzazione della zonizzazione acustica del territorio in riferimento al traffico stradale e ferroviario. (B.U.R. Sardegna 23 maggio 2006, n. 16.)
- Linee guida rumore del 14/11/2008
- Linee guida sul rumore in vigore, del 14 novembre 2008.
- Delibera G.R. n. 62/9 del 14/11/2008 – Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale e disposizioni in materia di acustica ambientale

10.3. Accertamenti programmati

La campagna di monitoraggio acustico ha lo scopo di definire i livelli sonori relativi alla situazione attuale, di verificare gli incrementi indotti dalla realizzazione degli interventi in progetto (corso d'opera) rispetto all'*ante-operam* (assunto come "punto zero" di riferimento) e di accertare in *post operam* il ritorno alla situazione *ex ante*. Nel corso delle campagne di monitoraggio nelle tre fasi temporali, verranno rilevate le seguenti categorie di parametri:

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

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

Parametri acustici

I riferimenti normativi indicano il livello di pressione sonora come il valore della pressione acustica di un fenomeno sonoro mediante la scala logaritmica dei decibel dato dalla relazione seguente:

$$L_p = 10 \log p^2/p_0^2 \text{ dB}$$

In accordo con quanto ormai internazionalmente accettato, tutte le normative esaminate prescrivono che la misura della rumorosità ambientale venga effettuata attraverso la valutazione del livello equivalente (L_{eq}) ponderato "A" espresso in decibel. Questo L_{eq} è il valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo:

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 72/87

dove Leq è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" considerato in un intervallo di tempo che inizia all'istante t_1 e termina all'istante t_2 , $pA(t)$ è il valore istantaneo della pressione sonora ponderata "A" del segnale acustico in Pascal (Pa); $P_0 = 20\mu Pa$ è la pressione sonora di riferimento.

Oltre il $LAeq$ è opportuno acquisire i livelli statistici L1, L10, L50, L90, L99 che rappresentano i livelli sonori superati per l'1, il 10, il 50, il 90 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).

Soltanto nei casi in cui si ravvisasse una qualche sorgente nella cui rumorosità siano individuabili frequenze dominanti ben definite, sarà effettuata l'analisi spettrale in bande di terzi d'ottava.

Parametri meteorologici

Nel corso della campagna di monitoraggio saranno rilevati anche i seguenti parametri meteorologici:

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

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

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

Parametri di inquadramento territoriale

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 riportate le seguenti indicazioni:

- toponimo;
- Comune con relativo codice ISTAT;
- stralcio planimetrico in scala 1:5000;
- zonizzazione acustica da DPCM 1/3/91 o da DPCM 14/11/1997;

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 73/87

- lato dell'infrastruttura dove sono presenti i recettori;
- presenza di altre sorgenti acustiche;
- caratterizzazione acustica di tali sorgenti, riportando ad esempio i flussi e le tipologie di traffico stradale presente sulle arterie viarie, ecc.;
- riferimenti della documentazione fotografica a terra;
- descrizione delle principali caratteristiche del territorio: copertura vegetale, 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 un'immediata individuazione e localizzazione delle postazioni di rilevamento.

10.4. Articolazione temporale degli accertamenti

Per quanto riguarda l'**articolazione temporale** dei rilevamenti dei livelli sonori, atti a caratterizzare il clima acustico nell'ambito dei bacini di indagine individuati, si è fatto particolare riferimento alla possibile variabilità stagionale e giornaliera delle condizioni al contorno. I fattori che possono determinare delle variazioni, anche di un certo rilievo, nella rilevazione dei livelli sonori sono rappresentati da:

- presenza di attività agricole;
- variabilità stagionale dei flussi veicolari;
- variabilità giornaliera (ciclo settimanale all'interno del periodo stagionale);
- tipologia e contributo energetico delle diverse sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- variazione dei parametri cinematici del flusso veicolare conseguente alle diverse condizioni di traffico ed all'incidenza dei veicoli pesanti;
- variabilità dei parametri meteorologici, con particolare riferimento alla velocità e direzione del vento, alla pioggia, alla neve ed alle diverse condizioni di stabilità atmosferica;
- variabilità delle caratteristiche di impedenza superficiale del terreno e delle perdite di inserzione (*insertion loss*) indotte dalla presenza nell'area di indagine di schermature costituite da aree boscate, fasce alberate, arbusti e coltivazioni arboree.

