



Al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
Direzione Generale Valutazioni Ambientali
Divisione V – Procedure di Valutazione VIA e VAS
VA@pec.mite.gov.it

Al Ministero della Cultura
Soprintendenza Speciale per il PNRR
ss-pnrr@pec.cultura.gov.it

**Oggetto: [ID: 9444] Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale relativa al progetto di realizzazione di un parco Agrivoltaico di potenza nominale pari a 24 MWp, denominato “Macomer” sito nel Comune di Macomer (NU), Località “Figuranchida”
Proponente Energia Pulita Italiana 8 Srl.
Trasmissione controdeduzioni e integrazioni volontarie**

Premesso che

- con nota acquisita al prot. MiTE-11759 in data 27/01/2023 e perfezionata spontaneamente con nota prot. MiTE-12255 del 30/01/2023, la Società Energia Pulita Italiana 8 S.r.l. ha presentato istanza per l'avvio del procedimento in epigrafe, ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.;
- in data 07/04/2023, con nota MASE n. 56191, sono pervenute alla società proponente le osservazioni da parte del Comune di Macomer;
- in data 13/04/2023, con nota MASE n. 58305, sono pervenute alla società proponente le osservazioni da parte della Regione Autonoma della Sardegna;

la società Energia Pulita Italiana 8 Srl, proponente del progetto di cui all'oggetto, in persona del legale rappresentante Diego José Gonzalez Caceres, con la presente

trasmette i seguenti elaborati:

- la nota di controdeduzioni MAC-00_Controdeduzioni;
- MAC-IAT07-R1 - Carta dell'assetto storico – culturale;
- MAC-IAT09-R1 - Carta dei dispositivi di tutela paesaggistica artt.142-143;
- MAC-IAR14_Analisi costi-benefici ambientali;
- MAC-IAR07-R1_Allegato fotografico Botanico faunistica;
- MAC-IAR02-R1_Piano di monitoraggio ambientale;
- MAC-PDT14_Planimetria di progetto e della rete di connessione sovrapposta al reticolo idrografico di riferimento ai fini PAI;
- Elenco aggiornati aggiornato;

Cordiali Saluti

DIEGO JOSE
GONZALEZ
CACERES
05.10.2023

16:41:08 Il legale rappresentante
GMT+01:00 Energia Pulita Italiana 8 Srl
Diego Jose Gonzalez Caceres



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

**Realizzazione di un Parco Agrivoltaico Avanzato
di potenza nominale pari a 24 MWp
denominato "MACOMER"
sito nel Comune di Macomer (NU)**

Località "Figuranchida"

PROPONENTE:



Energia Pulita Italiana 8 s.r.l.

<i>Rev01</i>	<i>Integrazione documentale</i>	Data ultima elaborazione: 02/10/2023
Redatto		Approvato
<i>Dott. Biol. A.E.M. Cardaci</i>		ENERLAND ITALIA s.r.l.
Codice Elaborato		Oggetto
MAC-IAR02-R1		PROGETTO DEFINITIVO

TEAM ENERLAND:

Ing. Annamaria PALMISANO

Dott.ssa Ilaria CASTAGNA

Dott. Giovanni CARBONI

Dott. Lorenzo GIORDANO

Ing. Emanuele CANTERINO

Dott. Claudio BERTOLLO

Dott. Guglielmo QUADRIO

Dott. Lorenzo TRESSO



Firmato
digitalmente da

**AGNESE ELENA
MARIA CARDACI**

CN = CARDACI
AGNESE ELENA MARIA
C = IT



INDICE

1. INTRODUZIONE.....	1
2. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA).....	3
2.1 Obiettivo e finalità del monitoraggio	3
2.2 Attività di monitoraggio ambientale.....	5
2.3 Monitoraggio componente suolo.....	6
2.3.1 Metodica GR – 1	10
2.3.2 Metodica GR – 2	13
2.3.3 Riepilogo monitoraggio suolo	14
2.4 Monitoraggio acque.....	16
2.4.1 Riferimenti normativi.....	16
2.4.2 Monitoraggio delle acque superficiali	17
2.4.3 Consumi di acqua utilizzata.....	30
2.5 Monitoraggio flora	31
2.5.1 Metodologie di rilevamento	34
2.5.1 Manutenzione del verde.....	35
2.6 Monitoraggio fauna	37
2.6.1 Monitoraggio fauna – metodica F-1	41
2.6.2 Monitoraggio fauna – metodica F-2	45
2.6.3 Monitoraggio fauna – metodica F-3	48
2.6.4 Monitoraggio fauna - metodica F-4.....	49
2.6.4.1 <i>Pellet count</i>	49
2.6.4.2 <i>Conteggio diretto con faro</i>	50
2.6.5 Analisi ed elaborazione dati.....	52
2.7 Monitoraggio rifiuti	53
2.8 Monitoraggio qualità dell'aria	54

2.8.1	Riferimenti normativi.....	55
2.8.2	Parametri.....	56
2.8.3	Monitoraggio stato ante- operam (AO).....	59
2.8.4	Monitoraggio in fase di realizzazione dell'opera (CO).....	59
2.8.5	Monitoraggio in fase di esercizio dell'opera (Post Operam PO).....	60
2.9	Monitoraggio ambientale e climatico	60
3.	TABELLE RIEPILOGATIVE MONITORAGGI COMPONENTI.....	65
3.1	Suolo	65
3.2	Acque	65
3.3	Flora	66
3.4	Fauna.....	66
3.5	Rifiuti.....	67
3.6	Qualità dell'aria	67
3.7	Ambiente e clima	67
4.	BIBLIOGRAFIA.....	68

1. INTRODUZIONE

La relazione in oggetto illustra il "Piano di Monitoraggio Ambientale" relativo al progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato costituito da tracker e relative opere connesse (infrastrutture impiantistiche e civili), da realizzarsi nel comune di Macomer, provincia di Nuoro, in località "Figuranchida " di potenza pari a 24 MWp.

Le aree destinate all'installazione dell'impianto agrivoltaico, visibili nell'ortofoto in Figura 1, sono raggiungibili dalla SP43 e individuabili dalle seguenti coordinate:

- Latitudine: 40°14'5.71"N
- Longitudine: 8°44'35.95"E



FIGURA 1: ORTOFOTO DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.

2. PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE (PMA)

2.1 Obiettivo e finalità del monitoraggio

La European Environment Agency (EEA) definisce il monitoraggio ambientale come l'insieme delle misurazioni, valutazioni e determinazioni – periodiche o continuative – dei parametri ambientali, effettuato per prevenire possibili danni all'ambiente. Il presente documento riporta le indicazioni relative al Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA) inerente allo sviluppo del Progetto.

Il PMA ha lo scopo di individuare e descrivere le attività di controllo che il proponente intende attuare relativamente agli aspetti ambientali più significativi interessati dall'opera. Il presente documento è stato sviluppato tenendo in considerazione, laddove possibile, le linee guida redatte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) in collaborazione con l'ISPRA, in merito al monitoraggio ambientale delle opere soggette a VIA - 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 generali (Rev.1 del 16/06/2014).

La normativa di riferimento, comunitaria e nazionale include:

- Direttiva 96/61/CE: inerente alla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento, sostituita dalla Direttiva 2008/1/CE e successivamente confluita nella Direttiva 2010/75/UE.
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.: noto come Testo Unico Ambientale, individua il monitoraggio ambientale come una vera e propria fase del processo della VIA (Valutazione di Impatto Ambientale) che si attua successivamente all'informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h) ed è infine parte integrante del provvedimento di VIA (Parte Seconda, art.28)
- D. Lgs. 163/2006 e s.m.i.: regola la VIA per opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce i contenuti specifici del monitoraggio ambientale, considerandolo come parte integrante del progetto definitivo. Sono inoltre definitivi i criteri per la redazione del PMA per le opere soggette a VIA in sede statale e ove richiesto.
- Direttiva 2014/52/UE: modifica la Direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati, riconosce il monitoraggio ambientale

come strumento finalizzato al controllo degli effetti negativi significativi sull'ambiente derivanti dalla costruzione e dall'esercizio dell'opera.

Il presente Piano di Monitoraggio Ambientale è stato realizzato tenendo conto delle stazioni o punti di monitoraggio in cui effettuare i campionamenti delle matrici ambientali (acqua, suolo, ecc), dell'individuazione dei parametri e degli indicatori ambientali, delle tecniche di campionamento e la misurazione dei parametri, della frequenza dei campionamenti e la durata temporale delle attività e dei controlli periodici, le metodologie di controllo qualità e validazione dei dati.

Relativamente alle metodologie di controllo qualità e validazione dei dati è necessario sottolineare che i laboratori che effettuano analisi fisiche, chimiche e biologiche sulle matrici ambientali, e non solo, debbano essere dotati di specifici metodi di validazione dei dati. Per "validazione" si intende la verifica, nel quale i requisiti specificati sono adatti all'utilizzo previsto (Rapporti Istisan 13/41). Si stabilisce quindi se le prestazioni di una procedura di misura soddisfano quanto richiesto. Ai sensi della norma ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura", i laboratori di prova e di taratura devono assicurare la qualità dei dati analitici tenendo conto di una serie di parametri statistici come l'accuratezza, la precisione, il limite di rivelabilità e di documenti, come le carte di controllo, per valutare la qualità dei dati ottenuti, l'adeguatezza di strumenti e reagenti utilizzati e la competenza dell'operatore di laboratorio.

Per ottenere dati analitici soddisfacenti i requisiti di qualità richiesti, il laboratorio che effettua le analisi deve dotarsi di specifici programmi di validazione del dato, che prevedono l'utilizzo di matrici certificate con analiti a concentrazione nota e reagenti certificati, programmi di tarature degli strumenti, anch'essi da effettuarsi con materiali di riferimento certificati e partecipazione ai circuiti interlaboratorio, ossia prove eseguite da più laboratori che ricevono lo stesso materiale di prova (da parte di soggetti accreditati ai sensi della norma ISO/IEC 17043 Valutazione della conformità-Requisiti generali per prove valutative inter-laboratorio), utili nella valutazione dell'abilità dell'operatore che in tal modo può confrontare il proprio risultato con quello degli altri operatori mediante il confronto dello z-score, un parametro che consente al laboratorio di capire se tutte le componenti che possono influenzare l'esito di un'analisi (abilità dell'operatore, strumentazione, reagenti, ecc) sono conformi o se è necessario attuare azioni correttive. Per la realizzazione del piano di monitoraggio ambientale è necessario effettuare sopralluoghi specialistici e la misurazione di specifici parametri indicatori dello stato di qualità delle componenti ambientali; si rende inoltre utile effettuare azioni correttive nel caso in cui gli standard di qualità ambientale, stabiliti dalla normativa, dovessero essere superati. Alla fine della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, qualora ci

fossero delle prescrizioni impartite dagli Enti competenti o, in caso di insorgenza di anomalie inattese o situazioni impreviste, si apporteranno modifiche e aggiornamenti al presente elaborato. Nell'attuazione del PMA si devono considerare, inizialmente, le condizioni ambientali prima dell'inizio dei lavori (fase Ante Operam), durante l'esecuzione dei lavori (fase in Corso d'Opera) e in seguito alla fine della realizzazione dell'opera (fase Post Operam). La valutazione delle eventuali variazioni a carico delle matrici ambientali servirà a stabilire se, effettivamente, le misure di mitigazione e compensazione previste sono sufficienti alla riduzione degli impatti sull'ambiente.

Per tutte le matrici ambientali e i bersagli del monitoraggio previsti nel presente elaborato, nelle fasi in Corso d'Opera e Post Operam sarà necessario evidenziare eventuali criticità ambientali che non sono state rilevate nella fase Ante Operam al fine di prendere i relativi provvedimenti.

2.2 Attività di monitoraggio ambientale

A seguito della valutazione degli impatti sono state identificate le seguenti componenti da sottoporre a monitoraggio:

- Suolo
- Acque superficiali e consumi di acqua utilizzata
- Flora
- Fauna (avifauna, chiroterti, erpetofauna e lagomorfi)
- Rifiuti
- Qualità dell'aria
- Parametri ambientali e climatici

All'interno di tale elaborato verranno indicati i punti in cui realizzare i campionamenti e i transesti per le diverse componenti sottoposte a monitoraggio. Tali punti sono stati scelti in base ai criteri specifici da applicare per ciascuna componente sottoposta a monitoraggio, ma essi sono soggetti a una rimodulazione qualora dovessero risultare localizzati in aree che non sono agevoli dal punto di vista pratico e/o se eventuali variazioni del progetto esecutivo dovessero portare all'esigenza di rimodulare tali previsioni per renderle maggiormente idonee agli obiettivi di monitoraggio stesso.

In ogni caso si dovrà provvedere a rendere le aree oggetto di studio facilmente accessibili sia per le società che avranno in carico la realizzazione del monitoraggio, sia per eventuali controlli da parte dell'autorità competente.

2.3 Monitoraggio componente suolo

Il monitoraggio del suolo viene effettuato per la valutazione delle ripercussioni che possono verificarsi a causa della realizzazione dell'impianto agrivoltaico e, in secondo luogo, per garantire il corretto ripristino della matrice stessa.

In linea generale, sarà utile prevedere degli accorgimenti da adottare nelle fasi di cantiere, esercizio e dismissione al fine di ridurre il rischio di contaminazione di suolo e del sottosuolo.

Relativamente al monitoraggio, la normativa nazionale in tema di suolo è mostrata in **Tabella 1**.

TABELLA 1. NORMATIVE NAZIONALI COMPONENTE SUOLO

ARGOMENTO	ESTREMI NORMATIVA	TITOLO
SUOLO	D. Lgs n. 152/06 e s.m.i.	Norme in materia ambientale
	D.M. 21/03/2005	Metodi ufficiali di analisi mineralogica del suolo
	D.M. 25/03/2002	Rettifica del DM 13/09/99 n.185 "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (MUACS)".
	D.M. n. 471/99	Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni (oggi abrogati dal D.Lgs. 152/2006).
	D.M. n.185/99	Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo (MUACS).
	D.M. 01/08/97	Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi fisica del suolo".
	D.M n. 79/92	Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo, in accordo con le normative previste dalla Società Italiana della Scienza del Suolo e pubblicati sulla G.U. n°121 del 25.5.1992 "Approvazione dei Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo".

Le linee guida alle quali fare riferimento sono:

- "Soil Survey Manual" (Soil Survey Staff S.C.S. U.S.D.A, 1993);
- "Soil Taxonomy" (Soil Survey Staff N.R.C.S. U.S.D.A., 1999);

Relativamente ai parametri rilevati si farà riferimento alle terminologie italiane e ai sistemi di codifica adottati in "Guida alla descrizione dei suoli" (G. Senesi, C.N.R., 1977) e "Linee guida dei metodi di rilevamento e informatizzazione dei dati pedologici" (CRA, 2007).

I suoli verranno classificati secondo i sistemi U.S.D.A. ("Keys to Soil Taxonomy", 1998 e "Soil Taxonomy", 1999) e F.A.O., conforme alla legenda di "Soil Map of the World: revised legend" (F.A.O. - U.N.E.S.C.O., 1988).

Il monitoraggio della componente suolo consisterà nella determinazione di parametri fisici, chimici e pedologici, da effettuarsi prima, durante e dopo la realizzazione dell'impianto stesso.

Di seguito, saranno sinteticamente esposte le principali azioni previste per il monitoraggio per il profilo metodologico, modalità e tempi di attuazione.

Il monitoraggio sarà realizzato nelle fasi AO (Ante-Operam), CO (In corso d'opera) e PO (Post – Operam).

Il monitoraggio del suolo prevede l'applicazione di due metodiche di indagine:

- il monitoraggio chimico-fisico (GR-1) (AO - CO - PO);
- il profilo pedologico (GR-2) (solo AO).

Tutte le determinazioni analitiche devono essere effettuate mediante le indicazioni contenute nel Decreto Ministeriale del 13/09/1999 Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo", con le rettifiche indicate nel Decreto Ministeriale del 25 Marzo 2002.

È importante, per la valutazione di eventuali effetti a lungo termine, effettuare un monitoraggio del suolo secondo le metodologie GR-1 e GR-2. I punti per il monitoraggio del terreno, mostrati nella *Figura 2*, tengono conto delle modificazioni che potrebbero interessare il suolo in termini, ad esempio, di inquinamento e variazioni morfologiche del terreno, soprattutto nelle aree interessate dai principali cambiamenti che verranno apportati allo stesso. Il monitoraggio in fase di AO ha lo scopo di

conoscere il quadro iniziale relativo, ad esempio, alle caratteristiche del terreno, al naturale arricchimento in alcuni elementi chimici e alle caratteristiche di fertilità. Il monitoraggio in fase CO ha lo scopo di evidenziare eventuali alterazioni a carico del terreno come ad esempio l'inquinamento accidentale. Il monitoraggio in fase PO ha il compito di evidenziare se l'opera determina delle variazioni alle caratteristiche del suolo.

Il campionamento dei suoli, compatibilmente con le esigenze di progetto, non dovrà essere effettuato né nei mesi estivi in quanto i suoli possono essere caratterizzati da eccessiva condizione di siccità, né nei mesi invernali in quanto interessati da periodi piovosi intensi. Ogni campione prelevato dovrà essere accompagnato da una scheda di campagna e da un verbale di prelievo con l'indicazione di tutte le caratteristiche qualificanti, tra cui anche le condizioni meteorologiche al momento del prelievo.

Come specificato nelle "Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra. Regione Piemonte – Direzione Agricoltura" infatti, la valutazione di alcune caratteristiche del suolo deve essere effettuata a intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20 anni dall'impianto) e su almeno due siti dell'appezzamento, uno in posizione ombreggiata dalla presenza del pannello fotovoltaico, l'altro nelle posizioni meno disturbate dell'appezzamento.



FIGURA 2: PUNTI DI MONITORAGGIO DEL SUOLO.

TABELLA 2. INDICAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO DEL SUOLO

NOME PUNTO	LATITUDINE	LONGITUDINE
A	40°14'13.18"N	8°44'38.44"E
B	40°14'2.75"N	8°44'36.78"E
C	40°14'2.38"N	8°45'4.94"E
D	40°13'57.93"N	8°44'55.93"E
E	40°13'53.70"N	8°44'54.34"E
F	40°13'48.60"N	8°44'46.43"E
G	40°13'31.13"N	8°44'48.09"E
H	40°13'27.26"N	8°44'39.82"E
I	40°13'25.76"N	8°44'31.30"E
J	40°13'33.97"N	8°44'32.32"E
K	40°13'13.01"N	8°44'32.69"E

Le coordinate dei punti di campionamento indicate sono da considerare sempre suscettibili di rivalutazione in campo sulla base alla effettiva possibilità di campionamento nel punto indicato; tali coordinate, infatti, sono indicazioni generali per la realizzazione del campionamento in posizione ombreggiata e soleggiata e, pertanto, si deve tenere quindi conto di qualsiasi ingombro o condizione che non rende possibile il campionamento per motivi di praticità e/o di sicurezza degli operatori e delle opere impiantistiche.

Questo principio vale non solo per la matrice suolo, ma anche per il campionamento dell'acqua e per il monitoraggio degli altri indicatori discussi nel presente elaborato.

Le campagne di monitoraggio successive alla prima dovranno interessare punti il più possibile adiacenti a quelli già interessati dal precedente prelievo del suolo (di cui sopra sono state fornite le coordinate), al fine di effettuare un monitoraggio su aree con caratteristiche simili e ottenere dati che possano fornire informazioni circa la condizione del terreno nel corso del tempo.

2.3.1 Metodica GR – 1

Individuati i punti di monitoraggio, si passa alla registrazione dei dati relativi alla stazione dell'area come ad esempio la quota, la pendenza, la vegetazione, l'esposizione, l'uso del suolo, il substrato e la rocciosità affiorante, lo stato erosivo, permeabilità e profondità della falda. Il campionamento del

suolo deve essere effettuato mediante trivellazione fino a 1 metro di profondità; nello specifico un primo prelievo nello strato superficiale fino a 40 cm e uno più profondo fino a circa 100 cm. Le profondità sono riferite all'altezza del piano campagna (p.c.).

Ogni campione sarà ottenuto dal mescolamento di 3-4 sub-campioni e sarà analizzato in laboratorio. Tutti i campioni verranno preparati in duplice copia di cui una verrà analizzata e l'altra resterà a disposizione per ulteriori successive verifiche. Tutti i campioni di terreno prelevati saranno caratterizzati mediante analisi di laboratorio relative ai seguenti parametri chimico-fisici:

TABELLA 3. PARAMETRI CHIMICO – FISICI DEL SUOLO

Parametri Chimico Fisici	Descrizione
Tessitura	(Triangolo tessiturale USDA): La tessitura è una proprietà responsabile di proprietà fisiche, idrologiche e chimiche dei suoli che includono la permeabilità, la capacità di scambio cationico, ecc.
Scheletro (%)	Lo scheletro rappresenta la frazione di terreno costituita da elementi di diametro superiore a 2 mm che possono essere separati mediante un setaccio con maglie a 2 mm; maggiore è la % di questa porzione granulometrica, minore è la capacità di ritenzione idrica del suolo e la fertilità;
pH	Il valore del pH influisce sulla disponibilità degli elementi nutritivi del suolo. In funzione della tipologia di pH che prediligono, infatti, le specie agrarie possono essere suddivise in acidofile se crescono preferenzialmente su suoli acidi, alcalofile se prediligono suoli alcalini e neutrofile se i suoli neutri sono quelli in cui crescono meglio. La determinazione del pH va effettuata per via potenziometrica, con pHmetro tarato, poco prima della determinazione analitica, con soluzioni di riferimento certificate.
Carbonio organico (g/kg)	La concentrazione di carbonio organico nel suolo è direttamente proporzionale alla concentrazione della sostanza organica. Il contenuto di carbonio ha un contributo positivo sullo scambio cationico, sui nutrienti come azoto e fosforo e sulla capacità di ritenzione dell'acqua.
Azoto totale (g/kg)	L'analisi dell'azoto totale consente la determinazione delle frazioni di azoto organiche e ammoniacali presenti nel suolo; il Metodo Kjeldhal è il metodo analitico per la determinazione della concentrazione di azoto totale, espresso in g/kg.
Rapporto carbonio organico/azoto	Il rapporto carbonio organico/azoto organico fornisce informazioni inerenti lo stato di fertilità di un terreno. Maggiore è il rapporto C/N e maggiore è il rischio di immobilizzazione dell'azoto, ossia un maggiore utilizzo da parte dei microrganismi;
Fosforo assimilabile (mg/kg)	Il fosforo esiste in diverse forme chimiche nel suolo. La forma maggiormente utilizzabile da parte delle piante è la frazione assimilabile, la cui concentrazione nel suolo si può determinare mediante il Metodo Olsen;
Capacità di scambio cationico (CSC) (cmol/Kg)	La CSC rappresenta la quantità di cationi che possono essere scambiati da un suolo. Lo scambio di cationi è il risultato di un equilibrio tra quelli presenti sulla superficie delle particelle colloidali e quelle presenti in soluzione. Fornisce quindi anche informazioni relative alla fertilità potenziale e alla natura dei minerali argillosi. Si misura in centimoli/kilogrammo di suolo asciutto.

Basi di scambio (Ca, Mg, Na, K)	Le basi di scambio sono quattro cationi ossia calcio, magnesio, sodio e potassio sono strettamente correlate con la CSC. I cationi scambiabili sono in equilibrio dinamico con le rispettive frazioni solubili.
Tasso di saturazione basico (TSB)	Il tasso di saturazione in basi, detto anche grado di saturazione basica, è il rapporto, espresso in percentuale, fra la sommatoria delle concentrazioni delle basi di scambio (Ca, Mg, Na, K) e la CSC.
Carbonati totali (g/kg)	Il calcare totale è un parametro che consente una migliore interpretazione del pH e la proporzione della frazione più interessata alla nutrizione vegetale.

Oltre i parametri pedologici e agronomici, la metodica GR-1 prevede anche i seguenti parametri chimici, che includono i seguenti inquinanti inorganici e organici:

Inquinanti inorganici	Inquinanti organici
Arsenico	Benzene
Cadmio	Etilbenzene
Cromo totale	Stirene
Nichel	Toluene
Piombo	Xilene
Rame	Idrocarburi pesanti (C >12)
Zinco	Somma organici aromatici (Etilbenzene, stirene, toluene, xilene).
Alluminio	
Calcio	
Ferro	
Magnesio	
Manganese	
Potassio	
Sodio	

Unità di misura dei risultati dei parametri analitici elencati: *mg/Kgss*.

I parametri da laboratorio dovranno essere determinati ai sensi delle normative e procedure standardizzate, come la norma ISO/IEC 17025.

La metodica GR-1 è prevista con la seguente frequenza:

- AO: una prima degli inizi dei lavori;
- CO: due campagne durante le fasi di cantiere;
- PO: una volta l'anno per i primi tre anni e successivamente una campagna ogni cinque anni.

2.3.2 Metodica GR – 2

La presente metodica introdotta nel PMA ha come finalità quella di fornire informazioni stratigrafiche dei suoli interessati dalle attività, utili a garantire la corretta realizzazione dell'impianto.

La metodica verrà applicata, solo nella fase Ante Operam, negli stessi punti per i quali sono previste le indagini GR-1 di monitoraggio chimico-fisico del suolo.

Per ogni area identificata come omogenea, viene eseguito con pala meccanica un profilo pedologico con uno scavo di dimensioni pari a 1x1 m profondo sino a 1,50/2 m e, per ciascun profilo, si procede al campionamento degli orizzonti superficiali A e sottosuperficiali B.

Per ogni area identificata come omogenea, viene eseguito con pala meccanica un profilo pedologico con uno scavo di dimensioni pari a 1x1 m profondo sino a 1,50/2 m. La posizione dei profili viene definita tramite una coppia di coordinate. Per ogni profilo pedologico dovranno essere forniti i seguenti dati: dati generali come il codice progetto, il codice identificativo dell'osservazione, il nome del rilevatore, la data, la denominazione del sito di osservazione, il tipo di osservazione; le caratteristiche dell'ambiente circostante come quota, esposizione, pendenza, uso del suolo, materiali parentali, substrato, geomorfologia, pietrosità superficiale, rocciosità, rischio di inondazione, aspetti superficiali, erosione e deposizione, falda, drenaggio interno, profondità del suolo, permeabilità del suolo; le caratteristiche degli orizzonti come la denominazione dell'orizzonte, i limiti (profondità dei limiti superiore e inferiore, tipo e andamento), l'umidità, il colore, le screziature, cristalli-noduli-concrezioni, la reazione all'acido cloridrico, la tessitura e le classi tessitura e granulometrica, lo scheletro, la capacità di ritenuta idrica (AWC), la permeabilità, la classificazione secondo la tassonomia USDA e WRB.

Per ciascun profilo si è previsto di prelevare due campioni, uno nell'orizzonte superficiale e uno nell'orizzonte sottosuperficiale:

1. uno superficiale rappresentativo dell'orizzonte superficiale (orizzonte A) da 10 a 40 cm;
2. uno sottosuperficiale rappresentativo dell'orizzonte profondo (orizzonte B) da 60 a 80 cm;

I campioni A e B (superficiale e sottosuperficiale) verranno sottoposti all'analisi di laboratorio secondo il set analitico previsto per la metodica GR1 (Tabella 3 + parametri inorganici e organici).

I campioni di terreno degli orizzonti A e B vengono preparati eliminando sul posto le frazioni granulometriche più grossolane e conservati in contenitori di vetro sui quali vengono riportate, su un'etichetta, le informazioni relative all'area studiata, il nome del campione, la data e l'orario di campionamento. Tutti i campioni verranno prelevati in duplice copia, di cui una verrà analizzata e l'altra resterà chiusa per ulteriori successive verifiche. L'attrezzatura necessaria in questa fase comprende diversi strumenti tra cui le trivelle manuali e altri eventuali utensili per effettuare gli scavi, il GPS per la geolocalizzazione dei punti di monitoraggio, l'acqua distillata, il termometro, kit per la misurazione del pH, bussola con inclinometro, secchi in plastica, bilancino, altro materiale come cilindri graduati e spruzzette in plastica e tavole di Munsell (soil color charts). I reagenti da includere in tale fase sono l'acetone, reattivi per SAR e l'HCl.

Al termine di ogni campagna verranno redatte le schede di fine campagna con il resoconto delle attività svolte, i parametri rilevati, un report fotografico e i risultati ottenuti.

Tale metodica sarà applicata solo nella fase Ante Operam.

2.3.3 Riepilogo monitoraggio suolo

Fase Ante Operam:

- Monitoraggio secondo la Metodica GR-1 per i punti B-C-D-F-G-H-J
- Monitoraggio secondo la Metodica GR-2 per i punti A-E-I-K

Fase Corso d'Opera:

- Metodica GR-1 per tutti i punti A-B-C-D-E-F-G-H-I-J-K

Fase Post Operam:

- Metodica GR- 1 per tutti i punti A-B-C-D-E-F-G- H-I-J-K che, in tale fase, saranno così posizionati:

NOME PUNTO	LOCALIZZAZIONE
A	Zona sottostante i pannelli
B	Zona sottostante i pannelli
C	Posizione soleggiata
D	Zona sottostante i pannelli
E	Zona sottostante i pannelli
F	Posizione soleggiata
G	Zona sottostante i pannelli
H	Zona sottostante i pannelli
I	Zona sottostante i pannelli
J	Posizione soleggiata
K	Zona sottostante i pannelli

2.4 Monitoraggio acque

2.4.1 Riferimenti normativi

Secondo le Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a procedure di VIA, i riferimenti normativi nazionali a cui fare riferimento per il monitoraggio delle acque sono:

- DM 16/06/2008, n. 131 – Regolamento recante “I criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni” (Tipizzazione, Analisi delle pressioni e degli impatti e individuazione dei corpi idrici).

- DM 14/04/2009, n. 56 – Regolamento recante “Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l’identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del D.Lgs. 152/2006, recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’art. 75, comma 3, del D.Lgs. medesimo”;

- D.Lgs 16 marzo 2009 n. 30 “Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento e dal deterioramento”;

- D. Lgs. 13 ottobre 2010 n. 190 “Attuazione della direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l’azione comunitaria nel campo della politica per l’ambiente marino;

- D. Lgs. 10/12/2010, n. 219 - Attuazione della direttiva 2008/105/CE relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE, 86/280/CEE, nonché modifica della direttiva 2000/60/CE e recepimento della direttiva 2009/90/CE che stabilisce, conformemente alla direttiva 2000/60/CE, specifiche tecniche per l’analisi chimica e il monitoraggio dello stato delle acque;

- D.M. 08/10/2010, n. 260 – Regolamento recante i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali, per la modifica delle norme tecniche del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell’articolo 75, comma 3, del medesimo decreto legislativo.

A livello comunitario invece si fa riferimento a:

- Decisione della Commissione 2013/480/UE del 20/09/2013. Acque – Classificazione dei sistemi di monitoraggio – Abrogazione decisione 2008/915/CE: decisione che istituisce i valori di classificazione dei sistemi di monitoraggio degli Stati membri risultanti dall'esercizio di intercalibrazione;
- Decisione della Commissione 2010/477/UE del 1/9/2010 sui criteri e gli standard metodologici relativi al buono stato ecologico delle acque marine;
- Direttiva 2013/39/UE del 12/08/2013 che modifica le direttive 2000/60/CE e 2008/105/CE per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque.

2.4.2 Monitoraggio delle acque superficiali

Lo stato di Qualità ambientale dei corpi idrici superficiali deriva dalla valutazione attribuita allo stato ecologico e allo stato chimico del corpo idrico, così come previsto dal D.M. 260/2010 e dal D.Lgs. 172/2015, che hanno modificato il D.Lgs. 152/2006 a sua volta recepente la Direttiva 2000/60/CE, nota come "Direttiva Quadro sulle Acque" (Water Framework Directive).

Lo Stato Ecologico è l'espressione della qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici associati alle acque superficiali. Esso è definito da:

1. Elementi di Qualità Biologica (EQB):

- macroinvertebrati attraverso il calcolo dell'indice STAR_ICMi (Indice multimetrico STAR di Intercalibrazione);
- macrofite attraverso il calcolo dell'indice trofico IBMR (Indice Biologico delle Macrofite nei Fiumi);
- diatomee mediante l'indice ICMi (Indice multimetrico di Intercalibrazione);
- fauna ittica valutata attraverso l'indice ISECI (Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche).

Per ciascun elemento, mediante il confronto del valore assunto dall'elemento di qualità biologica (EQB) con delle condizioni di riferimento (RC), si calcola il Rapporto di Qualità

Ecologica (RQE), che stabilisce la qualità del corpo idrico non in valore assoluto, ma in modo tipo-specifico in relazione alle caratteristiche proprie di ciascun corso d'acqua.

2. Elementi fisico-chimici e chimici a sostegno degli elementi biologici

A supporto degli EQB si considerano i parametri chimico-fisici indicati nell'allegato 1 del D.M. 260/2010, che si valutano attraverso il calcolo del Livello di Inquinamento da Macrodescriptors per lo stato ecologico (LIMeco). I parametri sono:

- Azoto ammoniacale
- Azoto nitrico
- Fosforo totale
- Ossigeno disciolto

Di seguito vengono riportate le indicazioni per una corretta gestione dei campioni per la determinazione dei quattro parametri che definiscono il LIMeco.

Parametro	Tipo di contenitore	Conservazione	Tempo massimo di conservazione
Azoto ammoniacale	Polietilene, vetro	Refrigerazione	24 ore
Azoto nitrico	Polietilene, vetro	Refrigerazione	48 ore
Fosforo totale	Polietilene, vetro	Aggiunta di H ₂ SO ₄ fino a pH < 2 e refrigerazione	1 mese
Ossigeno disciolto (misura in situ con elettrodo)	-	-	Misura "in situ", analisi immediata
Ossigeno disciolto (Metodo di Winkler)	Vetro	Aggiunta dei reattivi di Winkler sul posto	24 ore

(Fonte: Metodi analitici per le acque – Metodi di campionamento – APAT IRSA-CNR. Tabella 2)

Come indicato nel D.M. 260/2010, il LIMeco di ciascun campionamento si ottiene dalla media dei punteggi attribuiti ai singoli parametri secondo le soglie di concentrazione indicate nella Tabella 4.1.2/a di seguito riportata.

31		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
	Punteggio*	1	0,5	0,25	0,125	0
Parametro						
100-O ₂ % sat.	Soglie**	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH ₄ (mg/l)		< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
N-NO ₃ (mg/l)		< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
Fosforo totale (µg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	> 400

* Punteggio da attribuire al singolo parametro

** Le soglie di concentrazione corrispondenti al Livello 1 sono state definite sulla base delle concentrazioni osservate in campioni (115) prelevati in siti di riferimento (49), appartenenti a diversi tipi fluviali. In particolare, tali soglie, che permettono l'attribuzione di un punteggio pari a 1, corrispondono al 75° percentile (N-NH₄, N-NO₃, e Ossigeno disciolto) o al 90° (Fosforo totale) della distribuzione delle concentrazioni di ciascun parametro nei siti di riferimento. I siti di riferimento considerati fanno parte di un database disponibile presso CNR-IRSA.

3. Sostanze inquinanti non appartenenti all'elenco di priorità (tab. 1/B del D.M. 260/10 e del D.Lgs. 172/2015)

Per esse si verifica la conformità o meno agli Standard di Qualità Ambientale in termini di media annua (SQA-MA).

In linea generale, la determinazione dei parametri analitici richiede un preciso trattamento dei campioni di acqua (conservazione in bottiglie scure o chiare in plastica o in vetro, tempo massimo di determinazione dei parametri dal momento del campionamento, temperatura di conservazione del campione) che varia in funzione del parametro e che pertanto è responsabilità degli operatori che effettuano il campionamento e l'analisi in laboratorio attenzionare.

TABELLA 4. TAB. 1/B DEL D.M. 260/10.

