

PV ICHNOSOLAR S.R.L.

Via Ettore de Sonnaz n. 19, 10121 Torino (TO) - Italy. P.I. 02379130517 - C.S. 10.000,00 i.v.
PEC pvichnosolar@pec.it
REA TO - 1293228

Impianto fotovoltaico "Macchiareddu" VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

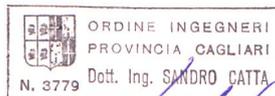
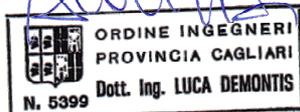


00	05/10/2021	Emissione	Gruppo di progettazione	Ing. Luca DEMONTIS	PV ICHNOSOLAR S.R.L.
REV.	DATA	OGGETTO	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Luca DEMONTIS
(coordinatore)

Ing. Sandro CATTA



Arch. Valeria MASALA (consulenza ambientale)

Arch. Alessandro MURGIA (consulenza urbanistica)

Geol. Alberto PUDDU (consulenza geologica)

Dott. Agr. Marco ATZENI (consulenza agronomica)

Dott. Agr. Sebastiano FALCONIO (consulenza agronomica)

TITOLO:

PMA - PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

R.22

NOTE:

PAGINE:

1 di 38

FORMATO:

A4

INDICE

INDICE	1
1. INTRODUZIONE.....	2
1.1 PREMESSA.....	2
1.2 IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA)	3
1.3 RIFERIMENTI NORMATIVI	3
1.3.1 Normativa comunitaria.....	3
1.3.2 Normativa nazionale.....	4
1.4 OBIETTIVI DEL PMA	4
1.5 ARTICOLAZIONE E CONTENUTI DEL PMA	5
2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO	6
3. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO	10
4. SINTESI DEGLI IMPATTI AMBIENTALI POTENZIALI.....	13
4.1 COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE.....	14
4.1.1 Atmosfera	14
4.1.2 Ambiente idrico	16
4.1.3 Suolo e sottosuolo	20
4.1.4 Flora e vegetazione.....	23
4.1.5 Fauna	27
4.1.6 Rumore	31

1. INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

Il presente documento costituisce il Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) dello Studio di Impatto Ambientale, redatto ai sensi dell'art. 22 del D.Lgs. 152/06 come modificato e integrato dal D.Lgs. 104/2017, relativamente al progetto di un impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a circa 42 MWp denominato "Macchiareddu" da realizzare nel territorio comunale di Uta all'interno del perimetro del Consorzio Industriale di Cagliari – C.A.C.I.P. di Macchiareddu, presentato dalla società PV Ichnosolar S.R.L.

L'impianto interessa un'area di 633.236 mq ricadente completamente all'interno dell'area industriale di Macchiareddu. I terreni prescelti, liberi da vincoli archeologici, di tutela ambientale e dell'ambiente idrico superficiale e profondo, rientrano nel perimetro dell'agglomerato industriale di Macchiareddu, area di competenza del Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari (CACIP).

L'obiettivo del progetto è la realizzazione di un impianto fotovoltaico installato a terra, di potenza nominale pari a circa 42 MWp, che sarà connesso in antenna a 220 kV ad una nuova Stazione Elettrica (SE) di smistamento della RTN a 220 kV che sarà a sua volta inserita in entra-esce alla linea 220 kV "Rumianca-Sulcis", previo potenziamento/rifacimento.

Sarà costituito complessivamente da 75.240 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino aventi ciascuno una potenza di picco totale di 555 Wp con una superficie captante di circa 196.592 m² e una superficie coperta (inclusa di cabine e altre opere accessorie) di circa 199.859 m².

Il proponente del progetto è la società PV ICHNOSOLAR S.R.L. in possesso delle capacità tecniche, economiche e finanziarie per la realizzazione e la gestione dell'impianto fotovoltaico.

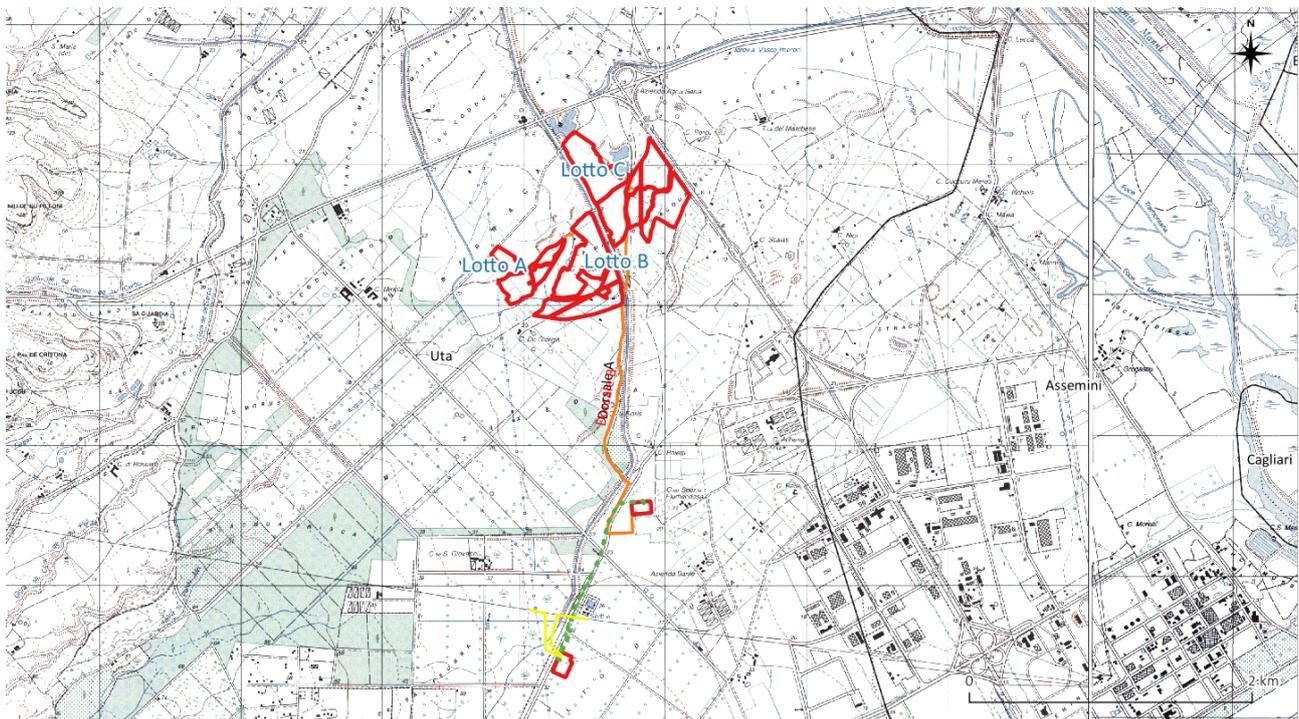


Figura 1 - Individuazione delle aree di progetto su IGM 25k (Fonte Regione Sardegna).

Il principale riferimento normativo che ha guidato l'elaborazione del presente PMA è costituito oltre che dalle previsioni dello SIA anche dalle "Linee guida per il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA, Decreto Legislativo 12 aprile 2006, n. 163 REV. 1 del 16/06/2014" redatto dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione per le Valutazioni Ambientali.

1.2 IL PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA)

Il Monitoraggio Ambientale, con l'entrata in vigore della Parte Seconda del D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii., è divenuto parte integrante del processo di Valutazione di Impatto Ambientale. Rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA ai sensi dell'art. 28 del T.U. Ambiente, lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di attuazione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA.

Il monitoraggio assicura "*il controllo sugli impatti ambientali significativi sull'ambiente provocati dalle opere approvate, nonché la corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera, anche al fine di individuare tempestivamente gli impatti negativi imprevisti e di consentire all'autorità competente di essere in grado di adottare le opportune misure correttive*" (art. 28, comma 1 del D.Lgs. 152/2006).

Il monitoraggio ambientale nella VIA comprende 4 fasi principali:

- **monitoraggio**, ossia l'insieme delle misure effettuate, periodicamente o in maniera continua, attraverso rilevazioni nel tempo (antecedentemente e successivamente all'attuazione del progetto) di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le sorgenti di contaminazione/inquinamento e/o le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o esercizio delle opere;
- **valutazione** della conformità con i limiti di legge e con le previsioni d'impatto effettuate in fase di verifica della compatibilità ambientale del progetto;
- **gestione** di eventuali criticità emerse in sede di monitoraggio non già previste in fase di verifica delle compatibilità ambientale del progetto;
- **comunicazione** dei risultati delle attività di monitoraggio, valutazione, gestione all'autorità competente e alle agenzie interessate.

1.3 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta di seguito l'analisi del contesto normativo vigente in materia di monitoraggio ambientale, sia a livello nazionale che internazionale (comunitario).

1.3.1 Normativa comunitaria

1. **Direttiva 96/61/CE** sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento per talune attività industriali ed agricole (sostituita dalla direttiva 2008/1/CE) ed oggi confluita nella direttiva 2010/75/UE sulle emissioni industriali);
2. **Direttiva 2001/42/CE** sulla Valutazione Ambientale Strategica di piani e programmi;
3. **Direttiva 2014/52/UE** che modifica la direttiva 2011/92/UE concernente la Valutazione d'Impatto Ambientale di determinati progetti pubblici e privati, introduce importanti novità in merito al monitoraggio ambientale, riconosciuto come strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente derivanti dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera, all'identificazione di eventuali effetti negativi significativi imprevisti e alla adozione di opportune misure correttive. Stabilisce inoltre che il monitoraggio:
 - non deve duplicare eventuali monitoraggi ambientali già previsti da altre pertinenti normative sia comunitaria che nazionali per evitare oneri ingiustificati;
 - è parte della decisione finale, che, ove opportuno, ne definisce le specificità in maniera adeguata e proporzionale alla natura, ubicazione e dimensione del progetto ed alla significatività dei suoi effetti sull'ambiente.

1.3.2 Normativa nazionale

1. **Decreto Legislativo 152/2006 e ss.mm.ii.:** attribuisce al monitoraggio ambientale valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si attua successivamente all'informazione sulla decisione (art. 19, comma 1, lett. h).

Ai sensi dell'art. 28, il monitoraggio ambientale, è parte integrante del provvedimento di VIA che *"contiene ogni opportuna indicazione per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti"*. Lo stesso art. 28 individua, per il monitoraggio, le seguenti finalità:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate;
 - corrispondenza alle prescrizioni espresse sulla compatibilità ambientale dell'opera;
 - individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisi per consentire all'autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell'impatto ambientale, possono comportare, a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato o la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate;
 - informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell'autorità competente e delle agenzie interessate.
2. **Linee guida per la predisposizione del Progetto di monitoraggio Ambientale (PMA)** delle opere soggette a procedure di VIA – rev. 1 del 16/06/2014

1.4 OBIETTIVI DEL PMA

Il Monitoraggio Ambientale rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare, attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi di realizzazione e di esercizio.

Gli obiettivi e le conseguenti attività che saranno programmate e adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati da:

1. Verifica dello scenario di riferimento utilizzato nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera.
2. Verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA e delle variazioni di scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi.

Il monitoraggio ha i seguenti obiettivi primari:

- verificare il rispetto delle previsioni di impatto ambientale individuate nello SIA, dalla fase anteriore alla realizzazione dell'intervento fino al post operam;
- rilevare in tempi brevi eventuali situazioni non previste in fase di progettazione e predisporre repentinamente le necessarie azioni correttive, in fase di costruzione del cantiere ed in fase di esercizio dell'impianto;
- verificare l'efficacia delle opere di mitigazione per la riduzione degli impatti ambientali generati dalla cantierizzazione dell'intervento;

- monitorare, durante le fasi di costruzione e di esercizio dell'impianto, il rispetto delle eventuali prescrizioni e raccomandazioni contenute nel provvedimento di VIA.

Stanti le precedenti premesse il PMA ha lo scopo di studiare gli eventuali impatti negativi che la realizzazione dell'impianto ha sull'ambiente circostante nella fase precedente agli interventi (fase ante operam), durante le lavorazioni di cantiere (fase in corso d'opera), durante il funzionamento dell'impianto e successivamente alla sua dismissione (fase post opera). Tali impatti negativi, i quali possono sia essere attesi nello Studio di Impatto Ambientale (SIA) che non previsti e/o non prevedibili, grazie al monitoraggio saranno mitigati tramite l'attuazione di adeguati sistemi correttivi.

Un'altra importante finalità del PMA è l'archiviazione, il controllo e la gestione dei dati per il controllo degli impatti sulle diverse componenti ambientali e per la diffusione dei risultati.

1.5 ARTICOLAZIONE E CONTENUTI DEL PMA

Il piano di monitoraggio, come previsto dalla Linee Guide redatte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, si articola in tre fasi:

- **monitoraggio ante operam (AO):** periodo che precede l'avvio delle attività di cantiere e che può essere avviato nelle fasi autorizzative successive all'emanazione del provvedimento di VIA; il monitoraggio ha, in questo caso, lo scopo di descrivere lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio di lavori per la realizzazione dell'impianto; l'analisi dello stato di fatto potrà essere utilizzato come livello di riferimento cui confrontare le misurazioni frutto delle indagini e dei monitoraggio delle fasi successive;
- **monitoraggio in corso d'opera (CO):** periodo che comprende le attività di cantiere per la realizzazione dell'opera quali l'allestimento del cantiere, le specifiche lavorazioni per la realizzazione dell'opera, lo smantellamento del cantiere e il ripristino dei luoghi. In questa fase il monitoraggio sarà utile a documentare l'evoluzione della situazione dell'ambiente delineata durante la fase precedente, al fine di verificare che l'andamento dei fenomeni sia coerente con le previsioni dello SIA. Si verificherà, inoltre, l'efficacia delle misure di mitigazione previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientale e si individueranno eventuali impatti ambientali non previsti o di entità superiore rispetto alle previsioni, con la conseguente programmazione delle opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- **monitoraggio post operam (PO):** periodo che comprende le fasi di esercizio e di eventuale dismissione dell'opera, riferibili quindi al periodo che precede l'entrata in esercizio dell'opera nel suo assetto funzionale definitivo (pre-esercizio), all'esercizio dell'opera (eventualmente articolato a sua volta in diversi scenari temporali di breve/medio/lungo periodo) e alle attività di cantiere per la dismissione dell'opera alla fine del suo ciclo di vita. La fase post opera è di fondamentale importanza per la verifica che eventuali alterazioni temporanee intervenute in fase di cantiere rientrino entro i valori previsti e che eventuali trasformazioni permanenti siano compatibili con l'ambiente. Inoltre verrà verificata l'efficacia delle opere di mitigazione ambientale adottate.

2. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'IMPIANTO

L'impianto interessa un'area di 633.236 mq ricadente completamente all'interno dell'area industriale di Macchiareddu. I terreni prescelti, liberi da vincoli archeologici, di tutela ambientale e dell'ambiente idrico superficiale e profondo, rientrano nel perimetro dell'agglomerato industriale di Macchiareddu, area di competenza del Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari (CACIP).