Il monitoraggio del rumore mira a controllare il rispetto di *standard* o di valori limite definiti dalle normative (nazionali e comunitarie); in particolare il rispetto dei limiti massimi di rumore nell'ambiente esterno e nell'ambiente abitativo definiti dal DPCM 1.3.1991 in base alle classi di zonizzazione acustica del territorio. A tale scopo vengono utilizzate diverse tipologie di rilievi sonori:

- Misure di 24 ore, postazioni semi-fisse parzialmente assistite da operatore, per rilievi attività di cantiere;

L'esecuzione dei rilievi avviene a mezzo di fonometri integratori, strumenti che registrano, nel tempo, i livelli di pressione sonora (espressi in dB(A)) e, se necessario, le frequenze a cui il rumore viene emesso. Nel caso di monitoraggio per campionamento, la scelta del numero e dei periodi in cui svolgere i rilievi fonometrici è eseguita tenendo conto della variabilità casuale (eventi sporadici) e deterministica (eventi periodici) della rumorosità legata all'opera e/o alle altre sorgenti di rumore presenti. In sintesi, i criteri temporali previsti per le tre fasi (AO, CO, PO), sono illustrati nella tabella che segue. Nello specifico si prevede un unico monitoraggio in *ante operam*. In corso d'opera è previsto un monitoraggio semestrale (e.g. 3° e 9° mese di cantiere) e in *post operam* è previsto un unico monitoraggio al 4° mese di esercizio.

Tipo di misura	Descrizione	Durata	Fasi		
			AO	CO	PO
			Frequenza		
LC	Rilevamento del rumore indotto dalle lavorazioni effettuate all'interno delle aree di cantiere	24H	Una volta	Semestrale	Una volta

10.5. Misurazioni fonometriche *ante-operam*

Le misure fonometriche in questa fase hanno lo scopo fondamentale di definire quantitativamente in maniera testimoniale l'attuale situazione acustica delle aree da sottoporre a Monitoraggio Ambientale prima dell'apertura dei cantieri di costruzione. La grandezza acustica primaria oggetto dei rilevamenti è il livello continuo equivalente ponderato "A" integrato su un periodo temporale pari ad un'ora, ottenendo la grandezza LAeq (1h) per tutto l'arco della giornata (24 ore). I valori di LAeq(1h) sono successivamente composti sui due periodi di riferimento allo scopo di ottenere i Livelli diurno (06-22) e notturno (22-06).

Allo scopo di ottenere ulteriori informazioni sulle caratteristiche della situazione acustica delle aree oggetto del monitoraggio, in particolari casi vengono determinati anche i valori percentili su base

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 75/87

oraria dei livelli statistici cumulativi L1, L10, L50, L90, L99. È possibile, quindi, ottenere indicazioni su come si distribuiscono statisticamente nel tempo i livelli di rumorosità ambientale.

Le centraline di monitoraggio saranno collocate in corrispondenza degli edifici maggiormente esposti al rumore e comunque più sensibili all'impatto acustico, ad una distanza non inferiore ad 1.5 metri dalle superfici fonoriflettenti e, compatibilmente con la possibilità di accedere agli appartamenti, in prossimità dei piani più alti degli edifici medesimi. Per quanto concerne la fase di cantiere le tipologie di misure che verranno eseguite nella fase *ante-operam* sono le medesime che saranno effettuate nella fase corso d'opera (CO) e *post operam* (PO), pertanto sono descritte nel paragrafo successivo.

Tipologia di misurazione LC – Aree di cantiere

La tipologia di misura LC prevede:

- Monitoraggio in continuo per 24 ore mediante centraline fisse in punti coincidenti con quelli propri della fase *ante-operam* o, se sono cambiate notevolmente le condizioni al contorno rispetto all' *ante-operam*, ubicati in prossimità degli edifici più esposti al rumore generato dalle attività di costruzione;
- elaborazione e restituzione dei dati giornalieri (prelevati sulle 24 ore) entro il termine di 48/72 ore dalla fine dei rilevamenti;
- raccolta delle informazioni sulle attività di lavorazione che si svolgono nei cantieri (fornite dalla Direzione Lavori);

Le misure saranno effettuate una sola volta prima dell'inizio dei lavori (fase *ante-operam*), una volta ogni 3 mesi durante le lavorazioni (corso d'opera), e un'unica volta in *post operam*. Per la caratterizzazione del clima acustico dei ricettori limitrofi alle aree di cantiere il tipo di misura prevede il rilievo per 24 ore in continuo dei seguenti parametri acustici:

- LAeq nel periodo di massimo disturbo;
- LAeq con tempo di integrazione di 1 ora;
- livelli statici cumulativi L1, L10, L50, L90, L99;
- LAeq sul periodo diurno (06-22);
- LAeq sul periodo notturno (22-06);
- *time history* delle eccedenze, ovvero dei superamenti della soglia posta a 70 dB(A).