	CAS	Sostanza	SQA-MA ⁽¹⁾ (µg/l)	
			Acque superficiali interne ⁽²⁾	Altre acque di superficie ⁽³⁾
1	7440-38-2	Arsenico	10	5
2	2642-71-9	Azinfos etile	0,01	0,01
3	86-50-0	Azinfos metile	0,01	0,01
4	25057-89-0	Bentazone	0,5	0,2
5	95-51-2	2-Cloroanilina	1	0,3
6	108-42-9	3-Cloroanilina	2	0,6
7	106-47-8	4-Cloroanilina	1	0,3
8	108-90-7	Clorobenzene	3	0,3
9	95-57-8	2-Clorofenolo	4	1
10	108-43-0	3-Clorofenolo	2	0,5
11	106-48-9	4-Clorofenolo	2	0,5
12	89-21-4	1-Cloro-2- nitrobenzene	1	0,2
13	88-73-3	1-Cloro-3-nitrobenzene	1	0,2
14	121-73-3	1-Cloro-4- nitrobenzene	1	0,2
15	-	Cloronitrotolueni ⁽⁴⁾	1	0,2
16	95-49-8	2-Clorotoluene	1	0,2
17	108-41-8	3-Clorotoluene	1	0,2
18	106-43-4	4-Clorotoluene	1	0,2
19	74440-47-3	Cromo totale	7	4

20	94-75-7	2,4 D	0,5	0,2
21	298-03-3	Demeton	0,1	0,1
22	95-76-1	3,4-Dicloroanilina	0,5	0,2
23	95-50-1	1,2 Diclorobenzene	2	0,5
24	541-73-1	1,3 Diclorobenzene	2	0,5
25	106-46-7	1,4 Diclorobenzene	2	0,5
26	120-83-2	2,4-Diclorofenolo	1	0,2
27	62-73-7	Diclorvos	0,01	0,01
28	60-51-5	Dimetoato	0,5	0,2
29	76-44-8	Eptaclor	0,005	0,005
30	122-14-5	Fenitrothion	0,01	0,01
31	55-38-9	Fention	0,01	0,01
32	330-55-2	Linuron	0,5	0,2
33	121-75-5	Malation	0,01	0,01
34	94-74-6	MCPA	0,5	0,2
35	93-65-2	Mecoprop	0,5	0,2
36	10265-92-6	Metamidofos	0,5	0,2
37	7786-34-7	Mevinfos	0,01	0,01
38	1113-02-6	Ometoato	0,5	0,2
39	301-12-2	Ossidemeton-metile	0,5	0,2
40	56-38-2	Paration etile	0,01	0,01
41	298-00-0	Paration metile	0,01	0,01
42	93-76-5	2,4,5 T	0,5	0,2

43	108-88-3	Toluene	5	1
44	71-55-6	1,1,1 Tricloroetano	10	2
45	95-95-4	2,4,5-Triclorofenolo	1	0,2
46	120-83-2	2,4,6-Triclorofenolo	1	0,2
47	5915-41-3	Terbutilazina (incluso metabolita)	0,5	0,2
48	-	Composti del Trifenilstagno	0,0002	0,0002
49	1330-20-7	Xileni(5)	5	1
50		Pesticidi singoli(6)	0,1	0,1
51		Pesticidi totali(7)	1	1

Note alla tabella 1/B

(1) Standard di qualità ambientale espresso come valore medio annuo (SQA-MA).

(2) Per acque superficiali interne si intendono i fiumi, i laghi e i corpi idrici artificiali o fortemente modificati.

(3) Per altre acque di superficie si intendono le acque marino-costiere e le acque transizione.

(4) Cloronitrotolueni: lo standard è riferito al singolo isomero.

(5) Xileni: lo standard di qualità si riferisce ad ogni singolo isomero (orto-, meta- e para-xilene).

(6) Per tutti i singoli pesticidi (inclusi i metaboliti) non presenti in questa tabella si applica il valore cautelativo di 0,1 µg/l; tale valore, per le singole sostanze, potrà essere modificato sulla base di studi di letteratura scientifica nazionale e internazionale che ne giustifichino una variazione.

(7) Per i Pesticidi totali (la somma di tutti i singoli pesticidi individuati e quantificati nella procedura di monitoraggio compresi i metaboliti ed i prodotti di degradazione) si applica il valore di 1 µg/l fatta eccezione per le risorse idriche destinate ad uso potabile per le quali si applica il valore di 0,5 µg/l.

I giudizi relativi allo STAR_ICMi, IBMR, ICMi, ISECI, all'LIMeco e agli SQA-MA della tabella 1/B vengono integrati per la definizione dello Stato Ecologico.

Le classi di Stato Ecologico sono cinque rappresentate da specifici colori, come riportato di seguito:

Elevato	Blue
Buono	Light Green
Sufficiente	Yellow
Scarso	Orange
Cattivo	Red

Oltre la valutazione dello Stato Ecologico, il D.M. 260/10, che è stato in parte modificato dal D. Lgs. 172/2015, prevede la valutazione dello Stato Chimico mediante la determinazione delle sostanze inquinanti incluse nell'elenco di priorità (Tab.1/A del D.M. 260/2010).

TABELLA 5. TAB. 1/A DEL D.M. 260/10

N	NUMERO CAS	(1)	Sostanza	(µg/l)		
				SQA-MA ⁽²⁾ (acque superficiali interne) ⁽³⁾	SQA-MA ⁽²⁾ (altre acque di superficie) ⁽⁴⁾	SQA-CMA ⁽⁵⁾
1	15972-60-8	P	Alaclor	0,3	0,3	0,7
2	85535-84-8	PP	Alcani, C10-C13, cloro	0,4	0,4	1,4
3		E	Antiparassitari ciclodiene	Σ = 0,01	Σ = 0,005	
	309-00-2		Aldrin			
	60-57-1		Dieldrin			
	72-20-8		Endrin			
	465-73-6		Isodrin			
4	120-12-7	PP	Antracene	0,1	0,1	0,4
5	1912-24-9	P	Atrazina	0,6	0,6	2,0
6	71-43-2	P	Benzene	10 ⁽⁶⁾	8	50
7	7440-43-9	PP	Cadmio e composti (in funzione delle classi di durezza) ⁽⁷⁾	≤0,08 (Classe 1) 0,08 (Classe 2) 0,09 (Classe 3) 0,15 (Classe 4) 0,25 (Classe 5)	0,2	(Acque interne) ≤0,45 (Classe 1) 0,45 (Classe 2) 0,6 (Classe 3) 0,9 (Classe 4) 1,5 (Classe 5)
8	470-90-6	P	Clorfenvinfos	0,1	0,1	0,3
9	2921-88-2	P	Clorpirifos (Clorpirifos etile)	0,03	0,03	0,1

10		E	DDT totale ⁽⁸⁾	0,025	0,025	
	50-29-3	E	p.p'-DDT	0,01	0,01	
11	107-06-2	P	1,2-Dicloroetano	10	10	
12	75-09-2	P	Diclorometano	20	20	
13	117-81-7	P	Di(2-etilesifalato)	1,3	1,3	
14	32534-81-9	PP	Difenilitere bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99,100, 153 e 154)	0,0005	0,0002	
15	330-54-1	P	Diuron	0,2	0,2	1,8
16	115-29-7	PP	Endosulfan	0,005	0,0005	0,01 0,004 (altre acque di sup)
17	118-74-1	PP	Esaclorobenzene	0,005	0,002	0,02
18	87-68-3	PP	Esaclorobutadiene	0,05	0,02	0,5
19	608-73-1	PP	Esaclorocicloesano	0,02	0,002	0,04 0,02 (altre acque di sup)
20	206-44-0	P	Fluorantene	0,1	0,1	1
21		PP	Idrocarburi policiclici aromatici (9)			
	50-32-8	PP	Benzo(a)pirene	0,05	0,05	0,1
	205-99-2	PP	Benzo(b)fluorantene	$\Sigma=0,03$	$\Sigma=0,03$	
	207-08-9	PP	Benzo(k)fluoranthene			
	191-24-2	PP	Benzo(g,h,i)perylene	$\Sigma=0,002$	$\Sigma=0,002$	

	193-39-5	PP	Indeno(1,2,3-cd)pyrene			
22	34123-59-6	P	Isoproturon	0,3	0,3	1,0
23	7439-97-6	PP	Mercurio e composti	0,03	0,01	0,06
24	91-20-3	P	Naftalene	2,4	1,2	
25	7440-02-0	P	Nichel e composti	20	20	
26	84852-15-3	PP	4- Nonilfenolo	0,3	0,3	2,0
27	140-66-9	P	Ottilfenolo(4-(1,1',3,3'- tetrametilbutil-fenolo)	0,1	0,01	
28	608-93-5	PP	Pentaclorobenzene	0,007	0,0007	
29	87-86-5	P	Pentaclorofenolo	0,4	0,4	1
30	7439-92-1	P	Piombo e composti	7,2	7,2	
31	122-34-9	P	Simazina	1	1	4
32	56-23-5	E	Tetracloruro di carbonio	12	12	
33	127-18-4	E	Tetracloroetilene	10	10	
33	79-01-6	E	Tricloroetilene	10	10	
34	36643-28-4	PP	Tributilstagno composti (Tributilstagno catione)	0,0002	0,0002	0,0015
35	12002-48-1	P	Triclorobenzeni ⁽¹⁰⁾	0,4	0,4	
36	67-66-3	P	Triclorometano	2,5	2,5	
37	1582-09-8	P	Trifluralin	0,03	0,03	

Nota tabella 1/A

(1) Le sostanze contraddistinte dalla lettera P e PP sono rispettivamente le sostanze prioritarie e quelle pericolose prioritarie individuate ai sensi della decisione n. 2455/2001/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 20 novembre 2001 e della Proposta di direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio n. 2006/129 relativa a standard di qualità ambientale nel settore della politica delle acque e recante modifica della direttiva 2000/60/CE. Le sostanze contraddistinte dalla lettera E sono le sostanze incluse nell'elenco di priorità individuate dalle "direttive figlie" della Direttiva 76/464/CE.

(2) Standard di qualità ambientale espresso come valore media annuo (SQA-MA)

(3) Per acque superficiali interne si intendono i fiumi, i laghi e i corpi idrici artificiali o fortemente modificati.

(4) Per altre acque di superficie si intendono le acque marino-costiere, le acque territoriali e le acque di transizione. Per acque territoriali si intendono le acque al di là del limite delle acque marino-costiere di cui alla lettera c, comma 1 dell'articolo 74 del presente decreto legislativo.

(5) Standard di qualità ambientale espresso come concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA). Ove non specificato si applica a tutte le acque

(6) Per il benzene si identifica come valore guida la concentrazione pari 1 µg/l.

(7) Per il cadmio e composti i valori degli SQA e CMA variano in funzione della durezza dell'acqua classificata secondo le seguenti cinque categorie: Classe 1: <40 mg CaCO₃/l, Classe 2: da 40 a <50 mg CaCO₃/l, Classe 3: da 50 a <100 mg CaCO₃/l, Classe 4: da 100 a <200 mg CaCO₃/l e Classe 5: ≥200 mg CaCO₃/l).

(8) Il DDT totale comprende la somma degli isomeri 1,1,1-tricloro-2,2 bis(p-clorofenil) etano (numero CAS 50-29-3; numero UE 200-024-3), 1,1,1-tricloro-2(o-clorofenil) -2-(p-clorofenil) etano (numero CAS 789-02-6; numero UE 212-332-5), 1,1-dicloro-2,2 bis(p-clorofenil)etilene (numero CAS 72-55-9; numero UE 200-784-6) e 1,1-dicloro-2,2 bis(p-clorofenil)etano (numero CAS 72-54-8; numero UE 200-783-0).

(9) Per il gruppo di sostanze prioritarie "idrocarburi policiclici aromatici" (IPA) (voce n. 21) vengono rispettati l'SQA per il benzo(a)pirene, l'SQA relativo alla somma di benzo(b)fluorantene e benzo(k)fluorantene e l'SQA relativo alla somma di benzo(g,h,i)perilene e indeno(1,2,3-cd)pirene.

(10) Triclorobenzeni: lo standard di qualità si riferisce ad ogni singolo isomero.

(Fonte: D.M. n. 260 del 08/11/2010).

Per il conseguimento dello stato "Buono", le concentrazioni di tali sostanze devono essere inferiori agli Standard di Qualità Ambientale (SQA) in termini di media annua (SQA-MA) o di concentrazione massima ammissibile (SQA-CMA), ove prevista. È sufficiente che un solo elemento superi tali valori per il mancato conseguimento dello stato Buono.

Le Classi di qualità dello Stato Chimico sono due:

Buono	
Mancato conseguimento dello Stato Buono	

Le aree di progetto si trovano in prossimità del fiume Riu Mene. Una parte del cavidotto attraverserà il tragitto di tale fiume.

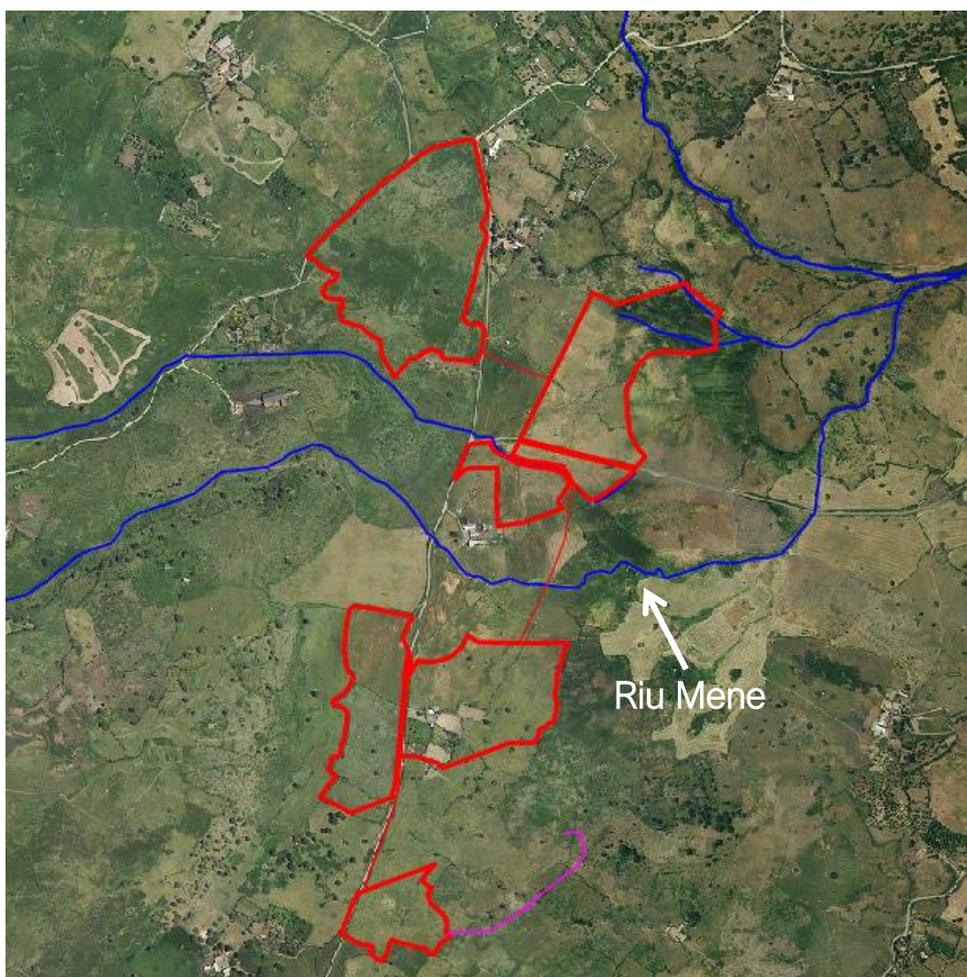


FIGURA 3: COLLOCAZIONE DELLE AREE DI PROGETTO RISPETTO AL CORPO IDRICO PRINCIPALE DELL'AREA.

Se nei periodi maggiormente piovosi si rendesse possibile accedere a un quantitativo di acqua che renda possibile la realizzazione di un campionamento del corpo idrico, si propone di effettuare il campionamento in due punti del Riu Mene in prossimità delle aree di progetto collocati in posizione Monte-Valle rispetto al punto in cui il cavidotto attraversa tale corpo idrico. Per tali punti si propone di effettuare tre campagne di campionamento, nello specifico:

- Una campagna nella fase Ante Operam
- Una campagna nella fase In corso d'Opera
- Una campagna nella fase Post Operam

L'acqua campionata sarà sottoposta al seguente set analitico:

- Azoto ammoniacale
- Azoto nitrico
- Fosforo totale
- Ossigeno disciolto
- Torbidità
- pH
- Conducibilità
- TDS (Solidi Totali Disciolti)
- TSS (Solidi Totali Sospesi)

I primi quattro parametri costituiscono l'indice LIMeco (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori).

I punti nei quali effettuare il campionamento sono indicati nella seguente figura:



FIGURA 4: PUNTI DI CAMPIONAMENTO NEL RIU MENE.

TABELLA 6. PUNTI DI MONITORAGGIO DELL'ACQUA.

Punti di monitoraggio	Identificativo su mappa	Coordinate
Punto a Monte	1	40°13'44.38"N 8°44'38.62"E
Punto a Valle	2	40°13'46.30"N 8°45'19.16"E

2.4.3 Consumi di acqua utilizzata

Il fabbisogno in fase di costruzione, gestione e dismissione è legato alle esigenze di cantiere, alla pulizia dei moduli fotovoltaici e all'irrigazione delle specie vegetali.

Nell'ambito del monitoraggio idrico si prevede anche il monitoraggio dei consumi di acqua utilizzata nel contesto del progetto. Nello specifico dovrà essere predisposto un registro nel quale si dovranno indicare i consumi di acqua utilizzata nell'ambito della pulizia dei pannelli.

2.5 Monitoraggio flora

Nel contesto del progetto sarà prevista la messa a dimora di alberi di ulivo nella fascia di mitigazione perimetrale, la creazione di aree destinate a compensazione e conservazione e la semina del prato polifita. La presenza degli alberi crea dei veri e propri corridoi ecologici, aree molto importanti per il rifugio e il passaggio della piccola fauna. Il monitoraggio della flora, previsto nel presente piano di monitoraggio e da effettuarsi nelle fasi CO e PO, consiste nella valutazione dei popolamenti di piante spontanee che potrebbero potenzialmente crescere nelle aree di progetto.

I transetti lungo i quali è stata realizzata una prima osservazione della flora (nel periodo di novembre 2022), da considerarsi potenzialmente come un monitoraggio Ante Operam, sono riportati nelle seguenti Figure:

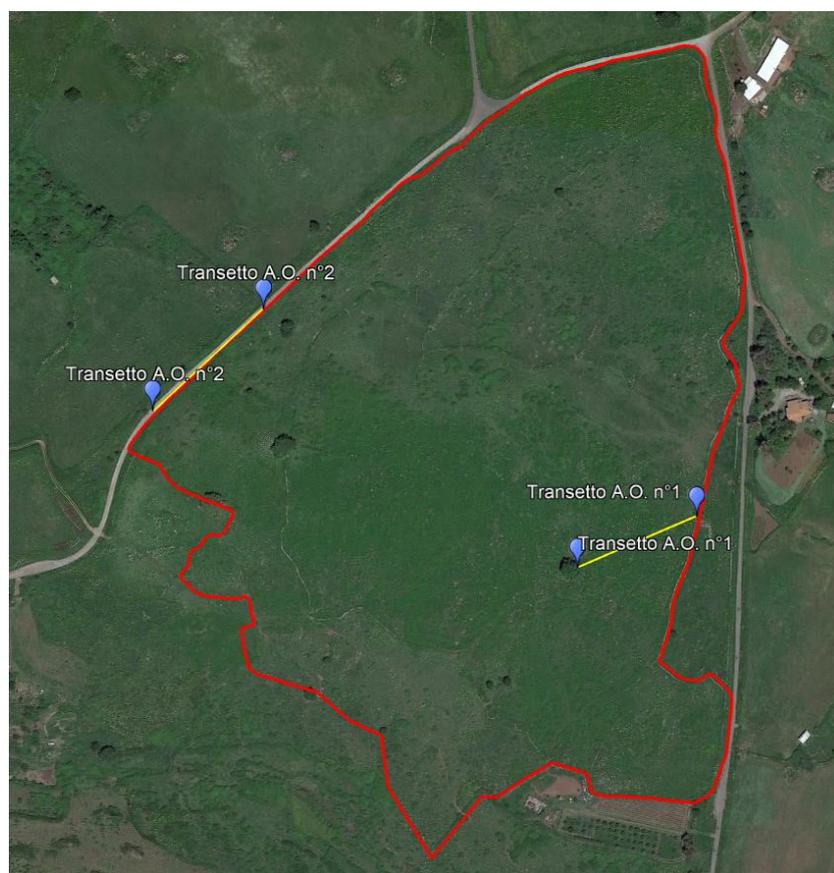




FIGURA 5: TRANSETTI ANTE OPERAM (A.O.) REALIZZATI PER L'OSSERVAZIONE DELLA FLORA.

I transetti lungo i quali realizzare il monitoraggio della flora nelle fasi C.O. e P.O. sono indicati nella *Figura 6* e in Tabella 7.



FIGURA 6:TRANSETTI PER IL MONITORAGGIO DELLA FLORA.

TABELLA 7. PUNTI DI MONITORAGGIO DELLA FLORA.

Transetto	Identificativo su mappa	Coordinate
Transetto n. 1	1 (inizio transetto)	40°14'2.86"N 8°45'3.20"E
	2 (fine transetto)	40°14'2.06"N 8°45'7.27"E
Transetto n. 2	3 (inizio transetto)	40°13'51.53"N 8°44'49.54"E
	4 (fine transetto)	40°13'50.67"N 8°44'53.52"E
Transetto n. 3	5 (inizio transetto)	40°13'26.62"N 8°44'43.47"E
	6 (fine transetto)	40°13'27.56"N 8°44'47.44"E

2.5.1 Metodologie di rilevamento

Il monitoraggio della flora sarà così realizzato:

- Fase Corso d'Opera: 1 campagna in primavera/estate
- Fase Post Operam: - 1 campagna/anno in primavera-estate per i primi 3 anni di esercizio, successivamente 1 campagna in primavera/estate ogni 5 anni (come specificato nelle "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: Biodiversità (Vegetazione, Flora, Fauna)

Ogni transetto previsto per il monitoraggio della flora ha una lunghezza di circa 100 metri. Dal punto di inizio transetto al punto di fine transetto si dovranno raccogliere informazioni relative alle specie presenti. Nello specifico si dovranno censire tutte le specie spontanee osservate lungo tali transetti e si dovrà corredare tale osservazione con un report fotografico. Il rilievo delle specie potrà essere integrato dall'eventuale frequentazione da parte dell'entomofauna e dovrà inoltre evidenziare se le specie osservate sono specie protette o a rischio estinzione (secondo le liste rosse IUCN, delle quali si rimanda a una spiegazione più approfondita al paragrafo 2.6 sul monitoraggio della fauna) o se si tratta di specie spontanee alloctone.

Ogni organismo vegetale per il quale è stata possibile la determinazione della specie dovrà essere indicato con la nomenclatura binomia, ovvero con l'indicazione del genere (in

maiuscolo) e della specie (in minuscolo). Qualora non si riuscisse a identificare la specie, si dovranno censire gli organismi osservati mediante un'indicazione del taxon (la categoria o l'entità di qualsiasi grado come genere, famiglia, ordine), il più prossimo possibile alla specie, al quale può essere ricondotto l'organismo.

Per incrementare le informazioni ottenute mediante una stima quantitativa, se lo si ritiene funzionale, si può anche effettuare una descrizione della copertura percentuale delle singole specie osservate.

Correlando il monitoraggio della flora con quello del terreno, è importante sottolineare che durante il monitoraggio del suolo secondo la metodica GR-1, l'osservazione del suolo e la registrazione dei dati relativi alla copertura vegetale, può essere utile anche al monitoraggio della flora. 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 sulla vegetazione.

2.5.1 Manutenzione del verde

La manutenzione dell'impianto arboreo della fascia di mitigazione prevedrà irrigazioni di soccorso, concimazioni (da effettuare assecondando la fisiologia della pianta sottoposta a trapianto), potature di formazione, spollonature, eliminazione e sostituzione delle piante morte, difesa dalla vegetazione infestante con lavorazione meccanica, ripristino della verticalità delle piante (a seguito di cedimenti del suolo o eventi atmosferici), controllo legature e tutoraggi e controllo dei parassiti e delle fitopatie in genere.

Interventi di manutenzione primo e secondo anno

Gli interventi da eseguire annualmente e, ove necessario, più volte nel corso dell'anno consistono in:

- N° 1 intervento di reintegrazione delle fallanze;
- N° 1 intervento annuo di potatura di formazione e di rimozione del secco di tutti gli alberi di nuovo impianto;
- N° 2 verifiche dei pali tutori e dei legacci con consolidamento al fusto;

- N° 1 intervento di controllo fitosanitario ed eventuale intervento antiparassitario sulle alberature;
- N° 3 interventi di rimozione dalla vegetazione infestante con lavorazione meccanica (trattrice e trinciaerba/erpice oppure decespugliatore);

Interventi di manutenzione successivi dal secondo anno al quinto anno

Gli interventi da eseguire annualmente e ove necessario più volte nel corso dell'anno, consistono in:

- N° 3 (indicativamente) sarchiature lungo i filari della fascia perimetrale;
- N° 1 intervento di reintegrazione delle fallanze;
- N° 1 interventi di concimazione della fascia arborea perimetrale con concimi organici a lenta cessione;
- N° 1 intervento di potatura ogni due anni sulle alberature di olivo della fascia di mitigazione;
- N° 1 intervento annuo di spollonatura sugli olivi della fascia di mitigazione;
- N° 3 interventi di rimozione dalla vegetazione infestante con lavorazione meccanica (trattrice e trinciaerba/erpice);
- N° 1 verifica dei pali tutori e dei legacci con consolidamento al fusto;
- N° 1 intervento di controllo fitosanitario ed eventuale intervento antiparassitario;
- N° 3 interventi di monitoraggio impianto di irrigazione;

Alla fine del terzo anno dovranno essere rimossi i pali tutori.

2.6 Monitoraggio fauna

Il monitoraggio della componente fauna ha lo scopo di tenere sotto controllo e prevenire eventuali cause di degrado delle comunità faunistiche esistenti nel territorio in esame.

Come indicazione generale bisogna tenere conto delle caratteristiche del territorio in esame e della possibile presenza di specie faunistiche.

Nell'area di interesse, precisamente all'interno della fascia di mitigazione perimetrale e nell'area destinata all'uliveto, verranno interrati pali in legno sui quali andranno posizionati sia nidi artificiali, per attirare specie avifaunistiche, che rifugi per pipistrelli (o Bat Box). La distribuzione dei vari nidi, all'interno della proprietà interessata dal progetto, è indicata nella *Figura 6* e in Tabella 8.

Le coordinate geografiche indicate in Tabella 8 sono da considerarsi dei riferimenti orientativi per il posizionamento dei nidi e delle bat box; difatti il posizionamento può essere sempre suscettibile di rivalutazione sulla base della facilità di accesso dei diversi punti indicati.

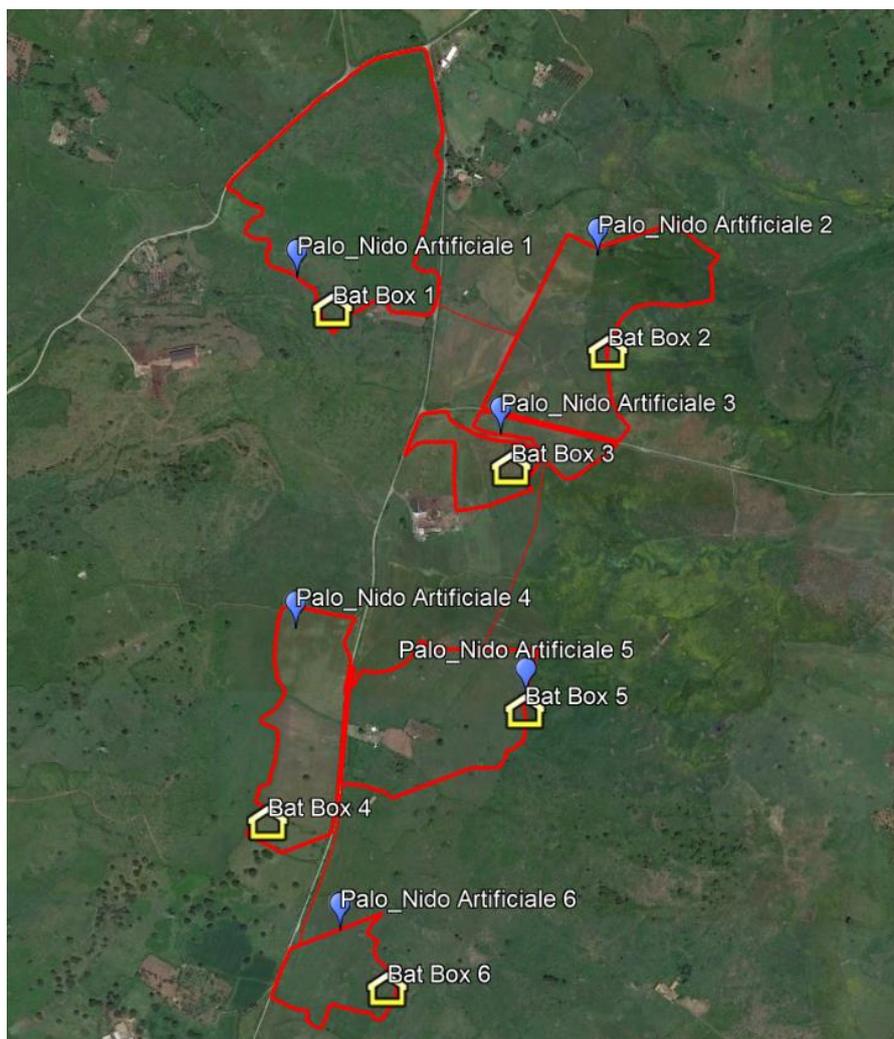


FIGURA 7: LOCALIZZAZIONE DEI NIDI ARTIFICIALI E BAT BOX.

TABELLA 8. LOCALIZZAZIONE NIDI ARTIFICIALI E BAT BOX.

Nome Nido/Bat box	Coordinate di posizionamento
Palo_Nido Artificiale 1	40°14'1.62"N 8°44'31.24"E
Bat Box 1	40°13'57.91"N 8°44'34.39"E
Palo_Nido artificiale 2	40°14'3.27"N 8°44'58.44"E
Bat Box 2	40°13'55.02"N 8°44'59.37"E
Palo_Nido Artificiale 3	40°13'50.74"N 8°44'49.61"E

Bat Box 3	40°13'46.88"N 8°44'50.57"E
Palo_Nido Artificiale 4	40°13'37.15"N 8°44'31.02"E
Bat Box 4	40°13'22.19"N 8°44'28.56"E
Palo_Nido Artificiale 5	40°13'32.49"N 8°44'51.90"E
Bat Box 5	40°13'29.93"N 8°44'51.82"E
Palo_Nido Artificiale 6	40°13'16.16"N 8°44'35.09"E
Bat Box 6	40°13'10.58"N 8°44'39.36"E

Per la fauna le attività di monitoraggio consisteranno in:

- Caratterizzare in fase di Ante Operam (AO) delle comunità faunistiche presenti nell'area per valutare gli attuali livelli di diversità e di abbondanza specifica;
- In Corso d'Opera (CO) e Post Operam (PO) si verificheranno le comunità faunistiche presenti per evitare l'insorgere di variazioni in termini di diversità e di abbondanza specifica delle comunità rispetto a quanto rilevato in AO;
- Verifica dell'efficacia delle opere di mitigazione previste per la componente in oggetto, sia in termini di variazione della qualità dell'ambiente che di risposta delle comunità faunistiche. Verranno quindi controllati i nidi e le bat box per valutarne l'occupazione da parte degli animali.

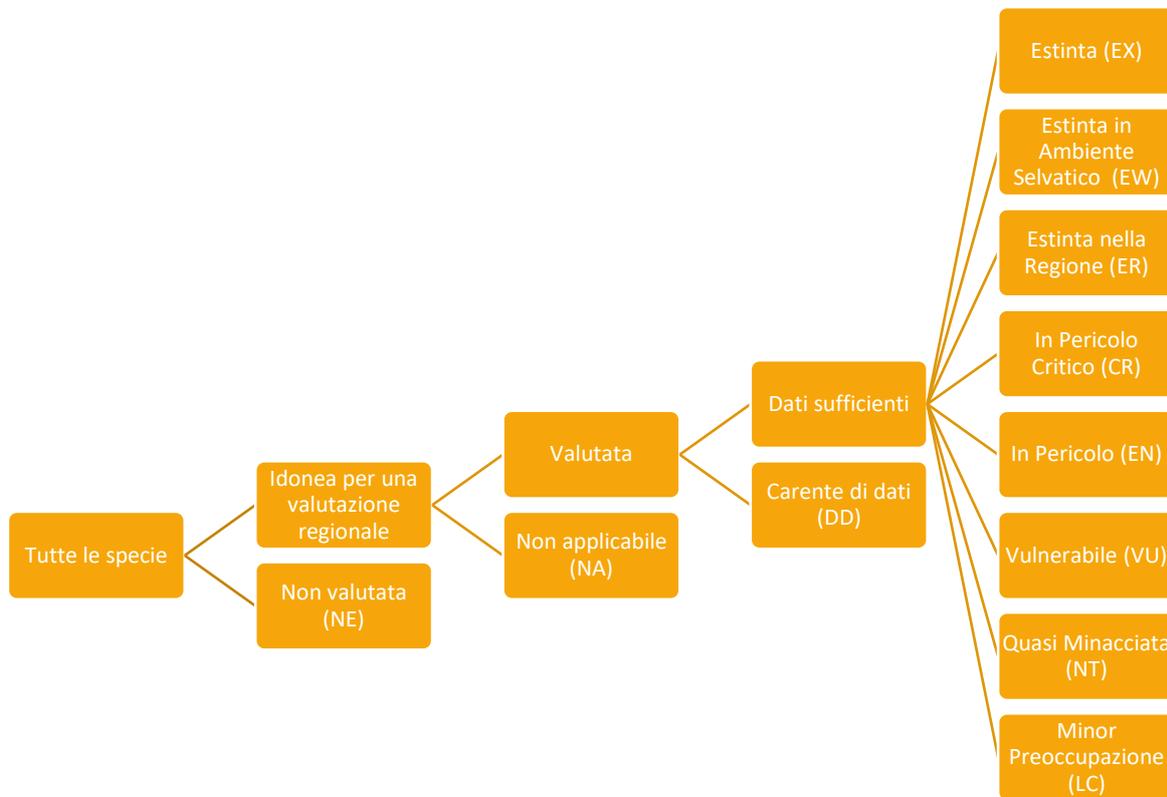
Indicazioni operative per l'installazione delle Bat box: il nido va montato su un palo ad almeno 4 metri di altezza. Se la temperatura media a luglio è 30-35°C, il nido deve essere posizionato all'ombra in modo tale che la luce diretta del sole lo raggiunga per non più di 6 ore; se invece la temperatura media a luglio è inferiore ai 27°C il nido deve essere esposto alla luce per almeno 10 ore al giorno.

Le comunità faunistiche dell'area interessata verranno studiate per identificare la presenza di emergenze e potenzialità faunistiche di rilievo. Le comunità faunistiche indicatrici e le metodiche di monitoraggio sono indicate in Tabella 9.

TABELLA 9. METODICHE DI MONITORAGGIO

Attività	Metodica	Descrizione
Avifauna	F – 1	Monitoraggio mediante transetti di identificazione diretta (visivo) e indiretta (sonoro)
Erpetofauna	F – 2	Monitoraggio tramite transetti
Chiroterri	F – 3	Monitoraggio per mezzo del bat – detector
Conigli selvatici	F – 4	Monitoraggio mediante pellet count e diretto con faro

Come nel caso della flora, ogni individuo per il quale è stata possibile la determinazione della specie dovrà essere indicato con la nomenclatura binomia e, anche in questo contesto se non è possibile l'identificazione della specie dovrà essere indicato il taxon il più prossimo possibile alla specie al quale può essere ricondotto l'organismo. Per ogni specie che verrà individuata nel corso delle campagne di monitoraggio viene individuata l'iscrizione all'elenco delle specie inserite in All. 1 della direttiva 2009/147/CE e il livello di classificazione nelle liste rosse italiane IUCN, acronimo di International Union for Conservation of Nature, un'organizzazione non governativa fondata nel 1948 con lo scopo di tutelare la biodiversità, l'ambiente e favorire lo sviluppo sostenibile. In questo contesto sono state create le "Liste Rosse", documenti realizzati grazie al lavoro di ricercatori su scala globale e contenenti informazioni circa lo stato di conservazione delle specie animali e vegetali. Le specie vengono così classificate sulla base di specifici criteri come il numero di individui, il successo riproduttivo e la struttura delle comunità, rispetto al rischio di estinzione e associando, per ciascuna di esse, una delle seguenti sigle:



Le categorie CR, EN e VU rientrano tra le “Categorie di Minaccia”.