L'area complessiva è distribuita su n. 3 lotti distinti ubicati nel Comune di Uta (lotti A, B e C) nei fogli catastali n. 34, 35, 43:

- Lotto A (Ovest): di estensione 9,50 ha e quota media di 15 m s.l.m. ubicato nel comune di Uta (CA)
- Lotto B (Centro): di estensione 20,87 ha e quota media di 15 m s.l.m. ubicato nel comune di Uta (CA);
- Lotto C (Nord-est): di estensione 32,95 ha e quota media di 15 m s.l.m. ubicato nel comune di Uta (CA).

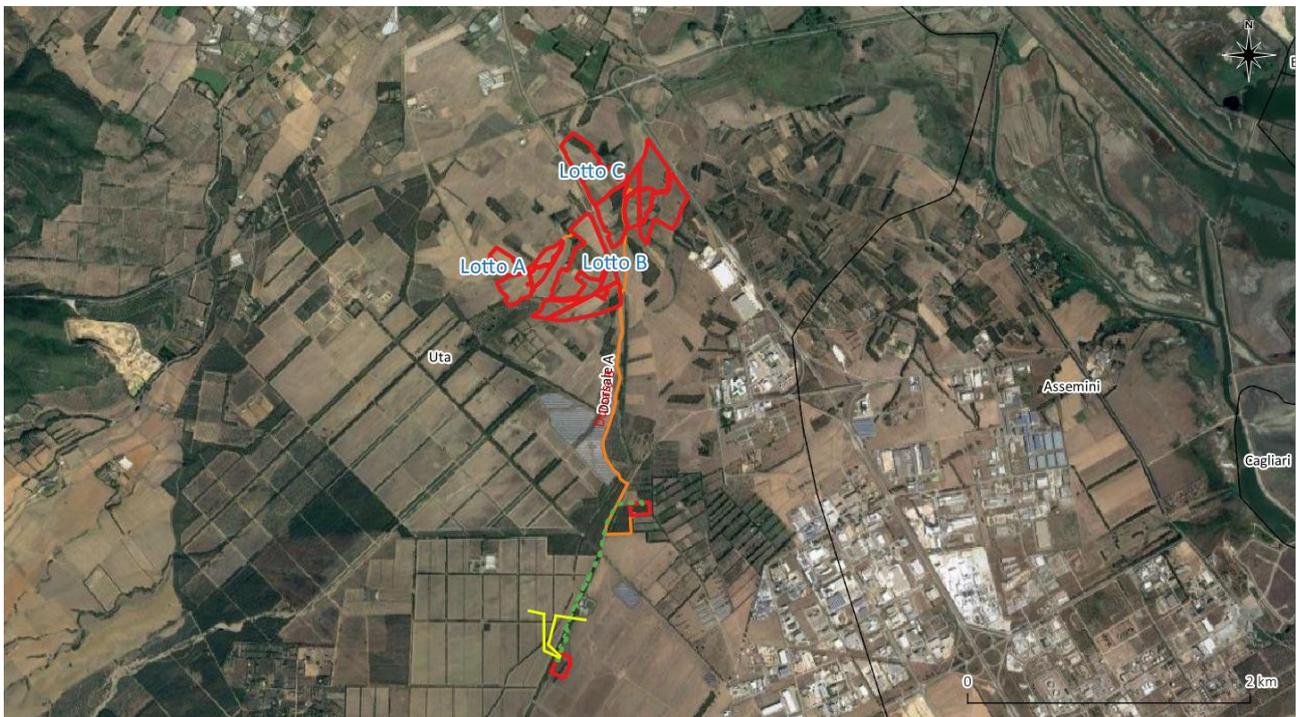


Figura 2 – Dettaglio su ortofoto delle aree di progetto.

Il progetto prevede l'installazione di 75.240 moduli in silicio monocristallino che saranno posizionati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e rotazione massima variabile tra -55° (est) e $+55^\circ$ (ovest), per una superficie captante di circa 196.592 mq.

La potenza di picco prevista dell'impianto è di 42 MWp, ottenuta utilizzando moduli aventi ciascuno una potenza di picco totale di 555 Wp.

La soluzione tecnologica proposta prevede un sistema ad inseguitore solare in configurazione monoassiale che alloggia file da 12 o 18 o 36 moduli, per un totale di 2.505 trackers, con altezza al mozzo delle strutture di circa 1,7 m dal suolo. In questo modo nella posizione a $\pm 55^\circ$ i pannelli raggiungono un'altezza minima dal suolo di 0,8 m e un'altezza massima di circa 2,60 m.

La distanza prevista tra gli assi delle strutture di supporto, affinché non vi siano ombreggiamenti e al fine di mantenere una distanza minima tra le file di pannelli in posizione orizzontale di 2,0 metri, è di circa 4,0 m.

I moduli saranno installati a terra tramite tracker mono-assiali, in acciaio zincato, orientati con asse principale nord-sud e tilt massimo variabile tra -55° e $+55^\circ$.

Tabella riepilogativa Lotti:

n moduli da 555 watt :	75.240
Potenza:	42 MW (41.758,20 kW)
n cabine:	10
Capacità a cabina:	circa 4 MW
Superficie/modulo:	2.613 mq
Superficie moduli:	196.592 mq
Superficie cabine (31,4 mq/cad):	313 mq
Superficie Coperta (struttura fase+trackers+cabine+altro):	199.859 mq
Superficie lotto:	633.236 mq
Rapporto di Copertura:	31,6% (<40%)

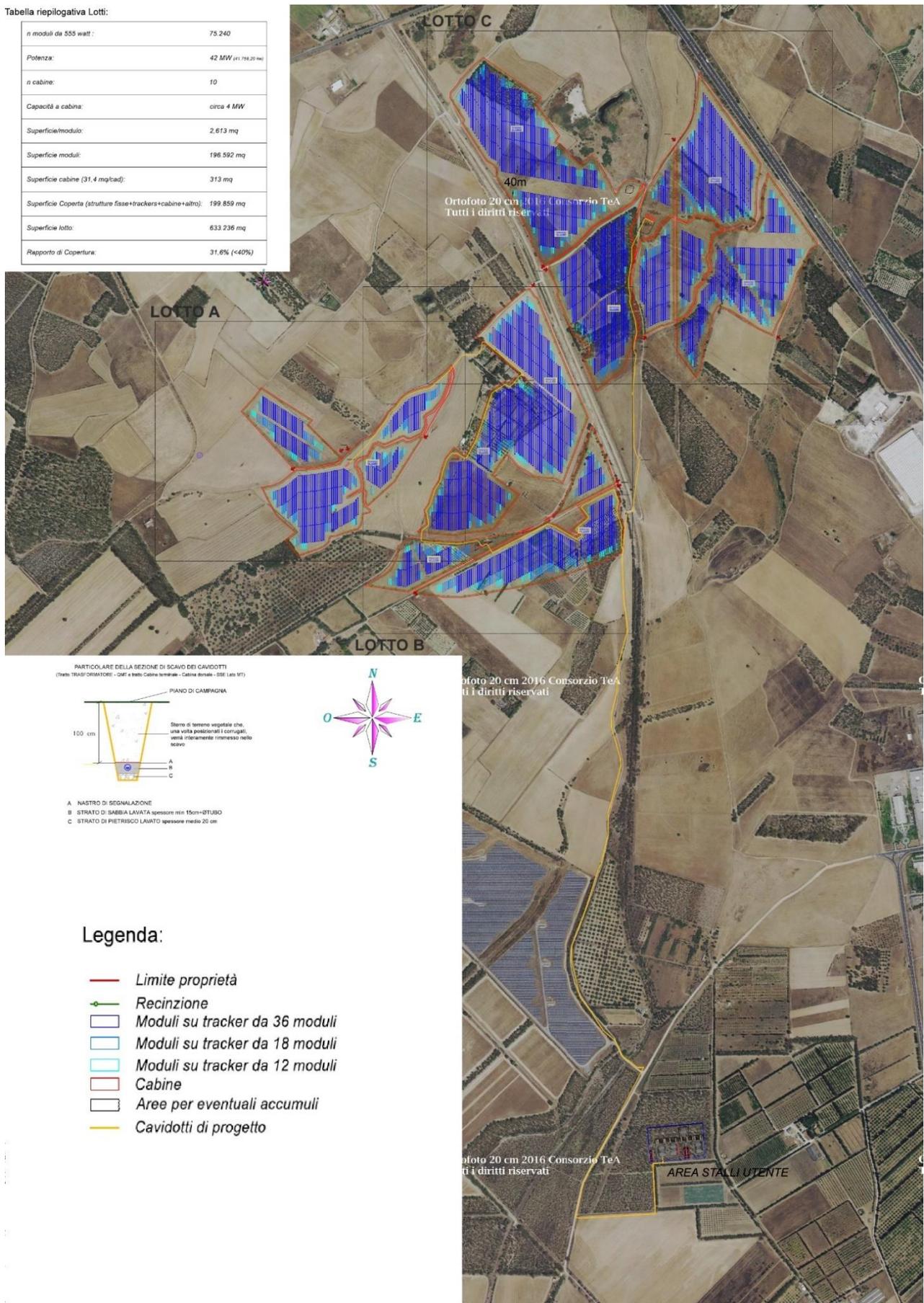


Figura 3 – Planimetria Generale di Progetto.

Il calcolo delle potenze suddivise per ciascuno dei tre lotti è riportato nella tabella seguente:

Tabella 1 – Calcolo potenza suddiviso per Lotti

Calcolo Potenza (tacker da 36 moduli)					
Lotto	n. moduli/tracker	n. Tracker	n. moduli	Potenza Modulo [Wp]	Potenza [MWp]
A (Ovest)	36	204	7.344	555	4,07592
B (Centro)		607	21.852		12,12786
C (Nord est)		972	34.992		19,42056
TOTALE		1.783	64.188		35,6
Calcolo Potenza (tracker da 18 moduli)					
Lotto	n. moduli/tracker	n. Tracker	n. moduli	Potenza Modulo [Wp]	Potenza [MWp]
A (Ovest)	18	48	864	555	0,47952
B (Centro)		148	2.664		1,47852
C (Nord est)		202	3.636		2,01798
TOTALE		398	7.164		4,0
Calcolo Potenza (tracker da 12 moduli)					
Lotto	n. moduli/tracker	n. Tracker	n. moduli	Potenza Modulo [Wp]	Potenza [MWp]
A (Ovest)	12	99	1.188	555	0,65934
B (Centro)		111	1.332		0,73926
C (Nord est)		114	1.368		0,75924
TOTALE		324	3.888		2,2
TOTALE			75.240		41,75820

La superficie coperta in progetto (impianto, cabine ed eventuale altre aree di servizio) è di 20 ettari, per un indice di copertura del 31,6% (<40%), in conformità all'art. 11.2 delle Norme Tecniche di Attuazione, Sesta Variante al Piano Regolatore Territoriale dell'Area di Sviluppo Industriale di Cagliari.

Sono previste fasce di distacco dai confinanti di 12 m, fasce di distacco dalla strada di piano prevista dalla zonizzazione CACIP e dagli edifici di 15 m.

Le strade interne ai lotti (strada perimetrale e strade interne di raccordo dei filari di pannelli) hanno una larghezza minima di 5m. Il progetto prevede che sia nella fase di cantiere che in quella di esercizio l'accesso al campo fotovoltaico consenta un transito agevolato dei mezzi di lavoro e degli autoveicoli addetti alla manutenzione. Di seguito è riportato il calcolo delle superfici coperte:

Tabella 2 – Calcolo della superficie coperta suddiviso per Lotti

Calcolo Superficie Coperta dei tracker con 36 moduli			
Lotto	n. Tracker	Sup. massima/tracker [mq]	Proiezione al suolo [mq]
A (Ovest)	204	94,1	19.189
B (Centro)	607		57.0969
C (Nord est)	972		91.429
TOTALE	1.783		167.715
Calcolo Superficie Coperta dei tracker con 18 moduli			
Lotto	n. Tracker	Sup. massima/tracker [mq]	Proiezione al suolo [mq]
A (Ovest)	48	47,0	2.258
B (Centro)	148		6.961
C (Nord est)	202		9.500
TOTALE	398		18.719

Calcolo Superficie Coperta dei tracker con 12 moduli			
Lotto	n. Tracker	Sup. massima/tracker [mq]	Proiezione al suolo [mq]
A (Ovest)	99	31,4	3.104
B (Centro)	111		3.480
C (Nord est)	114		5.374
TOTALE	324		10.159

Calcolo Superficie Coperta delle Cabine Inverter			
Lotto	n. cabine	Sup. /cabina [mq]	Occupazione di suolo [mq]
A (Ovest)	1	31,3	31
B (Centro)	4		125
C (Nord est)	5		157
TOTALE	10		313

Calcolo Superficie Coperta eventuali accumuli e servizi ausiliari			
Lotto	n. cabine	Sup. /accumulo [mq]	Occupazione di suolo [mq]
A (Ovest)	1	295,4	295
B (Centro)	4		1.182
C (Nord est)	5		1.477
TOTALE	10		2.954

Calcolo Superficie Coperta TOTALE						
Lotto	Sup. Moduli	Sup. Inverter	Sup. Accumuli	Sup. TOTALE	Sup. Lotto	RC [%]
A (Ovest)	24.550	31	295	24.877	95.010	26,2%
B (Centro)	67.537	125	1.182	68.844	208.764	33,0%
C (Nord est)	104.504	157	1.477	106.138	329.462	32,2%
TOTALE	196.592	313	2.954	199.859	633.236	31,6%

Superfici coperte di input:

Tracker da 36 moduli = 94,06 m ²	Tracker da 18 moduli = 47,03 m ²	Tracker da 12 moduli = 31,35 m ²
Cabina Inverter (12,80x2,45m e h circa 2,90m) = 31,36 m ²		Eventuale accumulo e servizi accessori/cabina = 295,4 m ²

3. DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO

Le fasi principali relative alla costruzione e messa in esercizio di un impianto fotovoltaico a terra sono le seguenti:

1. **preparazione della viabilità di accesso:** operai specializzati, mediante l'impiego di macchine operatrici, provvederanno alla manutenzione delle strade esistenti tramite eliminazione di erbe infestanti ed eventuali piante cespugliose che invadono le carreggiate, nei tratti di viabilità rurale caratterizzata da traffico limitato. Dove necessario verrà regolarizzato il fondo stradale;

2. **impianto del cantiere:** questa fase riguarda tutte le operazioni necessarie per delimitare le aree di cantiere e per realizzare le piazzole di stoccaggio dei materiali, ricovero e manutenzione dei mezzi d'opera, nonché i punti in cui verranno installati le cabine di servizio per il personale addetto e i box per uffici, spogliatoi, servizi igienici, spazio mensa, depositi per piccola attrezzatura e minuterie, ecc. Tali lavori comprenderanno:

- Verifica catastale dei confini utili al tracciamento della recinzione dell'impianto così come verrà autorizzata;
- Livellamento e spianamento delle aree di cantiere destinate alla posa delle cabine per il personale e box uffici, servizi igienici, ecc.;
- Compattazione del terreno nelle zone che saranno soggette a traffico veicolare e movimentazione di mezzi d'opera;
- Infissione dei pali lungo tutti i perimetri delle aree e montaggio della rete a maglia sciolta con ingressi dotati di cancelli;
- Realizzazione di un impianto di illuminazione e di videosorveglianza;