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 76/87

10.6. Metodologia di rilevamento e di acquisizione delle informazioni

Durante le attività proprie del Monitoraggio Ambientale, al fine di garantire uno svolgimento omogeneo dei rilevamenti in campo, la ripetibilità delle misurazioni in CO e PO, la possibilità di creare una banca dati informatizzata contenente tutte le informazioni relative alle aree di monitoraggio e che sia facilmente e rapidamente aggiornabile ed integrabile nel tempo, sono previsti quattro livelli di unificazione relativamente a:

- metodologie di monitoraggio;
- strumentazione utilizzata nei rilevamenti;
- metodo per la caratterizzazione dei siti e delle sorgenti;
- informazioni da inserire nella banca dati.

L'unificazione delle metodologie di monitoraggio e della strumentazione utilizzata per le misurazioni permette la confrontabilità dei rilevamenti svolti in tempi diversi (AO, CO, PO) anche da operatori diversi.

L'unificazione del metodo per caratterizzare i siti e le sorgenti consente una corretta interpretazione dell'insieme dei fenomeni acustici monitorati e in particolare la verifica delle condizioni al contorno sui livelli di rumore (attenuazione del suolo per fonoassorbimento, fenomeni diffrattivi dovuti ad ostacoli, rumorosità residua prodotta da tutte le sorgenti diverse da quella considerata, riflessioni multiple sulle facciate degli edifici, ecc.), oltre alla caratterizzazione fisica degli elementi che influiscono sull'emissione sonora (disposizione planimetrica ed altimetrica delle sorgenti di rumore, ecc.).

L'unificazione delle informazioni e dei dati ottenuti è tale da consentire una modalità di archiviazione in grado di fornire al fruitore della banca dati un percorso di consultazione standardizzato e ripetitivo al fine di un facile reperimento delle informazioni e dati medesimi. Per ogni punto di indagine occorre rendere disponibili almeno le seguenti informazioni:

- caratterizzazione fisica del territorio appartenente alle aree di indagine;
- caratteristiche di qualità acustica desunte da studi pregressi;
- caratterizzazione delle sorgenti sonore (impianti produttivi, strade);
- schede di campagne di misurazione di tipo descrittivo;
- registrazioni delle grandezze/parametri acustici e non, misurati nei punti individuati;
- basi cartografiche con localizzazione dei punti di misura;
- documentazione fotografica degli stessi.

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 77/87

10.7. Svolgimento del "monitoraggio tipo"

Il monitoraggio tipo di un'area di indagine si svolge con le seguenti modalità:

- Si verifica preliminarmente l'effettiva possibilità di svolgere il rilevamento nel punto ipotizzato nel progetto di monitoraggio.
- Sopralluogo nell'area di indagine previa definizione delle sorgenti di emissione in essere, delle caratteristiche urbanistiche ed insediative, degli usi attuali dei terreni agricoli, degli indicatori climatologici dai quali possono derivare effetti sul fenomeno di propagazione del rumore.
- Nel corso del sopralluogo viene svolto uno screening preliminare dei livelli di rumorosità al fine di verificare la localizzazione dei punti di misura ipotizzati con il progetto.
- I punti di misura sono fisicamente individuati da postazioni fisse rilocabili a funzionamento automatico ed autonomo, in grado di rilevare e memorizzare con costanti di tempo predefinite gli indicatori di rumore.
- L'asse di massima sensibilità del microfono deve essere orizzontale e perpendicolare alle linee di flusso del traffico.
- Identificazione dei punti di misura per il rilevamento del rumore indotto all'avanzamento del fronte lavori; tale punto di misura ha lo scopo di determinare il Leq giornaliero nei recettori prospiciente i cantieri durante l'esecuzione dei lavori; i punti di misura sono fisicamente individuati da postazioni fisse rilocabili a funzionamento automatico ed autonomo, in grado di rilevare e memorizzare con costanti di tempo predefinite gli indicatori di rumore.
- Al termine delle 24 ore di monitoraggio continuo e di una settimana, l'operatore chiude l'acquisizione e procede alla verifica di calibrazione dello strumento ed alla archiviazione su personal computer dei dati per le successive elaborazioni.
- L'operatore addetto al monitoraggio, ultimato l'ultimo periodo di acquisizione, archivia gli ultimi dati in micro SD card con i riferimenti all'area di studio e ai parametri temporali di monitoraggio.