2.6.1 Monitoraggio fauna – metodica F-1

Per il monitoraggio dell’avifauna si prevede di applicare il modello BACI, acronimo di *Before After Control Impact* (Stewart-Oaten et al., 1986). Tale modello si basa sul principio che le comunità ecologiche subiscono dei cambiamenti laddove risentono di attività antropiche, rispetto a stesse comunità ecologiche che non risentono di tali attività. Tale approccio permette quindi di stimare l’impatto di un’opera o di una perturbazione ambientale prendendo come riferimento il confronto con un’area di controllo (Underwood 1994, Smith 2002).

Per realizzare ciò bisogna quindi avere a disposizione dei dati di osservazione sia delle aree oggetto del presente studio sia di aree simili per conformazione ambientale e territoriale che non saranno interessate dalla realizzazione del progetto, dette *aree di controllo*, in modo da

evidenziare se la realizzazione del progetto può in qualche modo apportare dei cambiamenti agli equilibri ecologici della zona.

Le metodologie per il monitoraggio dell'avifauna consisteranno nella realizzazione di transetti lineari nei quali si potrà:

- effettuare il riconoscimento delle specie tramite avvistamento diretto
- annotare i punti in cui è avvenuto l'ascolto del canto

Il monitoraggio sarà condotto in Fase Ante Operam, in Corso d'Opera e Post Operam e prevede campagne di osservazione condotte nel periodo primaverile/estivo.

Il censimento avifaunistico viene effettuato percorrendo lentamente i transetti.

Vengono indicati su una scheda da campo le specie, identificate a vista o al canto, indicando ogni individuo segnalato con i seguenti codici:

Cod.	Descrizione
GA	Generico avvistamento
MC	Maschio in canto o attività territoriale
IV	Individuo in volo di spostamento
NI	Nidiata o giovane appena involato
AR	Attività riproduttiva (individuo con imbeccata o con materiale per il nido)
M	Maschio
F	Femmina

Questi codici possono essere applicati ad ogni segnalazione così da poter ottenere informazioni supplementari relative al popolamento dell'area e sulle potenziali nidificazioni presenti. Le informazioni raccolte durante le indagini vengono poi divise in base agli esemplari che vengono individuati entro un intervallo di circa 100 m di raggio dalla posizione dell'osservatore. L'ubicazione dei transetti e la lunghezza sono indicati nella *Figura 7* e in *Tabella 10*. Questi punti saranno mantenuti nelle successive fasi di monitoraggio. Le frequenze del monitoraggio per l'avifauna sono indicate nel paragrafo 3.4.

Di seguito viene mostrata la posizione dei transetti di osservazione. Con le lettere sono indicati i punti di monitoraggio nelle aree di progetto, con i numeri invece il punto di monitoraggio nell'area di controllo, che in questo caso è rappresentato da un'area classificata secondo la carta Corine Biotopes come "Piantagioni di conifere", nella quale è presente anche un laghetto e che potrebbe essere potenzialmente un'area frequentata dalle specie di avifauna.



FIGURA 8: LOCALIZZAZIONE DEI TRANSETTI PER IL MONITORAGGIO DELL'AVIFAUNA.

TABELLA 10. INDICAZIONE TRANSETTI.

N. TRANSETTO	LUNGHEZZA (m)	IDENTIFICATIVO TRANSETTO	COORDINATE	AREA
1	~100	A (inizio transetto)	40°14'3.37"N 8°45'1.84"E	di progetto
		B (fine transetto)	40°14'2.31"N 8°45'5.89"E	
2	~100	C (inizio transetto)	40°13'37.81"N 8°44'33.65"E	di progetto
		D (fine transetto)	40°13'34.58"N 8°44'33.68"E	
3	~100	1 (inizio transetto)	40°13'24.65"N 8°42'25.68"E	controllo
		2 (inizio transetto)	40°13'23.23"N 8°42'21.70"E	

È preferibile effettuare i rilevamenti durante la massima attività dell'avifauna, ossia tra l'alba e la metà della mattinata, anche se, se sussistono particolari necessità organizzative, l'orario può variare in base alle condizioni climatiche e della luce. I dati relativi agli individui in attività riproduttiva o di definizione dei territori, censiti in periodo tardo primaverile e estivo, possono essere utilizzati per la stima delle coppie nidificanti. Verrà inoltre condotta un'osservazione dell'ambiente circostante lungo il transetto, al fine di poter riferire eventuali cambiamenti di natura del popolamento o dell'ambiente.

I dati raccolti nelle differenti fasi di monitoraggio saranno utili alla comprensione della biodiversità dell'ecosistema. Per ogni transetto verrà eseguita una descrizione dell'ambiente riportandone la lunghezza ed i percorsi.

Per ogni punto di monitoraggio, saranno descritte le comunità censite, fornendo i valori dei seguenti indici:

- Indice di ricchezza: che rappresenta il numero di specie rilevate;
- Indice dei nidificanti: rappresenta la stima delle coppie nidificanti sulla base dei risultati dei rilievi effettuati in stagione estiva entro i 100 m (o 200 m) dal transetto, sulla base dei codici utilizzati per i censimenti.
- Indice di Shannon – Wiener (1963): indice utilizzato per stabilire la complessità di una comunità calcolato col seguente algoritmo:

$$\text{Diversità (H')} = -\sum (ni/N) * \ln (ni/N)$$

Dove:

- ni = numero di individui in un taxon (o unità tassonomica, è un raggruppamento di organismi reali, distinguibili morfologicamente e geneticamente da altri e riconoscibili come unità sistematica, posizionata all'interno della struttura gerarchica della classificazione scientifica);
- N = numero totale di individui.

L'indice di Shannon – Wiener misura la probabilità che un individuo preso a caso dalla popolazione appartenga ad una specie differente da una specie estratta in un precedente ipotetico prelievo; è il più diffuso indice di diversità e tiene conto sia del numero di specie sia

delle abbondanze relative delle medesime. Maggiore è il valore di H' , maggiore è la biodiversità. Esso varia potenzialmente tra 0 (tutti gli individui appartengono alla stessa specie) e infinito (per popolazioni infinite formate da infinite specie), i valori misurati in comunità reali variano generalmente tra 1,5 e 3,5.

Le informazioni raccolte verranno poi riportate in report riferiti ai singoli punti di monitoraggio, aggiornati nel corso delle diverse fasi previste. Per completare l'analisi e la restituzione dei dati si effettuerà il calcolo e il confronto dei valori di coppie nidificanti e del valore ecologico delle stesse a partire dal CO.

Oltre l'osservazione nei transetti definiti precedentemente si dovrà tenere conto dell'eventuale occupazione dei nidi artificiali posti all'interno dell'area di progetto e l'eventuale presenza di nidi naturali realizzati dagli animali.

Per l'elaborazione dei dati si valuterà il modello statistico più adatto alle esigenze di tale monitoraggio.

2.6.2 Monitoraggio fauna – metodica F-2

Il censimento dell'erpetofauna, ovvero dei rettili e degli anfibi, consiste nell'individuazione di transetti, indicati nella Figura seguente, al fine di individuare l'eventuale presenza di erpetofauna, qualora riscontrata, le specie presenti nell'area per effettuare, successivamente, un'analisi quali-quantitativa del popolamento. I transetti sono posti sempre lungo la fascia di mitigazione perimetrale in quanto occupata da vegetazione che può favorire la frequentazione da parte di piccoli animali, soprattutto di rettili.



FIGURA 9: TRANSETTI PER IL MONITORAGGIO DELL'ERPETOFAUNA.

TABELLA 11. INDICAZIONE TRANSETTI MONITORAGGIO ERPETOFAUNA

N. TRANSETTO	LUNGHEZZA (m)	IDENTIFICATIVO TRANSETTO	COORDINATE
1	~50	1 (inizio transetto)	40°14'3.95"N 8°45'6.30"E
		2 (fine transetto)	40°14'2.84"N 8°45'7.77"E
2	~50	3 (inizio transetto)	40°13'47.38"N 8°44'49.74"E
		4 (fine transetto)	40°13'46.84"N 8°44'50.67"E
3	~50	5 (inizio transetto)	40°13'32.48"N 8°44'35.34"E
		6 (fine transetto)	40°13'30.88"N 8°44'35.18"E

Il censimento verrà condotto una volta l'anno secondo la seguente metodologia:

- L'osservazione verrà effettuata con percorsi rappresentativi degli habitat che mostrano caratteristiche microclimatiche idonee alla presenza delle specie.
- I transetti potranno essere percorsi in periodo tardo primaverile/estivo nella tarda mattinata quando le condizioni di luce sono favorevoli e quando si ha il picco del periodo riproduttivo delle specie
- I transetti verranno percorsi da una coppia di operatori che dovranno cercare le specie lungo i transetti e nei possibili nascondigli. Un operatore annoterà le specie riconosciute ed il numero di individui (oltre che le loro dimensioni), individuando le coperture percentuali degli habitat nel sito monitorato; l'altro operatore dovrà invece, se fattibile, fotografare l'area indagata e le specie annotate sulla scheda.

I transetti saranno mantenuti nelle successive fasi di monitoraggio. I dati raccolti nel corso delle campagne di monitoraggio potranno offrire un'indicazione relativa alla diversità della comunità dell'ecosistema studiato. Si prevede inoltre la georeferenziazione dei transetti e la descrizione degli ambienti indagati per ogni singolo transetto. I risultati di ogni stazione saranno disposti in opportune schede contenenti:

- Il numero di individui per ogni specie osservata;
- L'iscrizione alle liste di specie di interesse comunitario (all. II e IV della direttiva 92/43/CEE);
- La ricchezza in specie;

- Le elaborazioni statistiche integrate da tabelle e grafici esplicativi.

Infine, verranno calcolati gli indici di abbondanza correlando il numero di esemplari con lo sforzo orario di campionamento secondo la seguente formula:

$$IA = [(n^\circ \text{ esemplari/ore}) * (n^\circ \text{ operatori})];$$

2.6.3 Monitoraggio fauna – metodica F-3

Il censimento dei Chiroteri avverrà una volta all'anno nel periodo notturno e si utilizzerà un bat-detector per la rilevazione degli ultrasuoni attraverso i quali sarà possibile il riconoscimento delle singole specie. Non si prevede intrappolamento.

In genere l'indagine può essere eseguita o nel periodo primaverile (marzo-aprile-maggio) o estivo (giugno-luglio-agosto), corrispondente al periodo di massima attività di questi mammiferi. I censimenti della chiroterofauna devono avvenire in notturna in presenza di buio; tendenzialmente tra le 09.30 p.m e le ore 01.00 a.m (periodo di massima attività degli individui dopo il crepuscolo).

I transetti verranno percorsi a piedi e verrà attivato lo strumento per registrare le frequenze di emissione dei chiroteri che vanno da 14.000 Hz a 100.000 Hz, al di là del range dell'orecchio umano che percepisce, al massimo, suoni con una frequenza che va da 20 a 20.000 Hz.

La restituzione dei dati e analisi è analoga a quella dei precedenti metodi illustrati fino ad adesso.

Il numero totale di chiroteri presenti in una data area può essere espresso sommando le osservazioni condotte ai singoli roost: se il totale viene diviso per la superficie dell'area di studio, si otterrà la densità di chiroteri presenti (Kunz et al., 1996).

Inoltre, come nel caso dell'avifauna, sarà importante effettuare una valutazione secondo l'approccio *BACI*, oltre che dell'occupazione delle Bat Box poste all'interno delle aree di progetto da parte dei chiroteri.

2.6.4 Monitoraggio fauna - metodica F-4

Le metodologie utili alla stima della grandezza di popolazione per il coniglio selvatico sono il trappolaggio-marcaggio-conteggio, la conta delle pallottole fecali (pellet count), il censimento delle tane occupate e/o delle latrine e i conteggi notturni con faro.

Il conteggio diretto è un'operazione che viene effettuata di notte, lungo dei transetti prestabiliti e di lunghezza nota o punti fissi di osservazione, e il conteggio delle pallottole fecali è un metodo indiretto che si basa sull'assunto che esiste un'emissione giornaliera di feci per coniglio relativamente costante e nota, correlata alla reale abbondanza della specie. Una delle differenze tra i due metodi è che il primo restituisce densità relative mentre il secondo densità assolute, che permettono di poter giungere alla stima della grandezza effettiva della popolazione. Per questo motivo il metodo di conteggio delle pallottole fecali, introdotto per il coniglio da Taylor e Williams (1956), viene largamente utilizzato ed è ritenuto tra i più attendibili oggi disponibili. Verrà utilizzato in particolare il conteggio diretto notturno durante la stagione primaverile, e il pellet count nel periodo estivo.

2.6.4.1 PELLET COUNT

Il metodo del conteggio delle pallottole fecali è considerato indiretto perché consente di calcolare la densità di individui su unità di superficie, raccogliendo testimonianze dell'attività dell'animale, come appunto le feci, e assoluto, perché può condurre ad una valutazione del numero effettivo degli individui o della densità della specie nell'area campione.

La conta degli escrementi terrà conto degli esemplari maschi e femmine (la forma è diversa per una precisa diversità morfologica anatomica) e delle dimensioni degli escrementi che indicano se trattasi di esemplari giovani e/o adulti nel gruppo.

Per mettere in pratica questo metodo è necessario scegliere delle aree campione che siano rappresentative del territorio studiato. Le aree devono essere rappresentative dell'intero territorio indagato, devono consentire il facile accesso per i lavori di monitoraggio. All'interno

di ogni area campione devono essere scelti in maniera casuale dei punti di conteggio, che saranno georeferenziati con GPS e resi individuabili all'operatore tramite segnalazione sul terreno. I punti di osservazione corrisponderanno ad altrettante aree di conteggio dalla superficie nota all'interno delle quali le pallottole fecali vengono prima rimosse per l'azzeramento e successivamente contate dopo un intervallo di tempo noto. Tutte le pallottole fecali rinvenute durante il conteggio saranno quindi state deposte dopo l'azione di azzeramento. Il numero di fatte, deposte all'interno della superficie di conteggio, saranno correlate alla densità dei conigli presenti nell'area.

L'algoritmo che permette di trasformare il numero di pallottole fecali rinvenute durante il conteggio

in densità di individui è quello proposto da Eberhardt e Van Etten (1956):

$$N = m / (g * t)$$

in cui **N** è la densità di individui per unità di superficie campionata, **m** è il numero di pallottole su ciascuna superficie campione, **g** è la produzione giornaliera di pallottole fecali per coniglio e **t** è il periodo di tempo nel quale queste sono state depositate. Si procede poi a calcolare la media della densità cunicola registrata nei vari punti di osservazione relativi ad una determinata area campione, moltiplicandone il valore per stimare il numero di animali presenti sull'intera area.

2.6.4.2 CONTEGGIO DIRETTO CON FARO

Il conteggio dei conigli selvatici lungo ogni transetto sarà effettuato con il metodo di censimento notturno con i fari (Salzmann et al., 1973; Pfister, 1978; Arthur, 1980; Schantz e Von e Liberg, 1982; Frylestam, 1981; Barnes e Tapper, 1985; Moreno e Villafuerte, 1992; Biadi e Le Gall, 1993). I conteggi saranno realizzati in un arco temporale compreso tra un'ora dopo il tramonto e le ore 0:30 del giorno successivo. I percorsi dovranno essere rappresentativi delle diverse tipologie ambientali presenti in ogni area studio e saranno realizzati con un autoveicolo a velocità costante di circa 5-10 Km/h dal quale si dovranno illuminare le aree aperte presenti ai lati del percorso. Si possono utilizzare dei proiettori alogeni da 100 watt.

La localizzazione geografica di ogni coniglio osservato sarà derivata utilizzando un programma GIS, georeferenziando con un GPS tipo Garmin, il punto geografico sul tratto dell'itinerario perpendicolare rispetto alla posizione del coniglio e stimando la distanza anche con l'uso di un telemetro. Su un'apposita scheda saranno riportate quindi le coordinate e l'orario di ogni avvistamento, annotato anche l'età (adulto o giovane) di ogni individuo e la tipologia ambientale in cui veniva osservato il coniglio.

2.6.5 Analisi ed elaborazione dati

I dati registrati verranno elaborati e riportati in un report di fine campagna. Tutte le elaborazioni verranno effettuate per verificare ricchezza e complessità delle diverse specie. In fase di CO la modifica di alcuni parametri come la scomparsa di specie, porteranno ad una ulteriore verifica ed alla messa in atto di misure di compensazione. Il monitoraggio della fauna ante operam, sarà limitato alle stagioni effettivamente intercorrenti tra la conclusione del Provvedimento Autorizzatorio e la data effettiva di inizio lavori.

(Fonte: Linee guida per i censimenti e piani di prelievo per le specie Pernice sarda e Lepre sarda).

2.7 Monitoraggio rifiuti

La realizzazione e la dismissione del progetto comporteranno la produzione di rifiuti di diversa natura, ciascuno identificato da un codice CER (Codice Europeo dei Rifiuti). Nell'ambito del progetto verranno effettuate le seguenti attività:

- Monitoraggio dei rifiuti dalla loro produzione al loro smaltimento. I rifiuti saranno tracciati, caratterizzati e registrati ai sensi del D. Lgs 152/06 e s.m.i. Le diverse tipologie di rifiuti generati saranno classificate sulla base dei relativi processi produttivi e dell'attribuzione dei rispettivi codici CER.
- Monitoraggio del trasporto dei rifiuti speciali dal luogo di produzione verso l'impianto prescelto, che avverrà esclusivamente previa compilazione del Formulario di Identificazione Rifiuti (FIR) come da normativa vigente. Una copia del FIR sarà conservata presso il cantiere, qualora sussistano le condizioni logistiche adeguate a garantirne la custodia.
- Monitoraggio dei rifiuti caricati e scaricati, che saranno registrati su apposito Registro di Carico e Scarico (RCS) dal produttore dei rifiuti. Le operazioni di carico e scarico dovranno essere trascritte su RCS entro il termine di legge di 10 giorni lavorativi. Una copia del RCS sarà conservata presso il cantiere, qualora sussistano in cantiere le condizioni logistiche adeguate a garantirne la custodia.

Nell'ambito dell'incantieramento, in prossimità delle aree di stoccaggio e baraccamenti, nonché all'interno dell'area della sottostazione, saranno realizzate localizzate aree, adeguatamente recintate nel rispetto della normativa vigente in materia di sicurezza dei cantieri temporanei e mobili (D.Lgs. 81/08 e ss.mm.ii.) finalizzate a prevedere un deposito temporaneo per come definito dall'art. 183, comma 1, lett. bb), del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. in accordo con società specializzata e regolarmente autorizzata.

Si specifica inoltre che gli stessi accorgimenti relativi alla gestione dei rifiuti previsti per la fase di cantiere saranno adottati anche nella fase di smantellamento dell'impianto.

2.8 Monitoraggio qualità dell'aria

Gli impatti sulla qualità dell'aria in fase di cantiere sono limitati nel tempo e, qualora significativi, potranno essere tenuti sotto controllo mediante un piano di monitoraggio atmosferico. Le attività di monitoraggio della componente atmosfera sono finalizzate a determinare, in conseguenza della costruzione dell'opera, le eventuali variazioni dello stato di qualità dell'aria per il sito in esame.

L'obiettivo del monitoraggio atmosferico è quello di valutare la qualità dell'aria, verificando gli eventuali incrementi nel livello di concentrazione degli inquinanti e le eventuali conseguenze sull'ambiente.

Il rilievo dei dati di monitoraggio è previsto prioritariamente mediante campagne di misura appositamente predisposte.

I potenziali impatti sulla componente atmosfera durante la fase di costruzione sono sostanzialmente

riconducibili a:

- Sollevamento e dispersione di polveri legate alla movimentazione di inerti o al transito di mezzi d'opera su piste di cantiere;
- Inquinanti da traffico emessi dai mezzi d'opera.

Il monitoraggio in fase di costruzione ha lo scopo di valutare se si verifica la riduzione della qualità dell'aria a causa delle azioni descritte nei precedenti due punti. In questo caso, il monitoraggio consiste nella valutazione della concentrazione delle polveri sospese o aerodisperse, soprattutto alle frazioni PM_{10} ed al $PM_{2,5}$, rispettivamente definite porzione inalabile e porzione respirabile. Nel caso in cui si abbia la necessità di effettuare un numero rilevante di viaggi durante il giorno e/o per prolungati periodi di tempo, può rendersi necessario effettuare la misurazione delle concentrazioni dei principali inquinanti, come ad esempio gli ossidi di azoto (NO_x), il monossido di carbonio (CO) e il benzene, unità di base degli idrocarburi policiclici aromatici (IPA).

Il monitoraggio della qualità dell'aria comprende i seguenti elementi:

- Raccolta dei dati meteorologici locali;
- Monitoraggio dei livelli di concentrazione degli inquinanti emessi durante la fase di costruzione (in particolare PM₁₀ e PM_{2,5}), in prossimità di ricettori critici posti lungo l'infrastruttura in costruzione, presso i cantieri operativi o in prossimità della viabilità utilizzata per il trasporto dei materiali necessari alla costruzione dell'infrastruttura;
- Monitoraggio dei livelli di concentrazione degli inquinanti prodotti dai motori dei veicoli in transito sulla strada (NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, CO, Benzene).

2.8.1 Riferimenti normativi

I principali riferimenti legislativi da considerare per il monitoraggio della componente atmosfera sono i seguenti:

- D.Lgs. 21 maggio 2004, n. 183 Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria
- D.M. 1 ottobre 2002, n. 261 "Direttive tecniche per la valutazione della qualità dell'aria ambiente - elaborazione del piano e dei programmi di cui agli articoli 8 e 9 del D.Lgs. 351/1999"
- D.M. 60/2002 "Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo e della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio"
- D.M. 25 agosto 2000 "Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1998, n. 203"
- D.Lgs. 351/99 "Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente".

- D.P.R. 203/1988 (parzialmente abrogato dal DL 351 del 4-08-1999) "Emissioni in atmosfera"
- D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.;
- D.Lgs. 163/2006 e s.m.i.

I campionamenti devono essere eseguiti secondo i metodi di riferimento indicati nel D.Lgs. 155/2010, che recepisce la Direttiva 2008/50/CE, per la valutazione della qualità dell'aria ambiente.

2.8.2 Parametri

Le misure saranno eseguite con i laboratori mobili strumentali in grado di rilevare in automatico i parametri richiesti.

I parametri che verranno monitorati attraverso la strumentazione installata sul laboratorio mobile sono riportati nella seguente tabella, nella quale, per ogni inquinante, viene indicato il tempo di campionamento, l'unità di misura e le eventuali elaborazioni statistiche particolari da effettuare sui dati.

TABELLA 12. PARAMETRI DI MONITORAGGIO.

Parametro	Campionamento	Unità di misura	Elaborazioni statistiche
CO	1h	mg/m ³	Media su 8 ore / media su 1 h
NO _x	1h	µg/m ³	media su 1 h
PTS	24h	µg/m ³	media su 24 h
PM ₁₀	24h	µg/m ³	media su 1 h
PM _{2,5}	1h	µg/m ³	media su 1 h
SO ₂	1h	µg/m ³	media su 1 h
O ₃	1h	µg/m ³	media su 1 h
Benzene	1h	µg/m ³	media su 1 h ovvero media settimanale

Ad essi si aggiungono anche i metalli pesanti (indicati nelle 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.), ovvero Pb, Cd, Cr, Cu, Ni, Se, Zn. Tali parametri potranno essere determinati mediante mezzi mobili o stazioni skypost fisse. Per l'esecuzione dei campionamenti delle PTS e delle PM10 si farà uso di campionatori sequenziali semiautomatici gravimetrici. Contemporaneamente al rilevamento dei parametri di qualità dell'aria dovranno essere rilevati su base oraria i parametri meteorologici riportati in Tabella 13:

TABELLA 13. PARAMETRI METEREEOLOGICI DI MONITORAGGIO.

Parametro	Unità di misura
Direzione del vento	Gradi sessagesimali
Velocità del vento	m/s
Temperature aria	°C
Radiazione solare	W/m ₂
Umidità relativa	%
Pressione aria	KPa

È stato scelto di collocare i punti di monitoraggio della qualità dell'aria nelle aree di progetto adiacenti a potenziali recettori critici.



FIGURA 10: UBICAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA NELLE FASI AO E PO.

TABELLA 14. INDICAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO.

N. PUNTI	LATITUDINE	LONGITUDINE
1	40°14'7.58"N	8°44'43.21"E
2	40°13'32.09"N	8°44'36.13"E

2.8.3 Monitoraggio stato ante- operam (AO)

Il monitoraggio della fase ante-operam ha inizio e si conclude prima dell'avvio delle attività che possono interferire con il territorio e con l'ambiente, cioè prima dell'insediamento dei cantieri e dell'inizio dei lavori.

Questa parte del Monitoraggio è tesa a definire lo stato fisico dei luoghi, le caratteristiche dell'ambiente naturale ed antropico, esistenti prima dell'avvio delle azioni finalizzate alla realizzazione dell'opera.

Il tale Piano di Monitoraggio, in relazione alle caratteristiche dell'opera in oggetto e del sito interessato, si ritiene sufficiente per la fase ante-operam una campagna della durata di 2 settimane. La determinazione dei parametri verrà realizzata nei punti mostrati nella Figura 9.

2.8.4 Monitoraggio in fase di realizzazione dell'opera (CO)

Il monitoraggio in corso d'opera comprende il periodo di realizzazione dell'infrastruttura, dall'apertura dei cantieri fino al loro completo smantellamento e al ripristino dei siti.

Questa fase è quella che presenta la maggiore variabilità, perché è strettamente legata all'avanzamento dei lavori e perché può venire influenzata dalle eventuali modifiche nella localizzazione ed organizzazione dei cantieri.

Il monitoraggio in corso d'opera consente il controllo dell'evoluzione degli indicatori di qualità dell'aria e degli indicatori meteorologici influenzati dalle attività di cantiere e dalla movimentazione dei materiali.

Nel caso specifico, si propone di effettuare una campagna da 14 giorni con frequenza trimestrale.

In questa fase i dati raccolti hanno lo scopo di verificare l'evoluzione di quegli indicatori ambientali, rilevati nello stato iniziale, rappresentativi di fenomeni soggetti a modifiche indotte direttamente o indirettamente dalla realizzazione dell'opera, identificando le eventuali criticità ambientali che richiedono di adeguare la conduzione dei lavori o che richiedono ulteriori esigenze di monitoraggio. In tale fase, i punti di monitoraggio dovranno essere scelti in funzione dell'avanzamento del cantiere, nei punti più delicati e nelle aree maggiormente interessate dai cambiamenti apportati all'ambiente circostante. Pertanto, al fine di rendere efficiente il monitoraggio della qualità dell'aria in tale fase, la determinazione dei parametri previsti dovrà omogeneizzarsi alle aree logistiche di cantiere. I punti di monitoraggio scelti dovranno quindi essere georiferiti e riportati in specifici report di campagna.

2.8.5 Monitoraggio in fase di esercizio dell'opera (Post Operam PO)

Il monitoraggio post-operam riguarda la fase di avvio in esercizio dell'opera. In tale fase il monitoraggio dell'atmosfera, previsto con riferimento agli standard di qualità e ai valori limite previsti dalla normativa vigente, assicura il controllo dei livelli di concentrazione nelle aree e nei punti ricettori soggetti a maggiore impatto. Si ritiene sufficiente per la fase post-operam una campagna di monitoraggio ogni 5 anni di vita dell'impianto della durata di due settimane. I punti di monitoraggio da realizzare in tale fase potranno essere gli stessi indicati per la fase AO.

2.9 Monitoraggio ambientale e climatico

Nell'ambito del presente progetto si prevede l'installazione di un opportuno sistema di monitoraggio al fine di garantire l'acquisizione dei parametri ambientali e climatici presenti sui campi fotovoltaici. In particolare, il sistema in oggetto permetterà la rilevazione di dati climatici e di dati di irraggiamento. I dati monitorati verranno, quindi, gestiti e archiviati da un sistema di monitoraggio. Il sistema di monitoraggio ambientale da installare è composto da:

- stazioni di rilevazione;
- sistema di rilevazione dati di irraggiamento (componente diretta, diffusa e globale);

- piranometri installati sul piano dei moduli;
- sistema di tracking solare;
- albedometro;
- sistema di rilevazione temperatura moduli;
- dispositivi di comunicazione;
- dispositivi di interfaccia;
- dispositivi di memorizzazione.

Per il monitoraggio ambientale e climatico si si propone di effettuare i rilevamenti nel seguente punto:



FIGURA 11: UBICAZIONE PUNTI DI MONITORAGGIO AMBIENTALE E CLIMATICO.

TABELLA 15. INDICAZIONE PUNTO DI MONITORAGGIO.

Punto	Coordinate geografiche
1	40°13'51.66"N 8°44'48.83"E
2	40°13'29.63"N 8°44'40.62"E

Pertanto, tramite il sistema installato, i valori climatici e di irraggiamento del campo FTV puntualmente misurati saranno trasmessi al sistema al fine di permettere la valutazione della producibilità del sistema di produzione FTV. Il sistema nel suo complesso garantisce ottime capacità di precisione di misura, robusta insensibilità ai disturbi, capacità di autodiagnosi e autotuning.

Quindi, al fine di poter eseguire una corretta stima della producibilità dell'impianto, si prevede un sistema che assicurerà la valutazione puntuale dei valori di irraggiamento e insolazione presenti sul campo oltre a tutti i valori climatici. I dati ambientali ricavati, uniti ai dati di targa dell'impianto, saranno utilizzati in conformità a quanto previsto dalla norma IEC 61724 e norme CEI 82-25 per la valutazione delle performance d'impianto.

Il sistema previsto nell'ambito del presente progetto permetterà, quindi, di monitorare i seguenti dati ambientale:

- dati di irraggiamento;
- dati meteorologici;
- temperature dei moduli.

I dati ambientali sopra elencati saranno rilevati da sistemi distinti.

I dati di irraggiamento, necessari per la valutazione delle performance di impianto, saranno rilevati mediante l'utilizzo di piranometri montati sul piano dei moduli (indicativamente uno ogni sottocampo).

Per quanto riguarda i dati meteorologici si prevede il montaggio di strumenti di rilevamento ambientale installati su apposito palo di supporto.

Il sistema di monitoraggio, in aggiunta, avrà la funzione di rilevare la temperatura dei moduli.

La/le stazioni meteo e per la rivelazione delle componenti normale, diffusa e globale dell'irraggiamento saranno posizionate sul campo in modo da rispettare una posizione in grado di rilevare i dati in maniera più fedele possibile sull'effettivo stato del campo e tale da non risentire condizionamenti ambientali esterni che inficiano la misura (momenti di ombre, riparo dal vento...).

I dati ambientali rilevati, quindi, saranno inviati al sistema di monitoraggio e da questo elaborati per la determinazione dei valori della producibilità attesa.

Tutti i dati misurati saranno condizionati da dispositivi elettronici, ove vi fosse la necessità e comunicati al sistema di monitoraggio mediante protocollo MODBUS su RS - 485 o tramite interfaccia Ethernet.

Il sistema di monitoraggio ambientale previsto sarà in grado di operare in modalità automatica, completamente autonoma assicurando le funzioni di autodiagnosi per il rilevamento di eventuali malfunzionamenti o lettura di parametri fuori scala.

Le funzioni assicurate dal sistema di monitoraggio sono:

- Temperatura esterna in gradi Celsius o Fahrenheit;
- Umidità relativa;
- Umidità assoluta;
- Indicazione della pressione atmosferica in Hg o hPa;
- Selezione della velocità del vento in km/h; m/s;
- Selezione della pressione atmosferica relativa e assoluta;
- Indicazione della pluviometrica in mm;
- Indicazione della pluviometria per 1 ora, 24 ore, 1 settimana, 1 mese o all'ultimo azzeramento;
- Indicazione della direzione del vento;
- Indicazione del punto di rugiada;
- Indicazione dei valori meteorologici;
- Funzioni di allarme programmabili per differenti valori meteorologici;
- Memorizzazione valori massimo e minimo;
- Regolazione del fuso orario e ora legale;
- Funzione di risparmio energetico;
- Valori di irraggiamento.

3. TABELLE RIEPILOGATIVE MONITORAGGI COMPONENTI

3.1 Suolo

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Metodica GR-1 Chimico-fisico	Cfr. Paragrafo 2.3.1	1 campagna (punti B-C-D-F-G-H-J)	2 campagne (tutti I punti)	1 campagna ogni 5 anni
Metodica GR-2 Pedologico	Cfr. paragrafo 2.3.2	1 campagna (punti A-E-I-K)	-	-

3.2 Acque

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Riu Mene	Cfr. Paragrafo 2.4.2	1 campagna	1 campagna	1 campagna
Lavaggio pannelli e irrigazione				In fase di esercizio

3.3 Flora

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Flora spontanea	Cfr. paragrafo 2.5	-	1 Campagna in primavera/estate	- 1 campagna/anno in primavera-estate per i primi 3 anni di esercizio -Successivamente 1 campagna in primavera/estate ogni 5 anni

3.4 Fauna

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Avifauna (Metodica F-1)	Cfr. paragrafo 2.6.1	1 in primavera/estate	1 in primavera/estate	Per tutta la durata di vita dell'impianto 1 in primavera/estate
Erpetofauna (Metodica F-2)	Cfr. paragrafo 2.6.2	1 in primavera/estate	1 in primavera/estate	Per tutta la durata di vita dell'impianto 1 in primavera/estate
Chiroteri (Metodica F-3)	Cfr. paragrafo 2.6.3	1 in primavera/estate (ore notturne)	1 in primavera/estate (ore notturne)	Per tutta la durata di vita dell'impianto 1 in primavera/estate (ore notturne)
Conigli selvatici (Metodica F-4)	Cfr. paragrafo 2.6.4	Periodo compreso tra l'ora successiva al tramonto e le ore 0:30 del giorno successivo 1 in primavera/estate	Periodo compreso tra l'ora successiva al tramonto e le ore 0:30 del giorno successivo 1 in primavera/estate	Per tutta la durata di vita dell'impianto Periodo compreso tra l'ora successiva al tramonto e le ore 0:30 del giorno successivo 1 in primavera/estate

3.5 Rifiuti

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Rifiuti	Codice CER		Continuo in fase di costruzione	

3.6 Qualità dell'aria

Parametri	Numero di campagne		
	AO	CO	PO
PTS, PM10, PM2,5, NO, NOX, NO2, CO, SO2, O3, Metalli pesanti, Benzene, Meteo	1 campagna da 7 giorni	1 campagna da 14 giorni da svolgere a cadenza trimestrale e/o in concomitanza con le attività di cantiere	1 campagna da 14 giorni a cadenza trimestrale a partire dal primo anno di esercizio e poi ogni 5 anni di vita dell'impianto

3.7 Ambiente e clima

Tipo	Parametri	Numero di campagne		
		AO	CO	PO
Ambiente e clima	Dati di irraggiamento; Dati meteorologici			Continuo nella fase di esercizio dell'impianto

4. BIBLIOGRAFIA

- Angelini P., Casella L., Grignetti A., Genovesi P. (ed.), 2016. Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario (Direttiva 92/43/CEE) in Italia: habitat. ISPRA, Serie Manuali e linee guida, 142/2016.
- Autori Vari, 2008. Atlante della Biodiversità della Sicilia: Vertebrati Terrestri. Studi e Ricerche, 6, ARPA Sicilia, Palermo.
- Belli M, Patriarca M, Segà M (Ed.). Guida Eurachem. Terminologia per le misurazioni analitiche – Introduzione al VIM 3. Traduzione italiana. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2013. (Rapporti ISTISAN 13/41).
- Kunz T. H., Thomas D. W., Richards G. C., Tidemann C. R., Pierson E. D., Racey P. A., 1996. Observational Techniques for Bats. In: Wilson D. E., Cole F. R., Nichols J. D., Rudran R., Foster M. S. (Eds.), Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Mammals. Washington e Londra, Smithsonian Institution Press: 105-114.
- Linee guida per i censimenti e piani di prelievo per le specie Pernice sarda e Lepre sarda.
- Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra. Regione Piemonte – Direzione Agricoltura.
- 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 generali (Capitoli 1-2-3-4-5) - Rev.1 del 16/06/2014.
- 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 per componente/fattore ambientale.
- Metodi Analitici per le acque – Metodi di Campionamento – APAT CNR IRSA Manuali e Linee Guida 29 2003.
- Piano di gestione e controllo del coniglio selvatico nel Parco Nazionale dell'Isola di Pantelleria.
- P. Agnelli, A. Martinoli, E. Patriarca, D. Russo, D. Scaravelli e P. Genovesi, 2004. "Linee guida per il monitoraggio dei Chiropteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la

conservazione dei pipistrelli in Italia” – Quaderni di conservazione della natura”.