3. **pulizia dei terreni:** operai specializzati tramite l'utilizzo di trincia erba puliranno il terreno, al fine di ottenere delle aree prive di ostacoli vegetali e facilmente accessibili ai tecnici per le successive operazioni di picchettamento;

4. **picchettamento delle aree:** i tecnici di cantiere mediante l'impiego di strumentazioni topografiche con tecnologia GPS, individueranno i limiti e i punti significativi del progetto, utili al corretto posizionamento dei moduli FV;

5. **livellamento del terreno:** eventuali parti di terreno che presentano dei dislivelli incompatibili con l'allineamento del sistema tracker – pannello, verranno adeguatamente livellati da operai specializzati che si serviranno di macchine operatrici. L'eliminazione delle asperità superficiali, al fine di rendere agevoli le operazioni successive, interesserà unicamente lo strato superficiale del terreno per una profondità di circa 20 – 30 cm: in questo modo si rispetterà l'andamento naturale del terreno che presenta solo delle leggere acclività;

6. **viabilità interna:** operai specializzati, mediante l'impiego di macchine operatrici, provvederanno alla realizzazione della viabilità interna, delle aree di stoccaggio dei materiali e di sosta delle macchine e mezzi, e delle piazzole per la posa delle cabine di trasformazione;

7. **rifornimento delle aree di stoccaggio:** tutti i materiali utili al completamento del progetto saranno approvvigionati in apposite aree di stoccaggio per mezzo di autocarri o trattori. Gli operai giungeranno nelle aree di cantiere per mezzo di autovetture private, piccoli autocarri o pulmini;

8. **movimentazione dei materiali e delle attrezzature all'interno del cantiere:** si prevede che la movimentazione di materiali ed attrezzature venga effettuato per mezzo di muletti o gru che scaricheranno il materiale dagli autocarri e caricheranno, in seguito al loro deposito nelle aree di stoccaggio, appositi rimorchi trainati da trattori adatti al transito all'interno di terreni agricoli;

9. **scavo trincee, posa cavidotti e rinterrì:** mediante l'impiego di adeguate macchine operatrici (escavatori cingolati e/o gommati), si provvederà allo scavo delle trincee di posa delle condotte in cui saranno posati i cavi per la bassa, media e alta tensione. A seconda del tipo di intensità elettrica che percorrerà i cavi interrati, la profondità dello scavo potrà variare da un minimo di 60 cm, per i cavi BT, ad un massimo di 120 cm per i cavi AT. Le zone interessate da questa lavorazione saranno quelle in prossimità della viabilità interna all'impianto, anche in funzione della successiva manutenzione in caso di guasti;

10. **posa delle cabine di trasformazione:** mediante l'impiego di autogrù verranno posate le cabine di trasformazione BT/MT;

11. **infissione dei pali di sostegno nel terreno:** operai specializzati tramite l'uso di idonea macchina battipalo, provvederanno all'infissione nel terreno dei supporti (pali metallici) su cui andranno montati e ancorati i telai di sostegno dei pannelli fotovoltaici;

12. **montaggio dei telai metallici di supporto dei moduli:** sui pali infissi nel terreno verranno ancorati i telai di sostegno dei moduli fotovoltaici, da operai specializzati con ausilio di attrezzatura manuale e/o macchinari per il trasporto di materiali metallici;

13. **montaggio dei moduli FV:** sui supporti metallici verranno ancorati i moduli (o pannelli) fotovoltaici;

14. **realizzazione rete di distribuzione dai pannelli alle cabine e cablaggio interno:** tutti i pannelli saranno adeguatamente collegati alle relative cabine in cui saranno posizionati gli inverter e il trasformatore BT/MT. Ogni cabina servirà un numero di pannelli tale da raggiungere una potenza collegata media di 4 MW: si prevede di installare un numero di cabine pari a 11, per un totale di circa 43 MW di potenza totale installata;

15. **cablaggio della rete di distribuzione dalle cabine alla sottostazione:** tutte le cabine di trasformazione BT/MT andranno collegate alla sottostazione di trasformazione MT/AT. Operatori specializzati inseriranno gli appositi cavi elettrici all'interno dei cavidotti già predisposti e collegheranno gli stessi tramite morsettiere fino alla sottostazione;

16. **realizzazione sottostazione di trasformazione MT/AT:** gli interventi previsti per la realizzazione della sottostazione comprendono le seguenti attività:

- Messa in opera della recinzione metallica e cancello di ingresso;
- Posa dei pali di illuminazione;
- Messa in opera dell'impianto di videosorveglianza;
- Realizzazione delle platee in calcestruzzo armato per la posa dei trasformatori;
- Posa del locale prefabbricato per i cavi in MT provenienti dalle cabine;
- Posa dei quadri di protezione AT e quadri di distribuzione per servizi ausiliari;
- Posa del trasformatore con l'impiego di un auto gru;
- Montaggio dispositivi di sgancio e sezionamento.

Si tratterà di una lavorazione di elevata complessità per il numero di lavorazioni e per il contenuto tecnico delle stesse che impiegherà per più mesi personale specializzato, tecnici e comporterà l'utilizzo di varie attrezzature quali ruspe, escavatori, autocarri, autogrù e altri mezzi per la movimentazione di materiali ed attrezzature;

17. **posa dei cavi dalla sottostazione alla esistente linea di alta tensione:** si tratta della lavorazione con la quale si realizzerà il collegamento tra la sottostazione di trasformazione MT/AT fino al traliccio più vicino della linea esistente di alta tensione (linea 220 kV "Rumianca-Sulcis"). In particolare, si inseriranno i cavi

elettrici all'interno dei cavidotti già realizzati precedentemente e il collegamento degli stessi tramite morsettiere fino alla linea AT di Terna.

18. rimozione delle aree di cantiere secondarie: si tratta della fase conclusiva del cantiere principale e dei vari sotto-cantieri, una volta terminate tutte le necessarie lavorazioni per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico;

19. realizzazione delle opere di mitigazione: contemporaneamente alle fasi di rimozione del cantiere si inizieranno a realizzare le opere di mitigazione previste dal progetto e dal piano del verde: preparazione e trattamento del terreno e impianto delle nuove essenze arboree (arbusti e alberature);

20. definizione dell'area di cantiere permanente: si tratta della predisposizione di un'area destinata ad accogliere le macchine e le attrezzature necessarie ed indispensabili per la corretta gestione e manutenzione del parco fotovoltaico, per l'intera vita utile dell'impianto stimata in 25-30 anni.

Ricevute tutte le autorizzazioni e le concessioni relative al nuovo impianto, i tempi di realizzazione delle opere necessarie saranno in linea di massima brevi, presumibilmente nell'ordine di **12 mesi** come riportato nel cronoprogramma seguente.

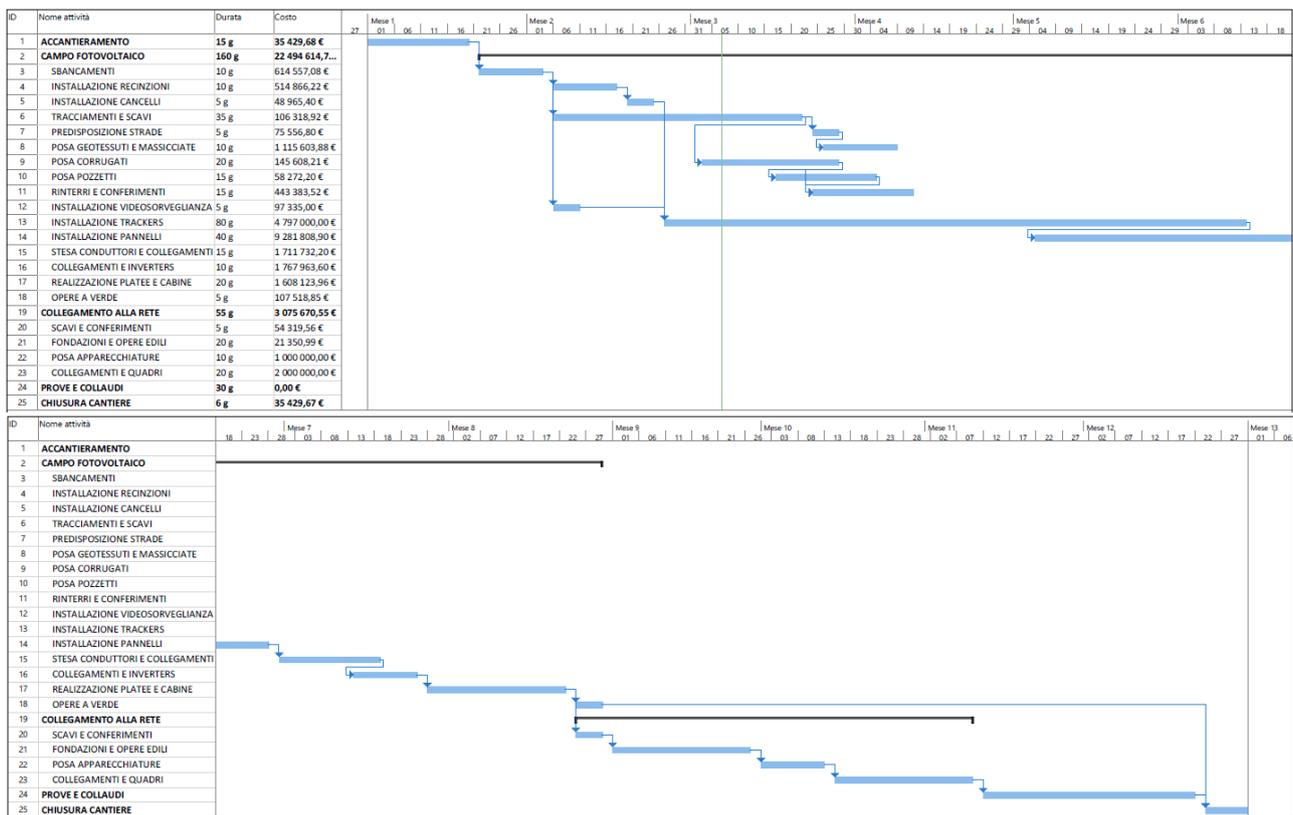


Figura 4 – Cronoprogramma dei lavori di costruzione dell'impianto fotovoltaico in mesi.

4. SINTESI DEGLI IMPATTI AMBIENTALI POTENZIALI

Il piano di monitoraggio ambientale deve garantire, seppure con propria autonomia, la piena coerenza con i contenuti dello Studio di Impatto Ambientale relativamente alla caratterizzazione dello stato dell'ambiente nello scenario di riferimento che precede l'attuazione del progetto (ante operam) e alle previsioni degli impatti ambientali significativi connessi alla sua attuazione (in corso d'opera e post operam).

Sulla base delle caratteristiche e della localizzazione del progetto, nello SIA, è stato descritto lo stato attuale (scenario di base) delle componenti ambientali potenzialmente interferite dalla realizzazione del progetto in esame.

Sono stati inoltre ben identificati e descritti approfonditamente i possibili impatti significativi potenzialmente correlati alla costruzione, all'esercizio e alla dismissione dell'impianto fotovoltaico su tutte le componenti ambientali che sono state prese in esame nonché le misure previste per impedire, ridurre e compensare nel modo più completo possibile gli impatti ambientali negativi, potenzialmente derivanti dalla realizzazione e del progetto.

Allo scopo di definire la stima della significatività degli impatti, è stata condotta un'analisi dell'alterazione quali-quantitativa delle singole componenti ambientali rispetto alla condizione di riferimento dovuta all'impatto generato dalle attività in progetto, definendo la significatività di ciascun impatto in funzione della sua tipologia, portata (intesa come estensione dell'areale interessato e densità della popolazione interessata), reversibilità e durata nel tempo.

Sulla base delle azioni di progetto, dei fattori di impatto delle componenti ambientali analizzate nel quadro ambientale è stata redatta la matrice di seguito riportata che specifica le azioni in grado di generare impatto ed i relativi fattori di impatto.

Componente ambientale	Azioni		Fattori di impatto
	Fase di cantiere (Costruzione e dismissione)	Fase di esercizio	
Atmosfera	Scavi e riporti Trasporto materiali	Funzionamento impianto	Emissioni di polveri Emissioni inquinanti atmosferici
Suolo e sottosuolo	Installazione dei moduli fotovoltaici Regolarizzazione del lotto Trasporto materiali	Presenza dei moduli fotovoltaici	Consumo di suolo Modifica dello stato geomorfologico Accidentale sversamento di idrocarburi
Acque superficiali e sotterranee	Installazione dei moduli fotovoltaici Trasporto materiali	Pulizia e manutenzione dell'impianto	Utilizzo di acqua Modifica del drenaggio superficiale Accidentale sversamento di idrocarburi
Flora, Fauna ed ecosistemi	Scavi e riporti Trasporto materiali Installazione dei moduli	Funzionamento impianto	Espianto di esemplari arborei Consumo di vegetazione Variazione del campo termico Emissioni di polveri Inquinamento luminoso
Paesaggio	Presenza stessa del cantiere	Presenza stessa dell'impianto	Cambiamenti fisici degli elementi che costituiscono il paesaggio

			Impatto visivo e luminoso del cantiere
Salute pubblica	Trasporto materiali	Funzionamento impianto	Emissioni di polveri e rumore Aumento del traffico stradale Rischi sulla salute derivanti dalla presenza dei campi elettromagnetici
Sistema antropico e socio-economico	Manodopera	Manodopera	Aumento delle spese e del reddito del personale coinvolto

4.1 COMPONENTI AMBIENTALI DA MONITORARE

A partire dalle indicazioni e dalle analisi svolte nello Studio di Impatto Ambientale sulle diverse componenti ambientali che possono subire eventuali effetti negativi dalla costruzione dell'opera, si forniranno le indicazioni riguardanti il monitoraggio ambientale nelle varie fasi caratterizzanti la vita dell'impianto.

Le componenti ambientali potenzialmente interessate da impatti negativi sono le seguenti:

1. Atmosfera (qualità dell'aria).
2. Ambiente idrico (acque sotterranee e acque superficiali).
3. Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia).
4. Flora e vegetazione.
5. Fauna.
6. Rumore.

4.1.1 Atmosfera

I potenziali ricettori della componente atmosfera sono identificati nei fruitori dell'area e più in generale nella popolazione residente nei centri urbani vicini

Durante le fasi di realizzazione delle opere in progetto, le attività potenzialmente generatrici di effetti negativi per l'atmosfera, e quindi per la qualità dell'aria, a causa dell'inevitabile emissioni di polveri, sono essenzialmente riconducibili alle operazioni di scavo del terreno per la realizzazione delle fondazioni e delle trincee per la posa dei cavidotti, al traffico dei mezzi all'interno dell'area di cantiere per la movimentazione ed il trasporto del materiale escavato, oltre che alle emissioni generate dall'erosione del vento dai cumuli di terreno stoccato all'interno delle aree di cantiere, per poter essere utilizzato nelle successive fasi di rimodellamento morfologico del terreno. Considerato la relativa durata delle operazioni di scavo e movimentazione terra non si prevede un monitoraggio sulla componente ambientale "atmosfera".

Per quanto riguarda la fase Ante Operam, utile a determinare lo stato "zero" prima dell'avvio dei lavori di costruzione dell'impianto, risulta ben definita data la presenza di diverse stazioni ARPAS nelle vicinanze dell'area di progetto (si veda par. 5.4.1 dello SIA).