10.8. Strumentazione di misura

Per lo svolgimento delle attività di monitoraggio è stato previsto l'utilizzo di strumentazioni fisse rilocabili, strumentazioni portatili e di personale addetto sul posto in continuo. La strumentazione deve essere conforme agli standard previsti nell'Allegato B del D.P.C.M. 1 marzo 1991 e nel D.M. 16/3/98 per la misura del rumore ambientale; tali standard richiedono:

- strumentazione di classe 1 con caratteristiche conformi agli standard EN 60651/1994 e EN 60804/1994;

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 78/87

- misurabilità dei livelli massimi con costanti di tempo *Slow* e *Impulse*.

La strumentazione utilizzata per i rilievi del rumore deve essere in grado di:

- misurare i parametri generali di interesse acustico, quali Leq, livelli statistici, SEL;
- memorizzare i dati per le successive elaborazioni e comunicare con unità di acquisizione e/o trattamento dati esterne.

Oltre alla strumentazione per effettuare i rilievi acustici, è necessario disporre di strumentazione portatile a funzionamento automatico per i rilievi dei seguenti parametri meteorologici:

- velocità e direzione del vento;
- umidità relativa;
- temperatura.

La strumentazione di base richiesta per il monitoraggio del rumore (sia con centralina fissa che mobile) e dei dati meteorologici è pertanto composta dai seguenti elementi:

- Analizzatore di precisione *real time* mono o bicanale o fonometro integratore con preamplificatore microfonic;
- Microfoni per esterni con schermo antivento;
- Calibratore;
- Cavi di prolunga;
- Cavalletti;
- Software di gestione per l'elaborazione dei dati o esportazione su foglio elettronico per la post elaborazione;
- Strumentazione per il rilievo dei parametri meteorologici, con relativo software.

10.9. Scelta e ubicazione dei punti da sottoporre a monitoraggio

La scelta dei punti da sottoporre a monitoraggio ambientale poggia, oltre che sui criteri di carattere generale descritti precedentemente, anche su una serie di condizioni determinate da fattori di criticità ambientale e di rappresentatività della situazione acustica attuale e futura. In particolare la criticità ambientale è il risultato della convergenza di numerose condizioni connesse con i processi di emissione, di propagazione e di immissione del rumore. Tali condizioni sono:

- Presenza e natura di sorgenti di rumore attive, attuali e future (emissione);
- Proprietà fisiche del territorio: andamento orografico e copertura vegetale laddove esistente (propagazione);
- Tipologia del corpo della nuova realizzazione (propagazione);

PROGETTO	Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", nel Comune di Guspini, della potenza di 25.141,76 kWp	09REA.Doc.01b
DEFINITIVO	ELABORATO N. 09REA.Doc.01b - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	pag. 79/87

- Ubicazione e tipo di recettori.

Non va tuttavia trascurata l'ulteriore condizione rappresentata dalla situazione acustica attuale imputabile alla presenza di sorgenti sonore attive la cui rumorosità interessa in misura più o meno rilevante le aree di indagine. L'analisi preliminare ha permesso di definire i punti da sottoporre ad indagine acustica anche sulla base dei seguenti criteri di carattere generale:

- ubicazione delle aree di cantiere;
- rete di viabilità dei mezzi gommati adibiti al trasporto di materiali.

La distanza dei punti da monitorare dalle aree di intervento è piuttosto variabile.