- Valutazione di impatto ambientale. Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale.

- Viterale L., Oppedisano R., “L’importanza delle analisi del terreno nella fertilizzazione delle colture agrarie”, ARSSA - Agenzia Regionale per lo Sviluppo e per i Servizi in Agricoltura, Collana Informativa 2011.

ALLEGATO FOTOGRAFICO BOTANICO FAUNISTICA

**Realizzazione di un Parco Agrivoltaico Avanzato
di potenza nominale pari a 24 MWp
denominato "MACOMER"
sito nel Comune di Macomer (NU)**

Località "Figuranchida"

PROPONENTE:



Energia Pulita Italiana 8 s.r.l.

Rev01	Integrazione documentale	Data ultima elaborazione: 02/10/2023
Redatto		Approvato
Dott. Biol. A.E.M. Cardaci		ENERLAND ITALIA s.r.l.
Codice Elaborato		Oggetto
MAC-IAR07-R1		PROGETTO DEFINITIVO

TEAM ENERLAND:

Ing. Annamaria PALMISANO

Dott.ssa Ilaria CASTAGNA

Dott. Giovanni CARBO

Dott. Lorenzo Giordano

Ing. Emanuele CANTERINO

Dott. Claudio BERTOLLO

Dott. Guglielmo QUADRIO

Dott. Lorenzo Tresso



Firmato digitalmente da

AGNESE ELENA MARIA
CARDACI

CN = CARDACI
AGNESE ELENA
MARIA
C = IT





FIGURA 1: VISTA DI UNA DELLE AREE DI PROGETTO E CONO OTTICO DI INQUADRAMENTO (IN GIALLO).



FIGURA 2: *CHARYBDIS PANCRATION*. NELLE FOTO VISIBILI I BULBI DELLA PIANTE E, NELLA FOTO A DESTRA, LE FIORITURE.



FIGURA 3: *CORVUS CORNIX*, LA CORNACCHIA GRIGIA.



FIGURA 4: IL TRIFOGLIO, LEGUMINOSA GIÀ PRESENTE NELL'AREA DI PROGETTO.

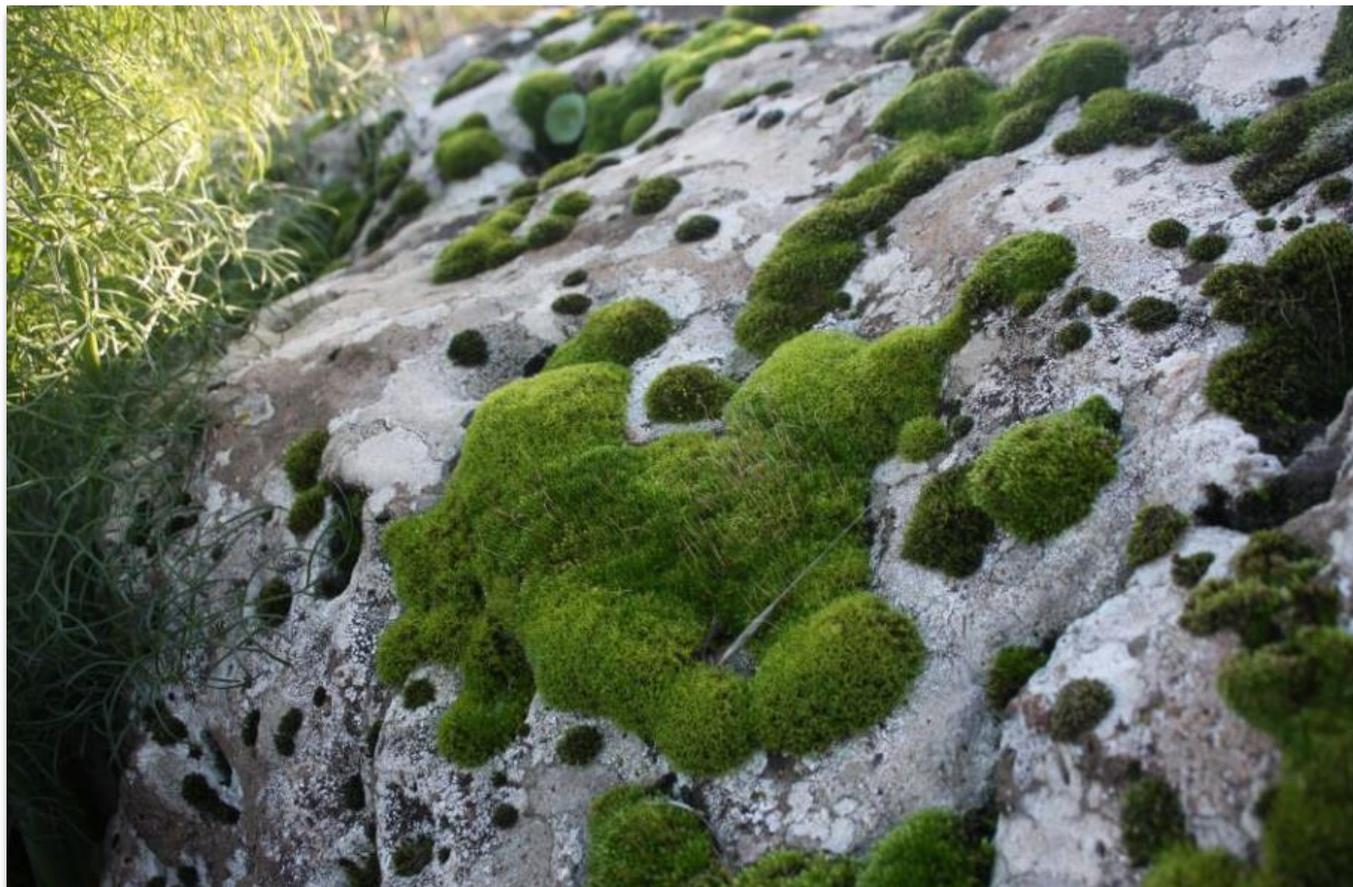


FIGURA 5: MUSCHI SU SUBSTRATO ROCCIOSO.



FIGURA 6: VISTA DI UNA DELLE AREE DI PROGETTO (CON PASCOLO IN ATTO DURANTE L'ATTIVITÀ DI SOPRALLUOGO) E CONO OTTICO DI INQUADRAMENTO (IN GIALLO).



FIGURA 7: PIANTA DI ASFODELO.



FIGURA 8: SIEPI DI ROVO, *RUBUS ULMIFOLIUS*.



FIGURA 9: *SILYBUM MARIANUM*.



FIGURA 10: *SMYRNIUM OLUSATRUM*.



FIGURA 11: UNO DEGLI ALBERI DI QUERCIA RISCONTRATI NELLE AREE DI PROGETTO.



FIGURA 12: VISTA DEL LOTTO COLLOCATO A NORD E CONO OTTICO DI INQUADRAMENTO (IN GIALLO).



FIGURA 13: VISTA DI UNA DELLE AREE DI PROGETTO E CONO OTTICO DI INQUADRAMENTO (IN GIALLO).



FIGURA 14: *XANTHIUM SPINOSUM*.



FIGURA 15: VISTA DI UNA DELLE AREE DI PROGETTO E CONO OTTICO DI INQUADRAMENTO (IN GIALLO).



FIGURA 16: VISTA DI UNA DELLE AREE DI PROGETTO E CONO OTTICO DI INQUADRAMENTO (IN GIALLO).

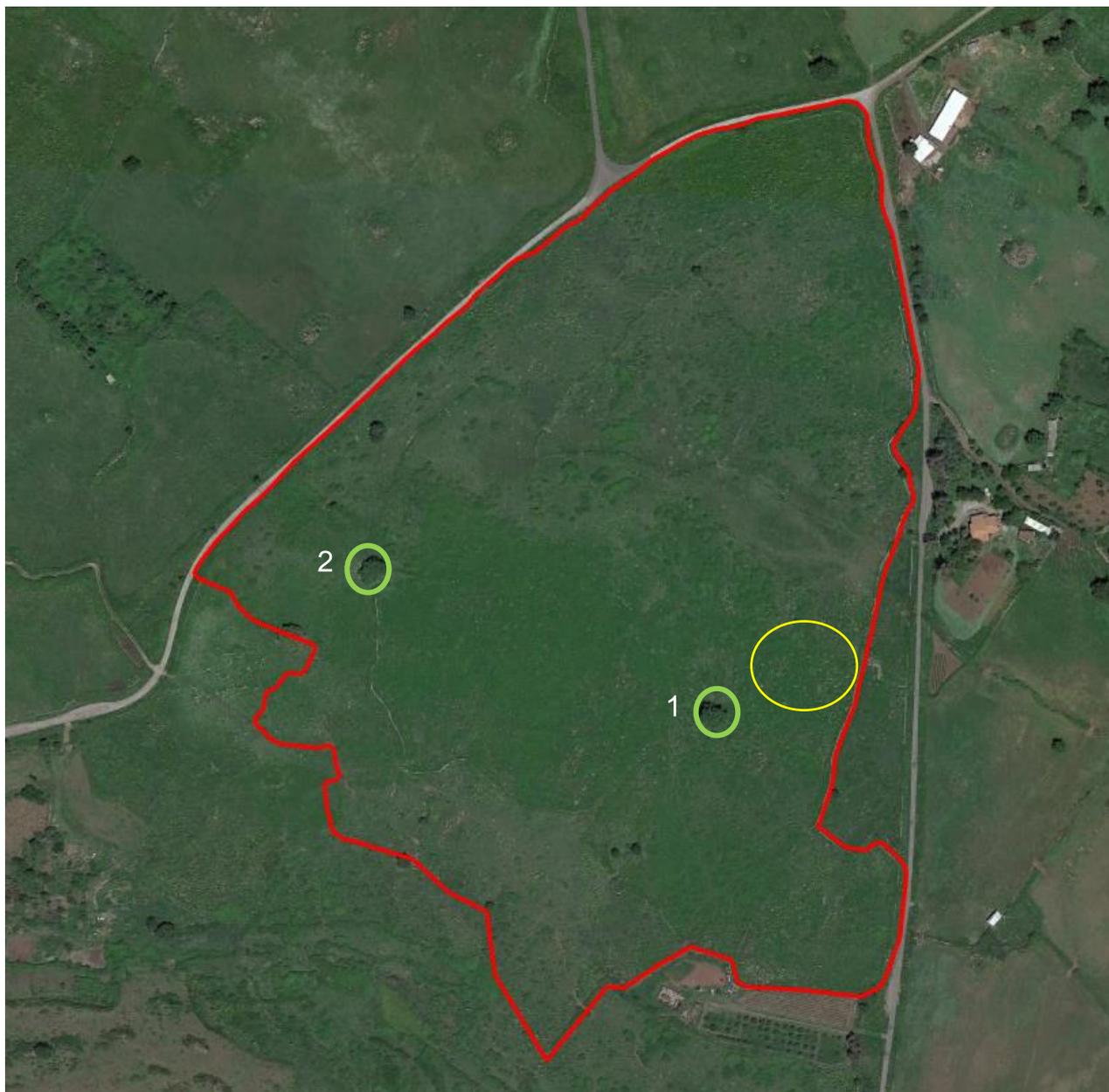


FIGURA 17: VISTA DI UNA DELLE AREE DI PROGETTO E CONO OTTICO DI INQUADRAMENTO (IN GIALLO).



FIGURA 18: VISTA DI UNA DELLE AREE DI PROGETTO E CONO OTTICO DI INQUADRAMENTO (IN GIALLO).

Di seguito verranno riportate le coordinate di localizzazione di alcuni degli alberi presenti nei lotti di progetto. La presenza dei muretti a secco perimetrali e interni ai lotti sui quali si sono ampiamente sviluppate varie specie spontanee non ha consentito un facile accesso a tutte le aree di progetto, che peraltro al momento del rilievo in campo, risultavano occupate da ovini e bovini in attività di pascolamento. Pertanto, durante il sopralluogo in campo, si è cercato di censire le specie nei punti e nei momenti che consentissero di effettuare tali rilievi in condizioni di sicurezza.





Legenda	Specie	Latitudine	Longitudine
	<i>Charybdis pancration</i>	40°14'05"N	8°44'41"E
		Specie appartenente alle liste rosse IUCN e classificata come NT (quasi minacciata). Il cerchio giallo rappresenta un'area omogenea dove sono state localizzate più piante appartenenti a questa specie (indicate nella Figura 2).	
 1	<i>Quercus sp</i>	40°14'4.77"N	8°44'38.87"E
 2	<i>Quercus sp</i>	40°14'7.74"N	8°44'29.78"E
 3	<i>Quercus sp</i>	40°13'29.94"N	8°44'36.94"E
 1	<i>Pyrus spinosa</i>	40°13'51.38"N	8°44'42.52"E
 2	<i>Pyrus spinosa</i>	40°13'51.56"N	8°44'50.77"E
 3	<i>Pyrus spinosa</i>	40°13'50.05"N	8°44'55.68"E



Al Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
Direzione Generale Valutazioni Ambientali
Divisione V – Procedure di Valutazione VIA e VAS
VA@pec.mite.gov.it

Al Ministero della Cultura
Soprintendenza Speciale per il PNRR
ss-pnrr@pec.cultura.gov.it

Oggetto: [ID: 9444] Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale relativa al progetto di realizzazione di un parco Agrivoltaico di potenza nominale pari a 24 MWp, denominato “Macomer” sito nel Comune di Macomer (NU), Località “Figuranchida”
Proponente Energia Pulita Italiana 8 Srl.
Trasmissione controdeduzioni e integrazioni volontarie

Premesso che

- con nota acquisita al prot. MiTE-11759 in data 27/01/2023 e perfezionata spontaneamente con nota prot. MiTE-12255 del 30/01/2023, la Società Energia Pulita Italiana 8 S.r.l. ha presentato istanza per l'avvio del procedimento in epigrafe, ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii.;
- in data 07/04/2023, con nota MASE n. 56191, sono pervenute alla società proponente le osservazioni da parte del Comune di Macomer;
- in data 13/04/2023, con nota MASE n. 58305, sono pervenute alla società proponente le osservazioni da parte della Regione Autonoma della Sardegna;

la società Energia Pulita Italiana 8 Srl, proponente del progetto di cui all'oggetto, in persona del legale rappresentante Diego José Gonzalez Caceres, con la presente

trasmette i seguenti elaborati:

- la nota di controdeduzioni MAC-00_Controdeduzioni;
- MAC-IAT07-R1 - Carta dell'assetto storico – culturale;
- MAC-IAT09-R1 - Carta dei dispositivi di tutela paesaggistica artt.142-143;
- MAC-IAR14_Analisi costi-benefici ambientali;
- MAC-IAR07-R1_Allegato fotografico Botanico faunistica;
- MAC-IAR02-R1_Piano di monitoraggio ambientale;
- MAC-PDT14_Planimetria di progetto e della rete di connessione sovrapposta al reticolo idrografico di riferimento ai fini PAI;
- Elenco aggiornati aggiornato;

Cordiali Saluti

DIEGO JOSE
GONZALEZ
CACERES
05.10.2023
16:41:08 Il legale rappresentante
GMT+01:00 Energia Pulita Italiana 8 Srl
Diego Jose Gonzalez Caceres



Alla cortese attenzione di:

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
Direzione Generale Valutazioni Ambientali
Divisione V – Procedure di valutazione VIA e VAS
Via Cristoforo Colombo, 44
00147 Roma
PEC va@pec.mite.gov.it

Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica
Commissione tecnica PNRR-PNIEC
PEC COMPNIEC@pec.mite.gov.it

Ministero della Cultura
Soprintendenza Speciale per il PNRR
Via di San Michele, 22
00153 Roma
PEC ss-pnrr@pec.cultura.gov.it

p.c.

Regione Sardegna
Direzione Generale della Difesa dell'Ambiente
PEC difesa.ambiente@pec.regione.sardegna.it

Alla Provincia di Nuoro
PEC protocollo@pec.provincia.nuoro.it

Al Comune di Macomer
PEC protocollo@pec.comune.macomer.nu.it

Oggetto: [ID: 9444] Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.), ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006, e s.m.i., relativa al progetto per la realizzazione di un parco agrivoltaico avanzato di potenza nominale pari a 24 MWp, denominato "MACOMER" sito nel Comune di Macomer (NU), località "Figuranchida". Proponente: Energia Pulita Italiana 8 S.r.l. – Autorità Competente: Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (M.A.S.E.). Trasmissione osservazioni.

Riscontro alle Osservazioni di Regione Autonoma della Sardegna (RAS) e Comune di Macomer



DIEGO JOSE
GONZALEZ
CACERES
04.10.2023 14:59:45
GMT+01:00



INDICE

PREMESSA	4
ASSESSORATO DEI TRASPORTI	6
1. Richiesta 1	6
1.1 Controdeduzione 1.....	6
2. Richiesta 2	7
2.1 Controdeduzione 2.....	7
ARPAS	10
4. Osservazioni	10
4.1 Atmosfera.....	10
4.1.1 Controdeduzione.....	10
4.2 Componente Suolo.....	11
4.2.1 Controdeduzione.....	12
4.3 Componente Acqua.....	12
4.3.1 Controdeduzioni.....	13
4.4 Componente Flora e Fauna.....	14
4.4.1 Richiesta.....	14
4.4.2 Richiesta.....	16
5. Progetto di Monitoraggio Ambientale	16
5.1.1 Richiesta.....	16
6. Altre osservazioni ARPAS	17
6.1 Richiesta.....	17
6.1.1 Controdeduzione.....	18
6.2 Piano di dismissione.....	18
6.2.1 Controdeduzione.....	18
6.3 Gestione delle anomalie.....	19



6.3.1	Controdeduzione.....	19
7.	Impatto Ambientale CEM	19
7.1	Richiesta.....	19
7.1.1	Controdeduzione.....	19
8.	Impatto Acustico	20
8.1	Richiesta.....	21
8.1.1	Controdeduzione.....	21
DIREZIONE GENERALE AGENZIA REGIONALE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA		22
8.2	Richiesta.....	22
8.2.1	Controdeduzione.....	22
ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA.....		24
9.	Richiesta	24
9.1	Controdeduzione.....	24
9.2	Richiesta.....	27
9.2.1	Controdeduzione.....	27
9.3	Richiesta.....	28
9.3.1	Controdeduzione.....	28
9.4	Richiesta.....	28
9.4.1	Controdeduzione.....	28
9.5	Richiesta.....	30
9.5.1	Controdeduzione.....	30
9.6	Richiesta.....	30
9.6.1	Controdeduzione.....	31
COMUNE DI MACOMER.....		36
10.	Settore Tecnico – Edilizia Privata e Urbanistica	36



10.1	Richiesta	36
10.1.1	Controdeduzione.....	37





PREMESSA

Nel presente documento si intende dare un riscontro puntuale alle osservazioni inoltrate dalla Regione autonoma della Sardegna e pubblicate sul sito MASE in data 21/04/2023, protocollo in ingresso MASE 0058305 del 21/04/2023 in merito al Progetto di un impianto agrivoltaico denominato "Macomer", di potenza pari a 24 MWp e delle relative opere di connessione alla RTN, da realizzarsi nei comuni di Macomer (NU), in località "Figuranchida" con codice di procedura ID: 9444, di cui si riepilogano di seguito le caratteristiche fondamentali:

- l'area complessiva occupata dal progetto è di 54,75 ha circa, di cui 10,99 ha effettivamente utilizzati per il posizionamento dei trackers.
- i terreni scelti per la collocazione del progetto
 - non sono soggetti a vincoli diretti
 - hanno destinazione agricola e sono attualmente utilizzati a seminativo e pascolo
 - non ospitano colture di pregio
- l'impianto agri-voltaico che s'intende realizzare risponde alle seguenti caratteristiche:
 - Potenza complessiva di picco di 24 MWp
 - 38.700 moduli fotovoltaici bifacciali monocristallini con potenza unitaria pari a 620 kWp allocati su tracker monoassiali infissi nel terreno in configurazioni da 1Vx25, 1Vx50;
 - Producibilità annua stimata pari a 44.404 MWh per cui si eviterà di emettere in atmosfera una quantità di CO₂ pari a 24.962.701,5 t ogni anno di esercizio dell'impianto, considerando come fattore di conversione il coefficiente 0,445 CO₂/kWh¹.
- Si prevede integrazione della produzione energetica con attività agro-zootecnica:
 - La superficie tra le file e sotto i pannelli sarà destinata a prato stabile di leguminose e destinato al pascolo;
 - Le aree perimetrali e alcuni spazi di risulta saranno interessate dalla presenza di ulivi per la produzione di olio.
- La compatibilità del progetto con gli strumenti di pianificazione regionale, territoriale e locale è ampiamente analizzata nel Quadro Programmatico dello Studio d'Impatto Ambientale (elaborato MAC-IAR01_Studio d'Impatto Ambientale, rif. Capitolo 2).

¹ ISPRA, 2019: *Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei*, A. Caputo (a cura di), Roma Edizione 2019, pag. 29.



- La compatibilità ambientale del progetto viene ampiamente valutata nel Quadro Ambientale dello Studio d'Impatto Ambientale (elaborato MAC-IAR01_Studio d'Impatto Ambientale, rif. Capitolo 4).
- La compatibilità paesaggistica è stata valutata nello studio di settore MAC-IAR04_Relazione Paesaggistica con esito positivo. Inoltre, la presenza dell'impianto verrà mitigata da una fascia di mitigazione perimetrale.
- La compatibilità archeologica viene valutata nello studio di settore Verifica Preventiva di Interesse Archeologico (MAC-IAR09_Verifica Preventiva di Interesse Archeologico) così come previsto dall'art. 25, comma 1, del D.Lgs. 50/2016, con le relative cartografie a supporto dello studio.
- Il progetto rientra nella definizione di "Sistema Agrivoltaico Avanzato" in quanto rispondente ai requisiti A, B, C, D, E, stabiliti dalle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici pubblicate dal Ministero della Transizione Ecologica nel giugno 2022, come meglio riportato nei paragrafi 1.3, 3.3, dello Studio d'Impatto Ambientale (MAC-IAR01) e si inserisce tra le opere della Missione 2, Componente 2, del PNRR che ha come obiettivo principale l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte.
- Il progetto intende contribuire a raggiungere gli obiettivi di produzione energetica da fonti rinnovabili previsti dall'emanando PEARS per il periodo 2015 - 2030, in cui al 2030 si ambisce a raggiungere in Sardegna almeno il 32% nelle energie rinnovabili entro il 2030 e mira ad agevolare la transizione energetica del Paese e contribuire all'indipendenza dello stesso da gas e fonti fossili, nell'ottica della sostenibilità ambientale.

Con il fine di agevolare la lettura della documentazione integrativa alle richieste ricevute da parte degli enti e amministrazioni coinvolte nel procedimento, si riportano di seguito i riscontri alle note:

- A) Osservazioni della Regione Autonoma della Sardegna: nota registro ufficiale in ingresso MASE/0058305 del 13/04/2023 e pubblicata sul sito MASE in data 26/04/2023**
- B) Osservazioni del Comune di Macomer: nota registro ufficiale ingresso MASE/0056191 del 07/04/2023 e pubblicata sul sito MASE in data 19/04/2023**



ASSESSORATO DEI TRASPORTI

Nello studio d'impatto ambientale sono riportate le analisi del proponente in relazione al contesto programmatico esistente al fine di valutare se le linee di sviluppo delineate al suo interno siano coerenti con gli indirizzi previsti da altri Piani e/o Programmi già esistenti e con i quali potrebbe avere delle interazioni. In particolare, è stata eseguita un'analisi di coerenza con il Piano Regionale dei Trasporti (PRT) attualmente vigente, approvato con deliberazione della Giunta regionale n. 66/23 del 27 novembre 2008, ritenendo che il progetto non crei interferenze con il sistema del trasporto pubblico e privato. Si segnala, peraltro, che è imminente la presentazione in Giunta del nuovo PRT, la cui redazione risulta completata. A tal proposito si ritiene che il progetto non sia in contrasto con le indicazioni del PRT, in quanto non modifica gli scenari di assetto futuro del sistema dei trasporti.

1. Richiesta 1

Si rileva che nell'elaborato "Studio di Impatto Ambientale" non è presente una componente specifica per "Mobilità e Trasporti", e in particolare non sono stati fatti studi relativi all'eventuale impatto che la realizzazione del progetto potrebbe avere sul sistema dei trasporti. Si evidenzia che gli impatti ambientali generati dal progetto sul sistema dei trasporti rappresentano un aspetto non trascurabile nell'ambito della fase di realizzazione dell'impianto fotovoltaico, soprattutto in relazione alla tipologia dei mezzi eccezionali coinvolti. Il principale impatto potenziale si riferisce in particolare agli effetti indotti dal movimento di mezzi speciali di trasporto/pesanti sul traffico veicolare transitante sulle strade ordinarie (statali, provinciali e comunali).

1.1 Controdeduzione 1

L'analisi rispetto al traffico indotto dal progetto è consultabile nel seguente elaborato:

- **MAC-IAR01_Studio di Impatto Ambientale**
 - *Capitolo 4.10 Traffico*

Si riporta di seguito un estratto dello studio in relazione all'incremento del traffico veicolare.

L'area oggetto di intervento è interessata da un importante asse viario, la SS 131, ma ne è consentito l'accesso solo attraverso strade poderali e interpoderali che da esso si diramano.

In fase di installazione si utilizzeranno i tracciati viari presenti, pertanto, non sarà necessario realizzare nuovi percorsi stradali per raggiungere il sito di interesse. Il tracciato stradale nell'area d'interesse coinvolge principalmente strade asfaltate e percorribili.



Relativamente alla fase di messa in opera degli impianti, si prevede un incremento del traffico dei mezzi pesanti che trasporteranno gli elementi modulari e compositivi dell'impianto fotovoltaico, con intensità di traffico valutabile in circa 5-7 mezzi giornalieri, per un periodo limitato a qualche settimana. Si evidenzia, inoltre, che gli elementi modulari da trasportare sono di dimensioni limitate e trasportabili con comuni autocarri.

Il resto del traffico consisterà nel movimento di autoveicoli, utilizzati dal personale che a vario titolo sarà impiegato nella fase di installazione dell'impianto.

L'entità del traffico, comunque, non è tale da apportare disturbi consistenti nella viabilità ordinaria della zona anche perché trattasi di un'area agricola coltivata, già soggetta al passaggio di mezzi specifici per le attività presenti.

2. Richiesta 2

In relazione all'arrivo dei moduli fotovoltaici ed al collegamento porto - sito "Figuranchida", non risultano essere stati fatti studi e considerazioni riguardanti l'impatto sull'eventuale incremento di traffico marittimo, né relativamente alle possibili interferenze con le attività del porto. [...] Si ritiene comunque opportuno suggerire di tenere conto delle osservazioni sopra riportate in relazione agli impatti che l'arrivo delle componenti dell'impianto in porto potrebbe causare sul traffico marittimo e sulle attività dello stesso, delle osservazioni sopra riportate in relazione all'analisi degli effetti ambientali sulla componente "Mobilità e Trasporti" sia in fase di costruzione che in fase di dimissione dello stesso impianto.

2.1 Controdeduzione 2

Si condivide la necessità di valutare l'impatto dell'arrivo delle componenti di progetto al porto, pertanto, si riporta di seguito una valutazione basata su dati relativi ad un'offerta reale.

Si prevede di utilizzare come porto di arrivo dei moduli fotovoltaici e dei componenti dell'impianto il porto industriale di Cagliari, che dista circa 140 km dall'area di progetto ed è collegato alla stessa dalla E25 attraverso il percorso illustrato di seguito.

In relazione ai mezzi da impiegare per il trasporto dei moduli dall'area di produzione fino al porto di arrivo e, in seguito, fino al sito di installazione dell'impianto vengono di seguito riportate delle considerazioni fatte sulla base delle offerte ricevute da aziende del settore per la fornitura di moduli e delle strutture di sostegno (tracker).

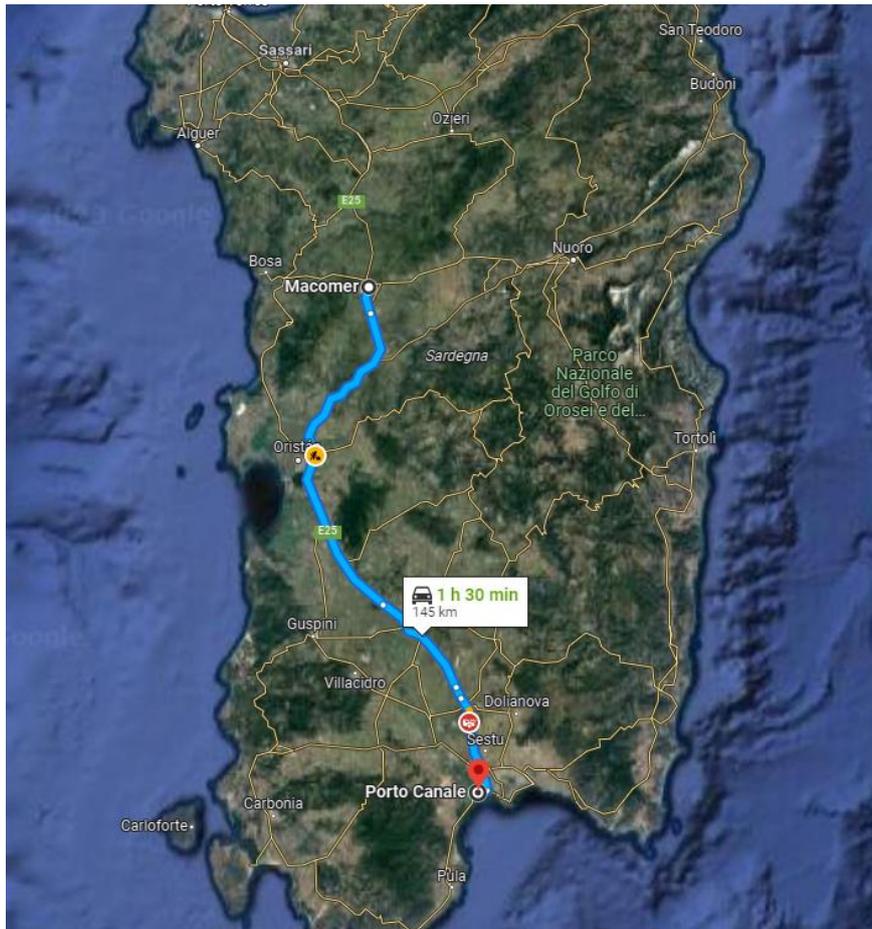


FIGURA 1 - PERCORSO STRADALE TRA IL PORTO DI DESTINAZIONE E L'AREA DI PROGETTO

In merito al numero di mezzi in transito per approvvigionare gli elementi del campo solare, considerando i 38700 moduli di cui si costituisce l'impianto e 868 mod/camion (28 pallet da 31 mod/pallet), si stima il numero di camion necessari per il **trasporto dei moduli pari a 45**.

Per l'approvvigionamento delle **strutture di sostegno**, il fornitore ha indicato un numero di container pari a **53 unità**, consegna prevista con frequenza di circa 16 MW a settimana, per un totale di 2 settimane. Di conseguenza l'incremento di traffico marittimo si limita a **2 navi container** in un mese.

N. moduli	Moduli/camion	N. camion moduli	N. camion tracker	TOT camion
38700	868	45	53	98

MW	MW/settimana	N. totale navi
24	16	2



L'approvvigionamento dei materiali prevede, in arrivo da Shangai e Valencia, la consegna presso il porto di Cagliari e il trasporto fino al sito di installazione nel comune di Macomer secondo il percorso riportato di seguito.

Transport

FOB - Valencia, Shanghai

CIF - Cagliari, Sardinia

DAP - Macomer, Sardinia

DDP - Macomer, Sardinia



ARPAS

4. Osservazioni

4.1 Atmosfera

I possibili impatti sulla componente atmosfera dovuti all'emissione di polveri appaiono legati principalmente alla fase di cantiere e possono essere ricondotti, prevalentemente, alle attività di perforazione per il posizionamento dei pannelli fotovoltaici, asportazione della coltre pedologica, apertura di piste e piazzali, scavo con mezzi meccanici, stoccaggio temporaneo del materiale di scavo e movimentazione e caricamento dei materiali su mezzi di trasporto. A ciò si aggiunge l'aspetto legato all'incremento delle emissioni gassose di inquinanti di combustione da traffico veicolare di mezzi pesanti utilizzati quotidianamente nel processo produttivo, seppur temporanee e reversibili nel breve tempo.

In merito alle misure a tutela della componente atmosfera da attuarsi nelle fasi di costruzione, esercizio e dismissione, si condividono le misure operative e gestionali indicate dal Proponente nel SIA e si chiede, in aggiunta a quanto già descritto di attuare ulteriori specifiche misure di mitigazione, quali a titolo esemplificativo:

- effettuare la bagnatura delle piste e delle aree di cantiere in qualsiasi periodo dell'anno durante le condizioni operative ordinarie;*
- Evitare demolizioni e movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate caratterizzate da intensa ventilazione*
- coprire con teli (nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso) i cumuli di materiale polverulento stoccato nelle aree di deposito temporaneo del cantiere così da evitare la dispersione eolica dei materiali e garantire la protezione dagli eventi meteorici;*
- utilizzare barriere protettive mobili, di altezza idonea, da posizionare di volta in volta in prossimità delle lavorazioni.*

4.1.1 CONTRODEDUZIONE

Oltre alle misure di mitigazione per la componente atmosfera già previste nello Studio di Impatto Ambientale (i riferimenti sono riportati nell'elenco sottostante) verranno adottate tutte le misure



suggerite dall'ARPAS al fine di minimizzare gli impatti derivanti dal progetto in fase di cantiere ed esercizio.

➤ ➤ **MAC-IAR01_Studio di impatto ambientale**

- Paragrafo 3.9.7 "Emissioni in atmosfera in fase di cantiere"
- Paragrafo 6.1.1 "Atmosfera"

4.2 Componente Suolo

Per quanto concerne le risorse pedologiche, si prende atto delle opere di mitigazione e compensazione previste nell'elaborato MAC-IAR01_Studio di Impatto Ambientale finalizzate al miglioramento della fertilità. Si ritiene tuttavia opportuno attuare ulteriori necessari accorgimenti volti a limitare la perdita ed il depauperamento della componente suolo, quali a titolo esemplificativo:

- *vietare il transito dei mezzi pesanti utilizzati per le lavorazioni, soprattutto con terreno bagnato, al di fuori delle piste di cantiere, per evitare un'eccessiva costipazione del terreno che potrebbe ostacolare un ottimale approfondimento degli apparati radicali delle specie vegetali;*
- *prediligere porzioni di suolo già degradato per la realizzazione di piste e aree di cantiere, evitando ove possibile le zone ad alta valenza naturalistica.*

Si ricorda inoltre, che ogni Area Tecnica, Area di Stoccaggio e Area di Deposito Temporaneo e le zone più "sensibili" di lavorazione dovranno essere opportunamente impermeabilizzate e attrezzate con rete di raccolta, al fine di captare eventuali perdite di fluidi da gestire secondo normativa.