La presenza di dette stazioni non rende necessario l'apprestamento di ulteriori stazioni di rilevamento.

4.1.1.1 Mitigazione delle interferenze

Durante la fase di cantiere saranno adottate tutte le accortezze per ridurre le interferenze dovute all'innalzamento di polveri, ed in particolare saranno messe in campo le seguenti mitigazioni degli impatti:

- periodica e frequente bagnatura dei tracciati interessati dagli interventi di movimento terra;

- i mezzi di cantiere saranno sottoposti, a cura dell'appaltatore, a regolare manutenzione come da libretto d'uso e manutenzione;
- durante le operazioni di carico e/o carico di materiali o rifiuti, si limiteranno le emissioni di gas di scarico degli automezzi, evitando di mantenere il motore acceso quando non necessario;
- circolazione degli automezzi a bassa velocità per evitare l'eccessivo sollevamento delle polveri;
- bagnatura e/o copertura dei cumuli di terreno e altri materiali da riutilizzare e/o smaltire presso una discarica autorizzata;
- pulizia ad umido degli pneumatici dei veicoli in uscita dal cantiere e/o in ingresso sulle strade frequentate dal traffico estraneo.

L'area circostante il sito dell'impianto è interessata da insediamenti antropici e da infrastrutture posizionati relativamente vicino che potrebbero compromettere la qualità dell'aria (gran parte delle attività umane facenti parte dell'agglomerato industriale di Macchiareddu sono comprese in un raggio di circa 3,5 km dalle aree di intervento). L'impianto in progetto, al contrario, è un'opera assolutamente priva di emissioni aeriformi e non sono quindi previste interferenze con il comparto atmosfera.

Gli impatti relativi alla fase di dismissione sono paragonabili a quelli già individuati per la fase di cantiere e, quindi, riconducibili essenzialmente a:

- innalzamento di polveri;
- emissioni di rumore e vibrazioni.

Per quanto riguarda le opere di mitigazione del cantiere in fase di dismissione, vale quanto già descritto relativamente alla fase di realizzazione dell'opera.

4.1.1.2 Modalità del monitoraggio

In fase di cantiere:

- controllo periodico giornaliero del transito dei mezzi e del materiale di trasporto, del materiale accumulato (terre da scavo);
- verifica visiva delle caratteristiche delle strade utilizzate per il trasporto;
- controllo dello stato degli pneumatici dei mezzi che trasportano e spostano materiale in rito;
- verifica dei cumuli di materiale temporaneamente stoccato e delle condizioni meteo relative, soprattutto, alle raffiche di vento.

In fase di cantiere le operazioni di controllo giornaliero saranno effettuate dalla Direzione Lavori.

Inoltre, dovranno essere previste le seguenti azioni:

- analisi delle caratteristiche climatiche e meteo dell'area della zona tramite anche la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici disponibili per verificare l'influenza delle caratteristiche locali sulla diffusione e trasporto delle polveri;
- dare opportune indicazioni sulle coperture da utilizzare sui mezzi che trasportano materiale di scavo e terre;
- indicare alle imprese la viabilità da percorrere per evitare l'innalzamento delle polveri;
- controllare degli pneumatici che non risultino particolarmente usurati e che possa quindi favorire l'innalzamento di polveri;
- far adottare tutte le necessarie misure di mitigazione, valutate in tempi congrui, per evitare l'innalzamento di polveri.

4.1.2 Ambiente idrico

I principali corsi d'acqua sono costituiti dal Rio Santa Lucia e dal Riu Cixerri che delimitano rispettivamente a Sud e a Nord l'area di progetto; il primo scorre sul bordo occidentale della pianura di Capoterra dopo la confluenza del Riu Gutturreddu e del Riu Gutturu Mannu che scorrono nelle incisioni vallive dei rilievi del Sulcis e che immettendosi nell'area di pianura danno vita al conoide alluvionale; il secondo, presenta un corso rettificato prima di immettersi nell'omonimo lago artificiale che ne regola le portate prima di immettersi nel Riu Mannu e da qui nello Stagno di Cagliari. L'attività dei corsi d'acqua è prevalentemente stagionale.

Il monitoraggio delle acque superficiali ha lo scopo mettere in evidenza eventuali modificazioni nella composizione chimica dei corpi idrici prossimi alle aree di intervento e risalire alle cause. Si determina in questo modo se le variazioni dei corpi idrici sono dovute alla realizzazione dell'impianto, per poter mettere in campo i correttivi che permettano di risolvere gli impatti negativi e ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente della fase Ante Operam.

Data la particolare tipologia degli interventi previsti, i possibili impatti sull'ambiente idrico sono essenzialmente riconducibili alle fasi di cantiere (presenza dei mezzi d'opera, necessità di approvvigionamento di cantiere ed alle operazioni di scavo), mentre sono trascurabili o assenti eventuali impatti generati dalla fase di esercizio. L'intervento, infatti, non si relaziona in alcun modo con le falde sotterranee e le profondità di scavo previste non causano nessuna interferenza con l'ambiente di falda.

Il consumo di acqua per le attività di cantiere è legato soprattutto alle operazioni di bagnatura delle superfici, al fine di limitare il sollevamento delle polveri prodotte dal passaggio degli automezzi sulle strade sterrate, ma non è previsto il prelievo diretto della risorsa idrica da acque superficiali o da pozzi.

Un elemento di criticità potrebbe invece identificarsi nello sversamento accidentale degli idrocarburi provenienti dai mezzi di cantiere, ma date le esigue quantità di idrocarburi contenuti nei serbatoi e la profondità delle falde acquifere, si può affermare che si tratta di rischi specifici poco rilevanti.

Si prevedono pertanto un punto di monitoraggio a monte ed uno a valle per ciascuno dei corpi idrici individuati.

La localizzazione dei punti di monitoraggio verrà concordata con gli Enti di controllo prima dell'inizio delle attività di cantiere.

4.1.2.1 Mitigazione delle interferenze

Durante la fase di cantiere saranno adottate le seguenti azioni di mitigazione:

- oculata ubicazione del cantiere e utilizzo di servizi igienici chimici, senza possibilità di rilascio di sostanze inquinanti nel sottosuolo;
- verifica della presenza di falde acquifere prima della realizzazione delle fondazioni. Data la profondità degli scavi previsti, è presumibile che le opere di fondazione siano sempre predisposte sopra il livello di falda;
- stoccaggio opportuno dei rifiuti evitando il rilascio di percolato e olii. Si precisa che non si prevede la produzione di rifiuti che possono rilasciare percolato, tuttavia anche il rifiuto prodotto da attività antropiche in prossimità del cantiere sarà smaltito giornalmente o secondo le modalità di raccolta differenziata previste nell'area;
- ubicazione dei tracker ad opportuna distanza dai corsi d'acqua, così come è previsto in progetto anche in virtù della presenza di vincoli paesaggistici ed idrogeologici;
- realizzazione di cunette per la regimentazione delle acque meteoriche nel perimetro delle aree di cantiere, da ridimensionare a seguito della rinaturalizzazione delle opere;
- dotazione di kit anti-inquinamento da utilizzare in caso di accidentali sversamenti di idrocarburi nel suolo.

4.1.2.2 Modalità del monitoraggio

Il monitoraggio sui possibili impatti sull'ambiente idrico, dovuti alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico, sarà articolato in tre fasi:

1. Monitoraggio Ante Operam (MAO): prima dell'inizio dei lavori sarà effettuato uno studio che metta in evidenza lo stato della risorsa idrica prima dell'intervento, utile per avere dei riferimenti e dei valori limite a cui attenersi durante il monitoraggio in fase di cantierizzazione e di esercizio dell'impianto.
2. Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO): durante la fase del cantiere si verificherà se ci saranno delle modificazioni rispetto allo stato ante operam. Nel caso in cui si dovessero riscontrare degli effetti sull'ambiente idrico si verificherà che tali cambiamenti siano temporanei e non superano le soglie definite nella fase precedente.
3. Monitoraggio Post Operam (MPO): a seguito della dismissione dell'impianto saranno verificati gli impatti che l'impianto avrà eventualmente causato durante la sua fase di esercizio. Sarà utile per verificare che gli impatti ambientali siano coerenti rispetto alle previsioni contenute nello Studio di Impatto Ambientale e per verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste.

I punti di monitoraggio in cui saranno effettuati dei campionamenti con frequenza programmata, saranno posizionati a monte dell'area di progetto e valle della stessa, in entrambi i corsi d'acqua prossimi alle aree di progetto: il Riu S'Isca de Arcosu ed il Gora S'acqua Frisca.

Il monitoraggio consisterà in analisi di laboratorio che avranno lo scopo di identificare le caratteristiche chimico-fisico-batteriologiche dell'acqua che verrà prelavata a campione. Il monitoraggio consentirà di raggiungere i seguenti obiettivi:

- definire lo stato della risorsa idrica prima dell'inizio dei lavori per la realizzazione dell'opera;
- proporre adeguate misure di salvaguardia o di mitigazione degli eventuali effetti negativi sulla componente ambientale idrica e verificarne o meno l'efficacia;
- fornire le informazioni necessarie relativi agli esiti del monitoraggio agli Enti preposti nel territorio interessato dall'intervento.

Il monitoraggio delle acque verrà eseguito mediante prelievo di campioni d'acqua in corrispondenza dei punti di misura identificati in modo da permettere:

- il rilievo del corpo idrico a monte e a valle dell'opera in progetto durante la realizzazione della stessa, allo scopo di valutare le eventuali variazioni dovute alla presenza del cantiere;
- il rilievo del corpo idrico a valle dell'opera nelle fasi ante e post operam.

I parametri da sottoporre alle attività di monitoraggio sono stati identificati facendo riferimento alle indicazioni contenute nel Piano di tutela della Acque che ha lo scopo di coordinare le misure e gli interventi per gli "obiettivi di qualità ambientale" e per gli "obiettivi di qualità per specifica destinazione".

L'obiettivo di qualità ambientale è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali e ben diversificate.

L'obiettivo di qualità per specifica destinazione individua lo stato dei corpi idrici idonei per una particolare utilizzazione da parte dell'uomo, alla vita dei pesci e dei molluschi.

I parametri che verranno esaminati nel corso delle attività di monitoraggio ambientale previste nel presente PMA sono le seguenti:

- parametri chimico – fisici delle acque;
- parametri chimici delle acque;
- parametri microbiologici delle acque.

La scelta di questi parametri permette di ottenere un quadro quanto più rappresentativo relativo alla caratterizzazione qualitativa del corpo idrico in esame.

I parametri chimico – fisici serviranno a fornire un’indicazione generale sullo stato quantitativo e qualitativo delle acque dei corpi idrici in esame, prima dell’inizio dei lavori.

Le analisi dei parametri chimici daranno indicazioni relative alle eventuali interferenze tra le lavorazioni necessaria per la realizzazione dell’opera e lo stato chimico dell’acqua nella fase ante operam. Verranno analizzati tutti quei parametri tipicamente legati ai fenomeni di inquinamento dovuti al funzionamento delle macchine operatrici, agli sversamenti e scarichi accidentali ed ai getti di calcestruzzo e conglomerati cementizi. Di seguito una tabella riassuntiva contenente i parametri da rilevare e monitorare.

Parametro	Unità di misura	Tipologia parametro
Temperatura	°C	Parametri in situ
Ossigeno disciolto	mg/l	
Conducibilità	µS/cm	
pH	-	
Alcalinità	ppm	
Potenziale Redox	mV	
Solidi sospesi totali	mg/l	Parametri di laboratorio
Azoto ammoniacale	N µg/l	
Azoto nitrico	N µg/l	
Azoto nitroso	N µg/l	
BOD5	O ₂ mg/l	
COD	O ₂ mg/l	
Fosforo totale	P µg/l	
Cloruri	Cl ⁻ µg/l	
Solfati	SO ⁴⁻ µg/l	
Fluoro	F µg/l	
Alluminio	µg/l	Metalli
Antimonio	µg/l	
Argento	µg/l	
Arsenico	µg/l	
Berillio	µg/l	
Cadmio	µg/l	
Cobalto	µg/l	
Cromo totale	µg/l	
Cromo (VI)	µg/l	
Ferro	µg/l	
Mercurio	µg/l	
Nichel	µg/l	
Piombo	µg/l	
Rame	µg/l	
Selenio	µg/l	
Manganese	µg/l	
Tallio	µg/l	
Zinco	µg/l	
Boro	µg/l	Inquinanti inorganici
Cianuri Liberi	µg/l	
Fluoruri	µg/l	
Nitriti	µg/l	

Benzene	µg/l	Composti organici aromatici
Toluene	µg/l	
Etilbenzene	µg/l	
para-Xilene	µg/l	
Stirene	µg/l	
Benzo (a)antracene	µg/l	Idrocarburi Policiclici Aromatici
Benzo(a)pirene	µg/l	
Benzo(b)fluorantene	µg/l	
Benzo(k)fluorantene	µg/l	
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	
Crisene	µg/l	
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene)	µg/l	
Pirene	µg/l	
Sommatoria	µg/l	
Clorometano	µg/l	Alifatici clorurati cancerogeni
Triclorometano	µg/l	
Cloruro di vinile	µg/l	
1,2-dicloroetano	µg/l	
1,1-dicloroetilene	µg/l	
1,2-dicloropropano	µg/l	
1,1,2-tricloroetano	µg/l	
Tricloroetilene	µg/l	
1,2,3-tricloropropano	µg/l	
1,1,2,2-tetracloroetano	µg/l	
Tetracloroetilene	µg/l	
Esaclorobutadiene	µg/l	
Sommatoria	µg/l	
1,1-dicloroetano	µg/l	Alifatici clorurati non cancerogeni
1,2-dicloroetilene	µg/l	
Tribromometano	µg/l	Alifatici alogenati cancerogeni
1,2-dibromoetano	µg/l	
Dibromoclorometano	µg/l	
Bromodiclorometano	µg/l	
2-clorofenolo	µg/l	Fenoli
2,4-diclorofenolo	µg/l	
2,4,6-triclorofenolo	µg/l	
Pentaclorofenolo	µg/l	
Idrocarburi totali	µg/l	

L'analisi dei parametri microbiologici delle acque si prevede al fine di avere evidenza di eventuali interferenze tra le lavorazioni che saranno effettuate e la carica "batteriológica" iniziale dei corsi d'acqua interferiti. Sarà rilevato la presenza di Escherichia Coli.

4.1.2.3 Prelievo di campioni per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio

Nei punti di monitoraggio individuati, tramite sonda a trappola immersa nella corrente al di sotto del pelo libero, verrà effettuato il campionamento per analisi chimico-fisiche e batteriologiche di laboratorio. Nel prelievo si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno. Il campionamento 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 omogeneizzato e ripartito nei contenitori debitamente etichettati e curandone il riempimento fino all'orlo evitando il formarsi di bolle d'aria.

Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento, utilizzando un'apposita e idonea scheda, che verrà trasmesso al laboratorio di analisi.