In definitiva, a seguito della quasi completa uniformità dei parametri che influiscono sui processi di emissione, propagazione ed immissione sonora riscontrata lungo le aree interessate, i principali fattori di criticità ambientale sono in pratica sempre i medesimi:

- vicinanza degli edifici alle aree di cantiere e alla rete viaria percorsa dai mezzi gommati pesanti di cantiere;
- eventuale presenza di recettori particolarmente sensibili al rumore;

La maggioranza dei punti in cui effettuare gli accertamenti in campo si localizzerà sui recettori posti in prossimità delle aree di cantiere, soprattutto in corrispondenza dei recettori più sensibili, e, analogamente, per i nuclei insediativi lontani dai cantieri e interessati dai transiti degli automezzi di cantiere. Si sono considerati i nuclei insediativi interessati dalla viabilità maggiormente utilizzata dai mezzi di cantiere. Ciò per quanto attiene la situazione acustica da sottoporre a monitoraggio nella fase *ante operam* relativamente alle comparazioni da eseguire in corso d'opera. Un secondo criterio d'individuazione si riferisce alla verifica dell'efficacia degli interventi di mitigazione suggeriti dallo studio ambientale.

Per quanto riguarda la rappresentatività della situazione acustica *ante-operam* in rapporto a quella in corso d'opera attraverso la determinazione dei valori dei livelli sonori da misurare nei punti prescelti, essa poggia sul criterio di una congrua durata delle misurazioni (24H e/o una settimana) e di un'opportuna scelta del periodo temporale in cui eseguire le indagini. I dati rilevati dalle stazioni di misura consentiranno di svolgere le seguenti attività di studio ed analisi:

- verificare lo stato della componente rumore in corrispondenza delle zone con un maggiore presenza di edifici;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione acustica adottati.

Pertanto le tipologie di postazioni rispondono ai seguenti criteri:

- in ambiente esterno, in facciata agli edifici per la verifica del rispetto dei limiti assoluti di zona;
- in ambiente esterno, in corrispondenza di punti di controllo appositamente scelti, per la verifica delle emissioni sonore.

La scelta dei punti di misura è legata alle caratteristiche di prossimità dei recettori individuati alle aree che saranno interessate dalle attività di cantiere, di deposito ed alle viabilità corso d'opera di servizio.

Il monitoraggio in corso d'opera sarà effettuato sui medesimi punti selezionati in fase di monitoraggio *ante operam*.

Si riportano di seguito i punti di monitoraggio scelti perché in prossimità di recettori rappresentati da edifici a scopo residenziale/ricreativi.

Nella tabella seguente si indicano i siti di monitoraggio previsti.

Codice monitoraggio	Localizzazione
PMA_RUMO_GRSCANU_01	Pressi abitazioni SP4
PMA_RUMO_GRSCANU_02	Viottolo tra C. Sessini e C. Piccioni
PMA_RUMO_GRSCANU_03	Chiesa Sant'Isidoro
PMA_RUMO_GRSCANU_04	Abitazioni SS 126 pressi incrocio con SP65
PMA_RUMO_GRSCANU_05	Abitazioni SS 126 pressi stazione Nuraci

Si riporta di seguito l'articolazione temporale dei monitoraggi nei 5 punti individuati.

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	FREQUENZA	TOT MONITORAGGI
AO	5	1	LC: unica	LC: 5
CO	5	11	LC: semestrale	LC: 10
PO	5	4	LC: unica	LC: 5