Relativamente alle operazioni di scavo e rinterro previste durante l'apertura e il ripristino delle aree di cantiere, allo scopo di favorire il successivo recupero dei suoli, il terreno vegetale dovrà essere asportato avendo cura di selezionare e stoccare separatamente gli orizzonti superficiali ricchi di humus e quelli più profondi. Si consiglia di accantonare il terreno vegetale di scotico, in cumuli di altezza non superiore ai 2 metri rispettando la stratificazione originaria, per preservarne le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche e poterlo poi riutilizzare nelle operazioni di ripristino ambientale. Dovrà essere assicurata la stabilità dei cumuli di terreno vegetale, evitando il dilavamento da parte delle acque di deflusso superficiale; qualora si preveda un periodo di stoccaggio del terreno vegetale superiore a un anno, sui cumuli dovranno essere realizzate idonee semine protettive con miscugli di specie erbacee ad elevato potere aggrappante, allo scopo di limitare la perdita di fertilità, il dilavamento e la dispersione di polveri.

Terre e Rocce da scavo



In merito alla proposta di caratterizzazione delle terre e rocce da scavo da eseguire nella fase di progettazione esecutiva, si condivide quanto riportato dal Proponente nell'elaborato "MAC-PDR14_Piano Preliminare di Utilizzo in Sito delle Terre e Rocce da Scavo"

Si ricorda che nella successiva fase di progettazione dovrà essere presentato un report riportante nel dettaglio, il numero e le coordinate dei punti di campionamento, il numero di campioni per punto, il set analitico da ricercare, la planimetria delle aree di scavo, di eventuali depositi intermedi, dei siti di riutilizzo e di quelli di campionamento, oltre ad una adeguata documentazione fotografica.

Si ricorda infine che al termine delle lavorazioni dovrà essere trasmesso all'ARPAS e al Comune competente la "Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo" di cui all'allegato 8 del DPR 120/2017.

4.2.1 CONTRODEDUZIONE

Oltre alle misure di mitigazione per la componente atmosfera già previste nello Studio di Impatto Ambientale, saranno adottate le precauzioni sopra esposte. L'individuazione delle aree di cantiere dipende dalla vicinanza alla rete stradale esistente e mira a ridurre le esternalità negative dovute al passaggio di automezzi sui campi. In merito alle operazioni di scavo e rinterro necessarie per l'apertura e il ripristino delle aree di cantiere, saranno adottate le precauzioni sopra esposte.

Terre e rocce da scavo

Si provvederà, in una fase successiva, alla redazione del report dettagliato richiesto, oltre alla trasmissione all'ARPAS della "Dichiarazione di Avvenuto Utilizzo" di cui all'allegato 8 del DPR 120/2017.

4.3 Componente Acqua

Acque Superficiali

L'area oggetto di intervento ricade all'interno del bacino idrografico del Fiume Tirso. Sia le aree di progetto che l'area della Battery Pack e della SE Terna non sono interessate da aste fluviali, nemmeno minori, ad eccezione che del lotto 2, attraversato a nord-est da due piccoli impluvi affluenti del principale Riu Murtazzolu.

Il cavidotto, lungo il suo breve percorso, attraversa (tramite TOC) due aste fluviali, ovvero il Riu Mene ed un affluente del Riu Murtazzolu.



In merito alle interferenze delle opere con i reticoli idrografici presenti, preso atto delle scelte progettuali adottate dal Proponente, al fine di ridurre l'impatto delle lavorazioni con le acque superficiali dei corpi idrici, dovranno essere attuate opportune misure di mitigazione, quali a titolo esemplificativo:

- *evitare il più possibile le lavorazioni in alveo o zone golenali con mezzi meccanici;*
- *evitare l'accumulo in situ di residui vegetali provenienti dalla pulizia di sponde ed aree golenali e per quanto possibile, destinare gli stessi a riutilizzo nelle forme di legge previste;*
- *evitare il rilascio di sostanze inquinanti nelle acque;*
- *mettere in atto tutti i necessari accorgimenti volti a ridurre la torbidità delle acque;*
- *effettuare le lavorazioni nei periodi di secca o di ridotta portata idrica per ridurre al massimo i possibili impatti.*

Relativamente alla posa in opera del cavidotto di connessione, si condivide la scelta del Proponente di prediligere le tecniche innovative di attraversamento dei corsi d'acqua no-dig (Trivellazione Orizzontale Controllata) in luogo all'attraversamento in subalveo mediante scavo a cielo aperto, quale vantaggiosa alternativa ai tradizionali metodi d'installazione di linee di servizio. Si ricorda tuttavia che, in caso si riscontrassero interferenze con le acque superficiali, dovrà essere predisposto un piano di monitoraggio da eseguirsi a monte e a valle delle lavorazioni, nella fase Ante Operam, in esercizio e post Operam.

Acque Sotterranee

Si prende atto di quanto riportato nell'elaborato "MAC-IAR01_Studio_di_Impatto_Ambientale in merito all'esclusione delle interferenze delle opere in progetto con la falda idrica sotterranea superficiale durante le operazioni di realizzazione degli interventi in progetto.

A garanzia della massima tutela dei corpi idrici sotterranei, sarebbe opportuno porre particolare cautela durante le operazioni di scavo e, in caso di rinvenimento di falda acquifera nel corso delle lavorazioni, dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per la salvaguardia della risorsa idrica al fine di evitare la contaminazione delle acque sotterranee.

4.3.1 CONTRODEDUZIONI

Come suggerito, saranno adottati tutti gli accorgimenti necessari per la salvaguardia della risorsa idrica. A seconda delle situazioni si provvederà a scegliere la più opportuna misura di mitigazione.



Alla luce delle verifiche di non sussistenza di zone soggette a pericolosità ed a rischio idraulico in corrispondenza del sito oggetto di studio (si veda l'elaborato cartografico MAC-IAT10) è possibile concludere che:

- Il sito oggetto di intervento viene interessato marginalmente (parte settentrionale) dal reticolo idrografico superficiale
- Il tracciato del cavidotto oggetto di intervento interessa il reticolo idrografico (Riu Mene + compluvio indicato su cartografia C.T.R.) in due punti ubicati in prossimità del Parco Agrivoltaico.
- Per quanto riguarda il settore oggetto di intervento, si esclude la presenza della falda idrica sotterranea superficiale impostata sulle lave vulcaniche fratturate, al contatto con le formazioni litoidi ad aspetto sano. Non verrà intercettata nessuna falda idrica sotterranea superficiale durante le operazioni di realizzazione degli interventi in progetto e le ulteriori litologie presenti non sono sede di acquiferi superficiali e/o profondi.

La Società Proponente si impegnerà a prevenire eventuali impatti negativi sulla risorsa idrica adottando tutti gli accorgimenti necessari per la sua salvaguardia.

4.4 Componente Flora e Fauna

4.4.1 RICHIESTA

L'area interessata dal progetto ricade entro 5 km dal Sito di Interesse Comunitario censito con il codice ITB023051, "Altopiano di Abbasanta".

Per la componente floristico-vegetazionale si suggerisce di identificare con precisione, preferibilmente georiferendoli su sistema GIS o localizzandoli su supporto cartografico, i punti di indagine delle specie censite nella Relazione botanico-faunistica, al fine di poter valutare l'eventuale compromissione di habitat di interesse presenti.

Si ricorda che tutte le aree di cantiere dovranno essere approntate in zone che non prevedano il taglio e/o l'eliminazione di vegetazione di particolare pregio, contenendo al minimo indispensabile gli spazi operativi.

4.4.1.1 CONTRODEDUZIONE

La vegetazione presente nelle aree di progetto è caratterizzata principalmente dalla tipica flora di tipo erbaceo presente nelle zone adibite al pascolo. Le forme arbustive sono state localizzate in posizione perimetrale o a ridosso dei muretti a secco, così come in corrispondenza dei cumuli di pietra.

Relativamente alla componente fauna, al momento del rilievo in campo è stata osservata solo la specie *Corvus cornix*, la cornacchia grigia.

È stato aggiornato l'elaborato:

➤ **MAC-IAR07-R1_Allegato fotografico Botanico-faunistica**

Inserendo la localizzazione dei punti di indagine e di alcuni degli alberi ad altro fusto che è stato possibile raggiungere e riconoscere all'interno dei lotti di progetto. La presenza di muretti a secco, rovi e la vegetazione spontanea presente (e riportata nell'allegato fotografico) non hanno consentito un facile accesso in tutte le zone dei lotti di progetto.

Le specie erbacee non sono state geolocalizzate in quanto presenti in maniera più o meno omogenea e ripetitiva nei diversi lotti di progetto.

Sono stati inoltre indicati i coni ottici di inquadramento fotografico di alcune aree in modo da evidenziare lo stato naturale e antropico delle aree di progetto all'interno dell'elaborato MAC-IAR07-R1, si riporta di seguito una tabella di sintesi delle specie osservate e dei punti di osservazione.

Specie	Latitudine	Longitudine
<i>Charybdis pancreation</i>	40°14'05"N	8°44'41"E
	Specie appartenente alle liste rosse IUCN e classificata come NT (quasi minacciata). Il cerchio giallo rappresenta un'area omogenea dove sono state localizzate più piante appartenenti a questa specie (indicate nella Figura 2).	
<i>Quercus sp</i>	40°14'4.77"N	8°44'38.87"E
<i>Quercus sp</i>	40°14'7.74"N	8°44'29.78"E
<i>Quercus sp</i>	40°13'29.94"N	8°44'36.94"E
<i>Pyrus spinosa</i>	40°13'51.38"N	8°44'42.52"E
<i>Pyrus spinosa</i>	40°13'51.56"N	8°44'50.77"E
<i>Pyrus spinosa</i>	40°13'50.05"N	8°44'55.68"E



4.4.2 RICHIESTA

Al fine di ridurre il rischio di potenziali impatti sull'avifauna presente nelle aree interessate dalle opere e preservare gli areali di nidificazione, sarebbe opportuno calendarizzare le attività di cantiere prevedendo la sospensione e/o limitazione delle lavorazioni rumorose, durante il periodo riproduttivo delle specie protette ed in pericolo d'estinzione.

Si suggerisce altresì di preservare, durante i lavori di preparazione/sistemazione dell'area, eventuali muretti a secco presenti, in quanto rappresentano importanti rifugi per i rettili e i piccoli mammiferi in aree seminaturali prive di altre tipologie di ripari.

4.4.2.1 CONTRODEDUZIONE

Si ritiene opportuna, quale misura mitigativa, evitare l'esecuzione di lavorazioni con eccessivo impatto acustico durante il periodo compreso tra il mese di marzo e il mese di giugno nelle superfici destinate ad ospitare l'installazione dei pannelli fotovoltaici e della sottostazione utente, a tutto vantaggio delle specie che volgono l'attività riproduttiva sul terreno come, ad esempio, la tottavilla e la pernice sarda.

In relazione ai muretti a secco presenti nell'area di progetto, si condivide la necessità di preservarne l'integrità al fine di conservare gli importanti rifugi che rappresentano per rettili e anfibi, tuttavia spesso questo spesso significherà integrarli nel campo fotovoltaico evitando di posare i pali dove sono presenti muretti.

5. Progetto di Monitoraggio Ambientale

5.1.1 RICHIESTA

Si prende atto della proposta di monitoraggio sviluppata dal Proponente nell'elaborato "MAC-IAR02_Piano di monitoraggio ambientale" per le seguenti componenti ambientali: suolo, acque, flora, fauna, rifiuti e qualità dell'aria, ambiente e clima.

In aggiunta a quanto descritto, si chiede di integrare il PMA prevedendo il monitoraggio ante operam della componente floristica-vegetazionale.

Si precisa che a seguito della realizzazione dell'opera dovrà essere garantita la permanenza e l'accessibilità di tutti i punti di monitoraggio, inoltre andrà trasmesso, con congruo anticipo il



cronoprogramma di dettaglio relativo alle singole attività di cantiere, al fine di consentire all'agenzia le attività di controllo di competenza.

5.1.1.1 CONTRODEDUZIONE

Si è provveduto ad integrare il *MAC-IAR02_Piano di monitoraggio ambientale* indicando i transetti rilevati durante il rilievo in campo. Qualora ritenuti sufficienti potrebbero già rappresentare un monitoraggio in fase ante-operam in quanto è stata effettuata un'analisi della flora nelle aree di progetto. Qualora sarà ritenuto opportuno si integrerà tale monitoraggio con ulteriori osservazioni della flora presente.

All'interno del PMA sono stati indicati i punti in cui realizzare i campionamenti e i transetti per le diverse componenti sottoposte a monitoraggio. Tali punti sono stati scelti in base ai criteri specifici da applicare per ciascuna componente sottoposta a monitoraggio, ma essi sono soggetti a una rimodulazione qualora dovessero risultare localizzati in aree che non sono agevoli dal punto di vista pratico e/o se eventuali variazioni del progetto esecutivo dovessero portare all'esigenza di rimodulare tali previsioni per renderle maggiormente idonee agli obiettivi di monitoraggio stesso.

In ogni caso si dovrà provvedere a rendere le aree oggetto di studio facilmente accessibili sia per le società che avranno in carico la realizzazione del monitoraggio, sia per eventuali controlli da parte dell'autorità competente.

6. Altre osservazioni ARPAS

6.1 Richiesta

Al fine di ridurre l'impatto ambientale dell'opera in progetto si evidenzia la necessità di porre in atto durante le fasi di cantiere, opportune misure di mitigazione, con particolare attenzione a:

- *Verifica dell'efficienza e manutenzione dei mezzi e delle macchine operatrici impiegate (es. garantire la non perdita di carburanti e/o oli idraulici, controllare le emissioni di gas di scarico).*
- *Riduzione del traffico veicolare, soprattutto con terreno bagnato, al fine di ridurre la compattazione dei terreni.*

Riduzione di eventuali impatti dovuti a fenomeni di inquinamento acustico.



Si ricorda che tutti i rifiuti prodotti durante le lavorazioni dovranno essere gestiti in applicazione alla normativa vigente in termini di deposito temporaneo, recupero o conferimento a discarica.

I contenitori o i serbatoi fissi o mobili, comprese le vasche, i bacini e tutti i settori utilizzati per lo stoccaggio dei rifiuti dovranno essere contrassegnati da tabelle, ben visibili per dimensioni e collocazione, indicanti il codice C.E.R. e la tipologia di rifiuto. Le aree di cantiere destinate allo stoccaggio dei rifiuti dovranno essere impermeabilizzate in modo da garantire la non percolazione nel terreno delle acque di dilavamento, dette acque dovranno essere gestite in conformità a quanto previsto dalla D.G.R. della Regione Autonoma della Sardegna n. 69/25 del 10.12.2008.

6.1.1 CONTRODEDUZIONE

Le azioni preventive atte alla riduzione degli impatti sulle componenti ambientali in fase di cantiere sono trattate nello Studio di Impatto Ambientale e potranno essere integrate e/o adattate a seconda delle situazioni specifiche.

- **MAC-IAR01_Studio di Impatto Ambientale**
 - 3.5 Fase di costruzione dell'impianto

6.2 Piano di dismissione

In riferimento alle fasi di dismissione dell'impianto, visto il tenore delle lavorazioni, si ritiene necessario effettuare particolari misure preventive mirate a ridurre gli impatti dovuti a fenomeni di inquinamento acustico, emissioni di polveri, proiezioni di materiale e sversamento accidentale di materiali.

6.2.1 CONTRODEDUZIONE

In fase di dismissione saranno adottate tutte le precauzioni necessarie alla limitazione degli impatti generati per le componenti sopra indicate. Lo Studio di Impatto Ambientale contiene proposte per la mitigazione dei potenziali effetti negativi legati all'installazione, esercizio e dismissione dell'impianto. In particolare, non viene trattata nello specifico la fase di dismissione, ma si adotteranno tutte le misure previste durante la fase di cantiere per minimizzare gli impatti.

Si rimanda allo studio per ulteriori informazioni e approfondimenti:

- **MAC-IAR01_Studio di Impatto Ambientale**
 - 3.7 Dismissione del progetto e ripristino ambientale
 - 3.9 Interazioni con l'ambiente



- 4. Quadro ambientale

6.3 Gestione delle anomalie

La comunicazione degli sversamenti e inquinamenti, come richiesto dalla normativa vigente, dovrà avvenire entro 24 ore dall'evento. La comunicazione delle anomalie rilevate durante le fasi di lavorazione dovrà avvenire entro 24 ore dal rilevamento dell'anomalia.

6.3.1 CONTRODEDUZIONE

Sarà premura della Società Proponente, adottare le misure preventive necessarie per una corretta esecuzione delle opere di installazione. Le eventuali anomalie saranno comunicate come richiesto dalla normativa vigente.

7. Impatto Ambientale CEM

7.1 Richiesta

Si evidenzia che le linee MT di collegamento tra la Cabina consegna e il recapito "Macomer 380", condurranno il tracciato, per circa 0,350 km, con le linee di connessione dell'impianto Eolico denominato "Macomer Sant'Antonio" e l'impianto FTV "SINDIA"; pertanto, si ritiene che per detta porzione del territorio debba essere condotto apposito studio che valuti la sovrapposizione degli effetti.

7.1.1 CONTRODEDUZIONE

Si integra la documentazione trasmessa in prima istanza con le seguenti considerazioni che analizzano l'impatto degli effetti elettromagnetici generati dalle apparecchiature in progetto valutando la sovrapposizione degli effetti.

In particolare, l'analisi integrativa dell'impatto CEM è stata condotta per l'impianto agrivoltaico "Macomer" e l'impianto agrivoltaico "Sindia" poiché entrambi sono nella disponibilità della società capogruppo Enerland, perciò si hanno a disposizione i dati relativi alle potenze passanti, alle correnti, al numero e alla modalità di posa delle terne. Questi dati sono fondamentali per poter effettuare una valutazione attendibile degli effetti elettromagnetici.

Per l'impianto Macomer lo studio è effettuato sulla condizione più gravosa, dunque considerando 30 MW in immissione, dovuti al contributo proveniente dal campo fotovoltaico (20 MWac) e dal sistema di storage presente nei pressi della stazione di storage "Macomer 380" (10 MWac); sono previste n. 2 linee per un totale di 6 cavi unipolari con una intensità di corrente massima pari a circa

253,2 A ad una tensione di 36 kV. Analogamente per l'impianto Sindia sono considerati i 30 MW all'uscita della cabina di consegna, suddivisi in n. 2 linee per un totale di 6 cavi unipolari con una intensità di corrente massima pari a circa 211,1 A ad una tensione di 36 kV.

Considerando le 4 terne all'interno del medesimo scavo (ampiezza 1,2 metri) e una distanza fra le terne dei due impianti pari a 0,525 metri, l'induzione magnetica risulta $B < 3 \mu T$ già all'interno dello scavo a patto che la profondità di posa sia uguale o superiore a 1,6 metri.

In un'ottica cautelativa, si prevede lungo il tratto in comune dei due cavidotti (pari a circa 0,525 km) una profondità di scavo pari a 2,0 m, per tenere conto anche della presenza dell'eolico "Macomer Sant'Antonio" di cui la società proponente non conosce le specifiche progettuali e per cui, quindi, non è stato possibile valutare gli impatti CEM cumulativi in maniera puntuale.

Tale modifica alla profondità di posa di un piccolo tratto del cavidotto genera una minima variazione nei volumi di scavo previsti. Tuttavia, si prevede di riutilizzare completamente in sito il materiale scavato per il rinterro e il riempimento delle trincee, come indicato nell'elaborato *MAC-PDR14_Piano Preliminare di Utilizzo in Sito delle Terre e Rocce da Scavo*.

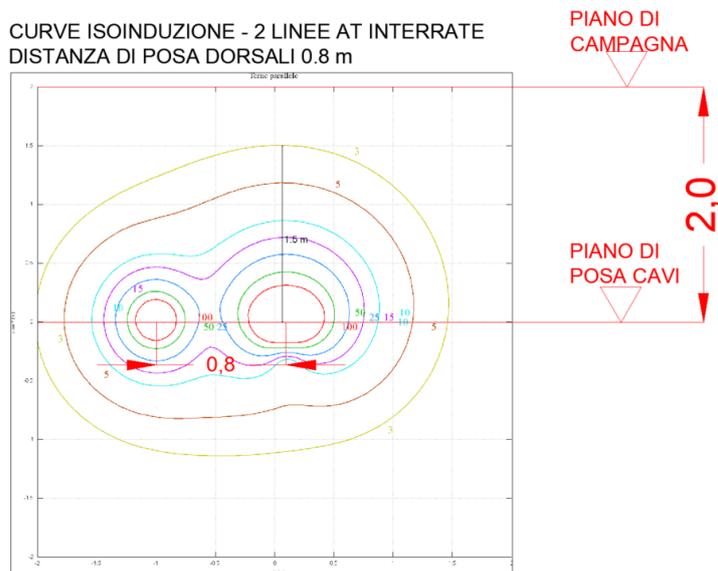


FIGURA 2 - CURVE ISOINDUZIONE DOPPIA LINEA AT 36 kV - IMPINATO SINDIA A SINISTRA, IMPIANTO MACOMER 5 A DESTRA

8. Impatto Acustico

I TCA evidenziano che i dati di input per effettuare la valutazione, in assenza dei dati certi dei macchinari da impiegare, sono desunti da schede tecniche relative a componenti reperibili sul mercato



ma non alle apparecchiature specifiche che verranno impiegate, e pertanto dai dati potrebbero essere suscettibili di variazioni determinate dalle scelte che saranno effettuate nel proseguo progettuale.

8.1 Richiesta

Si ritiene pertanto che la valutazione previsionale finora proposta dal TCA debba essere aggiornata una volta che verranno effettuate le scelte progettuali definitive, a seguito della verifica dell'entità delle eventuali modifiche apportate rispetto alla Valutazione d'impatto acustico in parola, fermo restando comunque che quanto valutato sarà verificato strumentalmente nella fase d'esercizio.

8.1.1 CONTRODEDUZIONE

Le valutazioni di impatto sono state sviluppate sulla base delle informazioni progettuali ad oggi disponibili.

Il progetto impiantistico, nell'attuale fase progettuale, ha definito le modalità di gestione dell'impianto e le tipologie di componenti necessarie. La scelta di dettaglio della componentistica non potrà che essere effettuata nelle fasi di effettiva realizzazione dell'opera. Al fine di poter sviluppare adeguate valutazioni previsionali i progettisti hanno fornito, per ogni componente dell'impianto potenzialmente responsabile di emissioni sonore, le relative potenze sonore (o pressioni sonore) garantite da prodotti attualmente reperibili sul mercato considerando lo scenario di worst case.

Si ritiene pertanto che le valutazioni effettuate e le relative conclusioni (piena conformità degli impatti sul sistema ricettore) possano essere considerate valide anche in presenza di componenti diversi da quelli ipotizzati nell'ambito della Verifica Preliminare di Impatto Acustico purché gli stessi siano caratterizzati da emissioni uguali e o inferiori da quelle ipotizzate nello studio. Viceversa, lo studio sarà aggiornato in presenza di modifiche progettuali significative dal punto di vista acustico: nuovi posizionamenti delle sorgenti, componenti individuati caratterizzati da emissioni maggiori di quelle ipotizzate e dichiarate nella Valutazione Previsionale di Impatto Acustico.



DIREZIONE GENERALE AGENZIA REGIONALE DEL DISTRETTO IDROGRAFICO DELLA SARDEGNA

In esito all'esame istruttorio della documentazione resa disponibile tramite il link allegato alla citata nota prot. n. 8825, è stato possibile appurare che gli interventi in argomento interferiscono con il reticolo idrografico ufficiale.

8.2 Richiesta

Come noto ai sensi dell'art. 30 ter delle N.A. del P.A.I., tale reticolo idrografico risulta mappato a pericolosità Hi4 per una fascia di profondità variabile in funzione dell'ordine di Horton, e pertanto per le opere che ricadono in tali fasce, ai sensi del comma 2 dello stesso articolo, è necessario effettuare appositi studi idrologici-idraulici volti a determinare le effettive aree di pericolosità idraulica. Inoltre, qualora in esito ai citati studi idrologici-idraulici dovesse emergere l'esistenza di aree a pericolosità idraulica, le opere in progetto interferenti con il reticolo idrografico di che trattasi, dovranno essere supportate da apposito studio di compatibilità idraulica di cui all'art. 24 delle N.A. del P.A.I.

8.2.1 CONTRODEDUZIONE

Ai fini di individuare le interferenze tra l'area di progetto e il cavidotto con il reticolo idrografico, il PAI e le fasce di rispetto dei beni paesaggistici (corsi d'acqua) è stata predisposta una tavola in cui sono visibili dette interferenze e le possibili soluzioni di attraversamento.

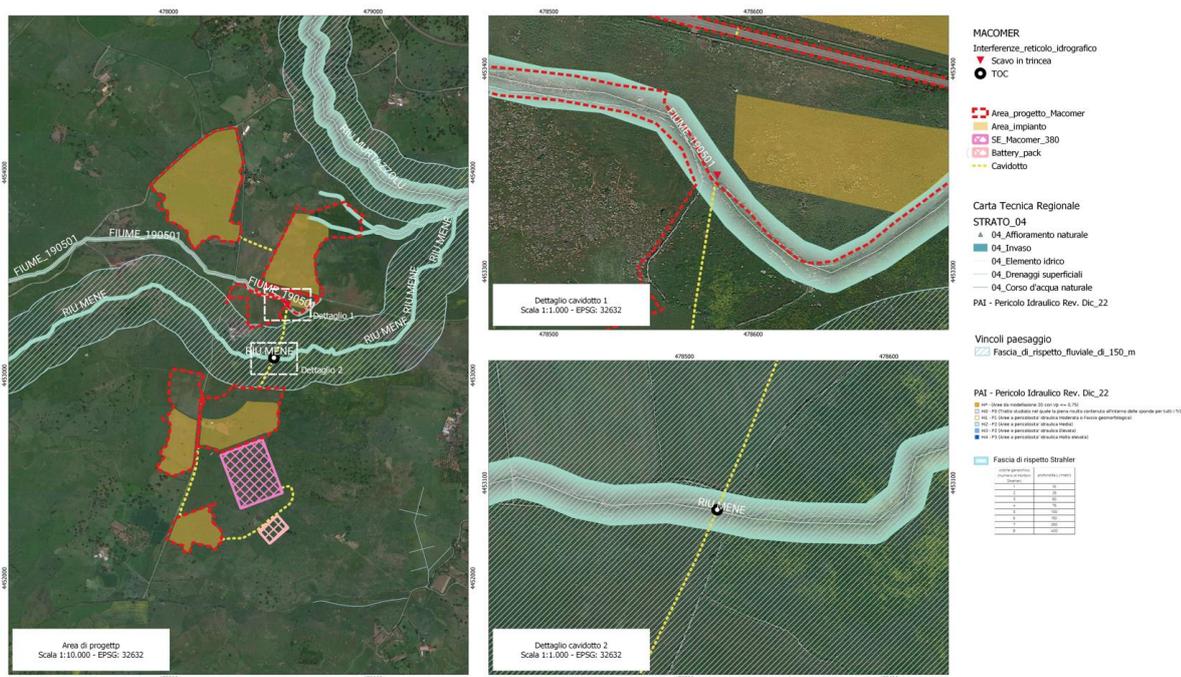


FIGURA 3 - RISOLUZIONE INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO - STRALCIO ELABORATO MAC-PDT14



Saranno effettuati studi idrologici idraulici sito specifici in una fase successiva di progettazione al fine di determinare le effettive aree di pericolosità idraulica ed eventualmente prevedere ulteriori misuri.



ASSESSORATO DEGLI ENTI LOCALI, FINANZE E URBANISTICA

9. Richiesta

Nella relazione paesaggistica non appare chiara la tipologia del vincolo presente nell'area di intervento, tale da assoggettare il presente impianto ad autorizzazione paesaggistica ex art. 146 del D.Lgs 42/04 e ss.mm.ii, né se le opere ricadenti all'interno del vincolo siano escluse da autorizzazione;

9.1 Controdeduzione

Il progetto in esame non è soggetto ad autorizzazione paesaggistica ai sensi dell'art. 146 del D.Lgs 42/2004 e ss.mm.ii. Tuttavia, si è ritenuto necessario valutare l'effettiva compatibilità paesaggistica dell'opera con una Relazione Paesaggistica redatta ai sensi del DPCM 12 dicembre 2005. Dalle analisi condotte all'interno della relazione è emerso che:

- l'area di progetto non ricade all'interno di alcun ambito paesaggistico, il più vicino è l'ambito 10 Monti Ferru;
- all'interno delle aree di progetto non sono presenti beni paesaggistici e identitari; nei dintorni si riscontra invece la presenza di diversi beni paesaggistici ex art.143, puntuali, in particolar modo Nuraghe e Tombe dei Giganti. I più prossimi, anche rispetto al cavidotto, alla Battery Pack e alla SE Terna Macomer 380, classificati in base all'ultimo Repertorio del Mosaico aggiornato al 31.03.2017 sono:

Comune di Macomer

1. Tomba dei Giganti Figurachida (cod. bur.886) _ 31 m a Sud-Ovest dal lotto 4;
2. Tomba dei Giganti di Solene (cod. bur.885) _ 42 m a Nord-Est dal lotto 5;
3. Nuraghe Funtana Mela (cod. bur.9057) _ 90 m a Nord dal lotto 2;
4. Nuraghe (cod. bur. 2322) _ Beni paesaggistici ex art. 143 (puntuali)_ 191 m a Sud dal lotto 7;
5. Nuraghe (cod. bur. 2321) _ Beni paesaggistici ex art. 143 (puntuali)_ 203 m a Sud-Ovest dal lotto 7;
6. Nuraghe (cod. bur.2365) _ 207 m ad Ovest dal lotto 5;
7. Nuraghe (cod. bur. 2372) _ Beni paesaggistici ex art. 143 (puntuali)_ 252 m a Sud dalla Battery Pack;
8. Nuraghe (cod. bur.2371) _ 274 m ad Est dal lotto 6;



In riferimento ai beni identitari, quelli più prossimi alle aree di progetto si trovano all'interno del centro abitato di Macomer, entro i 5 km a Nord-Est del lotto 2.

Le aree di progetto non interferiscono con nessun bene paesaggistico e/o identitario anche se in parte ricadono all'interno della fascia di tutela dei 100 m di tre beni paesaggistici, nello specifico:

- Lotto 2: N.3 - Nuraghe Funtana Mela (cod. bur.9057) _ 90 m a Nord;
- Lotto 4: N.1 - Tomba dei Giganti Figurachida (cod. bur.886) _ 31 m a Sud-Ovest;
- Lotto 5: N.2 - Tomba dei Giganti di Solene (cod. bur.885) _ 42 m a Nord-Est.

Tuttavia, queste porzioni non saranno interessate dal posizionamento delle strutture ma ricadono all'interno di grandi aree destinate a interventi di compensazione e conservazione.

Le prescrizioni relative ai beni in oggetto, al punto 1 b) prescrivono che *nelle aree è vietata qualunque edificazione o altra azione che possa comprometterne la tutela*. Gli interventi di compensazione naturalmente non comporteranno alcuna edificazione o azione che possa compromettere in alcun modo i beni suddetti; anzi, faranno ulteriormente da filtro tra l'impianto e gli stessi. Pertanto, si esclude qualsiasi interferenza.

In riferimento al cavidotto invece, questo è esterno alla fascia di tutela dei 100 m dei beni paesaggistici.

Dalla carta dell'assetto insediativo, si riscontra all'interno delle aree di progetto la presenza di due fabbricati appartenenti alla categoria Edificato; questi ricadono uno nel lotto 2, che risulta cartografato ma non più esistente, e uno nel lotto 6 che verrà mantenuto e tutta l'area di pertinenza sarà lasciata libera da interventi. Gli insediamenti rurali presenti nella zona sono perlopiù aziende agricole legate all'attività pastorizia.

In riferimento al sistema delle infrastrutture, l'intervento, pur non ricadendo all'interno di aree di elevato pregio paesaggistico o in aree sottoposte a vincolo paesaggistico, è stato progettato prevedendo interventi di mitigazione degli impatti visivi e ambientali. In accordo con le prescrizioni, le nuove linee MT saranno in cavo interrato.

Le aree di progetto non interferiscono con strade a specifica valenza paesaggistica e panoramica o di fruizione turistica o strade di impianto a specifica valenza paesaggistica e panoramica o di fruizione turistica. Il lotto 1 a Nord-Est, il lotto 2 a Sud e i lotti 3 e 4 a Nord confinano con una strada locale.

Ad ogni modo, l'impianto prevederà la realizzazione di una fascia perimetrale arborea di 3 mt che mitigherà l'impatto visivo del progetto ai fruitori delle strade vicine. In particolare, il lotto 3 è separato dalla strada oltre che da una fascia di mitigazione perimetrale di 10 m costituita da un doppio filare di olivo anche da un'area di compensazione e conservazione in quel punto larga oltre 11 m.

Il lotto 4 è invece interamente destinato alla compensazione e conservazione e al prato stabile, per cui si esclude qualsiasi interferenza di natura visiva.

In riferimento alle aree boscate, di cui all'art. 142 del D.Lgs. 42/2004, le aree di progetto e il cavidotto sono esterni. La più vicina, da consultazione online del geoportale, dista 27,2 km a sud est; si tratta di un bosco di *Quercus Suber* L. ricadente in località Barigadu – Oasi di Assai.

Inoltre, le aree non rientrano nei sistemi forestali. Sia le aree di progetto che il cavidotto non interferiscono con sugherete o altre aree forestali e preforestali, la sughereta più prossima dista 285 m dal lotto 1 e oltre 800 m dal cavidotto.

Le aree di progetto e il cavidotto sono altresì esterni sia alle aree di gestione speciale ente foreste, da cui distano 1,7 km ad Est, sia dalle aree boscate.

Nello specifico le aree boscate più vicine sono:

- Arbusteti e macchia - 22 m ad Est del lotto 1
- Boschi a prevalenze di latifoglie sempreverdi - 702 m a Nord del lotto 1
- Boschi a prevalenze di latifoglie - 290 m a Nord-Est del lotto 1

Sia le aree di progetto che l'area della Battery Pack e della SE Terna non sono interessate da aste fluviali, nemmeno minori, ad eccezione che del lotto 2, attraversato a nord-est da due piccoli impluvi, affluenti del principale Riu Murtazzolu. Le aree sono esterne alle fasce di rispetto ai sensi dell'art.142 del D.Lgs. 42/2004 ad eccezione di una minima parte sud-ovest del lotto 4 che tuttavia non sarà interessata dalle strutture ma sarà destinata a compensazione e conservazione. Le più vicine aste fluviali sono il Riu Mene (Macomer) 134 m a sud del lotto 4, il Riu Murtazzolu (Macomer) circa 200 m a nord-est del lotto 2, il Riu Figuruggia (Macomer) circa 700 m a nord del lotto 1 e il Riu Siddo (Borore) a 2,30 km a Sud del lotto 7.

Il cavidotto, lungo il suo breve percorso, attraversa due aste fluviali, ovvero il Riu Mene, tra il lotto 4 e il lotto 6 - in questo tratto ricade interamente all'interno della fascia di rispetto ai sensi dell'art.142 del D.Lgs. 42/2004 - ed un affluente del Riu Murtazzolu, a confine tra i lotti 3 e 4. Gli attraversamenti avverranno tramite TOC; ad ogni modo non sono previste opere fuori terra e lo stato dei luoghi sarà ripristinato.

Sia l'area di compensazione e conservazione che l'intervento di realizzazione del cavidotto interrato, pur ricadendo all'interno di aree vincolate paesaggisticamente ai sensi dell'art. 142 del D. Lgs. 42/2004, non sono soggetti ad autorizzazione paesaggistica in quanto interventi esclusi ai sensi del D.P.R. 31/2017 Allegato A; nello specifico:



A.14 - sostituzione o messa a dimora di alberi e arbusti, singoli o in gruppi, in aree pubbliche o private, eseguita con esemplari adulti della stessa specie o di specie autoctone o comunque storicamente naturalizzate e tipiche dei luoghi, purché tali interventi non interessino i beni di cui all'art. 136, comma 1, lettere a) e b) del Codice, ferma l'autorizzazione degli uffici competenti, ove prevista.