Contemporaneamente alle operazioni di prelievo dei campioni d'acqua verranno misurati la temperatura dell'acqua e dell'aria, la conducibilità elettrica, il pH e l'ossigeno disciolto, considerando valori medi tra tre determinazioni consecutive e previa adeguata taratura della strumentazione utilizzata.

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette dove saranno riportate le informazioni relative al 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.

Per la fase ante operam, nel caso di superamenti dei valori limite di concentrazione, ne verrà data opportuna comunicazione agli Enti di controllo. Sulla base dei risultati delle misure effettuate in fase ante operam, per le fasi di monitoraggio successive, su eventuale richiesta degli Enti si potrà valutare di aggiungere dei parametri nel monitoraggio delle acque sotterranee rispetto a quelli ad oggi proposti.

4.1.2.4 Frequenza dei monitoraggi

Durante la fase ante operam sarà sufficiente effettuare un campionamento prima dell'effettivo inizio dei lavori nel punto di monitoraggio individuato a valle dell'impianto da realizzare.

Nella fase di cantiere sarà effettuato un campionamento trimestrale (compatibilmente all'effettiva presenza di acqua lungo gli alvei interessati) in entrambi i punti individuati a monte e a valle, per tutta la durata del cantiere.

Non si ritiene utile effettuare dei campionamenti durante la fase di esercizio vista la particolare tipologia dell'impianto, il quale non potrà intervenire in nessun modo sullo stato dei corpi idrici presenti.

Un ultimo campionamento andrà effettuato, a valle, successivamente alla dismissione dell'impianto.

4.1.3 Suolo e sottosuolo

Il monitoraggio della componente ambientale suolo e sottosuolo ha il fine di mettere in evidenza l'eventuale presenza di fattori o impatti negativi che la realizzazione dell'opera, in particolar modo nella fase di cantiere, possa portare delle modificazioni alle caratteristiche pedologiche dei terreni.

Il monitoraggio nella fase ante operam è quello del "Piano di indagini preliminari" ai sensi del D. L. 76/2020 – Testo coordinato con la legge di conversione 11 settembre 2020, n. 120 – art. 52 "Semplificazione delle procedure per interventi e opere nei siti oggetto di bonifica" comma 4 lettera a), acquisito al prot. ARPAS n. 11479 del 29/03/2021, oggetto del Tavolo Tecnico tenutosi in data 28/04/2021, in occasione del quale sono stati definiti il numero, la tipologia, l'ubicazione e gli analiti da ricercare, di cui al Verbale prot. ARPAS n. 0018603 del 19/05/2021.

Il monitoraggio in corso d'opera (fase di cantiere) e post operam (fase di esercizio) dovrà essere finalizzato all'acquisizione dei dati relativi a:

- sottrazione di suolo ad attività preesistenti;
- entità degli scavi in corrispondenza delle opere da realizzare;
- gestione dei movimenti terra e riutilizzo del materiale di scavo (si veda elaborato R. 28 Piano preliminare di gestione delle terre e rocce da scavo);
- possibili contaminazioni per sversamento accidentale di olii e/o rifiuti sul suolo.

4.1.3.1 Impatti previsti

Gli impatti sul suolo e sul sottosuolo indotto dal posizionamento dei tracker e dalle opere accessorie (cabine, cavidotti, viabilità interna) durante la fase di cantiere sono relativi a:

- occupazione di superficie;
- alterazioni morfologiche;
- fenomeni di erosione.

La fonte di impatto più significativa riscontrabile per la componente in esame risulta essere l'occupazione del suolo con conseguente riduzione della naturalità; la localizzazione del progetto in aree agricole non di pregio, il posizionamento delle apparecchiature finalizzato a ottimizzare al massimo gli spazi disponibili, il posizionamento dei moduli su pali autoportanti che non necessitano di balze cementizie che causerebbero una snaturalizzazione del suolo, la previsione di un programma di manutenzione dello strato erboso sottostante che, oltre ad evitare effetti di desertificazione e terra bruciata, consente di minimizzare l'effetto erosione dovuto all'eventuale pioggia battente, porta a ritenere l'impatto sulla componente suolo e sottosuolo:

- **di lunga durata** - in quanto correlato all'intera vita utile dell'impianto fotovoltaico stimata in circa 25-30 anni
- **locale** – in quanto limitato all'area di progetto
- **reversibile** - in quanto le scelte localizzative e progettuali sono state finalizzate a consentire il ripristino dei terreni al termine del ciclo vita dell'impianto.

L'area occupata dai tracker e dalle opere accessorie, data la natura dell'impianto fotovoltaico, è notevole ma non si prevedono impatti negativi sul suolo e sul sottosuolo in quanto le interferenze vere e proprie saranno generate da opere puntuali. La realizzazione delle opere in progetto prevede varie operazioni, la maggior parte delle quali comporterà impatti generalmente transitori in quanto limitati alla durata del cantiere approssimativamente stimata in 12 mesi.

La produzione di rifiuti solidi consiste, essenzialmente, nei residui tipici dell'attività di cantiere, quali scarti di materiali, rifiuti solidi assimilabili agli urbani, ecc. Tali rifiuti verranno gestiti e smaltiti nel rispetto della normativa vigente, secondo le procedure già in vigore. Dove possibile, si procederà alla raccolta differenziata finalizzata al recupero delle frazioni di rifiuti inutilizzabili ed altre forme di recupero (conferimento di oli esausti, recupero materiali ferrosi, ecc.). L'impatto è ritenuto trascurabile in considerazione delle quantità contenute, delle caratteristiche di non pericolosità dei rifiuti prodotti e della durata limitata delle attività di cantiere.

Per quanto riguarda l'eventuale impatto connesso a possibili spandimenti accidentali, dovuti principalmente ad eventi accidentali di sversamento al suolo di prodotti inquinanti, prodotti dai macchinari e dai mezzi impegnati nelle attività di cantiere, le imprese esecutrici dei lavori sono obbligate a adottare tutte le necessarie precauzioni al fine di evitare tali situazioni e, a lavoro finito, a riconsegnare l'area nelle originarie condizioni di pulizia e di sicurezza ambientale. L'impatto potenziale non è ritenuto significativo e può essere trascurato.

Le aree di cantiere saranno facilmente raggiungibili dalla viabilità statale e provinciali, dalle quali si accede agevolmente alle strade comunali che permettono di raggiungere le varie aree di progetto. All'interno dei lotti su cui insisterà l'impianto in progetto verrà realizzata una nuova viabilità, finalizzata principalmente all'agevolazione delle operazioni di costruzione e alla manutenzione, utilizzando materiali naturali stabilizzati.

In relazione all'occupazione del suolo da parte del cantiere, occorre tenere presente che tutte le aree di accantieramento sono previste all'interno delle stesse aree di utilizzo finale.

Gli interventi di progetto non comporteranno delle modificazioni ai lineamenti geomorfologici delle aree di progetto individuate. Inoltre il materiale risultante dai lavori di costruzione verrà adeguatamente smaltito in idonee discariche autorizzate, evitando possibili impatti derivanti dall'accumulo di materiale in loco.

Le operazioni di scavo saranno generate principalmente dalla realizzazione delle trincee per la posa dei cavidotti e, in secondo luogo, per la realizzazione delle fondazioni delle cabine di trasformazione.

A seguito dello scavo delle trincee e della posa dei cavidotti, si procederà al rinterro dello scavo ed al ripristino delle condizioni ante operam. Al fine di proteggere dall'erosione le eventuali superfici nude ottenute dall'esecuzione degli scavi, laddove necessario, si procederà ad un'azione di ripristino e consolidamento del manto.

Da quanto sopra esposto si può affermare che la fase di cantiere produrrà un impatto minimo sulla componente suolo e sottosuolo.

Durante la fase di esercizio l'impatto generato dall'occupazione del suolo sarà inferiore rispetto alla fase di cantiere; pertanto, vale quanto detto per la fase di cantiere: l'impatto sarà minimo e trascurabile.

Nella fase Post Operam tutti gli effetti negativi, eventualmente generati nelle precedenti fasi come già descritto, saranno eliminati con il ripristino della capacità di uso del suolo e la restituzione delle superfici occupate al loro uso originario.

Si ritiene, pertanto, che l'impatto complessivo del Progetto sul suolo e sottosuolo sarà basso durante le fasi di costruzione e di esercizio dell'impianto, e positivo a seguito delle operazioni di dismissione dello stesso.

4.1.3.2 Mitigazione delle interferenze

Durante la fase di cantiere saranno predisposte le seguenti misure di mitigazione:

- Corso d'opera:
 - riutilizzo del materiale di scavo, riducendo al minimo il trasporto in discarica;
 - scavi e movimenti di terra ridotti al minimo indispensabile;
 - prevedere tempestive misure ed interventi in caso di sversamento accidentale di sostanze inquinanti sul suolo;
 - stoccaggio temporaneo del materiale in aree pianeggianti, evitando punti critici (es. scarpate) e riducendo al minimo i tempi di permanenza del materiale.
- Post operam:
 - riduzione al minimo degli ingombri della viabilità interna;
 - messa in atto di un programma di manutenzione degli spazi verdi, compresi quelli sottostanti i moduli fotovoltaici;
 - prevedere il ripristino e rinaturalizzazione delle aree occupate dalle strutture dell'impianto a seguito della sua dismissione.

4.1.3.3 Modalità del monitoraggio

Il monitoraggio sui possibili impatti sul suolo e sottosuolo sarà articolato sulle seguenti operazioni:

- fase di cantiere:
 - controllo periodico delle indicazioni riportate nel piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo durante le fasi di lavorazione più importanti;
 - prevedere lo stoccaggio del materiale di scavo in aree stabili, e verificare che lo stoccaggio avvenga sulle stesse. Verificare in fase di lavorazione che il materiale non sia depositato in cumuli con altezze superiori a 1,5 m e con pendenze superiori all'angolo di attriti del terreno;
 - verificare le tempistiche relative ai tempi permanenza dei cumuli di terra;
 - al termine delle lavorazioni verificare che siano stati effettuati tutti i ripristini e gli eventuali interventi di stabilizzazione dei versanti e di limitazione dei fenomeni d'erosione, prediligendo interventi di ingegneria naturalistica come previsti nello studio di impatto ambientale;

- verificare al termine dei lavori che eventuale materiale in esubero sia smaltito secondo le modalità previste dal piano di riutilizzo predisposto.
- fase di esercizio:
 - verificare l'instaurarsi di fenomeni d'erosione periodicamente almeno una volta all'anno e, in ogni caso, a seguito di forti eventi meteorici;
 - effettuare interventi di manutenzione degli spazi verdi, compresi quelli sottostanti i moduli fotovoltaici.

I parametri di controllo da monitorare sono quelli deducibili dal piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo, l'ubicazione delle aree di stoccaggio e la verifica visiva dello stato di manutenzione degli spazi verdi.

In fase di cantiere le operazioni di controllo saranno effettuate dalla Direzione Lavori, il quale dovrà verificare la coerenza degli scavi, gli stoccaggi e il riutilizzo del materiale di scavo come previsto dal piano di riutilizzo delle terre e rocce da scavo, con controllo giornaliero durante le operazioni di movimento del materiale di scavo, individuare le aree di deposito del materiale escavato sulle aree di stoccaggio coerentemente a quanto previsto in progetto. Al termine dei lavori la Direzione Lavori dovrà verificare il ripristino dello stato degli spazi verdi e della viabilità interna, nonché verificare l'assenza di materiale di scavo a lavori ultimati.

La Società che gestirà l'impianto fotovoltaico dovrà curare la pulizia e la manutenzione annuale degli spazi verdi e verificare eventuali fenomeni di erosione e franamento, in particolar modo a seguito di fenomeni meteorici particolarmente violenti.

4.1.4 Flora e vegetazione

Le aree interessate dal progetto in esame, sebbene localizzate nell'area industriale di Macchiareddu, presentano estese superfici agricole costituite perlopiù da paesaggi agrari di non particolare pregio e neppure colture arboree specializzate: parte dei terreni interessati sono incolti, parte interessati da colture orticole e parte destinata alla coltivazione dell'olivo e frutteti; gli esemplari arborei presenti saranno espantati e reimpiantati ai bordi del campo fotovoltaico come schermatura vegetale dell'area di progetto.

Gli obiettivi del monitoraggio della componente flora e vegetazione sono quelli di:

- valutare e misurare lo stato delle componenti flora e vegetazione prima, durante e dopo i lavori per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto, in relazione alle possibili interferenze dovute alle attività di costruzione ed esercizio che interesseranno l'area;
- garantire, durante la realizzazione dei lavori e, periodicamente, durante l'esercizio una verifica dello stato di conservazione della flora e della vegetazione al fine di rilevare eventuali situazioni non previste e/o criticità ambientali e attuare le necessarie azioni correttive;
- verificare l'efficacia delle misure di mitigazione.

La vegetazione da monitorare comprenderà sia le opere di mitigazione perimetrali costituite dalle essenze arboree espantate dalle aree di progetto e da altre di nuovo impianto, sia lo stato di conservazione del manto erboso spontaneo che crescerà all'interno dei lotti.

4.1.4.1 Impatti previsti

I potenziali impatti sulla componente flora correlati alla costruzione e all'esercizio dell'impianto sono collegabili alla modifica della componente floreale esistente e all'espanto delle piante di olivo e di alberi da frutto presenti in alcune delle proprietà interessate dal progetto. Le essenze arboree espantate dai lotti interessati dall'intervento verranno reimpiantati per la creazione delle fasce di mitigazione perimetrali, pertanto non si avranno perdite di superficie oggi caratterizzate da questo tipo di coltivazioni.

Si riporta il censimento effettuato delle specie arboree presenti, suddivise nei tre lotti di progetto.

	Eucaliptus	Olivo	Fico d'India	Leccio	Cipresso
Lotto A	-	-	-	-	-

Lotto B	2250	450	130	190	30
Lotto C	3150	-	-	-	-
Totale	5400	450	130	190	30

Dalla tabella si evince come nei lotti siano presenti un totale di circa 6.200 alberi.

Di seguito viene rappresentata la stima delle essenze arboree previste dal progetto e che andranno a costituire le opere di mitigazione e compensazione degli impatti negativi potenzialmente generati dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico:

	Olivo	Arancio	Olivastro	Viburno	Lentisco	Mirto
Lotto A	-	800	300	300	300	300
Lotto B	450	1050	575	550	550	550
Lotto C	-	1620	630	1450	1450	1450
Totale	450	3470	1505	1450	1450	1450

Dalla tabella si evince come nei lotti siano presenti un totale di circa 9.775 sommando le specie arboree e quelle arbustive che si prevede di impiantare.

Pertanto, si può affermare che la realizzazione dell'impianto fotovoltaico in oggetto non comporterà degli effetti ambientali negativi dovuti al taglio delle specie vegetali attualmente esistenti, ma, al contrario, si prevede un aumento della copertura vegetale delle aree di intervento.

Il taglio degli esemplari di Eucalyptus, presenti in diverse aree di progetto sotto forma di piccoli boschetti realizzati artificialmente per mezzo di piccoli interventi di rimboschimento per la produzione di legna da ardere e/o aventi funzione di barriere frangivento, poiché trattasi di specie alloctone, non comporterà un impatto significativo.