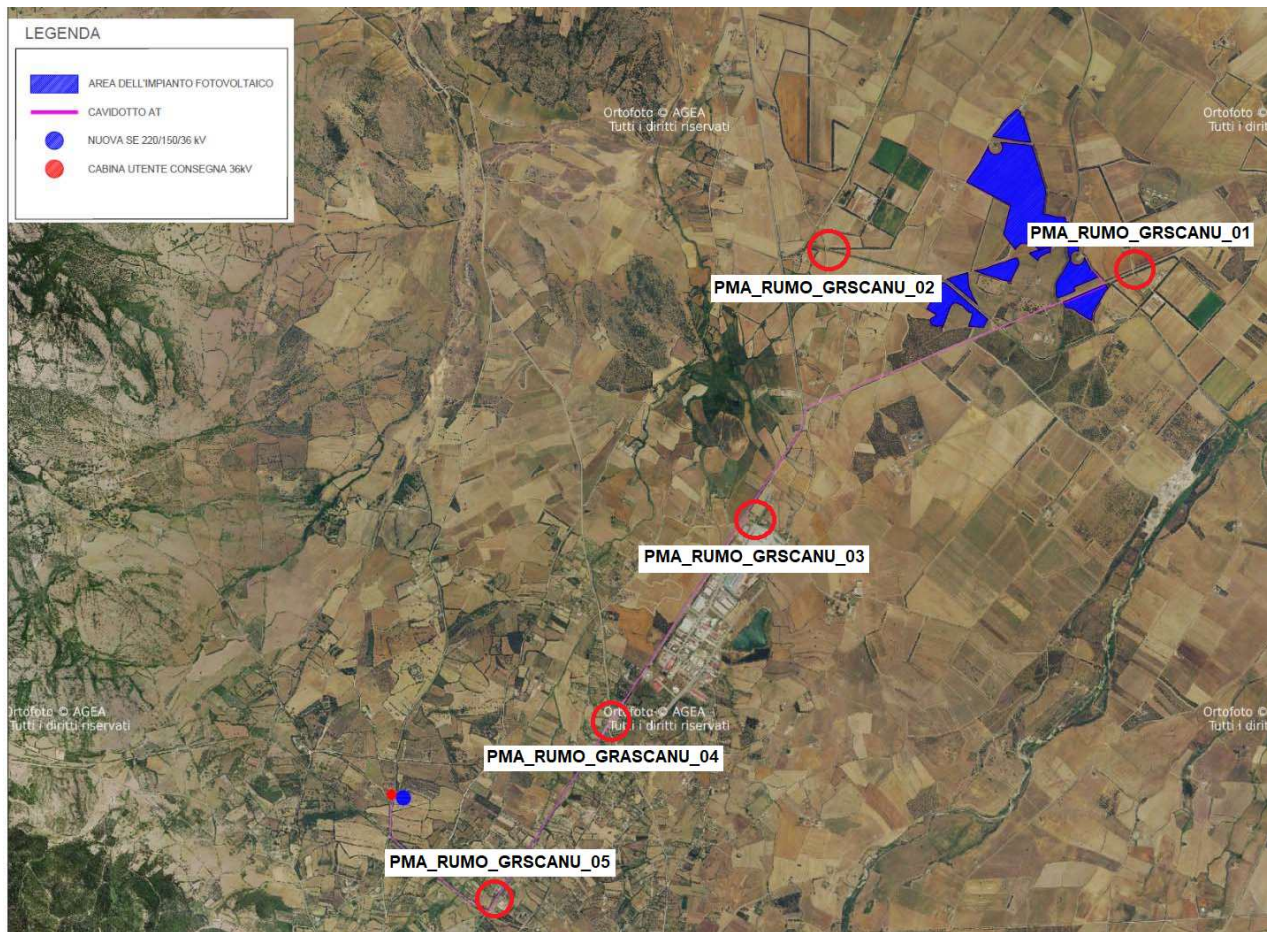


Figura 10 – Ubicazione punti monitoraggio rumore (cerchi rossi).

11. Metodi e limiti di rilevabilità

Qui di seguito si riportano i metodi ed i limiti di rilevabilità di tutti i parametri che verranno analizzati durante i monitoraggi.

Parametro	UM	Metodo	Min.Ril
solidi sospesi totali	mg/l	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	0,1
T.O.C. (Carbonio Organico Totale)	mg/l	APAT CNR IRSA 5040 Man 29 2003	1
fosforo totale	mg/l P	APAT CNR IRSA 4110 A2 Man 29 2003	0,02
alcalinità	meq/l	APAT CNR IRSA 2010 B Man 29 2003	0,1
arsenico	µg/l	EPA 6010C 2007	5
calcio	µg/l	EPA 6010C 2007	10
cadmio	µg/l	EPA 6010C 2007	0,1
cromo	µg/l	EPA 6010C 2007	1
rame	µg/l	EPA 6010C 2007	1
ferro	µg/l	EPA 6010C 2007	5
potassio	µg/l	EPA 6010C 2007	10
manganese	µg/l	EPA 6010C 2007	1
magnesio	µg/l	EPA 6010C 2007	10
sodio	µg/l	EPA 6010C 2007	10
nichel	µg/l	EPA 6010C 2007	1
piombo	µg/l	EPA 6010C 2007	0,1
zinco	µg/l	EPA 6010C 2007	1
cromo VI	µg/l	EPA 7199 1996	0,5
mercurio	µg/l	MPI 118 rev 3 2008	0,1
antimonio	µg/l	EPA 6010C 2007	5
selenio	µg/l	EPA 6010C 2007	5
stagno	µg/l	EPA 6010C 2007	5
vanadio	µg/l	EPA 6010C 2007	5
azoto ammoniacale	mg/l	APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003	0,05
ione nitrato	mg/l	UNI EN ISO 10304-1: 2009	0,1
ione nitrito	mg/l	APAT CNR IRSA 4050 Man 29 2003	0,01