A.15 - fatte salve le disposizioni di tutela dei beni archeologici nonché le eventuali specifiche prescrizioni paesaggistiche relative alle aree di interesse archeologico di cui all'art. 149, comma 1, lettera m) del Codice, la realizzazione e manutenzione di interventi nel sottosuolo che non comportino la modifica permanente della morfologia del terreno e che non incidano sugli assetti vegetazionali, quali: volumi completamente interrati senza opere in soprasuolo; condotte forzate e reti irrigue, pozzi ed opere di presa e prelievo da falda senza manufatti emergenti in soprasuolo; impianti geotermici al servizio di singoli edifici; serbatoi, cisterne e manufatti consimili nel sottosuolo; tratti di canalizzazioni, tubazioni o cavi interrati per le reti di distribuzione locale di servizi di pubblico interesse o di fognatura senza realizzazione di nuovi manufatti emergenti in soprasuolo o dal piano di campagna; l'allaccio alle infrastrutture a rete. Nei casi sopraelencati è consentita la realizzazione di pozzetti a raso emergenti dal suolo non oltre i 40 cm.

L'analisi completa è riportata nel seguente elaborato:

- **MAC-IAR04_Relazione paesaggistica**

Inoltre, si rimanda ai seguenti elaborati grafici:

- **MAC-IAT07-R1_Carta dell'assetto storico – culturale**
- **MAC-IAT09-R1_Carta dei dispositivi di tutela paesaggistica artt.142-143.**

9.2 Richiesta

Mancano gli elaborati grafici relativi a TUTTI i nuovi volumi previsti e la relativa planimetria generale, **in scala idonea e quotata**, affinché possa essere eventualmente valutata l'ubicazione dei manufatti stessi, la consistenza e la massa volumetrica nel contesto di riferimento;

9.2.1 CONTRODEDUZIONE

Si rimanda agli elaborati contenenti la localizzazione di nuovi volumi (MAC-PDT05) e la rappresentazione grafica degli stessi opportunamente quotati e in scala idonea (MAC-PDT10):

- **MAC-PDT05_Layout planimetrico dell'impianto e viabilità**
- **MAC-PDT10_Opere architettoniche cabine elettriche**

9.3 Richiesta

Manca il fotoinserimento di tutti i manufatti previsti e facenti parte dell'impianto che si vorrebbe realizzare affinché possa essere valutato compiutamente l'impatto complessivo di quanto previsto;

9.3.1 CONTRODEDUZIONE

Al fine di soddisfare la richiesta è stata prodotta a titolo esemplificativo, una fotosimulazione dell'impianto in cui è visibile la cabina di monitoraggio. Si riporta inoltre una resa delle quattro tipologie di cabine di sottocampo presenti.



FIGURA 4 - INSERIMENTO DELLE NUOVE VOLUMETRIE PREVISTE.

9.4 Richiesta

Manca l'elaborato grafico da cui sia possibile rilevare il posizionamento e la relativa distanza di tutti gli interventi dai numerosi Nuraghi presenti in prossimità dell'area di intervento;

9.4.1 CONTRODEDUZIONE

In seguito alla precedente richiesta, sono stati aggiornati i seguenti elaborati

- *Tav. MAC-IAT09-R1_Carta dei dispositivi di tutela paesaggistica artt. 142-143*
- *Tav. MAC-IAT07-R1_Carta dell'assetto storico – culturale*



inserendo il buffer dei 100 m di fascia di rispetto dai beni paesaggistici storico culturali previsti dal PPR più prossimi alle aree d'intervento.

I più prossimi, sia rispetto alle aree di progetto che alle opere di connessione, classificati in base all'ultimo Repertorio del Mosaico aggiornato al 31.03.2017, sono:

Comune di Macomer

1. Tomba dei Giganti Figurachida (cod. bur.886) _ 31 m a Sud-Ovest dal lotto 4;
2. Tomba dei Giganti di Solene (cod. bur.885) _ 42 m a Nord-Est dal lotto 5;
3. Nuraghe Funtana Mela (cod. bur.9057) _ 90 m a Nord dal lotto 2;
4. Nuraghe (cod. bur. 2322) _ Beni paesaggistici ex art. 143 (puntuali)_ 191 m a Sud dal lotto 7;
5. Nuraghe (cod. bur. 2321) _ Beni paesaggistici ex art. 143 (puntuali)_ 203 m a Sud-Ovest dal lotto 7;
6. Nuraghe (cod. bur.2365) _ 207 m ad Ovest dal lotto 5;
7. Nuraghe (cod. bur. 2372) _ Beni paesaggistici ex art. 143 (puntuali)_ 252 m a Sud dalla Battery Pack;
8. Nuraghe (cod. bur.2371) _ 274 m ad Est dal lotto 6.

Le aree di progetto non interferiscono con nessun bene paesaggistico e/o identitario anche se in parte ricadono all'interno della fascia di tutela dei 100 m di tre beni paesaggistici, nello specifico:

- Lotto 2: N.3 - Nuraghe Funtana Mela (cod. bur.9057) _ 90 m a Nord;
- Lotto 4: N.1 - Tomba dei Giganti Figurachida (cod. bur.886) _ 31 m a Sud-Ovest;
- Lotto 5: N.2 - Tomba dei Giganti di Solene (cod. bur.885) _ 42 m a Nord-Est.

Tuttavia, queste porzioni non saranno interessate dal posizionamento delle strutture ma ricadono all'interno di grandi aree destinate a interventi di compensazione e conservazione.

Le prescrizioni relative ai beni in oggetto, al punto 1 b) prescrivono che *nelle aree è vietata qualunque edificazione o altra azione che possa comprometterne la tutela*. Gli interventi di compensazione naturalmente non comporteranno alcuna edificazione o azione che possa compromettere in alcun modo i beni suddetti; anzi, faranno ulteriormente da filtro tra l'impianto e gli stessi. Pertanto, si esclude qualsiasi interferenza.

In riferimento al cavidotto invece, questo è esterno alla fascia di tutela dei 100 m dei beni paesaggistici.

Per maggiori approfondimenti relativi a tutte le distanze specifiche di ciascun bene paesaggistico e identitario rispetto all'area d'intervento, si rimanda a:



➤ *MAC-IAR04_Relazione paesaggistica (par. 3.3.2.1.2.)*

e agli elaborati grafici

➤ *MAC-IAT07-R1_Carta dell'assetto storico – culturale*

➤ *MAC-IAT09-R1_Carta dei dispositivi di tutela paesaggistica artt.142-143.*

9.5 Richiesta

Si fa presente che i beni paesaggistici sono soggetti alle prescrizioni e agli indirizzi delle componenti paesaggistico-ambientali in quanto ad essi applicabili, pertanto, in riferimento all'istanza di cui all'oggetto si chiede rispettivamente a codesti Servizi se, all'interno dell'area individuata nella cartografia allegata al progetto, vi siano:

- zone boscate sottoposte a vincolo ai sensi dell'art. 142 lett. "g" del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.Lgs. n. 42 del 22.01.2004).
- zone gravate da usi civici sottoposte a vincolo ai sensi dell'art. 142 lett. "h" del Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio (D.Lgs. n. 42 del 22.01.2004).

9.5.1 CONTRODEDUZIONE

In riferimento alle aree boscate, di cui all'art. 142 del D.Lgs. 42/2004, le aree di progetto e il cavidotto sono esterni. La più vicina, da consultazione online del geoportale, dista 27,2 km a sud est; si tratta di un bosco di *Quercus Suber* L. ricadente in località Barigadu – Oasi di Assai.

È stata effettuata la verifica dei "Provvedimenti formali di accertamento terre civiche" sul sito web della Regione Autonoma della Sardegna – aggiornamento al 23/11/2020 – tale verifica sugli inventari terre civiche del Comune di Macomer non presenta particelle con gravame localizzate all'interno dell'area del presente progetto. A tal proposito, l'impianto agrivoltaico presentato si può definire compatibile con e prescrizioni della L.R. n.12 del 14 marzo 1994 in materia di Usi Civici.

Per maggiori approfondimenti sulle aree boscate si rimanda a:

➤ *MAC-IAR04_Relazione paesaggistica (par. 3.3.1.)*

Per maggiori approfondimenti sugli usi civici si rimanda a:

➤ *MAC-IAR01_Studio di Impatto Ambientale (par. 2.3.14.)*

9.6 Richiesta

Si rileva altresì che, relativamente all'opportunità della scelta delle aree di intervento, nella cartografia del PPR, le medesime aree sono localizzate nelle componenti di paesaggio con valenza



ambientale "Aree seminaturali" ed "Aree ad utilizzazione agro-forestale" (articoli dal 25 al 30 delle NTA); La disciplina del PPR relativa alle "Aree seminaturali" all'articolo 26 delle NTA prevede il divieto degli "interventi edilizi o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso o attività suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica", mentre quella relativa alle "Aree ad utilizzazione agro-forestale" all'articolo 29 delle NTA prevede che la pianificazione settoriale e locale si conformi alla disposizione di "vietare trasformazioni per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole di cui non sia dimostrata la rilevanza pubblica economica e sociale e l'impossibilità di localizzazione alternativa, o che interessino suoli ad elevata capacità d'uso (...)".

Tale carenza documentale **rende pregiudiziale la corretta istruttoria della pratica e l'espressione di un parere compiuto in conformità ai principi di tutela del paesaggio** e, per questo motivo, si chiede a codesto Servizio la trasmissione di quanto sopra rilevato e si coglie l'occasione per ribadire che:

- La viabilità interna non deve prevedere delimitazioni con cordolature in cls né l'utilizzo di conglomerato bituminoso (Binder) e tappetino di usura in cls, bensì piste in terra stabilizzata;
- Tutta la recinzione perimetrale deve essere realizzata ad aria passante e cromie coerenti con gli elementi naturali circostanti, mitigata mediante vegetazione o alberature che possano schermare la medesima recinzione.
- La cromia dei pannelli fotovoltaici sia scelta tra quelle più coerenti con gli elementi naturali presenti nel sito di riferimento;

9.6.1 CONTRODEDUZIONE

In seguito al parere ricevuto dalla Direzione Generale della Pianificazione Urbanistica Territoriale e della Vigilanza Edilizia, Servizio Pianificazione paesaggistica e urbanistica, l'ente ha comunicato quanto segue:

"Il progetto risulta compatibile con la destinazione di zona, stante il combinato disposto del comma 7 dell'articolo 12 del D.lgs. 387/2003 e del comma 9 dell'articolo 5 del D.M. 19.02.2007, nonché del punto 15.3 dell'Allegato al D.M. 10.09.2010 contenente le "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili".

Le aree di progetto rientrano all'interno delle seguenti componenti ambientali:

- Aree seminaturali
- Aree ad utilizzazione agro-forestale



Le aree di progetto rientrano in maggior parte nelle seguenti categorie:

- Colture erbacee specializzate (nello specifico seminativi in aree non irrigue, prati artificiali, aree prevalentemente occupate da colture agrarie)
- Praterie e spiagge (nello specifico aree a pascolo naturale)

In minima parte in

- Colture arboree specializzate (colture temporanee associate all'olivo)

All'art. 26 delle NTA, al punto 1, le prescrizioni complete prevedono che nelle aree seminaturali sono vietati gli interventi edilizi o di modificazione del suolo ed ogni altro intervento, uso od attività suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica, fatti salvi gli interventi di modificazione atti al miglioramento della struttura e del funzionamento degli ecosistemi interessati, dello status di conservazione delle risorse naturali biotiche e abiotiche, e delle condizioni in atto e alla mitigazione dei fattori di rischio e di degrado.

Le aree di progetto ricadono in superfici interessate da attività agricole e pascolo, e nonostante saranno interessate dal collocamento delle strutture, è stato scelto come indirizzo post-operam il mantenimento del pascolo con "prato migliorato di leguminose". Pertanto, non vi sarà alcuna modificazione del suolo e della sua destinazione d'uso.

All'interno delle aree di progetto, in particolare nel lotto 1, sono state riscontrate due specie elencate nelle liste rosse italiane IUCN, *Dipsacus ferox* e *Charybdis pancracion*, classificate rispettivamente come DD (carente di dati) e NT (quasi minacciata). La prima specie è stata riscontrata in posizione marginale del lotto 1, la seconda invece è stata riscontrata internamente alle aree per le quali si prevede il posizionamento dei tracker.

Si ritiene che la realizzazione dell'impianto agrivoltaico, grazie agli interventi di mitigazione e compensazione previsti, non sia suscettibile di pregiudicare la struttura, la stabilità o la funzionalità ecosistemica o la fruibilità paesaggistica del luogo in quanto nonostante le aree saranno destinate all'impianto delle strutture, alcune zone saranno lasciate libere dagli interventi e destinate alla compensazione e alla ricolonizzazione naturale da parte di flora e fauna.

Al fine di ridurre l'impatto visivo, il progetto prevede l'inserimento di una schermatura perimetrale con vegetazione prevalentemente autoctona e/o storicizzata. La fascia sarà posta sul lato esterno della recinzione ed avrà una larghezza prevalente di 3 mt; solo per i lotti 3 e 6 avrà una larghezza rispettivamente di 10 m - lungo i confini Nord e Ovest - e di 15 m – lungo i confini Nord e Sud. La fascia si estenderà per una superficie lineare complessiva di circa 6,65 km per un'area complessiva di 3,20



ha e prevederà la piantumazione di *Olea europaea* in un singolo, doppio o triplo filare, a seconda della larghezza, con distanza dagli alberi pari a 4 metri.

L'inserimento di questa fascia di mitigazione garantirà la formazione di una cortina verde che, avrà anche le seguenti funzioni:

- riqualificazione paesaggistica;
- abbattimento rumori in fase di cantiere e dismissione;
- schermatura polveri;
- migloria delle possibilità dell'area di costituire rifugio per specie migratorie o stanziali della

fauna

Dal punto di vista strettamente ambientale e paesaggistico si sottolinea come complessivamente, le opere di mitigazione, compensazione e rinaturalizzazione occuperanno una superficie pari a 11,59 ha ovvero il 21,15% dell'area di progetto. Se a queste aggiungiamo le superfici assicurate al piano colturale, ovvero 37,15 ha di prato migliorato di leguminose e quelle libere da interventi pari a 2,71 ha la superficie complessivamente interessata da coperture vegetali nuove ed esistenti sale a 51,45 ha, ovvero il 94% dell'area di progetto.

Questo porterà ad un incremento della macchia mediterranea portando così ad un accrescimento del valore ambientale e paesaggistico dell'area di progetto. Tutti gli interventi contribuiranno a garantire una copertura vegetale per tutto l'anno, preservare la fertilità del terreno ed il relativo quantitativo di sostanza organica, creare un habitat quasi naturale e ridurre i fenomeni di erosione del suolo. È bene inoltre sottolineare che l'indice di occupazione dell'area sia solo del 20%, poiché su un'area complessiva di circa 54,8 ha la superficie occupata dalle strutture, è pari a circa 11,00 ha, un valore assolutamente rilevante in termini di impatto visivo ma soprattutto ambientale.

In riferimento invece alle aree ad utilizzazione agro-forestale, disciplinate dall'art. 29 delle NTA, punto 1. queste prescrivono che la pianificazione settoriale e locale deve *"a) vietare trasformazioni per destinazioni e utilizzazioni diverse da quelle agricole di cui non sia dimostrata la rilevanza pubblica economica e sociale e l'impossibilità di localizzazione alternativa, o che interessino suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, fatti salvi gli interventi di trasformazione delle attrezzature, degli impianti e delle infrastrutture destinate alla gestione agro-forestale o necessarie per l'organizzazione complessiva del territorio, con le cautele e le limitazioni conseguenti e fatto salvo quanto previsto per l'edificato in zona agricola di cui agli artt. 79 e successivi [...]."*



Come ribadito, il progetto non prevede un cambio di destinazione d'uso o di utilizzazione del suolo diversa da quella agricola in quanto è stato scelto, come indirizzo post-operam, il mantenimento del pascolo con prato migliorato di leguminose. In particolare, si provvederà all'inserimento tra il miscuglio di leguminose del *Trifolium subterraneum*, capace oltretutto di autoriseminarsi e che, possedendo uno spiccato geocarpismo, contribuisce insieme alla copertura vegetale, diventata "permanente", ad arrestare l'erosione superficiale attualmente molto diffusa nella superficie oggetto di intervento.

Inoltre, le aree di progetto sono classificate secondo la Land Capability Classification con la classe VII, ovvero si tratta di suoli con limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela. Il progetto oltre a mantenere l'uso attuale, ovvero prato e pascolo, avrà certamente delle esternalità positive in termini di ricadute sociali e occupazionali oltre che benefici ambientali in termini di riduzione delle emissioni di gas serra.

In riferimento alla presenza di habitat di interesse naturalistico, non sono state riscontrate associazioni vegetali tendenti a formare stadi climax che evolvono in habitat di interesse naturalistico ma aree che, indisturbate dalle attività antropiche e dal pascolo, sono state interessate dallo sviluppo di vegetazione arbustiva, erbacea e arborea.

Il progetto promuove una integrazione equilibrata e sostenibile tra agricoltura, ambiente ed energia, puntando su questi obiettivi:

- incremento della biodiversità grazie alla flora, alla fauna e microfauna che sempre accompagnano l'impianto di un prato migliorato di leguminose;
- arricchimento della matrice organica del terreno, in contrasto col progressivo impoverimento per dilavamento, tipico della coltivazione estensiva attuale, caratterizzata da annuali arature profonde;
- utilizzo del letame come ammendante naturale, a chiusura del ciclo coltivazione/allevamento e contemporanea riduzione sostanziale di fertilizzanti chimici;
- Integrazione tra agricoltura e fotovoltaico mediante coltivazione dell'intera area agricola attraverso l'impianto di un prato migliorato di leguminose, di durata illimitata destinato alla produzione di foraggio.

In riferimento al caviodotto, questo insiste sempre su terreno agricolo caratterizzato dalle seguenti categorie:

- Tratto LOTTO 1 – LOTTO 2: colture erbacee specializzate;
- Tratto LOTTO 2 – LOTTO 3: praterie e spiagge;



- Tratto LOTTO 3 – LOTTO 6: in minima parte praterie e spiagge e in gran parte colture erbacee specializzate;
- Tratto LOTTO 6 – LOTTO 7: colture erbacee specializzate;
- Tratto LOTTO 7 – BATTERY PACK: praterie e spiagge;
- Tratto BATTERY PACK – SE TERNA MACOMER 380: praterie e spiagge e colture erbacee specializzate.

L'intervento è compatibile in quanto non interessa suoli ad elevata capacità d'uso, o paesaggi agrari di particolare pregio o habitat di interesse naturalistico, ma aree interessate da utilizzo zootecnico.

Per tutto quanto sopra esposto, si ritiene che il progetto agrivoltaico proposto in relazione alla sua localizzazione, sia adeguato al contesto e coerente con quanto previsto dalle NTA, unitamente all'imprescindibile applicazione delle misure di mitigazione e compensazione previste.

Per maggiori approfondimenti si rimanda a:

➤ *[MAC-IAR04_Relazione paesaggistica](#)*



COMUNE DI MACOMER

10. Settore Tecnico – Edilizia Privata e Urbanistica

Per le subzone omogenee classificate E1 ed E2, interessate dal progetto, si significa come la localizzazione degli interventi ricada in ambiti territoriali e ambientali in contrasto con i criteri generali di cui alla parte IV del Decreto Ministeriale del 10/09/2010 - Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili - punto 16.1.

10.1 Richiesta

Si evidenzia come le prescrizioni del P.U.C., per le subzone sopra elencate E1 - Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata, ed E2 - Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva, risultino in linea e coerenti con il punto n. 7 della Tabella 1 delle linee guida di cui alla - Elenco delle aree e siti considerati nella definizione delle aree NON IDONEE all'installazione di impianti alimentati a fonti energetiche rinnovabili, ai sensi del DM 10.9.2010 – dell'allegato b) alla Delib.G.R. n. 59/90 del 27.11.2020, "Aree agricole interessate da produzioni agricolo-alimentari di qualità [..]"; con esclusione, di conseguenza, delle suddette subzone dalle casistiche di tipo B.1, B.2, B.3, B.4, B.5 riportate alla tabella 2 - Elenco delle aree brownfield (Allegato b) alla Deliberazione della Giunta Regionale (Delib.G.R.) n° 59/90 del 27.11.2020 - Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili.

Con riferimento all'allegato MAC-IAR04_Relazione_paesaggistica, si evidenziano le seguenti contraddizioni in termini di fatto e sostanza:

- *Pag. n° 70 - 3.5.1 Piano Urbanistico Comunale di Macomer: **"Le aree interessate dal progetto non presentano in atto colture tipiche specializzate ma, al momento del sopralluogo, l'uso principale era da ricondursi principalmente al pascolo. Quella della SE Tema al momento del sopralluogo si presentava interessata da seminativo e pascolo."***

Quanto sopra, a significare che lo stato dei luoghi attuale, pur nell'evidenza di quanto rilevato "al momento del sopralluogo", non può essere sostitutivo delle previsioni programmatiche e pianificatorie poste in essere dallo strumento urbanistico generale del P.U.C., con particolare riferimento alle subzone E1 ed E2 per le quali sono previsti rispettivamente i seguenti indirizzi "Aree caratterizzate da



una produzione agricola tipica e specializzata.” (E1), “Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni” (E2).

10.1.1 CONTRODEDUZIONE

Si fa rilevare che, al punto 17 delle *Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, D.M. 10/2010*, si precisa che *“la non idoneità di un'area per l'installazione di impianti FER non è da intendersi come divieto, bensì come indicazione di area in cui la progettazione di specifiche tipologie e/o dimensioni di impianti avrebbe un'elevata probabilità di esito negativo delle valutazioni in sede di autorizzazione”.*

In relazione alla coerenza delle subzone E1 ed E2 con il punto 7 della Tabella 1 delle linee guida di cui alla - *Elenco delle aree e siti considerati nella definizione delle aree **NON IDONEE** all'installazione di impianti alimentati a fonti energetiche rinnovabili, ai sensi del DM 10.9.2010 – dell'allegato b) alla Delib.G.R. n. 59/90 del 27.11.2020, “Aree agricole interessate da produzioni agricolo-alimentari di qualità [..]”* si ritiene che le stesse non siano invece ricadenti in questa categoria per le seguenti motivazioni.

Il PUC classifica le suddette aree E1 ed E2 come *“Aree caratterizzate da una produzione agricola tipica e specializzata.” (E1), “Aree di primaria importanza per la funzione agricolo-produttiva, anche in relazione all'estensione, composizione e localizzazione dei terreni” (E2).*

Come di fatti specificato all'interno della relazione paesaggistica, le aree, allo stato del sopralluogo, non sono caratterizzate e non presentano in atto colture tipiche specializzate ma, al momento del sopralluogo, l'uso principale era da ricondursi principalmente al pascolo. Quella della SE Terna al momento del sopralluogo si presentava interessata da seminativo e pascolo”.

Il punto 7 della tabella su menzionata riporta chiaramente: *Aree agricole interessate (e non destinate a) da produzioni agricolo-alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni D.O.P., I.G.P., S.T.G., D.O.C., D.O.C.G., produzioni tradizionali) e/o di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico-culturale, in coerenza e per le finalità di cui all'art. 12, comma 7, del decreto legislativo n. 387 del 2003 anche con riferimento alle aree, se previste dalla programmazione regionale, caratterizzate da un'elevata capacità d'uso del suolo.*

Il punto individua poi due sottocategorie, di cui la prima in particolare:

7.1. Terreni agricoli interessati da coltivazioni arboree certificate DOP, DOC, DOCG e IGT, o che lo sono stati nell'anno precedente l'istanza di autorizzazione.



I terreni interessati dal progetto non appartengono a questa categoria in quanto non sono interessati (allo stato attuale) da coltivazioni arboree certificate.

In relazione alla capacità d'uso dei suoli, come ribadito, le aree di progetto sono classificate secondo la Land Capability Classification con la classe VII, ovvero si tratta di suoli con limitazioni severe e permanenti, forte pericolo di erosione, pendenze elevate, morfologia accidentata, scarsa profondità idromorfia, possibili il bosco od il pascolo da utilizzare con cautela. Pertanto, non hanno un'elevata capacità d'uso. Per queste aree è possibile il pascolo, indirizzo proposto appunto dal progetto.

Infine, in relazione all'esclusione delle predette subzone E1 ed E2 associandole alle casistiche di tipo **B.1, B.2, B.3, B.4, B.5** riportate alla **tabella 2 - Elenco delle aree brownfield** (Allegato b) alla Deliberazione della Giunta Regionale (Delib.G.R.) n° 59/90 del 27.11.2020 - *Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili*, si rileva che, le aree brownfield, definite dal DM 10.09.2010 (paragrafo 16 comma 1 lettera d) come "aree già degradate da attività antropiche, pregresse o in atto, tra cui siti industriali, cave, discariche, siti contaminati", rappresentano aree preferenziali dove realizzare gli impianti, la cui occupazione a tale scopo costituisce di per sé un elemento per la valutazione positiva del progetto. Ad ogni modo, pur rilevando che si tratta sempre di aree preferenziali, le aree di progetto, non ricadono in nessuna delle casistiche dei tipi da B.1. a B.5. sopra riportate.

Inoltre, il punto riporta: *Resta fermo quanto stabilito nelle NTA del PPR e del PAI e in ogni caso sono fatte salve le valutazioni delle amministrazioni competenti al rilascio di autorizzazioni, pareri e atti di assenso comunque denominati*. Il progetto è compatibile sia con le NTA del PPR e del PAI.

Infine, lo stesso documento "PIANO ENERGETICO AMBIENTALE DELLA REGIONE SARDEGNA 2015-2030 - INDIVIDUAZIONE DELLE AREE NON IDONEE ALL'INSTALLAZIONE DI IMPIANTI ENERGETICI ALIMENTATI DA FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI in riferimento all' Allegato b) alla Delib.G.R. n. 59/90 del 27.11.2020" al punto 5, specifica che *"In genere non è possibile escludere che gli impianti ricadenti al di fuori di tali aree brownfield e allo stesso tempo al di fuori delle aree non idonee, ovvero gli impianti che, pur ricadendo all'interno delle aree brownfield non ne rispettano i criteri di installazione ivi previsti, possano comportare criticità nella valutazione del progetto e conseguente difficoltà nell'acquisizione di tutti gli atti autorizzativi e di compatibilità ambientale necessari (es. assoggettamento a Valutazione di Impatto Ambientale; Compatibilità Paesaggistica, Valutazione d'Incidenza, ecc.)"*.

Per maggiori approfondimenti si rimanda a:



- *MAC-IAR01_Studio di Impatto Ambientale*
- *MAC-IAR04_Relazione paesaggistica*
- *MAC-IAR05_Relazione agronomica*

ANALISI COSTI-BENEFICI AMBIENTALI

**Realizzazione di un Parco Agrivoltaico Avanzato
di potenza nominale pari a 24 MWp
denominato "MACOMER" sito nei
Comuni di Macomer e Borore (NU)**

Località "Fustinaga"

PROPONENTE:



Energia Pulita Italiana 8 s.r.l.

Rev00	Integrazione documentale	Data ultima elaborazione: 21/08/2023
Redatto		Approvato
Ing. Annamaria PALMISANO		ENERLAND ITALIA s.r.l.
Codice Elaborato		Oggetto
MAC-IAR14		PROGETTO DEFINITIVO

TEAM ENERLAND:

Ing. Annamaria PALMISANO
Dott.ssa Ilaria CASTAGNETTI
Dott. Giovanni CARBONE
Dott. Lorenzo GIORDANO
Ing. Emanuele CANTERINO
Dott. Claudio BERTOLLO
Dott. Guglielmo QUADRIO
Dott. Lorenzo TRESSO



Annamaria
Palmisano
04.10.2023
10:04:40
GMT+01:00

INDICE

1. PREMESSA.....	1
1.1 Soggetto proponente.....	4
1.2 Descrizione del progetto	6
1.3 Sistemi agrivoltaici.....	8
1.3.1 Parametri tecnici minimi per la classificazione di un sistema agrivoltaico	9
1.3.2 Classificazione dei sistemi agrivoltaici	10
1.3.3 Scheda riassuntiva requisiti di progetto.....	11
1.4 Alternative progettuali.....	13
1.4.1 Alternativa "zero"	13
1.4.2 Alternative tecnologiche.....	13
2. METODOLOGIA.....	17
2.1 La valutazione finanziaria ed economica.....	19
2.1.1 L'analisi finanziaria	19
2.1.2 L'analisi socio-economica	21
2.2 Valutazione del rischio	22
2.2.1 Analisi di sensitività	22
3. ANALISI FINANZIARIA	24
3.1 Analisi remunerazione vendita energia per l'impianto	24
3.2 Valore Attuale Netto (VAN).....	25
3.3 Risultati analisi finanziaria	28
4. ANALISI DI SENSITIVITÀ DEL PROGETTO	30
4.1 VAN – Analisi dei risultati.....	31
4.2 TIR – Analisi dei risultati	32
5. ANALISI SOCIO-ECONOMICA E AMBIENTALE	33
5.1 Impatto sull'uso del suolo e sui servizi ecosistemici.....	33

5.1.1	Sequestro e stoccaggio di Carbonio	34
5.1.1.1	<i>Valutazione Economica</i>	35
5.1.1.2	<i>Valutazione Economica per il progetto in esame</i>	36
5.1.2	Qualità degli Habitat.....	36
5.1.2.1	<i>Valutazione Economica</i>	37
5.1.2.2	<i>Valutazione Economica per il progetto in esame</i>	37
5.1.3	Produzione Agricola	38
5.1.4	Impollinazione.....	39
5.1.4.1	<i>Valutazione Economica</i>	40
5.1.4.2	<i>Valutazione Economica per il progetto in esame</i>	40
5.1.5	Regolazione del Microclima	40
5.1.6	Rimozione di Particolato e Ozono	43
5.1.6.1	<i>Valutazione Economica</i>	43
5.1.6.2	<i>Valutazione Economica per il progetto in esame</i>	43
5.1.7	Protezione dall'Erosione	44
5.1.7.1	<i>Valutazione Economica</i>	45
5.1.7.2	<i>Valutazione economica per il progetto in esame</i>	45
5.1.8	Regolazione del Regime Idrico (Infiltrazione)	46
5.1.8.1	<i>Valutazione Economica</i>	46
5.1.8.2	<i>Valutazione Economica per il progetto in esame</i>	47
5.1.9	Regolazione del Regime Idrico (Disponibilità di Acqua).....	48
5.1.9.1	<i>Valutazione Economica</i>	48
5.1.9.2	<i>Valutazione Economica per il progetto in esame</i>	48
5.1.10	Purificazione dell'Acqua dai Contaminanti.....	49
5.1.10.1	<i>Valutazione Economica</i>	50
5.1.10.2	<i>Valutazione Economica per il progetto in esame</i>	50
5.2	Impatto visivo e costo della disponibilità a pagare.....	51

5.3 Investimenti compensativi a favore del territorio53

5.4 Emissioni evitate.....54

5.5 Sintesi dei risultati.....56

6. ANALISI DEI RISULTATI COSTI-BENEFICI.....57

7. INDICE DELLE FIGURE59

8. INDICE DELLE TABELLE60

9. BIBLIOGRAFIA.....61

1. PREMESSA

La presente Analisi costi-benefici (ACB) è stata elaborata al fine di integrare gli studi presentati in prima istanza per il progetto che prevede la realizzazione di un impianto agri-voltaico avanzato costituito da tracker a inseguimento monoassiale e relative opere connesse (infrastrutture impiantistiche e civili), ubicato in Sardegna, nel Comune di Macomer (NU), con potenza pari a 24 MWp e denominato "Macomer". L'area occupata dalle strutture, intesa come proiezione a terra dei pannelli fotovoltaici posti in posizione di manutenzione (a 0°), sarà complessivamente pari a 11,00 ettari, su circa 54,75 ettari totali che saranno interessati dal progetto inteso come opere verdi e agricole e opere energetiche.

L'impianto è soggetto a procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) ai sensi dell'art. 6 comma 7 del d.lgs. 152/2006 ed soggetto al rilascio di Autorizzazione Unica, ai sensi dell'art. 12 comma 3 del d.lgs. n. 387 del 2003; il progetto proposto rientra, ai sensi dall'art. 31 comma 6 del D.L. 77/2021, convertito nella legge 108/2021, tra quelli previsti nell'allegato II alla parte seconda del d.lgs. 152/2006 (impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW).

L'area oggetto di intervento presenta una superficie con destinazione agricola e di proprietà di soggetti privati. Il sito è caratterizzato da un'orografia pressoché piana con un'altitudine media di 320 m s.l.m.

Il presente progetto si inserisce nell'ottica di una progressiva sostituzione dei combustibili fossili quale fonte energetica e della riduzione di inquinanti atmosferici e gas clima-alteranti, secondo quanto previsto dagli accordi internazionali in materia (es. Protocollo di Kyoto).

La soluzione di connessione alla RTN qui descritta fa riferimento alla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), che la Società Terna ha elaborato per l'allacciamento alla RTN, ai sensi dell'art.21 dell'allegato A alla deliberazione ARG/ELT/99/08 dell'ARERA ss.mm.ii.

Essa prevede che il parco fotovoltaico, mediante trasformatori appositi BT/AT - 0.80/36 kV (Allegato A.2 Codice di trasmissione, dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete di Terna – del 18/11/21), venga connesso, mediante attestazione di questi ultimi ad un'unica cabina di consegna, e da questa alla stazione elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/220/150kV di Macomer 380, sulla sezione di futura realizzazione esercita a 36kV, da inserire entra – esci sulla linea esistente RTN a 380 kV "Ittiri-Selargius", di cui al Piano di Sviluppo Terna.

L'esercizio dell'impianto agri-fotovoltaico consentirà di contribuire al raggiungimento degli obiettivi stabiliti dalla politica energetica europea e nazionale, mantenendo una produzione agricola di tipo sostenibile destinata all'alimentazione umana ed animale.

Considerata la potenza complessiva dell'impianto di 24.000,00 kWp e una producibilità media annua di 44.404,00 MWh, la produzione media nei 30 anni risulta essere di circa 1.172.033,93 MWh. Ciò consentirà di raggiungere importanti benefici in termini di riduzione di emissioni di gas climalteranti in atmosfera, rispetto ad una equivalente produzione di energia da combustibili fossili.

Inoltre, considerando una produzione annua di 44.404.000,00 kWh si eviterà di emettere in atmosfera una quantità di CO₂ pari a 19.759.780,00 kg, utilizzando come fattore di conversione si è considerato il coeff. 0,4455 kgCO₂/kWh (ISPRAmbiente, 2019)¹.

La presente analisi rappresenta una valutazione economica e sociale dei benefici che l'investimento previsto dal progetto in esame potrebbe avere sul territorio interessato.

L'Analisi Costi-Benefici è la metodologia più diffusa al fine di razionalizzare i processi decisionali in tema di allocazione delle risorse, in sintesi permette di valutare se il progetto è economicamente conveniente e socialmente desiderabile, condizione che si verifica quando il totale dei benefici ad esso associati supera il totale dei costi:

$$B - C > 0$$

L'ACB prende in esame diverse prospettive di valutazione: quella finanziaria, quella economica e quella sociale.

Nell'**analisi finanziaria** l'investimento viene considerato dal punto di vista privato: il progetto viene valutato in rapporto alla sua capacità di contribuire al profitto del proponente, e pertanto vengono considerate le tipiche variabili che influenzano direttamente la funzione del profitto (flusso di ricavi e dei costi). Il progetto sarà considerato conveniente se il profitto da esso derivante sarà positivo. Nel caso di confronto tra diverse alternative progettuali si considererà più conveniente il progetto cui è associato un livello di profitto più elevato.

Nell'**analisi economica** la prospettiva rispetto alla quale deve essere valutata la convenienza di un progetto è invece quella collettiva. L'operatore pubblico che finanzia l'intervento dovrà valutare i benefici per la collettività massimizzando la funzione di benessere collettivo e sarà quindi quest'ultima

¹ ISPRA, 2019: *Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei*, A. Caputo (a cura di), Roma Edizione 2019, pag. 29.

funzione la discriminante che consentirà di decidere se attuare (o finanziare) un progetto o quale alternativa progettuale realizzare.

Il progetto sarà considerato "utile socialmente" quando il valore aggiunto prodotto (Va) sommato alle economie esterne prodotte (Ee) e al maggior benessere sociale (Bs) avrà un valore superiore ai costi di produzione del servizio (Cs) sommato alle diseconomie esterne (De) e al disagio sociale (Ds), in formula:

$$Va + Ee + Bs > Cs + De + Ds$$

La corretta valutazione dei risultati di un progetto di investimento, realizzato in un'ottica collettivistica presuppone la considerazione di tutti gli effetti da esso prodotti quindi anche di quelli che, seppure di natura involontaria, ricadono su individui o imprese esterne rispetto alla sfera di interessi di chi realizza il progetto. Si parla, a questo proposito, di esternalità positive o negative, facendo riferimento ai benefici o costi apportati verso l'esterno all'effettiva attività svolta.