Sono inoltre ravvisabili impatti, sebbene non significativi, dovuti al sollevamento di polvere da parte dei mezzi di cantiere nella fase di costruzione e di dismissione dell'impianto che in considerazione dell'entità e della durata non avranno incidenza sulla capacità fotosintetica delle specie vegetali causata dal deposito delle polveri sul fogliame.

4.1.4.2 Mitigazione delle interferenze

Le misure mitigative che saranno messe in atto allo scopo di ridurre i potenziali impatti sulla componente in esame sono state intraprese già in fase di localizzazione e progettazione dell'impianto in quanto:

- sono state escluse aree rilevanti da un punto di vista naturalistico, aree sottoposte a norme di salvaguardia o incluse nella rete ecologica naturale;
- sono state escluse aree caratterizzate da esemplari di specie di flora minacciate, contenute in Liste Rosse;
- sono state escluse aree con colture agricole di pregio (oliveti secolari, vigneti tradizionali.);
- sono state escluse aree agricole di pregio paesaggistico.

Inoltre, sono state previste le seguenti misure mitigative:

- bagnatura periodica delle strade di cantiere allo scopo di ridurre l'emissione di polveri da parte dei mezzi impiegati;
- previsione di un progetto di reimpianto degli esemplari arborei, che dovranno essere espantati, lungo i margini del bordo a schermatura visiva e a mitigazione degli impatti paesaggistici del campo fotovoltaico ed impianto di altre specie autoctone se necessarie.
la presenza dei suddetti esemplari arborei esistenti e di nuovo impianto ed il mantenimento delle siepi e alberature lungo la viabilità esistente contribuiranno a non compromettere la connessione

ecologica tra le aree agricole e boschive circostanti le aree di impianto e l'impianto stesso. Per la descrizione di dettaglio del progetto di mitigazione sulla componente flora si rimanda all'elaborato R.10 "Relazione opere di mitigazione e compensazione".

- previsione di utilizzo della viabilità esistente allo scopo di limitare al massimo gli sbancamenti e l'asportazione di terreno erboso e realizzazione di nuova viabilità di cantiere utilizzando materiali naturali stabilizzati;
- installazione dei pannelli su pali in modo tale da consentire l'irraggiamento solare anche nelle aree ombreggiate dai pannelli ma consentendo l'areazione naturale con conseguente limitazione del potenziale surriscaldamento;
- attuazione di un programma di manutenzione periodica del manto erboso sottostante i pannelli per consentirne l'attività biologica ed allo stesso tempo impedire eventuali incendi.

Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sulla componente analizzata sia per la fase di costruzione che di esercizio e anche per quella di dismissione a fine vita dell'impianto.

4.1.4.3 Modalità del monitoraggio

Obiettivo del monitoraggio è la caratterizzazione quali-quantitativa dei popolamenti vegetali potenzialmente interferiti nelle fasi di cantiere, esercizio e a seguito delle opere di dismissione dell'impianto fotovoltaico. In relazione alle specie vegetali individuate, le specie target da considerare sono quelle indicate nell'elaborato R.10 "Relazione opere di mitigazione e compensazione" (al quale si rimanda per ulteriori approfondimenti), come essenze prescelte per la nuova sistemazione a verde. Tra le specie arboree presenti si citano l'Eucalipto, l'Olivo, il Fico d'India, il Leccio ed il Cipresso. Tra le essenze arboree previste in progetto si citano l'Olivo, l'Arancio, l'Olivastro, il Viburno, il Lentisco ed il Mirto.

Monitoraggio ante-operam

Il monitoraggio ante operam prevede la caratterizzazione delle fitocenosi e dei relativi elementi floristici presenti nell'area vasta direttamente interessata dal progetto, riportandone anche lo stato di conservazione. Il monitoraggio verrà effettuato e si concluderà prima dell'inizio delle attività interferenti, ossia prima della cantierizzazione delle opere e dell'effettivo inizio dei lavori di costruzione dell'impianto, e avrà come obiettivo principale quello di fornire una descrizione dell'ambiente prima degli eventuali disturbi generati dalla realizzazione dell'opera.

In questa fase sarà necessario acquisire dati precisi sulla consistenza floristica delle varie formazioni vegetali, la presenza di specie alloctone, il grado di evoluzione delle singole formazioni vegetali.

I risultati del monitoraggio saranno valutati tramite dei rapporti annuali, ai quali verranno allegati apposite schede contenenti la rappresentazione cartografica tematica prodotta e i dati dei rilievi sul campo.

Verrà effettuato un primo studio preliminare ad integrazione della documentazione bibliografica e, successivamente, verranno effettuate le indagini sul campo, nel periodo vegetativo tardo primaverile – estivo, a seguito delle quali verrà redatto apposito rapporto finale contenente i risultati delle analisi svolte.

Monitoraggio in corso d'opera

Il monitoraggio in corso d'opera sarà utile per verificare l'insorgenza di eventuali modificazioni nella consistenza, copertura e struttura della fitocenosi individuata nella fase precedente. Il monitoraggio in questa fase comprenderà, altresì, i dati relativi alle essenze arboree trapiantate e quelle di nuovo impianto che andranno a costituire le opere di mitigazione lungo i confini dei lotti di progetto.

Tutti i rilievi andranno effettuati durante la stagione vegetativa e avranno la durata di un anno. I risultati saranno analizzati tramite rapporti annuali, ai quali verranno allegati apposite schede contenenti la rappresentazione cartografica tematica prodotta e i dati dei rilievi sul campo.

Le indagini sul campo, da effettuarsi mediante sopralluoghi da eseguire due volte all'anno e finalizzati al monitoraggio della flora e della vegetazione, si svolgeranno nel periodo vegetativo tardo primaverile – estivo, a seguito delle quali verrà redatto apposito rapporto finale contenente i risultati delle analisi.

Monitoraggio post-operam

Il monitoraggio post-operam comprende il lasso di tempo che va dalla fase di pre-esercizio dell'impianto, quindi immediatamente successiva allo smobilizzo del cantiere, e continuerà anche a seguito della dismissione dell'impianto e ripristino dello stato originale dei luoghi.

Il monitoraggio sarà utile per verificare l'insorgenza di eventuali modificazioni nella consistenza, copertura e struttura della fitocenosi individuata nella fase precedente e valutare lo stato delle opere di mitigazione che verranno realizzate.

I rilievi verranno effettuati durante le stagioni vegetative e avranno la durata di tre anni, al fine di garantire e verificare l'attecchimento delle specie. Le indagini sul campo, al pari delle fasi precedenti, si concluderanno con la stesura di un rapporto finale contenente i risultati delle analisi svolte.

4.1.4.4 Rilevamento e analisi dei dati

Individuazione delle aree test

È prevista l'individuazione di alcune aree, all'interno dei lotti di progetto, sulle quali effettuare le indagini. Nella fase ante-operam saranno individuate almeno 3 aree test rappresentative delle formazioni presenti adiacenti alle aree interessate dalla costruzione delle strutture, aree di scavi e riporti, aree di accumuli temporanei di terreno, aree interessate dalla viabilità interna. Durante la fase di costruzione (corso d'opera) e post-operam i rilievi saranno ripetuti sulle stesse aree.

Rilievo fitosociologico

Saranno eseguiti alcuni rilievi fitosociologici, all'interno di perimetri di 80 – 100 mq di superficie, omogenee dal punto di vista strutturale. Tali rilievi saranno eseguiti due volte all'anno, in primavera e in autunno in modo tale da avere un quadro più completo possibile sulla composizione floro-vegetazionale dell'area.

Le analisi fitosociologiche vengono eseguite con il metodo di Braun – Blanquet, in cui alle specie vengono assegnati valori di copertura e sociabilità. Il valore di copertura è una valutazione della superficie occupata dagli individui della specie entro l'area di rilievo. La sociabilità si riferisce alla disposizione degli individui di una stessa specie all'interno di una data popolazione. I rilievi saranno successivamente riuniti in tabelle fitosociologiche. Si tratta di un metodo idoneo a rappresentare in maniera quali-quantitativa la compagine floristica e a valutare le variazioni spazio – temporali della fitocenosi.

Rilievi strutturali

Verrà effettuata una caratterizzazione delle componenti strutturali che formano la cenosi. I rilievi saranno condotti attraverso:

- individuazione dei piani di vegetazione presenti;
- altezza dello strato arboreo, arbustivo ed erbaceo;
- gradi copertura dello strato arboreo, arbustivo ed erbaceo;
- pattern strutturale della vegetazione arbustiva ed arborea (altezza totale, altezza inserzione della chioma, dimensioni della chioma);
- rilievo del rinnovamento naturale.

Rilievo floristico

All'interno di ognuna delle aree interessate per i rilievi sopra descritti, saranno individuate un numero idoneo di aree campione (circa 1 mq), scelte casualmente, nelle quali verrà prodotto un inventario floristico.

Rilievi fenologici

Per le specie con copertura maggiore del 50% si indicherà lo stadio fenologico.

4.1.4.5 Elaborazione dei dati

Elaborazione dei dati vegetazionali

I rilievi delle aree in esame potranno essere confrontati con dati esistenti in bibliografia per le zone limitrofe e sottoposti ad elaborazione numerica (classificazione e/o ordinamento), insieme a questi ultimi, per ottenere indicazioni sulle differenze floristiche ed ecologiche dei siti e sul dinamismo della vegetazione ed eventuali variazioni dovute agli impatti ipotizzati.

Attraverso il confronto tra le varie tabelle sarà possibile:

- precisare l'attribuzione fitosociologica delle cenosi;
- individuare i contatti e le relazioni esistenti tra diverse tipologie di vegetazione (analisi sinfitosociologica) compresi i rapporti di tipo seriale e catenale.

Elaborazione dei dati floristici

Per analizzare la significatività delle differenze può essere utilizzata l'analisi della varianza, effettuata sulla tabella di frequenza delle specie. Sulla base delle forme biologiche e dei corotipi dell'elenco floristico, sarà anche possibile definire l'ecologia delle cenosi (sinecologia), in relazione a territori simili.

4.1.5 Fauna

L'area vasta nella quale è prevista la realizzazione delle opere in progetto individua diverse tipologie di sistemi ambientali:

- Il sistema fluviale che comprende gli estesi bacini idrografici del Rio Cixerri e del Riu Mannu a cui si aggiungono corsi d'acqua minori come il Rio Santa Lucia, il Rio sa Nuxedda ed il Rio Sa Murta, caratterizzati da un regime torrentizio e che svolgono importanti funzioni ecologiche sia per il loro ruolo di corridoi ecologici naturali sia in relazione alle aree di foce che individuano habitat idonei alla riproduzione e alla nidificazione di numerose specie faunistiche e avifaunistiche
- Il sistema delle aree umide rappresentato dalla Laguna di Santa Gilla e dalle Saline di Macchiareddu le quali si contraddistinguono sotto vari aspetti:
 - Sotto l'aspetto economico per le attività legate alla pesca lagunare tradizionale di specie ittiche pregiate come mormore, spigole, orate e muggini nonché mitili e arselle, e per le attività produttive delle saline.
 - Sotto l'aspetto faunistico, la strategica posizione geografica nel quadro delle correnti migratorie, il clima e l'abbondanza di cibo della laguna consentono la sosta e lo svernamento di numerose specie di uccelli, alcune delle quali rare ed estremamente localizzate come il Gabbiano roseo (*Larus genei*) e il Pollo sultano (*Porphyrio porphyrio*). Lo Stagno di Cagliari, assieme allo Stagno di Molentargius, è attualmente uno dei sistemi umidi più importanti dell'Italia meridionale e insulare per gli uccelli acquatici nella fase critica dello svernamento, e rappresenta il sito più rilevante in Sardegna per lo svernamento di limicoli. Inoltre, ospita la principale popolazione nidificante in Italia di Fenicottero (*Phoenicopterus roseus*) che da anni sceglie il sito come abituale luogo di nidificazione, e i cui pulli sono annualmente sottoposti alle operazioni di inanellamento, ma riveste un ruolo importante per la riproduzione di numerosi altri uccelli acquatici di interesse.
- sistema montano del Gutturu Mannu - Nel sistema montano ricade parte del SIC "Foresta di Monte Arcosu", che rappresenta un ambito di grande valore naturalistico soprattutto in relazione alla presenza di specie endemiche tra le più rappresentative della fauna sarda come il Cervo sardo (*Cervus elaphus corsicanus*), l'Astore sardo (*Accipiter gentilis arrigonii*) e il Geotritone (*Speleomantes genei*).
- sistema agricolo – si estende prevalentemente a nord dei Fiumi Riu Mannu e Rio Cixerri e, pur non essendo un sistema naturale, rappresenta un importante fattore ambientale e paesaggistico legato in particolare alle siepi e ai filari che costituiscono una via privilegiata di passaggio, migrazione e rifugio per molte specie animali, sia vertebrati che invertebrati, soprattutto insetti. I seminativi, le zone prative e le colture specializzate rappresentano inoltre aree di caccia per piccoli vertebrati, in particolare rettili e uccelli.

Le aree del progetto in esame non interferiscono direttamente con il sistema delle aree protette sebbene risultino ubicate in prossimità di aree riconosciute ai sensi della Direttiva Habitat (92/43/CEE) quali Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone a Protezione Speciale (ZPS) ai sensi della Direttiva Uccelli (79/409/CEE) inseriti nella Rete Natura 2000 come siti Bioitaly, nonché Oasi di Protezione Faunistica designate ai sensi della LR 23/1998. Inoltre, le aree nelle quali è prevista la realizzazione del progetto ricadono in un paesaggio agrario all'interno di un'ampia area industriale la cui valenza ecologica è da ritenersi non significativa. Tuttavia, si terrà in considerazione il potenziale areale di distribuzione di molte delle specie interessate da regimi di tutela a livello internazionale, nazionale e regionale e le possibili interferenze con l'area di progetto per riproduzione, alimentazione, sosta e riparo.

4.1.5.1 Impatti previsti

In considerazione anche della connotazione agricolo-industriale delle aree interessate dal progetto, costituite perlopiù da aree agricole frammentate o incolte con scarsa vegetazione autoctona a causa dell'intensa attività antropica esercitata da lungo tempo, i potenziali impatti sulla componente fauna sono ravvisabili nei seguenti:

- fase di costruzione: durante le varie lavorazioni di cantiere previste dal progetto, i principali fattori di disturbo per la componente ambientale fauna potenzialmente presente permanentemente o temporaneamente nelle aree di intervento, sono ravvisabili nel transito dei mezzi di cantiere, nel rumore causato dalle attività di cantiere e nella sottrazione di suolo e possono essere così schematizzati:
 - di breve durata: il rumore ed il traffico dei mezzi d'opera, in quanto previsti solamente per il tempo necessario alla realizzazione dell'impianto, stimato in 48 settimane;
 - di lunga durata: la sottrazione di suolo perdurerà per l'intera vita utile dell'impianto, ossia per circa 25 – 30 anni;
 - locale: le potenziali interferenze saranno circoscritte alle sole aree di progetto e quelle poste nelle loro immediate vicinanze;
 - reversibile: al termine dell'attività di costruzione non esisteranno più elementi ostativi alla stanzialità e/o al passaggio delle specie faunistiche.
- fase di esercizio: durante il funzionamento dell'impianto gli impatti negativi possono essere riferiti essenzialmente alla sottrazione di suolo e di habitat, che interessa una superficie di circa 63,32 ettari. In considerazione del fatto che sono state escluse dal progetto le aree interessate dal sistema delle aree protette e che la progettazione è finalizzata al mantenimento della naturalizzazione della superficie erbosa sottostante i pannelli che consentirà il passaggio e/o la stanzialità della fauna eventualmente presente, si ritiene che gli impatti saranno:
 - di lunga durata: gli impatti saranno correlati all'intera vita utile dell'impianto fotovoltaico stimata in circa 25-30 anni;
 - locali: saranno limitati all'area di progetto e alle aree poste nelle immediate vicinanze;
 - reversibile: al termine delle attività non vi saranno elementi ostativi alla stanzialità e/o al passaggio delle specie faunistiche.