Parametro	UM	Metodo	Min.Ril
azoto totale	mg/l N	APAT CNR IRSA 4060 Man 29 2003	0,1
ione cloruro	mg/l	UNI EN ISO 10304-1: 2009	0,1
ione solfato	mg/l	UNI EN ISO 10304-1: 2009	0,1
ione fluoruro	mg/l	UNI EN ISO 10304-1: 2009	0,1
cianuri liberi	µg/l	UNI EN ISO 14403:2005 annex B	1
idrocarburi totali	µg/l	ISO 9377-2:2000	10
Alifatici clorurati cancerogeni:			
1,1-dicloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,005
1,2-dicloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,3
clorometano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,15
cloruro di vinile	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,05
diclorometano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
esaclorobutadiene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,01
tetracloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
tricloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,15
triclorometano (cloroformio)	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,015
sommatoria organoalogenati	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
Alifatici clorurati no cancerogeni:			
1,1-dicloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	1
1,2-dicloroetilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	1
1,2-dicloropropano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,015
1,1,2-tricloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,02
1,2,3-tricloropropano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,0001
1,1,2,2-tetracloroetano	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,005
Aromatici:			
benzene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
etilbenzene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
stirene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
toluene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
p-xilene	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1
xileni	µg/l	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	0,1

COMUNE DI GUSPINI –PROVINCIA DEL MEDIO CAMPIDANO (VS)

Progetto agrivoltaico per la produzione energetica e agricola denominato "GR_Scanu", della potenza di 25.141,76 kWp

Parametro	UM	Metodo	Min.Ril
Policiclici aromatici:			
benzo(a)antracene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,01
benzo(a)pirene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,001
benzo(b)fluorantene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,01
benzo(k)fluorantene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,005
benzo(g,h,i)perilene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,001
crisene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,01
dibenzo(a,h)antracene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,001
indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,01
pirene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,005
fluorantene	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,005
sommatoria (31, 32, 33, 36)	µg/l	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	0,001

12. Programma dei monitoraggi

Si riportano qui di seguito le tabelle riepilogative dei monitoraggi da eseguirsi, distinti per componente ambientale e per cronologia (AO, CO, PO).

Monitoraggio atmosfera e clima:

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	Cicli	TOT SETTIMANE
AO	2	-	Unico	2
CO	2	11	2	4
PO	2	-	Unico	2

Acque superficiali

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	CICLI MONITORAGGIO	TOT CAMPIONAMENTI
AO	4	-	Unico	4
CO	4	11	2	8
PO	4	6	Unico	4

Acque sotterranee

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	CICLI MONITORAGGIO	TOTALE CAMPIONAMENTI
AO	1	-	Unico	1
CO	1	11	4 (1 monitoraggio per stagione)	4
PO	1	4	Unico	1

Suolo

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	FREQUENZA CICLI MONITORAGGIO	TOT CAMPIONAMENTI
AO	9	-	Unico	9
CO	9	11	Unico	9
CO	9	6	Unico	9

Monitoraggio Flora e habitat

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	FREQUENZA CICLI MONITORAGGIO	TOT MONITORAGGI
AO	Da decidere in A.O.	2	Mensile	2
CO	Da decidere in A.O.	11	Bimestrale	6
PO	Da decidere in A.O.	6	Trimestrale	2

Monitoraggio Fauna

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	FREQUENZA CICLI MONITORAGGIO	TOT MONITORAGGI
AO	Da decidere in A.O.	3	Mensile (almeno 2 monit. al mese)	6
CO	Da decidere in A.O.	11	Mensile (almeno 2 monit. al mese)	22
PO	Da decidere in A.O.	6	Mensile	6

Monitoraggio rumore

FASE	N. PUNTI	DURATA MESI	FREQUENZA	TOT MONITORAGGI
AO	5	1	LC: unica	LC: 5
CO	5	11	LC: semestrale	LC: 10
PO	5	4	LC: unica	LC: 5