1.1 Soggetto proponente

Proponente del progetto per la realizzazione del sistema agrivoltaico è Enerland Italia s.r.l., filiale italiana di Enerland, società fondata nel 2007 a Saragozza, in Spagna, specializzata in sviluppo, costruzione, gestione e in attività di O. & M. di parchi fotovoltaici su terreni e di impianti industriali su tetti.

Tali attività vengono condotte a livello internazionale, disponendo di un organico multidisciplinare che si compone di circa 200 dipendenti, con più di 10 sedi aziendali in tutto il mondo, presenti quindi in 14 paesi.

I numeri di Enerland sono:

- +400 MW installati
- +800 GWh prodotti
- +50 progetti in portfolio di sviluppi a livello internazionale
- +20 parchi fotovoltaici costruiti
- +200 impianti di autoconsumo industriale

La storia dell'azienda:



FIGURA 1 – STORYMAP DI ENERLAND

Enerland persegue gli obiettivi di sostenibilità (Sustainable Development Goals) promossi dalle Nazioni Unite all'interno dell'Agenda 2030. L'azienda si impegna a raggiungere tali obiettivi attraverso

la realizzazione di parchi fotovoltaici in diversi paesi europei e, in particolare, nel contesto italiano si sta occupando attualmente di sistemi agrivoltaici, con l'auspicio di conciliare l'attività agricola con il settore delle energie rinnovabili.

A questo scopo, e con l'ulteriore fine di potenziare lo sviluppo industriale del territorio sfruttando le energie rinnovabili, ha previsto l'installazione di un impianto fotovoltaico del tipo "grid connected".

L'azienda ambisce al raggiungimento di un futuro a basse emissioni, per la salvaguardia del pianeta, lo sviluppo sostenibile e il benessere della società.

1.2 Descrizione del progetto

Nel progetto si prevede l'ubicazione del parco Agri-voltaico su di un'area agricola in agro del comune di Macomer (NU), nella località denominata "Figuranchida" (quota media di 450 m.s.l.m.). Infatti, la zona prevista per la realizzazione dell'impianto si sviluppa grossomodo intorno alla località appena citata; a Nord-Est è presente il centro abitato del Comune di Macomer, che dista circa 2 km, mentre, ad Est ad una distanza di circa 2 km è presente la Zona Industriale Tossilio.

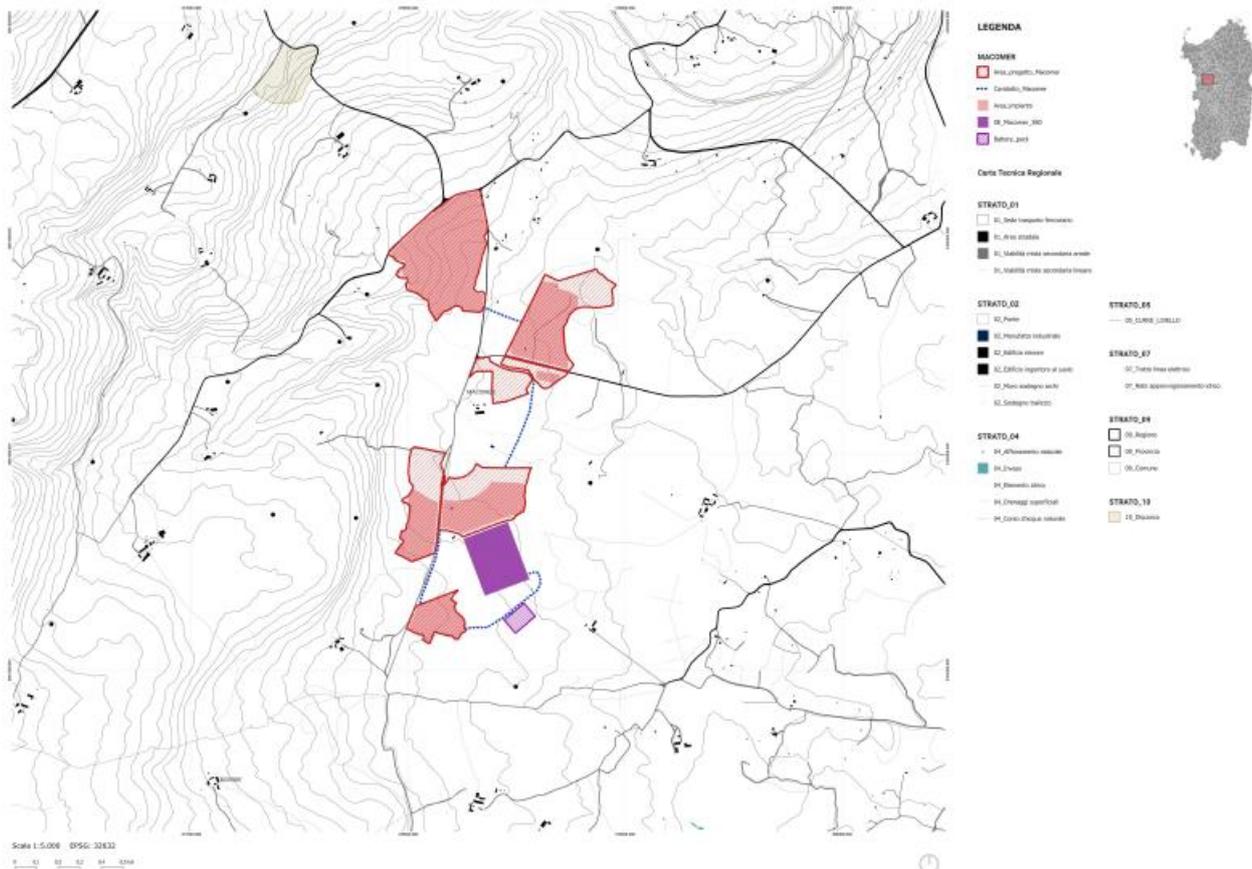


FIGURA 2 – INQUADRAMENTO AREA DI INTERVENTO SU CTR IN SCALA 1:5000

L'areale di progetto geograficamente ricade all'interno dei seguenti riferimenti cartografici:

- Tavoletta IGM 1:25000 = FOGLIO 498 SEZIONE III "MACOMER"
- Carta Tecnica Regionale scala 1:10000 = n° 498 sez 130-140

Il sito è raggiungibile dalla SS131; la zona è prevalentemente pianeggiante.

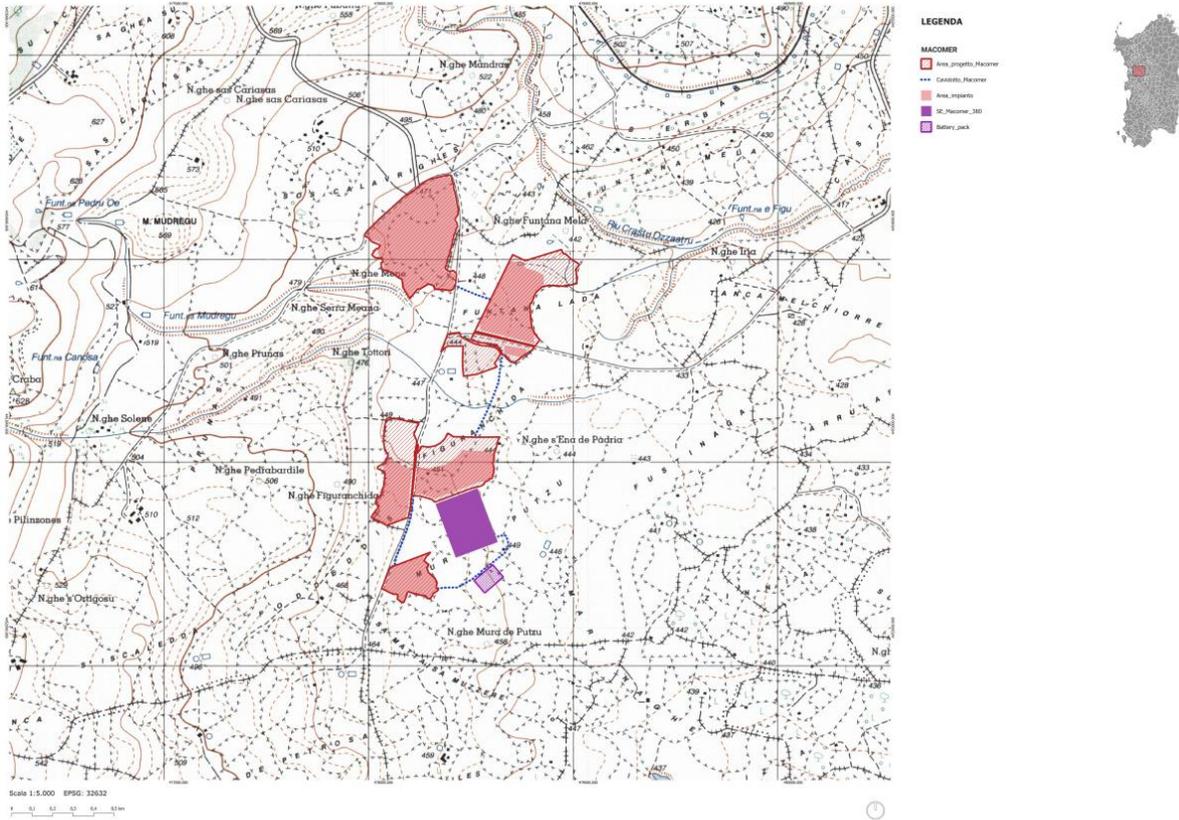


FIGURA 3 – INQUADRAMENTO AREA DI INTERVENTO SU IGM IN SCALA 1:5000

Per l'individuazione catastale dell'area di intervento e per la parte relativa alle particelle interessate dal passaggio del cavidotto si rimanda all'elaborato *MAC-PDT04_Estratto mappa catastale impianto FV e cavidotto*.

1.3 Sistemi agrivoltaici

Uno dei punti fondamentali perseguiti dal Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) e il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) riguarda l'accelerazione del percorso di crescita sostenibile del Paese, anche attraverso lo sviluppo degli impianti a fonti rinnovabili realizzati su suolo agricolo. A questo proposito la Missione 2, Componente 2, del PNRR ha come obiettivo principale l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte. Le finalità perseguite dai sopra citati piani sono supportate dal documento di recente pubblicazione relativo alle *Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici* (Ministero della Transizione Ecologica, et al., 2022), in cui sono contenute le caratteristiche minime e i requisiti di un impianto agrivoltaico e agrivoltaico avanzato, oltre ad una serie di indicazioni tecniche su questo sistema integrato di produzione. Il progetto presentato rientra nella categoria dei sistemi agrivoltaici avanzati in quanto rispondente dei parametri e requisiti espressi dal Ministero della Transizione Ecologica.

Un sistema agrivoltaico è un sistema complesso, che prevede la compresenza di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica e un'attività agricola o pastorale in una stessa area. Un impianto agrivoltaico, rispetto ad un impianto fotovoltaico a terra tradizionale, presenta una maggiore variabilità nella distribuzione in pianta dei moduli, nell'altezza e nei sistemi di supporto e nelle tecnologie impiegate, al fine di ottimizzare l'interazione con l'attività agricola.

Gli impianti agrivoltaici si contraddistinguono per una serie di aspetti e requisiti. Anzitutto il sistema deve essere progettato al fine di integrare attività agricola e produzione elettrica senza comprometterne la continuità produttiva e, attraverso la scelta di un'adeguata tecnologia e configurazione spaziale, garantire un'alta resa per entrambi i sottosistemi. La continuità produttiva sottintende l'esistenza della coltivazione, da accertare in fase di installazione dei sistemi agrivoltaici e il mantenimento dell'indirizzo produttivo o la conversione delle coltivazioni a nuove dal valore economico più elevato.

Gli impianti agrivoltaici sono realizzati con soluzioni tecnologiche innovative e la disposizione e altezza dei moduli consentono di ottimizzare le prestazioni del sistema, con benefici anche per il settore agricolo sotto diversi punti di vista per la biodiversità.

Tali sistemi infine sono dotati di un sistema di monitoraggio per la verifica di parametri fondamentali di impatto ambientale. In primo luogo, viene monitorato il risparmio idrico, direttamente

correlato con l'impatto sulle colture e la loro produttività. In secondo luogo, si conducono analisi in merito alla fertilità del suolo, al microclima e alla resilienza ai cambiamenti climatici.

1.3.1 Parametri tecnici minimi per la classificazione di un sistema agrivoltaico

Affinché un sistema agrivoltaico venga definito tale, deve rispettare delle condizioni strutturali e dei parametri tecnici prestabiliti. In base ai criteri di classificazione presentati all'interno delle Linee guida, è possibile anche determinare la tipologia di sistema a seconda dei requisiti che rispetta.

REQUISITO A: Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;

La **superficie minima coltivata**, richiamata anche dal DL 77/2021, è un parametro fondamentale per qualificare un sistema agrivoltaico ed è stabilita con un valore pari o superiore al 70% della superficie agricola totale interessata dall'intervento².

$$S_{agricola} \geq 0,7 \cdot S_{tot}$$

Il **LAOR** (*Land Area Occupation Ratio*) rappresenta la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli e ha un limite massimo pari al 40% della superficie totale di impianto.

$$LAOR \leq 40\%$$

REQUISITO B: Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale valorizzando il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;

Continuità dell'attività agricola: è importante accertare il mantenimento del valore della produzione agricola prevista sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari successivi all'entrata in esercizio del sistema (in €/ha o €/UBA) confrontandolo con il valore medio della produzione agricola registrata sull'area destinata al sistema agrivoltaico negli anni solari antecedenti, a parità di indirizzo produttivo. Ove sia già presente una coltivazione a livello aziendale, andrebbe rispettato il mantenimento dell'indirizzo produttivo o, eventualmente, il passaggio ad un nuovo indirizzo produttivo di valore economico più elevato. Il valore economico di un indirizzo produttivo è misurato in

² Per "superficie agricola totale" o "superficie totale di progetto" si utilizza di seguito la superficie catastale totale nella disponibilità della proponente.

termini di valore di produzione standard calcolato a livello complessivo aziendale; la modalità di calcolo e la definizione di coefficienti di produzione standard sono predisposti nell'ambito della Indagine RICA.

Producibilità elettrica minima: viene stabilita attraverso un rapporto tra la produzione specifica di un impianto agrivoltaico e la producibilità elettrica specifica di un impianto fotovoltaico standard che interessi la stessa area di impianto. La producibilità dell'impianto agrivoltaico non deve essere inferiore al 60% della producibilità dell'impianto standard.

$$FV_{agri} \geq 0,6 \cdot FV_{standard}$$

REQUISITO C: l'impianto agrivoltaico adotta **soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra**, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli. Determinare una soglia minima in termini di altezza dei moduli da terra permette di assicurare che vi sia lo spazio sufficiente per lo svolgimento dell'attività agricola al di sotto dei moduli e di limitare il consumo di suolo. Considerata l'altezza minima dei moduli fotovoltaici su strutture fisse e l'altezza media dei moduli su a mobili, limitatamente alle configurazioni in cui l'attività agricola è svolta anche al di sotto dei moduli stessi – tipo 1) e tipo 3) (Ministero della Transizione Ecologica, et al., 2022 p. 24) – , si possono fissare come valori di riferimento per rientrare nel sistema di tipo agrivoltaico e consentire la continuità delle attività agricole o zootecniche anche al di sotto dei moduli fotovoltaici i seguenti valori:

- **1,3 metri** nel caso di **attività zootecnica** (altezza minima per consentire il passaggio con continuità dei capi di bestiame);
- **2,1 metri** nel caso di **attività colturale** (altezza minima per consentire l'utilizzo di macchinari funzionali alla coltivazione).

REQUISITO D: Il sistema si definisce agrivoltaico quando è dotato di un **sistema di monitoraggio** che consenta di verificare l'**impatto sulle colture**, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;

REQUISITO E: Il sistema agrivoltaico è dotato di un **sistema di monitoraggio** che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della **fertilità del suolo**, il **microclima**, la **resilienza ai cambiamenti climatici**.

1.3.2 Classificazione dei sistemi agrivoltaici

Il rispetto dei requisiti **A, B** è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come "**agrivoltaico**". Per tali impianti deve inoltre essere previsto il mantenimento dell'indirizzo agricolo esistente.

Il rispetto dei requisiti **A, B, C e D** è necessario per soddisfare la definizione di "impianto agrivoltaico avanzato" e, in conformità a quanto stabilito dall'articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l'impianto come meritevole dell'accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.

Il rispetto dei **A, B, C, D ed E** sono pre-condizione per l'accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell'ambito dell'attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 "Sviluppo del sistema agrivoltaico", come previsto dall'articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità.

1.3.3 Scheda riassuntiva requisiti di progetto

Di seguito si riporta la scheda riassuntiva dei requisiti che il progetto deve possedere per essere considerato impianto "agrivoltaico avanzato" e la relativa rispondenza del progetto in esame.

TABELLA 1 – TABELLA DI SINTESI DEI REQUISITI RICHIESTI DALLE LINEE GUIDA MITE 2022

Energia Pulita Italiana 8 s.r.l.		
Progetto di un parco agrivoltaico avanzato denominato " MACOMER " potenza nominale pari a 24 MWp situato nel Comune di Macomer (NU)		
REQUISITO A.1 - Superficie minima per l'attività agricola		
S_{tot}	<i>Area totale di progetto nella disponibilità della proponente: comprende la superficie utilizzata per coltura e/o zootecnia e la superficie totale su cui insiste l'impianto agrivoltaico. Quindi sono incluse anche tutte le aree che non ricadono all'interno della recinzione.</i>	54,75 ha
S_{pv}	<i>Somma delle superfici individuate dal profilo esterno di massimo ingombro di tutti i moduli fotovoltaici costituenti l'impianto (superficie attiva compresa la cornice)</i>	11,00 ha
S_{impianto}	<i>Somma delle superfici su cui insiste l'impianto agrivoltaico, comprese le piazzole, le cabine elettriche e la viabilità interna; corrisponde all'area recintata.</i>	37,16 ha
S_{agricola}	<i>Superficie minima coltivata: comprende l'area destinata a coltivazione di prato stabile tra e sotto le file dei pannelli e la mitigazione perimetrale destinata alla coltivazione ad ulivo.</i>	43,16 ha
S_{agricola} ≥ 0,7 · S_{tot}		
VERIFICATO		
REQUISITO A.2 - Percentuale di superficie complessiva coperta da moduli (LAOR)		
LAOR (Land Area Occupation Ratio) = S_{pv}/S_{tot}	<i>Il LAOR (Land Area Occupation Ratio) rappresenta la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli e ha un limite massimo pari al 40% della superficie totale di impianto.</i>	20,09%
LAOR ≤ 40%		
VERIFICATO		

REQUISITO B.1 - Continuità dell'attività agricola			
	<i>Ante operam</i>	<i>Post operam</i>	
Tipo di coltivazione/i	Prato magro	Prato permanente Oliveto per olive da olio	
Indirizzo produttivo	Seminativi	Misto: seminativi e colture arboree	
a) coincidenza di indirizzo produttivo: valore medio della produzione agricola registrata sull'area (€/ha)	132,44 €	360,00 € 1548,36 €	
PS - Produzione Standard	7.257,71 €	22.664,16 €	
PS (AO) ≤ PS (PO)			
VERIFICATO			
REQUISITO B.2 - Verifica della producibilità elettrica minima			
Modulo	<i>Modulo FV in silicio monocristallino del tipo bifacciale Ultra V Pro STP620S-C78-Nmh+ della Suntech®</i>	<i>Potenza nominale [W]</i>	620
		Dimensioni	L [mm] = 2441 P [mm] = 1134
		Sup. impianto	S _{pv} [ha] = 37,16
Impianto agrivoltaico presentato in VIA Potenza = 24 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto agrivoltaico [GWh/anno] =		44,40
	FV _{agri} = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto agrivoltaico [GWh/ha/anno] =		1,20
Impianto fotovoltaico standard* Potenza = 45,23 MW	Producibilità elettrica annua dell'impianto standard [GWh/anno] =		66,72
	FV _{standard} = Producibilità elettrica annua per ha dell'impianto standard [GWh/ha/anno] =		1,80
*moduli con efficienza 22,40% su supporti fissi con inclinazione a Sud di 12°			
FV_{agricola} ≥ 0,6 · FV_{standard}			
VERIFICATO			
REQUISITO C - Adottare soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra			
TIPO 1	l'altezza minima dei moduli è studiata in modo da consentire la continuità delle attività agricole (o zootecniche) anche sotto ai moduli fotovoltaici	<i>doppio uso del suolo</i>	Attività Zootecnica
		<i>moduli fotovoltaici svolgono funzione sinergica alla coltura</i>	H _{min}
Attività zootecnica - H_{min} = 1,3 m		Attività colturale - H_{min} = 2,1 m	
VERIFICATO per ZOOTECCIA			
REQUISITO D.1 - Monitoraggio del risparmio idrico			
Aziende con colture in asciutta: analisi dell'efficienza d'uso dell'acqua piovana per evidenziare un miglioramento conseguente la diminuzione dell'evapotraspirazione dovuta all'ombreggiamento causato dalla presenza del sistema agrivoltaico		Monitoraggio periodico dell'umidità di 2 tipologie di terreni attigui: - uno con prato stabile senza pannelli - uno con prato stabile con pannelli FV . L'analisi e la comparazione dei dati evidenzierà come, grazie alla minor evapotraspirazione legata alla presenza dei pannelli FV, il terreno con l'impianto presenti un contenuto d'acqua maggiore rispetto a quello senza l'impianto, con conseguente beneficio per le colture.	
Redazione Relazione Triennale redatta da parte del proponente.			
VERIFICATO			
REQUISITO D.2 - Monitoraggio della continuità dell'attività agricola			

Esistenza e resa della coltivazione	<i>Redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo con una cadenza stabilita. Alla relazione potranno essere allegati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari).</i>	Implementazione monitoraggio agricolo come riportato in Relazione Agronomica Par.3.5.2
Mantenimento dell'indirizzo produttivo		
Redazione Relazione Tecnica Asseverata di un Agronomo		
VERIFICATO		
REQUISITO E.1 - Monitoraggio del recupero della fertilità del suolo		
Par. 3.10.1 dello SIA: il miglioramento diretto della fertilità del suolo sarà garantito da un'opportuna scelta di essenze in grado di fissare l'azoto atmosferico per il miscuglio costituente il prato di leguminose e pascolamento controllato.		
Redazione Relazione Tecnica Asseverata o Dichiarazione del proponente		
VERIFICATO		
REQUISITO E.2 - Monitoraggio del microclima		
<i>L'impatto di un impianto tecnologico fisso o parzialmente in movimento sulle colture sottostanti può alterare il normale sviluppo della pianta, favorire l'insorgere ed il diffondersi di fitopatie così come può mitigare gli effetti di eccessi termici estivi associati ad elevata radiazione solare determinando un beneficio per la pianta (effetto adattamento).</i>	<i>Monitoraggio tramite sensori per la misura di:</i> <ul style="list-style-type: none"> - temperatura; - umidità relativa; - velocità dell'aria; - radiazione; <i>posizionati al di sotto dei moduli fotovoltaici e, per confronto, nella zona immediatamente limitrofa ma non coperta dall'impianto.</i>	Temperatura ambiente esterno e retro-modulo misurata con sensore PT100
		Umidità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo misurata con misurata con igrometri/psicrometri
		Velocità dell'aria ambiente esterno e retro-modulo misurata con anemometri
		Radiazione solare fronte e retro-modulo misurata con un solarimetro
Relazione Triennale redatta dal Proponente		
VERIFICATO		

1.4 Alternative progettuali

1.4.1 Alternativa "zero"

Il "momento zero" è inteso come condizione temporale di partenza dei sistemi ambientale, infrastrutturale, insediativo, economico e sociale, sulla quale si innestano i successivi eventi di trasformazione e gli effetti conseguenti alla realizzazione dell'opera. Perciò, l'alternativa "zero" prevede la possibilità di non realizzare l'opera e conservare lo stato dei luoghi, con conseguente assenza di benefici di carattere sociale, ambientale ed economico rispetto alla situazione vigente.

1.4.2 Alternative tecnologiche

Ai fini dell'analisi sono state prese in considerazione le possibili soluzioni impiantistiche principali nel campo dello sfruttamento dell'energia solare: fotovoltaico classico e agri-voltaico. A parità di

estensione dell'area progettuale e localizzazione delle due tipologie impiantistiche sono state analizzate alcune caratteristiche per entrambe le soluzioni, assegnando un valore positivo (verde) o negativo (rosso) a seconda di quale impianto sia più vantaggioso o svantaggioso in relazione ad ogni criterio.

CRITERI	FOTOVOLTAICO	AGRI-VOLTAICO
Producibilità elettrica	MAGGIORE	MINORE
Costi d'investimento	MINORI	MAGGIORI
Consumo suolo	MAGGIORE	MINORE
Manutenzione	MINORE	MAGGIORE
Sostenibilità ambientale	MINORE	MAGGIORE
Qualità dei suoli	PEGGIORATA	MIGLIORATA
Biodiversità	PEGGIORATA	MIGLIORATA
Colture	ELIMINATE	CONSERVATE
Redditività agricola	ANNULLATA	AUMENTATA

Dall'analisi dei suddetti criteri si evince che la scelta di installare un impianto agrivoltaico ha sicuramente dei vantaggi maggiori, in particolare dal punto di vista ambientale, ma presenta anche degli svantaggi sotto il piano puramente economico della società proponente:

- **Producibilità elettrica:** a parità di superficie utilizzata un impianto fotovoltaico tradizionale presenta una densità di pannelli maggiore con minore distanza tra le file, ne consegue una producibilità elettrica complessiva maggiore. Questo aumento di producibilità si accompagna tuttavia alla possibilità di creare il cosiddetto effetto lago con rischi potenzialmente alti per l'avifauna locale.
- **Costi di investimento:** i sistemi agrivoltaici hanno tendenzialmente dei costi di investimento maggiori rispetto agli impianti fotovoltaici tradizionali, per le maggiori dimensioni delle strutture utilizzate. Tali costi sottintendono in ogni caso un guadagno in termini ambientali e di produzione agricola; pertanto, si tratta di un investimento cui seguono dei benefici considerevoli.
- **Manutenzione:** gli impianti agrivoltaici, per via delle attività agricole frequenti, possono essere soggetti a deposito di polveri generate dalla lavorazione dei terreni o prodotti agricoli liquidi sulla superficie dei moduli, che causano una diminuzione dell'efficienza del pannello. Questi fattori sono da tenere presenti nel momento in cui si effettuano le stime dei costi di manutenzione, per cui è doveroso prevedere un controllo delle superfici dei pannelli e assicurarsi che la loro producibilità non venga alterata in maniera significativa.

In generale, i pannelli sono sottoposti a usura e sono soggetti a rischi derivanti dai lavori agricoli, tuttavia questo genere di situazioni si può verificare, in misura minore, anche nel caso di impianti fotovoltaici classici.

Agli svantaggi appena elencati si contrappongono i notevoli vantaggi dal punto di vista ambientale ed ecologico legati alla scelta di un impianto agrivoltaico:

- **Consumo di suolo:** un impianto fotovoltaico fisso non lascia spazio ad altri usi, per questo motivo la totalità dell'area interessata dalla presenza dell'impianto rientra nella categoria di suolo consumato. Con l'impianto agrivoltaico si ha invece un consumo di suolo decisamente minore legato principalmente alla presenza di opere accessorie, quali cabine e viabilità, inoltre, l'uso di strutture a inseguimento solare permette all'intero terreno su cui ricade l'impianto di godere a rotazione della presenza del sole.
- **Sostenibilità ambientale:** la riduzione del suolo consumato dall'impianto, la coesistenza di produzione energetica e attività agricola e la conservazione delle aree naturali oltre alla creazione di nuove aree naturali con la creazione di nuove fasce di mitigazione e compensazione candidate e diventare rifugi per la micro e meso-fauna, fanno sì che l'inserimento di un parco agrivoltaico in contesto agricolo comprometta in misura minore gli equilibri ecosistemici e quindi una maggiore sostenibilità dal punto di vista ambientale.
- **Miglioramento della qualità dei suoli e della biodiversità:** la qualità biologica del suolo può essere definita come la "capacità del suolo di mantenere la propria funzionalità per sostenere la produttività biologica, di mantenere la qualità dell'ecosistema e di promuovere la salute di piante ed animali". I sistemi agrivoltaici possono contribuire a favorire l'orientamento produttivo alla qualità del prodotto e al miglioramento ecologico del paesaggio agrario attraverso l'adozione dell'agricoltura di precisione o della conversione delle coltivazioni a biologico. A questo proposito, l'impiego della tecnologia agrivoltaica può generare un miglioramento della qualità ecologica del suolo e della biodiversità attraverso pratiche di riduzione o eliminazione di pesticidi e il controllo delle specie animali e vegetali presenti.
- **Vantaggi a livello colturale:** i sistemi agrivoltaici, in confronto ad altre tipologie di sfruttamento dell'energia fotovoltaica, presentano dei vantaggi relativi agli effetti che producono su alcune colture. Recenti studi condotti in Germania dal *Fraunhofer Institute* hanno riportato una prima valutazione del comportamento di differenti colture sottoposte alla riduzione della radiazione luminosa, indicando i tipi di coltivazioni più adatte per un sistema agrivoltaico, ovvero colture per le quali l'ombreggiatura ha effetti positivi sulle

rese. In alcuni casi l'ombreggiamento fornito dai moduli può costituire un beneficio per le colture sottostanti e allo stesso tempo i moduli possono limitare l'evaporazione dell'acqua nel terreno con la possibilità di ottimizzare l'utilizzo della risorsa idrica. Nell'agricoltura tradizionale la qualità del raccolto o il rischio di perdita del raccolto dipende fortemente dalle condizioni meteorologiche. Il sistema agrivoltaico permette inoltre di proteggere le colture dagli agenti atmosferici estremi e di creare un microclima più fresco in estate e più temperato in inverno con benefici per le colture e l'allevamento. I pannelli fotovoltaici proteggono le colture da alte temperature, eventi climatici estremi e scarsità d'acqua, riducendo così l'impronta idrica dell'agricoltura. Dagli studi condotti dal For Solar Energy Systems del Fraunhofer Institute (nell'ambito del progetto *Agrophotovoltaics – Resource Efficient Land Use*) si evidenzia inoltre, che i sistemi agrivoltaici aumentano la produttività del terreno fino al 60%.

- **Aumento redditività agricola e autonomia energetica:** gli investimenti da parte delle imprese agricole dedicati alla produzione di energie rinnovabili, se opportunamente dimensionati, si traducono in un abbattimento dei costi operativi in grado di innalzare la redditività agricola e migliorare la competitività. L'autoconsumo dell'energia prodotta tramite l'impianto agrivoltaico si configura pertanto come uno strumento di efficienza aziendale. Lo stesso PNRR prevede che la misura di investimento dedicata allo sviluppo degli impianti agrivoltaici contribuisca alla sostenibilità non solo ambientale, ma anche economica delle aziende coinvolte, miglioramento della competitività delle aziende agricole riducendone fortemente i costi energetici, raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

2. METODOLOGIA

La presente ACB è stata eseguita in conformità con le indicazioni e le prescrizioni indicate nelle più recenti linee guida a livello europeo e nazionale. In particolare, i principali riferimenti metodologici utilizzati nella elaborazione della presente analisi costi-benefici sono i seguenti:

- Metodo di esecuzione dell'analisi costi-benefici, Allegato III Regolamento di Esecuzione (UE) 2015/207 della Commissione, G.U.E. legge 38/2015
- *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects - Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020*, Commissione Europea – dec 2014;
- *Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo*, ISPRA – 2018;
- *The Value of EU Agricultural Landscape*, Publications Office of the European Union – 2011.

Il processo di valutazione di un progetto, secondo la Guida Europea (Guida all'analisi costi-benefici dei progetti d'investimento - Strumento di valutazione economica per la politica di coesione 2014-2020, 2014 p. 25, 26) si articola tipicamente in sette fasi:

1. Descrizione del contesto: la prima fase di valutazione del progetto mira a definire il contesto sociale, economico, politico e istituzionale in cui si prevede di realizzare gli interventi;
2. Definizione degli obiettivi: individuati in stretta relazione con i fabbisogni. In altre parole, l'analisi dei fabbisogni si fonda sulla descrizione del contesto e costituisce la base per una corretta definizione degli obiettivi del progetto.
3. Identificazione del progetto: definizione delle attività del progetto, dell'organismo responsabile della sua esecuzione e dei confini dell'analisi. (informazioni già presenti in: SIA, Relazione Tecnica Generale e di Dettaglio);
4. Analisi della fattibilità tecnica e della sostenibilità ambientale (informazioni già presenti in: SIA, Relazione Tecnica Generale e di Dettaglio);
5. Analisi finanziaria;
6. Analisi economica;

Le fasi così descritte sono di seguito sintetizzate in un diagramma di flusso.

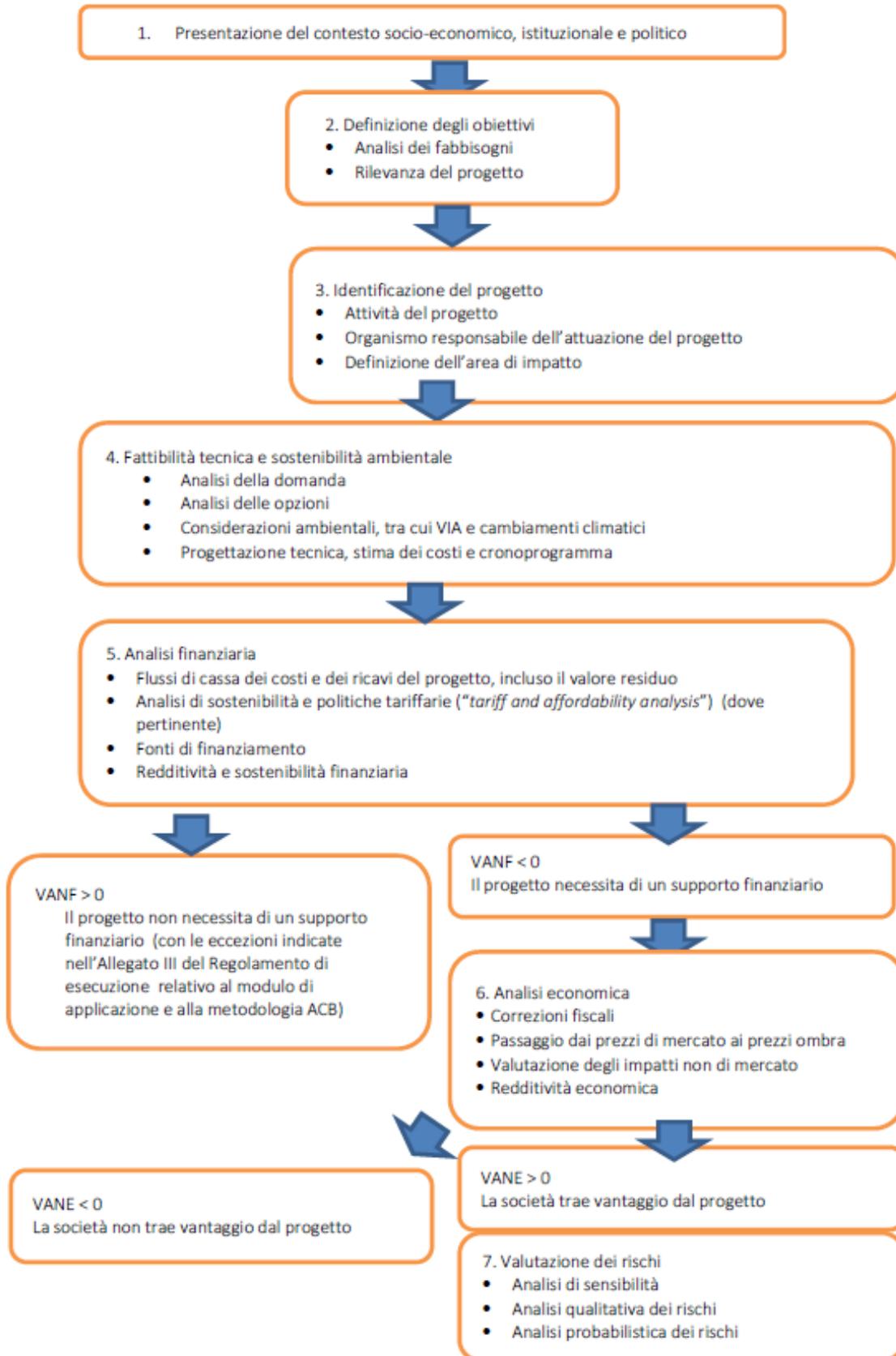


FIGURA 4 – FASI DI VALUTAZIONE DI UN PROGETTO

2.1 La valutazione finanziaria ed economica

2.1.1 L'analisi finanziaria

L'analisi finanziaria condotta si basa sul metodo dei flussi di cassa attualizzati o *Discounted cash flow (DCF)* ed è basata sulla determinazione del valore dei flussi di cassa attesi da una specifica attività. La valutazione basata sui flussi di cassa attualizzati è funzione di tre elementi fondamentali: l'entità del flusso di cassa, la distribuzione nel tempo dei flussi e il tasso di attualizzazione.