Esiste, inoltre, un altro potenziale impatto la cui interferenza interessa l'avifauna migratoria, dovuto al probabile fenomeno dell'abbagliamento.

Per quanto riguarda il possibile fenomeno di "abbagliamento", vaste aree o intere porzioni di territorio pannellato potrebbero rappresentare un'attrattiva ingannevole per l'avifauna migratoria, deviarne le rotte e causare gravi morie di individui esausti dopo una lunga fase migratoria, incapaci di riprendere il volo organizzato una volta scesi a terra.

Un altro potenziale impatto sull'avifauna migratoria è la probabile "confusione biologica"; l'avifauna migratoria, infatti, potrebbe scambiare dall'alto le vaste superfici dei pannelli fotovoltaici per superfici lacustri, anche per il fatto della colorazione comunemente sulle tonalità dell'azzurro. Allo scopo di ridurre

ulteriormente le probabilità di accadimento di questo fenomeno, la scelta dei pannelli si è focalizzata su moduli di colore nero ed inseguimento solare limitando al massimo l'aspetto "superficie lacustre" per l'avifauna migratoria.

Inoltre, in fase di esercizio potranno esservi sporadici impatti correlati al rumore causato dagli interventi di sfalcio della vegetazione ma possono essere considerati ancor meno rilevanti di quelli correlati al transito dei mezzi agricoli.

- fase di dismissione: In considerazione del fatto che le opere di dismissione previste a fine vita utile dell'impianto sono stimate in 12 settimane e che il progetto di dismissione prevede il totale ripristino dei luoghi, i potenziali impatti ravvisabili sono quelli dovuti al transito dei mezzi di cantiere e alle operazioni di smontaggio delle apparecchiature in termini di potenziale rumore e attività meccaniche ed antropiche ma in considerazione della durata limitata l'impatto può essere considerato trascurabile.

4.1.5.2 Mitigazione delle interferenze

Le misure mitigative che saranno messe in atto allo scopo di ridurre i potenziali impatti sulla componente analizzata sono:

- esclusione di aree con presenza di elementi faunistici rilevanti; In fase di costruzione e dismissione, compatibilmente con le esigenze tecniche le attività saranno eseguite esclusivamente nel periodo diurno allo scopo di ridurre il potenziale impatto sulla componente in oggetto, evitando in tal modo anche potenziali disturbi causati dalle luci di cantiere;
- le attività di costruzione e di smantellamento dell'impianto inoltre saranno programmate cercando di evitare i periodi di riproduzione delle specie faunistiche eventualmente riscontrate in sito;
- per l'esecuzione delle attività saranno prioritariamente opzionati i mezzi con il massimo rapporto di efficienza in termini di rumore e di consumi;
- i pannelli fotovoltaici che saranno utilizzati saranno di colore nero allo scopo di mitigare ulteriormente il potenziale effetto della confusione biologica.
- scelta di celle fotovoltaiche di ultima generazione che presentano un coefficiente di efficienza sensibilmente maggiore rispetto a quelle comunemente in uso nei decenni passati, riducendo di conseguenza la quantità di luce riflessa e quindi il probabile impatto negativo dovuto all'abbagliamento.

Si ritiene che le suddette misure consentiranno di ridurre al minimo gli impatti sulla componente analizzata sia per la fase di costruzione che di esercizio e anche per quella di dismissione a fine vita dell'impianto.

4.1.5.3 Modalità del monitoraggio

Obiettivo del monitoraggio sarà quello di definire eventuali variazioni dinamiche di popolazioni faunistiche, delle eventuali modifiche di specie target indotte dalla attività di cantiere e/o dell'esercizio dell'opera.

Gli obiettivi specifici del protocollo di monitoraggio possono essere così sintetizzabili:

- acquisire un quadro quanto più possibile completo delle conoscenze riguardanti l'utilizzo, da parte delle specie presenti, dello spazio coinvolto dalla costruzione dell'impianto, al fine di prevedere, valutare e stimare il rischio di impatto sulla componente medesima, a scale geografiche conformi al range di attività delle specie e delle popolazioni coinvolte (fase ante-operam);
- fornire una quantificazione dell'impatto dei pannelli fotovoltaici sul popolamento animale e, per quanto attiene i piccoli mammiferi e l'avifauna, sulle specie che utilizzano, per diverse funzioni (spostamenti per la migrazione, la nidificazione, la difesa territoriale e l'alimentazione) le superfici al suolo;
- disporre di una base di dati in grado di rilevare l'esistenza o di quantificare nel tempo e nello spazio l'entità dell'impatto dei pannelli fotovoltaici sul popolamento animale e, per quanto attiene i piccoli

mammiferi e l'avifauna, sulle specie che utilizzano, per diverse funzioni (spostamenti per la migrazione, la nidificazione, la difesa territoriale e l'alimentazione) le superfici al suolo.

Il monitoraggio si svilupperà in tre fasi: ante operam dovrà prevedere la caratterizzazione delle zoocenosi e dei relativi elementi faunistici presenti in area vasta e nell'area direttamente interessata dal progetto, riportandone anche lo stato di conservazione.

Il monitoraggio in corso e post operam dovrà verificare l'insorgenza di eventuali alterazioni nella consistenza delle popolazioni faunistiche precedentemente individuate.

4.1.5.4 Localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio

I punti di monitoraggio individuati dovranno essere gli stessi per le fasi ante, in corso e post operam, al fine di verificare eventuali alterazioni nel tempo e nello spazio e di monitorare l'efficacia delle mitigazioni e compensazioni previste. Per quanto concerne le fasi in corso e post operam, è necessario identificare le eventuali criticità ambientali non individuate durante la fase ante operam, che potrebbero richiedere ulteriori esigenze di monitoraggio.

In corso d'opera il monitoraggio dovrà essere eseguito con particolare attenzione nelle aree prossime ai cantieri, dove è ipotizzabile si possano osservare le interferenze più significative. In fase di esercizio, nel caso di opere puntuali potrà essere utile individuare un'area (buffer) di possibile interferenza all'interno della quale compiere i rilievi; nel caso di infrastrutture lineari, potranno essere individuati transetti e plot permanenti all'interno dei quali effettuare i monitoraggi.

La localizzazione è strettamente legata alle metodologie da adottare per i vari gruppi tassonomici oggetto di monitoraggio, i quali prevedono operazioni diversificate in relazione ai vari gruppi/ specie.

4.1.5.5 Parametri analitici

Al fine della predisposizione del PMA deve essere definita una strategia di monitoraggio per la caratterizzazione quali-quantitativa dei popolamenti e delle comunità potenzialmente interferiti dall'opera nelle fasi di cantiere, esercizio ed eventuale dismissione.

La strategia individuerà come specie target, quelle protette dalle direttive 92/43/CEE e 2009/147/CE, dalle leggi nazionali e regionali, le specie rare e minacciate secondo le Liste Rosse internazionali, nazionali e regionali, le specie endemiche, relitte e le specie chiave (ad es. le "specie ombrello" e le "specie bandiera") caratterizzanti gli habitat presenti e le relative funzionalità.

Non ci si dovrebbe tuttavia limitare ad includere in maniera acritica uno o più descrittori tra quelli proposti, ma il monitoraggio dovrebbe essere pianificato sulla base di una batteria di parametri composita e ben bilanciata, al fine di considerare i diversi aspetti connessi alle potenziali alterazioni dirette e indirette sulle specie, sulle popolazioni ed eventualmente sui singoli individui.

Per la programmazione delle attività in ciascuna fase (ante operam, in corso d'opera, post operam) la strategia di monitoraggio terrà conto dei seguenti fattori, relativi sostanzialmente allo stato degli individui e delle popolazioni appartenenti alle specie target scelte:

- specificità degli elementi da monitorare (taxa, gruppi funzionali, livelli trofici, corporazioni ecologiche, altri raggruppamenti); la scelta degli elementi faunistici terrà conto della complessità degli habitat (mosaico ambientale) e delle comunità ecologiche (struttura delle reti trofiche e delle popolazioni);
- fase del ciclo vitale della specie durante la quale effettuare il monitoraggio (alimentazione, stagione e strategia riproduttiva, estivazione/ibernamento, migrazione/dispersione e relativa distribuzione geografica, areali di alimentazione/migrazione, ecc.);
- modalità, localizzazione, frequenza e durata dei campionamenti (in relazione alla fenologia delle specie chiave e delle comunità/associazioni selezionate);
- status dei singoli popolamenti e della comunità ecologica complessiva.

Per lo stato degli individui delle specie chiave sarà indagato:

- tasso di mortalità;
- tasso di migrazione.

Per lo stato delle popolazioni saranno indagati:

- abbandono/variazione dei siti di alimentazione/riproduzione/rifugio;
- variazione della consistenza delle popolazioni almeno delle specie target;
- variazioni nella struttura dei popolamenti;
- modifiche nel rapporto prede/predatori;
- comparsa/aumento delle specie alloctone.

4.1.5.6 Frequenza e durata del monitoraggio

Per il monitoraggio della fauna è alquanto difficile fornire indicazioni generali sulle tempistiche, in quanto esse dipendono dal gruppo tassonomico, dalla fenologia delle specie, dalla tipologia di opera e dal tipo di evoluzione attesa rispetto al potenziale impatto.

Si predisporrà quindi un calendario strettamente calibrato sugli obiettivi specifici del PMA, in relazione alla scelta di uno specifico gruppo di indicatori.

4.1.5.7 Metodologie di riferimento (campionamento, analisi, elaborazione dati)

Il monitoraggio faunistico dovrà prevedere una gamma di tecniche di rilevamento, in gran parte basate su rilievi sul campo, che variano in funzione delle tipologie di specie da monitorare, delle tutele presenti e delle caratteristiche dei luoghi in cui si dovranno realizzare gli impianti.

4.1.6 Rumore

L'analisi è stata redatta in conformità a quanto previsto dalle disposizioni legislative emanate ad integrazione ed a supporto della Legge n° 447 del 1995. Esse sono:

D.P.C.M. 14/11/97;

D.M.A. 16/3/98.

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.). Indirizzi metodologici specifici: Agenti fisici – Rumore.

Con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 41 del 03/10/2008 è stato approvato il Piano di classificazione acustica del territorio comunale di Uta che è stato suddiviso nelle seguenti 6 classi acustiche in funzione della destinazione d'uso prevalente, della densità abitativa e delle caratteristiche del flusso veicolare delle varie aree, cui corrispondono altrettanti valori limite da rispettare nei periodi diurno e notturno. Il progetto in esame è ubicato nella **Classe VI – Aree esclusivamente industriali**; rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Le sorgenti di rumore attualmente presenti nell'area sono rappresentate dalle attività industriali dell'area in cui è inserito il progetto e da attività agricole; un'ulteriore sorgente di rumore è quella correlata al traffico veicolare sulla Strada Consortile Macchiareddu che corre a ad una distanza variabile che va da un minimo di pochi metri (adiacente ai lotti di progetto) ad un massimo di circa 1.500 m dalle aree di progetto che è interessata principalmente da traffico commerciale e industriale.

4.1.6.1 Impatti previsti

Fase di costruzione: le emissioni sonore correlate alla realizzazione dell'impianto sono individuabili perlopiù in quelle generate dai mezzi di cantiere utilizzate per il movimento terra e materiali, per la preparazione dell'area e per il montaggio delle strutture.

Fase di esercizio: durante la fase di esercizio non è prevista la presenza di sorgenti significative di rumore se non lo sporadico sfalcio dell'erba - che verrà eseguito in orario diurno e il cui impatto sulla componente in

esame è equiparabile a quello dei mezzi agricoli che attraversano i campi limitrofi e lo spostamento del personale addetto alla sorveglianza e alla manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto. In entrambi i casi, l'impatto può ritenersi non significativo.

Fase di dismissione: Al termine della vita utile, stimata in circa 25-30 anni, è previsto lo smantellamento dell'impianto e la restituzione dell'area all'uso industriale attualmente previsto.

Le operazioni di dismissione saranno realizzate con macchinari simili a quelli utilizzati nella fase di costruzione e le sorgenti di emissioni acustiche saranno correlate alle attività di:

- Smontaggio e rimozione dei pannelli fotovoltaici;
- Smontaggio e rimozione delle strutture di sostegno;
- Livellamento del terreno con pale meccaniche.

4.1.6.2 Mitigazione delle interferenze

Le misure mitigative che saranno messe in atto allo scopo di ridurre i potenziali impatti sulla componente analizzata sono:

- compatibilmente con le esigenze tecniche, le attività saranno programmate in modo tale da escludere le attività più rumorose durante il periodo di nidificazione dell'avifauna eventualmente presente anche se l'area non è interessata da specie faunistiche protette;
- verranno impartite istruzioni al personale affinché i mezzi siano spenti quando non utilizzati.

4.1.6.3 Modalità del monitoraggio

Obiettivo del monitoraggio dell'inquinamento acustico, inteso come "l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana, deterioramento degli ecosistemi, (...)" (art. 2 L. 447/1995), è finalizzato alla valutazione degli effetti/impatti sulla popolazione e su ecosistemi e/o singole specie.

Relativamente agli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione sono disponibili specifiche disposizioni normative, standard, norme tecniche e linee guida, che rappresentano utili riferimenti tecnici per le attività di monitoraggio acustico con particolare riferimento ad alcuni settori infrastrutturali (infrastrutture stradali, ferrovie, aeroporti) e attività produttive (industriali e artigianali).

Per quanto riguarda gli impatti dell'inquinamento acustico su ecosistemi e/o singole specie ad oggi non sono disponibili specifiche disposizioni normative, sebbene per alcuni contesti sono disponibili studi ed esperienze operative condotte in base agli obblighi previsti da Accordi e Convenzioni internazionali dedicati all'analisi degli effetti del rumore sulle specie sensibili (ad esempio del rumore subacqueo sui cetacei) e che forniscono elementi utili anche per le attività di monitoraggio.

Monitoraggio ante-operam

Nella fase precedente alla realizzazione dell'opera, il monitoraggio, ha i seguenti obiettivi specifici:

- la caratterizzazione dello scenario acustico di riferimento dell'area d'indagine;
- la stima dei contributi specifici delle sorgenti di rumore presenti nell'area di indagine;
- l'individuazione di situazioni di criticità acustica, ovvero di superamento dei valori limite, preesistenti alla realizzazione dell'opera in progetto.

Si rimanda all'elaborato "R.05 - Studio previsionale impatto acustico", per ulteriori specifiche in merito al monitoraggio dell'impatto acustico ante-operam.

Monitoraggio in corso d'opera

Durante le fasi di realizzazione dell'opera il monitoraggio ha i seguenti obiettivi specifici:

- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico (valori limite del rumore ambientale per la tutela della popolazione, specifiche progettuali di contenimento della rumorosità per impianti/macchinari/attrezzature di cantiere) e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del rispetto delle prescrizioni eventualmente impartite nelle autorizzazioni in deroga ai limiti acustici rilasciate dai Comuni;
- l'individuazione di eventuali criticità acustiche e delle conseguenti azioni correttive: modifiche alla gestione/pianificazione temporale delle attività del cantiere e/o realizzazione di adeguati interventi di mitigazione di tipo temporaneo;
- la verifica dell'efficacia acustica delle eventuali azioni correttive.

Monitoraggio post-operam

Il monitoraggio in questa fase ha i seguenti obiettivi specifici:

- il confronto dei descrittori/indicatori misurati nello scenario acustico di riferimento con quanto rilevato ad opera realizzata;
- la verifica del rispetto dei vincoli individuati dalle normative vigenti per il controllo dell'inquinamento acustico e del rispetto di valori soglia/standard per la valutazione di eventuali effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie;
- la verifica del corretto dimensionamento e dell'efficacia acustica degli interventi di mitigazione definiti in fase di progettazione.

4.1.6.4 Localizzazione delle aree di indagine e dei punti di monitoraggio

Generalmente la definizione e la localizzazione dell'area di indagine e dei punti/stazioni di monitoraggio è effettuata sulla base di:

- presenza, tipologia e posizione di ricettori e sorgenti di rumore;
- caratteristiche che influenzano le condizioni di propagazione del rumore (es. orografia del terreno, presenza di elementi naturali e/o artificiali schermanti, presenza di condizioni favorevoli alla propagazione del suono, ecc.);

Per l'identificazione dei punti di monitoraggio si fa riferimento allo studio acustico predisposto nell'ambito dello SIA e della relazione "R.05 - Studio previsionale impatto acustico", con particolare riguardo a:

- ubicazione e descrizione dell'opera in progetto;
- ubicazione e descrizione delle altre sorgenti sonore presenti nell'area di indagine;
- individuazione e classificazione dei ricettori posti nell'area di indagine, con indicazione dei valori limite ad essi associati;
- valutazione dei livelli acustici previsionali in corrispondenza dei ricettori censiti;
- descrizione degli interventi di mitigazione previsti.

Il punto di monitoraggio per l'acquisizione dei parametri acustici è generalmente del tipo ricettore-orientato, ovvero ubicato in prossimità del ricettore (generalmente in facciata degli edifici). I principali criteri su cui orientare la scelta e localizzazione dei punti di monitoraggio consistono in:

- vicinanza dei ricettori all'opera in progetto (monitoraggio AO e PO);
- vicinanza dei ricettori alle aree di cantiere e alla rete viaria percorsa dal traffico indotto dalle attività di cantiere (monitoraggio AO e CO);
- presenza di ricettori sensibili di classe I - scuola, ospedale, casa di cura/riposo (monitoraggio AO, CO e PO);

- presenza di ricettori per i quali sono stati progettati interventi di mitigazione acustica (monitoraggio PO).

Per il monitoraggio degli impatti dell'inquinamento acustico sulla popolazione, la scelta dell'ubicazione delle postazioni di monitoraggio del tipo ricettore-orientata è basata sulla seguente scala di priorità:

- ricettore sensibile (di classe II);
- ricettore critico o potenzialmente critico;
- ricettore oggetto di intervento di mitigazione;
- ricettore influenzato da altre sorgenti (sorgenti concorsuali);
- altri ricettori: aree all'aperto oggetto di tutela, ricettori che possono essere influenzati negativamente da eventuali interventi di mitigazione, ecc.

Per ciascun punto di monitoraggio previsto nel PMA devono essere verificate, anche mediante sopralluogo, le condizioni di:

- assenza di situazioni locali che possono disturbare le misure;
- accessibilità delle aree e/o degli edifici per effettuare le misure all'esterno e/o all'interno degli ambienti abitativi;
- adeguatezza degli spazi ove effettuare i rilievi fonometrici (presenza di terrazzi, balconi, eventuale possibilità di collegamento alla rete elettrica, ecc.).

4.1.6.5 Parametri analitici

I parametri acustici rilevati nei punti di monitoraggio sono finalizzati a descrivere i livelli sonori e a verificare il rispetto di determinati valori limite e/o valori soglia/standard di riferimento. La scelta dei parametri acustici da misurare, delle procedure/tecniche di misura è funzionale alla tipologia di descrittore/i da elaborare, ovvero alla tipologia di sorgente/i presente/i nell'area di indagine. I parametri acustici rilevati nei punti di monitoraggio sono elaborati per valutare gli impatti dell'opera sulla popolazione attraverso la definizione dei descrittori/indicatori previsti dalla L. 447/1995 e relativi decreti attuativi.

Le misurazioni dei parametri meteorologici, generalmente condotte in parallelo alle misurazioni dei parametri acustici, sono effettuate allo scopo di verificare la conformità dei rilevamenti fonometrici e per valutare gli effetti delle condizioni atmosferiche sulla propagazione del suono.

I parametri acustici possono essere elaborati anche per la definizione di specifici indicatori finalizzati alla valutazione degli effetti del rumore sugli ecosistemi e/o su singole specie, sebbene non prevista dalla normativa nazionale sul rumore ambientale.

4.1.6.6 Frequenza/durata dei monitoraggi

La durata delle misurazioni, funzione della tipologia della/e sorgente/i in esame, deve essere adeguata a valutare gli indicatori/descrittori acustici individuati; la frequenza delle misurazioni e i periodi di effettuazione devono essere appropriati a rappresentare la variabilità dei livelli sonori, al fine di tenere conto di tutti i fattori che influenzano le condizioni di rumorosità (clima acustico) dell'area di indagine, dipendenti dalle sorgenti sonore presenti e dalle condizioni di propagazione dell'emissione sonora. Per il monitoraggio AO è necessario effettuare misurazioni che siano rappresentative dei livelli sonori presenti nell'area di indagine prima della realizzazione dell'opera ed eventualmente durante i periodi maggiormente critici per i ricettori presenti. Per il monitoraggio CO la frequenza è strettamente legata alle attività di cantiere: in funzione del crono-programma della attività, si individuano le singole fasi di lavorazione significative dal punto di vista della rumorosità e per ciascuna fase si programma l'attività di monitoraggio. Generalmente, i rilievi fonometrici sono previsti:

- ad ogni impiego di nuovi macchinari e/o all'avvio di specifiche lavorazioni impattanti;

- alla realizzazione degli interventi di mitigazione;
- allo spostamento del fronte di lavorazione (nel caso di cantieri lungo linea).

Per lavorazioni che si protraggono nel tempo, è possibile programmare misure con periodicità bimestrale, trimestrale o semestrale, da estendere a tutta la durata delle attività di cantiere.

Il monitoraggio PO deve essere eseguito in concomitanza dell'entrata in esercizio dell'opera (pre-esercizio), nelle condizioni di normale esercizio e durante i periodi maggiormente critici per i ricettori presenti.

4.1.6.7 Metodologie di riferimento in base agli obiettivi

Sono fornite di seguito indicazioni sulle metodologie di monitoraggio esclusivamente di tipo strumentale in relazione agli obiettivi specifici (monitoraggio degli impatti sulla popolazione e monitoraggio degli impatti su ecosistemi e/o singole specie).

È possibile utilizzare in modo sinergico tecniche di monitoraggio di tipo strumentale (misure) e tecniche di modellizzazione acustica per descrivere la distribuzione spazio-temporale dei livelli sonori per l'area vasta di indagine, operazione particolarmente utile qualora l'area risulti estesa e/o complessa e da rendere potenzialmente poco efficace o molto oneroso una valutazione dei livelli acustici esclusivamente basata su misure strumentali.

Monitoraggio degli impatti sulla popolazione

il sistema di monitoraggio del rumore ambientale è composto generalmente dai seguenti elementi, strettamente interconnessi tra loro:

- postazioni di rilevamento acustico;
- postazione di rilevamento dei dati meteorologici;
- centro di elaborazione dati (CED) rappresentato da un qualunque tipo di apparato in grado di memorizzare, anche in modalità differita, i dati registrati dalle postazioni di rilevamento.

Le postazioni di rilevamento acustico si distinguono in postazioni fisse e postazioni mobili (o rilocabili). Le postazioni fisse, solitamente utilizzate per eseguire misure a lungo termine, sono generalmente costituite da un box per esterni a tenuta stagna, contenente la strumentazione fonometrica e da apposite apparecchiature di trasmissione collegate permanentemente con il CED. Questo tipo di postazione necessita generalmente di allacciamento alla rete elettrica e di apposite strutture di installazione.

Le postazioni mobili, solitamente utilizzate per misure di medio e/o di breve periodo (misure "spot"), sono costituite da apparecchiature dotate di una quantità di memoria sufficiente a memorizzare i dati acquisiti che verranno periodicamente riversati su altro idoneo supporto informatico. Tali postazioni prevedono l'utilizzo di un sistema di alimentazione autonomo (batterie) che ne consente il funzionamento anche in assenza del collegamento alla rete elettrica. Gli strumenti di misura vengono normalmente collocati all'interno di mezzi mobili appositamente allestiti, ad esempio con pali telescopici per il posizionamento del microfono, o in idonee valigie/box posizionate su idoneo supporto. La strumentazione di misura del rumore ambientale deve essere scelta conformemente alle indicazioni di cui all'art. 2 del DM 16/03/1998 ed in particolare deve soddisfare le specifiche di cui alla classe 1 della norma CEI EN 61672. I filtri e i microfoni utilizzati per le misure devono essere conformi, rispettivamente, alle norme CEI EN 61260 e CEI EN 61094. I calibratori devono essere conformi alla norma CEI EN 60942 per la classe 1. Per quanto riguarda la calibrazione della strumentazione, nel caso delle postazioni mobili deve essere eseguita prima e dopo ogni ciclo di misura; le misure fonometriche eseguite sono valide se le calibrazioni differiscono al massimo di $\pm 0,5$ dB(A).

Nel caso di postazioni fisse la verifica della calibrazione può essere eseguita in modalità "check" o in modalità "change". Gli strumenti di misura devono essere provvisti di certificato di taratura e controllati

almeno ogni due anni presso laboratori accreditati (laboratori LAT) per la verifica della conformità alle specifiche tecniche. I rilevamenti fonometrici devono essere eseguiti in conformità a quanto disposto al punto 7 dell'allegato B del DM 16/03/1998, relativamente alle condizioni meteorologiche. Risulta quindi necessaria l'acquisizione, contemporaneamente ai parametri acustici, dei seguenti parametri meteorologici, utili alla validazione delle misurazioni fonometriche:

- precipitazioni atmosferiche (mm);
- direzione prevalente (gradi rispetto al Nord) e velocità massima del vento (m/s);
- umidità relativa dell'aria (%);
- temperatura (°C).

Le caratteristiche minime della strumentazione di misura delle postazioni di rilievo dei dati meteorologici sono:

- per la velocità del vento, risoluzione $\leq \pm 0,5$ m/s;
- per la direzione del vento, risoluzione $\leq \pm 5^\circ$;
- frequenza di campionamento della direzione e della velocità del vento tale da garantire la produzione di un valore medio orario e di riportare il valore della raffica, generalmente base temporale di 10' per le misure a breve termine e di 1 h per misure a lungo termine;
- per la temperatura dell'aria, l'incertezza strumentale $\leq \pm 0,5$ °C;
- per l'umidità dell'aria, l'incertezza strumentale relativa $\leq \pm 10\%$ del valore nominale.

La misura può essere effettuata per integrazione continua o con tecnica di campionamento. Le misure sono inoltre distinte in misure a lungo termine e misure di breve periodo (a breve termine o misure "spot").

Le misure a lungo termine devono includere quante più condizioni di emissione e di propagazione possibile caratteristiche del sito in esame; se le condizioni di propagazione di emissione hanno caratteristiche di stagionalità è necessario effettuare più misurazioni durante l'anno solare per ottenere livelli sonori rappresentativi delle condizioni medie/caratteristiche del sito. Le misurazioni di breve periodo devono essere condotte selezionando un intervallo di tempo, comunque, non inferiore ad un'ora ($TM \geq 1h$).

Al fine di acquisire dati di rumore riproducibili e rappresentativi delle condizioni di propagazione favorevole del sito di misura e, allo stesso tempo, per ridurre al minimo le influenze delle variazioni meteo sulla propagazione del suono, sono considerate come riferimento le indicazioni fornite dalle norme UNI 9613-1, UNI 9613-2 e UNI ISO 1996-2 (Appendice A).

A monte della procedura di elaborazione dei dati grezzi per la determinazione dei descrittori/indicatori acustici, è necessario che sia verificata la qualità del dato acquisito dalla strumentazione attraverso:

- il controllo della calibrazione e del corretto funzionamento strumentale;
- il controllo sulla base delle condizioni meteorologiche.

Il monitoraggio del rumore ambientale, inteso come acquisizione ed elaborazione dei parametri acustici per la definizione dei descrittori/indicatori previsti dalla L.Q. 447/1995 e relativi decreti attuativi, deve essere effettuato da un tecnico competente in acustica ambientale (art. 2, comma 6, L.Q. 447/1995). I rapporti tecnici descrittivi delle attività svolte e dei risultati esiti del monitoraggio oltre a quanto già indicato nella parte generale delle Linee Guida, dovrà riportare per ogni misura effettuata le seguenti informazioni:

- distanza del microfono dalla superficie riflettente;
- altezza del microfono sul piano di campagna;

- distanza del microfono dalla sorgente;
- catena di misura utilizzata;
- data inizio delle misure;
- tipo di calibrazione (automatica/manuale) e modalità di calibrazione (change/check);
- posizione della postazione di riferimento per l'acquisizione dei dati meteorologici;
- nome dell'operatore (tecnico competente in acustica ambientale);
- criteri e le modalità di acquisizione e di elaborazione dei dati;
- i risultati ottenuti;
- la valutazione dell'incertezza della misura;
- la valutazione dei risultati, tramite il confronto con i livelli limite.

4.1.6.7 Valori limite e valori standard di riferimento

I valori limite per la tutela della popolazione, individuati dalla L. 447/1995 e dai relativi decreti attuativi, sono distinti per tipologia di sorgente e per destinazione urbanistica (classe acustica) del territorio.

Per la determinazione dei valori limite applicabili ai siti di attività industriale e alle attività di cantiere è individuata la classe di zonizzazione acustica e/o la definizione urbanistica del territorio in cui la sorgente e i ricettori si collocano.

I valori limiti applicabili ai siti di attività industriale e/o alle attività di cantiere sono:

- limiti di zonizzazione acustica:
 - valori limite assoluto di immissione e di emissione (Tabella C e Tabella B DPCM 14/11/1997);
 - limiti di accettabilità (art.6 DPCM 01/03/1991).
- Valore limite differenziale di emissione (art. a D.P.C.M. 14/11/1997 e D.M. 11/12/1996 per gli impianti a ciclo continuo);
- per le attività di cantiere, i valori soglia/limiti previsti dalle autorizzazioni in deroga rilasciate dai Comuni.