L'analisi finanziaria consente di:

- Valutare la redditività del progetto nel suo complesso;
- Valutare la redditività del progetto per il promotore e per i principali stakeholder;
- Verificare la sostenibilità finanziaria del progetto, una condizione chiave per la fattibilità di qualunque progetto;
- Delineare i flussi di cassa che sottendono al calcolo dei costi e dei benefici socio-economici.

Scopo dell'analisi è, pertanto, quello di prospettare un valido piano di finanziamento dell'opera e di verificare e valutare quella che sarà la situazione finanziaria per la gestione e manutenzione dell'opera.

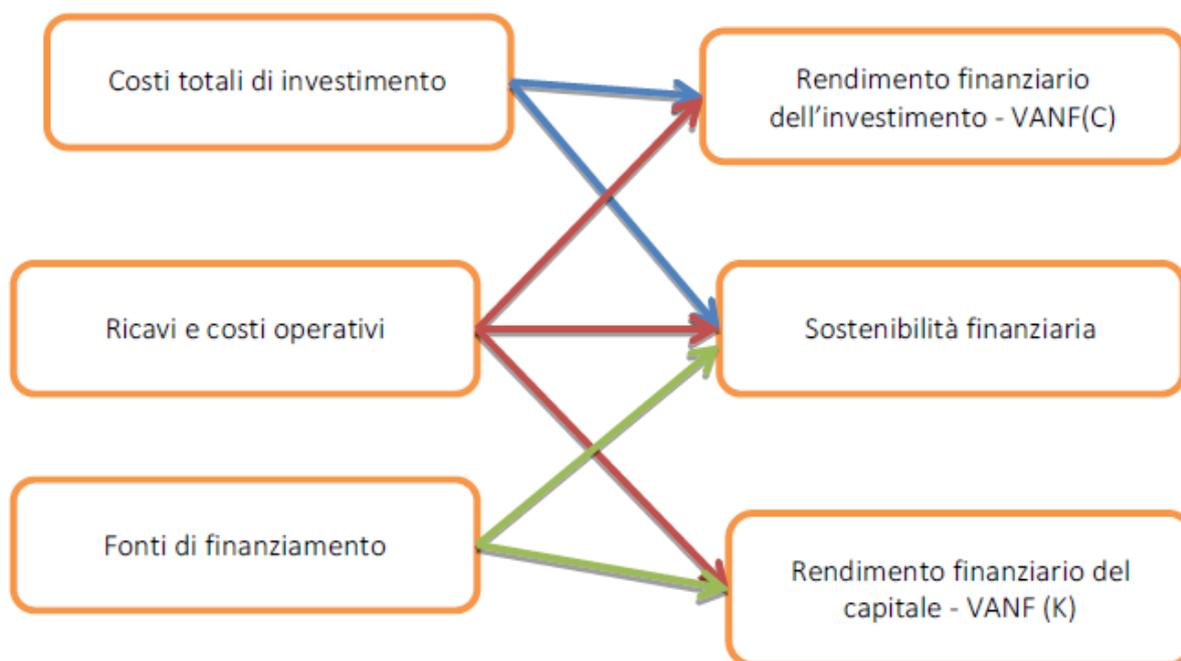


FIGURA 5 – STRUTTURA DELL'ANALISI FINANZIARIA

Nell'analisi finanziaria si individuano le seguenti variabili:

1. **Costi di investimento, costi di sostituzione e valore residuo:** il primo passo dell'analisi finanziaria consiste nella definizione dell'ammontare dei costi totali di investimento e nella loro ripartizione negli anni. Tali costi sono così classificabili: investimento iniziale, costi di rimpiazzo, valore residuo.
2. **Ricavi e costi operativi:** costi operativi comprendono tutti i costi d'esercizio e manutenzione (O&M - Operation and Maintenance) connessi al funzionamento delle infrastrutture/servizi realizzati dal progetto e si distinguono in costi fissi e costi variabili. Le entrate del progetto sono definite come i "flussi finanziari in entrata pagati direttamente dagli utenti per i beni o i servizi forniti dall'operazione, quali le tariffe direttamente a carico degli utenti per l'utilizzo dell'infrastruttura, la vendita o la locazione di terreni o immobili o i pagamenti per i servizi"³.
3. **Fonti di finanziamento:** vengono quindi individuate le diverse fonti di finanziamento a copertura dei costi di investimento (fondi europei, contributi pubblici nazionali, capitale del soggetto proponente, prestiti, etc.).
4. **Redditività finanziaria:** la definizione dei costi di investimento, dei costi operativi, delle entrate e delle fonti di finanziamento consente di valutare la redditività finanziaria del progetto, misurata dai seguenti indicatori chiave:
 - a. valore attuale netto finanziario – **VANF(C)** – e tasso interno di rendimento finanziario – **TIRF(C)** – dell'investimento;
Il VANF(C) e il TIRF(C), sono espressi rispettivamente in Euro e in % e confrontano i costi di investimento con le entrate nette e misurano la capacità delle entrate nette generate dal progetto di ripagare l'investimento iniziale, indipendentemente dalle fonti o dai metodi con cui è finanziato.
 - b. valore attuale netto finanziario – **VANF(K)** – e tasso interno di rendimento finanziario – **TIRF(K)** – del capitale nazionale.
Nel calcolo del VANF(K) e del TRF(K) vengono prese in considerazione tutte le fonti di finanziamento, tranne i contributi dell'UE. Queste fonti sono considerate come flussi in uscita (mentre sono flussi in entrata nel computo della sostenibilità finanziaria), al posto dei costi di investimento (in quanto fanno parte del rendimento finanziario nel calcolo dell'investimento).

³ Art. 61 del Regolamento (UE) 1303/2013

Un progetto è finanziariamente sostenibile quando si prevede che il rischio di esaurire la liquidità, sia nelle fasi operative sia durante l'investimento, è pari a zero.

Nella valutazione finanziaria, però, non vengono considerate le variabili e i benefici dal punto di vista ambientale poiché i beni ambientali sfuggono alla logica di mercato e, pertanto, il loro valore non può essere determinato attraverso l'analisi tradizionale delle curve di domanda ed offerta.

È evidente, quindi, come la definizione del valore economico di una risorsa ambientale, ossia l'attribuzione di un corrispettivo monetario ad essa, debba superare i limiti del valore di scambio ed abbracciare una nozione di valore più ampia che consideri tutte le ragioni per le quali la risorsa ambientale è fonte di utilità per la collettività. Pertanto, all'analisi finanziaria aziendale si deve certamente affiancare l'analisi economico-sociale dell'investimento.

2.1.2 L'analisi socio-economica

L'art. 101 del Regolamento (UE) n. 1303/2013 prevede, al fine valutare il contributo del progetto al benessere sociale, la predisposizione di un'analisi economica.

Il concetto chiave su cui si basa l'analisi economica di un investimento è rappresentato dal "prezzo ombra", ovvero il prezzo che riflette il costo opportunità di beni e servizi.

L'approccio adottato, coerente con la pratica internazionale, prevede che l'analisi economica venga elaborata a partire dall'analisi finanziaria, attraverso alcuni piccoli adeguamenti da applicare alle grandezze finanziarie così come sviluppate nell'analisi del rendimento sull'investimento:

- correzioni fiscali;
- conversione dei prezzi di mercato in prezzi ombra;
- valutazione degli impatti non di mercato e correzione per le esternalità

Una volta adeguati i prezzi di mercato e valutati gli impatti non di mercato, è possibile attualizzare costi e benefici, che si manifestano in tempi diversi. Il tasso di sconto utilizzato nell'analisi economica è il Tasso di Sconto Sociale (TSS), che riflette il punto di vista sociale circa il grado di preferenza dei costi e dei benefici futuri rispetto a quelli presenti.

Una volta impiegato il TSS appropriato, quantificati e valutati in termini monetari tutti i costi e i benefici del progetto, è possibile misurarne la performance economica attraverso i seguenti indicatori:

- **Valore Attuale Netto Economico (VANE)**: consente la valutazione della convenienza e rappresenta la somma dei flussi economici attualizzati. Il VANE, a differenza del VANF, utilizza prezzi contabili o il costo opportunità di beni e servizi anziché prezzi di mercato imperfetti, e include - per quanto possibile - ogni esternalità sociale e ambientale,

perché l'analisi è svolta dal punto di vista della società e non solo da quello del promotore del progetto. Dato che sono presi in considerazione esternalità e prezzi ombra, quindi, progetti con VANF(C) negativo possono mostrare un VANE positivo. Un VANE positivo definisce quindi la convenienza di esecuzione di un intervento.

- **Tasso di Rendimento Economico (TIRE):** tasso di attualizzazione che rende nulla la somma algebrica dei flussi economici attualizzati del progetto. Considerando la distribuzione temporale dei flussi economici, questo indicatore ne esprime, in media, il loro tasso di rendimento. Inoltre, potendo essere espresso in valori percentuali, è un indicatore di impatto immediato, che mette in condizione di percepire facilmente il rendimento economico dell'investimento rendendo, quindi, più agevole il processo decisionale.

In linea di principio, ogni progetto caratterizzato da un TIRE inferiore al tasso di sconto sociale o da un VANE negativo andrebbe respinto. Un progetto con un rendimento economico negativo impiega troppe risorse socialmente utili per ottenere benefici troppo modesti per la società nel suo complesso.

2.2 Valutazione del rischio

L'analisi di rischio consente di affrontare l'incertezza insita nei progetti d'investimento e ha lo scopo di identificare gli eventi sfavorevoli che possono incidere sulle condizioni di fattibilità dell'opera (realizzazione e gestione). Il fine è poi quello di valutare entro quali limiti i rischi insiti nel progetto possano, eventualmente, influenzare i risultati economici e finanziari dell'opera.

La valutazione del rischio si divide nei seguenti passaggi:

- analisi di sensibilità;
- analisi qualitativa del rischio;

2.2.1 Analisi di sensibilità

L'analisi di sensibilità (o sensitività) consente di identificare le variabili 'critiche' del progetto ovvero quelle fra tutte le variabili del progetto, le cui variazioni, positive o negative, hanno il maggiore impatto sulle sue performance finanziarie e/o economiche. L'analisi viene condotta modificando i valori associati a ciascuna singola variabile e valutando l'effetto di tale cambiamento, nel caso oggetto di studio, sul VAN e sul TIR dell'investimento.

Le variazioni contemporanee di più variabili comportano una maggiore complessità computazionale ma allo stesso tempo una validazione più completa e strutturata nel caso di esiti positivi dei parametri economici.

Una componente particolarmente rilevante dell'analisi di sensibilità è il calcolo dei valori soglia (o "di rovesciamento"). Si tratta del valore che la variabile analizzata dovrebbe assumere affinché il VAN del progetto diventi pari a zero o, più in generale, il risultato del progetto scenda al di sotto del livello minimo di accettabilità.

3. ANALISI FINANZIARIA

3.1 Analisi remunerazione vendita energia per l'impianto

La remunerazione economica del settore fotovoltaico è rappresentata dalla remunerazione da vendita dell'energia prodotta attraverso cessione alla rete dei kWh prodotti secondo quanto previsto dal DM 04/07/2019, in continuità con i precedenti Decreti Ministeriali D.M. 06/07/2012 e il D.M. 23/06/2016, da cui eredita parte della struttura (meccanismo gestito dal GSE).

Il D.M. 04/07/2019 ha il fine di promuovere, attraverso un sostegno economico, la diffusione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di piccola, media e grande taglia. Gli impianti che possono beneficiare degli incentivi previsti dal Decreto sono quelli fotovoltaici di nuova costruzione, eolici onshore, idroelettrici e infine quelli a gas di depurazione.

Tuttavia, per l'impianto proposto, essendo localizzato su terreno agricolo, vale quanto disposto nell'Art.2 comma 5.b.2 del DM 04/ /2019, ossia il "divieto di accesso agli incentivi statali per impianti con moduli collocati a terra in aree agricole". L'impianto pertanto entrerà nel mercato libero, in modalità Grid parity.

Il modello finanziario adottato per il progetto in esame si basa su una duplice remunerazione economica:

- Una parte dell'energia prodotta verrà venduta tramite un contratto PPA (Power Purchase Agreement) a un'azienda terza;
- La parte rimanente verrà immessa in rete e venduta direttamente sul mercato libero (Grid Parity).

Come anticipato, PPA è l'acronimo di Power Purchase Agreement: si tratta di contratti a lungo termine in cui un'azienda accetta di acquistare elettricità direttamente da un produttore di energia. Tali contratti hanno durata uguale o superiore ai 10 anni e prevedono la vendita dell'elettricità a un prezzo fisso per kWh, offrendo pertanto una copertura contro eventuali fluttuazioni dei prezzi energetici.

Nel caso in esame i parametri considerati sono i seguenti:

TABELLA 2 – PARAMETRI FINANZIARI

Parametri finanziari		UdM
Prezzo PPA (da anno 1 ad anno 10)	65	€/MWh
Prezzo di mercato	60	€/MWh
Percentuale volume PPA	75%	
Tariffa di immissione	1,5	€/MWh

Prezzo ponderato - tariffa di immissione	62,25	€/MWh
Prezzo di mercato - tariffa di immissione	58,50	€/MWh

Considerando la media ponderata tra l'energia venduta tramite PPA e quella ceduta in rete e sottraendo infine gli oneri di immissione si ottiene il prezzo a cui verrà remunerata mediamente l'energia, pari a **62,25 €/MWh**. Al termine del decimo anno tutta l'energia verrà immessa e venduta in rete (Grid Parity), a un prezzo medio di **58,50 €/MWh**.

3.2 Valore Attuale Netto (VAN)

Fatte le premesse introdotte al capitolo precedente, si possono introdurre i concetti di analisi finanziaria e Valore Attuale Netto. Da questa analisi è possibile, mediante i cash flow dei costi-benefici (i flussi di cassa), calcolare il Valore Attuale Netto (VAN) che quantifica il valore odierno di una serie di flussi di cassa generati in periodi futuri attraverso l'utilizzo di un tasso di sconto (o tasso di attualizzazione). Verrà considerato, tra più alternative, l'investimento con il VAN maggiore o comunque con $VAN > 0$.

I costi e i benefici annui legati alle alternative progettuali vengono attualizzati attraverso le regole della matematica finanziaria all'anno di riferimento calcolandone il valore attuale attraverso il tasso di sconto:

$$VA_k = \frac{FC_k}{(1+i)^k}$$
$$VAN = \sum_{k=0}^n \frac{FC_k}{(1+i)^k}$$

Il tasso di attualizzazione o più semplicemente tasso di sconto (discount rate) è indispensabile in quanto nell'Analisi Costi-Benefici si mettono a confronto costi e benefici che maturano in tempi diversi: esprime la condizione alle quali gli individui sono disposti a privarsi della disponibilità del denaro e di rinviarla nel futuro. Ai fini della presente analisi è stato utilizzato un tasso di attualizzazione al 6% ipotizzando 30 anni di funzionamento, 1 anno di costruzione e 1 smantellamento. I costi sono dati da tutti gli esborsi richiesti per la connessione alla rete, costruzione, gestione, manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto, studi ingegneria, dismissione impianto.

In linea con quanto suggerito dalla Guida europea (Guida all'analisi costi-benefici dei progetti d'investimento - Strumento di valutazione economica per la politica di coesione 2014-2020, 2014) l'analisi è svolta considerando un'inflazione del e considerando valori costanti (espressi in € 2023)

Alla base dell'analisi finanziaria proposta sono state considerate le seguenti ipotesi:

- l'arco temporale della valutazione si estende dal 2023 al 2053, considerando 30 anni di esercizio dell'impianto. Lungo tale arco temporale è possibile distinguere la fase di progettazione e realizzazione (fino al 2023) e la fase di esercizio in cui si sviluppano in modo pieno gli effetti del progetto;
- l'anno base per l'attualizzazione dei flussi è il 2023;
- il tasso di sconto utilizzato per l'analisi finanziaria corrisponde al tasso suggerito nella Guida pari al 6%.

Le tabelle di seguito riportano un riepilogo delle ipotesi alla base dell'analisi finanziaria:

TABELLA 3 – PARAMETRI FISCALI

Assunzioni fiscali	
Tasso Ammortamento annuale	9%
Tasse su profitto - IRES	24,0%
Tasse su profitto - IRAP	2,90%
IVA sull'energia venduta	10%
IVA sui beni	10%
Tasse Real State Property (IBICE)	0,4%
Tasse acquisto Terreno	9%
Tasse DDS Terreno	9%

TABELLA 4 – PARAMETRI DI BASE DELL'ANALISI FINANZIARIA

Financing	
Costo iniziale	16.030.597
Inflazione	3,0%
% Equity sul totale	4.809.179
Equity	11.221.418
Prestito	30%
Termine prestito (anni)	12
Tasso di interesse	4,5%
Commissione prestito	112.214
Tasso di attualizzazione (o tasso di sconto)	6,00%
Anno base di attualizzazione	16.030.597
Orizzonte temporale di valutazione	3,0%

Tra i parametri utilizzati si evidenzia un valore di inflazione abbastanza elevato, pari al 3%, giustificato dalla situazione socioeconomica attuale. L'ammortamento annuale è pari al 9% e viene quindi ripartito in maniera costante nei primi 11,11 anni di investimento.

Per quanto concerne i costi di investimento iniziali, essi verranno sostenuti per una quota pari al 30% da parte della società proponente, mentre la parte rimanente verrà finanziata da un istituto bancario, con un tasso di interesse annuo pari al 4,5% per 12 anni e una commissione iniziale pari all'1% del prestito effettuato.

TABELLA 5 – RIASSUNTO DATI PROGETTUALI, COSTI E RICAVI

Dati di progetto	
Potenza MWp	24 MWp
Potenza MWac	20 MW
Dimensioni terreno contrattualizzato	54,75 ha
Costi e ricavi di progetto	
Costi di sviluppo	2.400.000,00 €
Costo dell'impianto agrivoltaico	13.221.892,40 €
Costo dell'interconnessione (STMG e STMD)	153.000,00 €
Costo del cavidotto	48.750,00 €
Tasse diritto Terreno	206.955,00 €
Totale costi iniziali	16.030.597,40 €
Prezzo affitto annuale terreno (DDS)	153.300,00 €
O & M	192.000,00 €
Assicurazione	48.091,79 €
Totale costi annuali	393.391,79 €
Ricavo cessione energia	2.764.149,00 €

In Tabella 5 vengono presentati sinteticamente i principali dati dell'impianto, i costi iniziali e operativi e i ricavi dovuti alla sola vendita dell'energia, secondo i parametri finanziari riportati nella Tabella 4.

Come anticipato, si è ipotizzata anche la possibilità di "non azione" considerando in fase di analisi delle alternative la cosiddetta alternativa "zero" che prevede la possibilità di non realizzare l'opera e conservare lo stato dei luoghi, con conseguente assenza di benefici di carattere sociale, ambientale ed economico rispetto alla situazione vigente.

Di conseguenza, se il progetto analizzato risulta avere un VAN e un TIR positivi, tale intervento sarà da considerarsi più vantaggioso e quindi preferibile rispetto alla cosiddetta alternativa zero.

3.3 Risultati analisi finanziaria

Si riportano quindi di seguito i risultati dell'analisi finanziaria per il progetto agrivoltaico in esame. La Figura 6 riporta un confronto su base annuale dell'andamento della producibilità in rapporto al decadimento del rendimento di produzione dell'impianto nei 30 anni; riporta inoltre i flussi monetari annuali e cumulati e il parametro complessivo del Valore Attuale Netto (VAN).

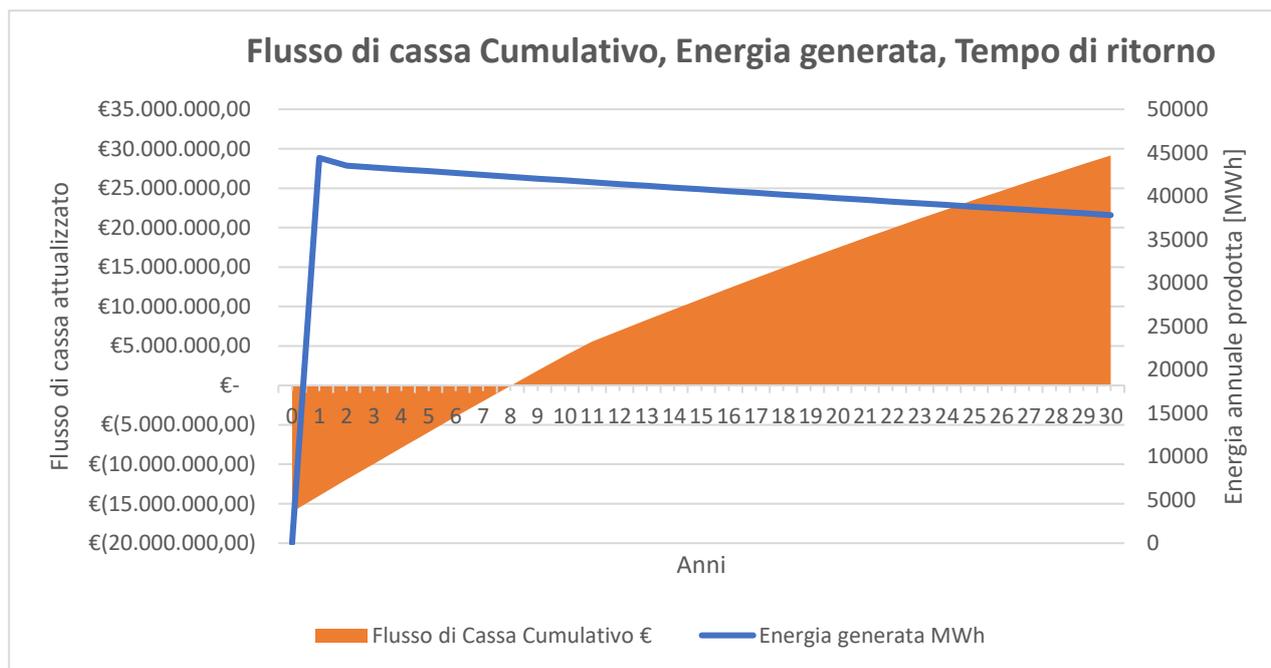


FIGURA 6 – DIAGRAMMA DEI FLUSSI DI CASSA CUMULATI E PRODUZIONE ENERGETICA ANNUALE

Il flusso monetario cumulato e l'energia prodotta si possono rappresentare anche in forma cumulativa grafica, come riportato nelle seguenti figure, con evidenziato il punto di pareggio in termini economici e temporali (Tempo di Ritorno dell'investimento, anche detto PBT-Pay Back Time).

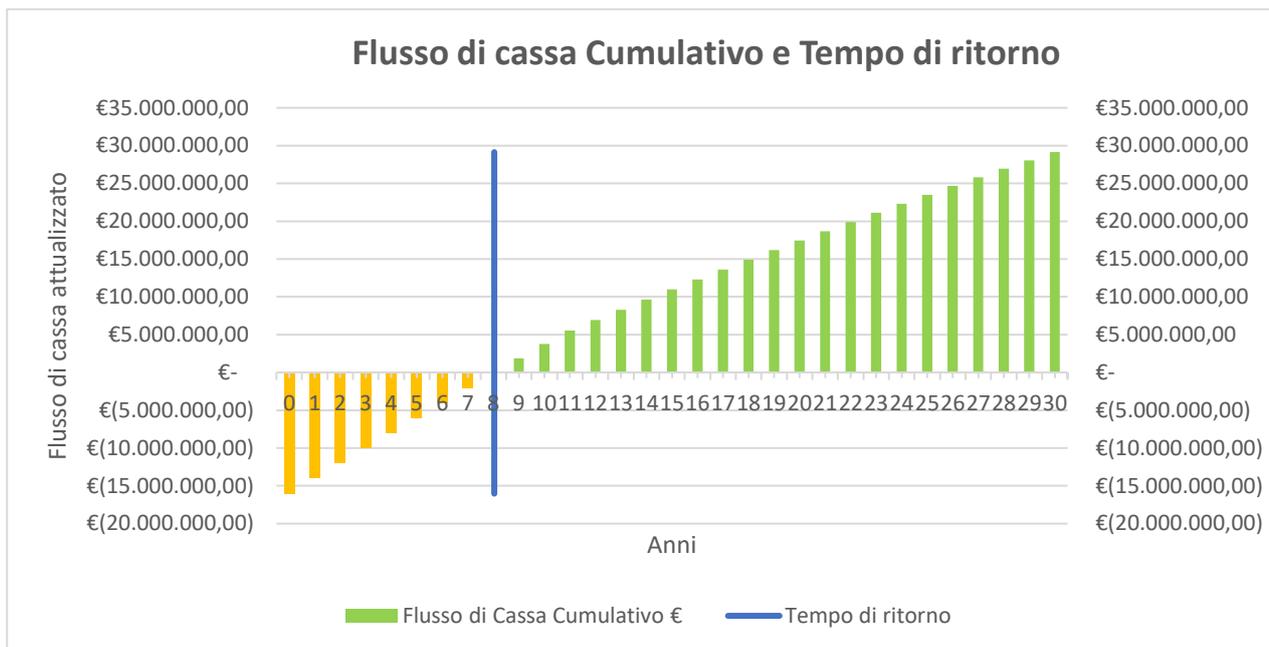


FIGURA 7 – FLUSSI DI CASSA CUMULATI (GIALLI NEGATIVI, VERDI POSITIVI) E TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO

TABELLA 6 – RISULTATI ANALISI FINANZIARIA

VANF	6.994.695,18 €
LCOE	36,0 €
TIRF	10,52%
TEMPO DI RITORNO	8,04

In Tabella 6 sono riassunti i risultati dell'analisi finanziaria. Si verifica facilmente come il **Valore Attuale Netto** del progetto proposto sia positivo, con un **TIRF** positivo e ampiamente superiore al tasso di interesse richiesto dall'istituto finanziario (4,5%).

Il *Levelized Cost of Electricity* (LCOE) è una misura del costo attuale medio della generazione di elettricità per un generatore nel corso della sua vita. Viene utilizzato per la pianificazione degli investimenti ed è un parametro utile per confrontare i diversi metodi di produzione di elettricità su una stessa base. Si calcola come rapporto tra la somma dei costi durante la vita dell'impianto e la somma dell'energia prodotta (€/MWh). Il valore ottenuto è in linea con il LCOE del FV previsto nel 2023 dal Rapporto IRENA "RenewablePower Generation costs 2021".

Infine, il tempo di ritorno dell'investimento previsto è di circa 8 anni, dopo i quali i flussi cumulati di cassa risulteranno positivi.

4. ANALISI DI SENSITIVITÀ DEL PROGETTO

L'analisi di sensitività consente di identificare le variabili 'critiche' del progetto ovvero quelle fra tutte le variabili del progetto, le cui variazioni, positive o negative, hanno il maggiore impatto sulle sue performance finanziarie e/o economiche.

Essa viene effettuata alterando contemporaneamente il valore di alcuni parametri ritenuti critici – in questo caso il prezzo del PPA (*Power Purchase Agreement*, ovvero un accordo sul prezzo di vendita dell'energia che viene bloccato per un numero di anni predefinito) per la cessione dell'energia elettrica, il costo iniziale dell'impianto e il tasso di inflazione – e osservando le conseguenze in termini di risultati finanziari ed economici, in particolare sul VAN e sul TIR del progetto.

Osservando i margini di variabilità per i due indicatori economici e finanziari a fronte di una variazione percentuale prestabilita per ciascun parametro ($\pm 10\%$), si desumono informazioni utili per valutare l'incertezza, il rischio, la sensibilità al cambiamento di tali parametri nonché la possibile perdita di sostenibilità dell'investimento.

Una componente particolarmente rilevante dell'analisi di sensibilità è il calcolo dei valori soglia (o "di rovesciamento"). Si tratta del valore che la variabile analizzata dovrebbe assumere affinché il VAN del progetto diventi pari a zero, o più in generale, il risultato del progetto scenda al di sotto del livello minimo di accettabilità. L'impiego dei valori soglia nell'analisi di sensibilità consente di giudicare il rischio del progetto e l'opportunità di intraprendere azioni di prevenzione del rischio.

4.1 VAN – Analisi dei risultati

Parametro analizzato	VAN
Gamma sensitività	± 10%
	Variazione positiva
	Variazione nulla
	Variazione negativa

INPUT	-10%	-5%	0%	+5%	+10%
Prezzo PPA	58,50 €	61,75 €	65,00 €	68,25 €	71,50 €
Costo impianto	11.899.703,16 €	12.560.797,78 €	13.221.892,40 €	13.882.987,02 €	14.544.081,64 €
Inflazione	2,70%	2,85%	3,00%	3,15%	3,30%

Con inflazione costante pari a		3,00%					
		Prezzo PPA					
		58,50 €	61,75 €	65,00 €	68,25 €	71,50 €	
		-10%	-5%	0%	+5%	+10%	
Costo impianto	11.899.703,16 €	-10%	7.032.867,91 €	7.596.151,50 €	8.159.435,09 €	8.722.718,68 €	9.286.002,27 €
	12.560.797,78 €	-5%	6.450.497,95 €	7.013.781,54 €	7.577.065,13 €	8.140.348,72 €	8.703.632,31 €
	13.221.892,40 €	0%	5.868.128,00 €	6.431.411,59 €	6.994.695,18 €	7.557.978,77 €	8.121.262,36 €
	13.882.987,02 €	+5%	5.285.758,04 €	5.849.041,63 €	6.412.325,22 €	6.975.608,81 €	7.538.892,40 €
	14.544.081,64 €	+10%	4.703.388,08 €	5.266.671,67 €	5.829.955,26 €	6.393.238,85 €	6.956.522,44 €
Con costo impianto costante pari a		13.221.892,40 €	Var percentuale		32,76%		
		Prezzo PPA					
		58,50 €	61,75 €	65,00 €	68,25 €	71,50 €	
		-10%	-5%	0%	+5%	+10%	
Inflazione	2,70%	-10%	5.963.098,24 €	6.526.381,83 €	7.089.665,42 €	7.652.949,01 €	8.216.232,60 €
	2,85%	-5%	5.916.206,37 €	6.479.489,96 €	7.042.773,55 €	7.606.057,14 €	8.169.340,72 €
	3,00%	0%	5.868.128,00 €	6.431.411,59 €	6.994.695,18 €	7.557.978,77 €	8.121.262,36 €
	3,15%	+5%	5.818.829,36 €	6.382.112,94 €	6.945.396,53 €	7.508.680,12 €	8.071.963,71 €
	3,30%	+10%	5.768.275,66 €	6.331.559,25 €	6.894.842,84 €	7.458.126,43 €	8.021.410,02 €
			Var percentuale		17,53%		
Con PPA costante pari a		65,00 €					
		Costo impianto					
		11.899.703,16 €	12.560.797,78 €	13.221.892,40 €	13.882.987,02 €	14.544.081,64 €	
		-10%	-5%	0%	+5%	+10%	
Inflazione	2,70%	-10%	8.254.405,33 €	7.672.035,37 €	7.089.665,42 €	6.507.295,46 €	5.924.925,50 €
	2,85%	-5%	8.207.513,46 €	7.625.143,50 €	7.042.773,55 €	6.460.403,59 €	5.878.033,63 €
	3,00%	0%	8.159.435,09 €	7.577.065,13 €	6.994.695,18 €	6.412.325,22 €	5.829.955,26 €
	3,15%	+5%	8.110.136,45 €	7.527.766,49 €	6.945.396,53 €	6.363.026,58 €	5.780.656,62 €
	3,30%	+10%	8.059.582,75 €	7.477.212,79 €	6.894.842,84 €	6.312.472,88 €	5.730.102,92 €
			Var percentuale		18,08%		

FIGURA 8 – ANALISI DI SENSITIVITÀ SU VAN INVESTIMENTO

Le grandezze che più influenzano il Valore Attuale Netto risultano essere il prezzo del PPA (vendita dell'energia) e l'inflazione considerata, con variazioni percentuali del VAN nei "worst case scenario" pari 32,76% e 18,08%.

I risultati ottenuti mostrano, in ogni caso, come il VAN del progetto risulti ampiamente positivo anche a fronte di forti variazioni dei parametri significativi.

4.2 TIR – Analisi dei risultati

Parametro analizzato	TIR
Gamma sensitività	± 10%
	Variazione positiva
	Variazione nulla
	Variazione negativa

INPUT	-10%	-5%	0%	+5%	+10%
Prezzo PPA	58,50 €	61,75 €	65,00 €	68,25 €	71,50 €
Costo impianto	11.899.703,16 €	12.560.797,78 €	13.221.892,40 €	13.882.987,02 €	14.544.081,64 €
Inflazione	2,70%	2,85%	3,00%	3,15%	3,30%

Con Inflazione costante pari a		3,00%					
		Prezzo PPA					
		58,50 €	61,75 €	65,00 €	68,25 €	71,50 €	
		-10%	-5%	0%	+5%	+10%	
Costo impianto	11.899.703,16 €	-10%	10,76%	11,21%	11,65%	12,11%	12,58%
	12.560.797,78 €	-5%	10,22%	10,64%	11,07%	11,50%	11,94%
	13.221.892,40 €	0%	9,71%	10,11%	10,52%	10,93%	11,36%
	13.882.987,02 €	+5%	9,24%	9,62%	10,01%	10,40%	10,81%
	14.544.081,64 €	+10%	8,79%	9,16%	9,53%	9,91%	10,30%
Con costo impianto costante pari a		13.221.892,40 €		Var percentuale		16,41%	
		Prezzo PPA					
		58,50 €	61,75 €	65,00 €	68,25 €	71,50 €	
		-10%	-5%	0%	+5%	+10%	
Inflazione	2,70%	-10%	9,75%	10,15%	10,56%	10,97%	11,39%
	2,85%	-5%	9,73%	10,13%	10,54%	10,95%	11,37%
	3,00%	0%	9,71%	10,11%	10,52%	10,93%	11,36%
	3,15%	+5%	9,69%	10,09%	10,50%	10,91%	11,34%
	3,30%	+10%	9,67%	10,07%	10,48%	10,89%	11,32%
		Var percentuale		8,11%			
Con PPA costante pari a		65,00 €					
		Costo impianto					
		11.899.703,16 €	12.560.797,78 €	13.221.892,40 €	13.882.987,02 €	14.544.081,6 €	
		-10%	-5%	0%	+5%	+10%	
Inflazione	2,70%	-10%	11,69%	11,10%	10,56%	10,05%	9,57%
	2,85%	-5%	11,67%	11,09%	10,54%	10,03%	9,55%
	3,00%	0%	11,65%	11,07%	10,52%	10,01%	9,53%
	3,15%	+5%	11,63%	11,04%	10,50%	9,99%	9,51%
	3,30%	+10%	11,61%	11,02%	10,48%	9,97%	9,49%
		Var percentuale		9,79%			

FIGURA 9 – ANALISI DI SENSITIVITÀ SU TIR INVESTIMENTO

Dall'analisi di sensitività, fissando un valore limite del TIR minimo pari al 5%, si evince come anche con variazioni del 10% dei parametri in gioco il valore minimo risultati garantito.

Come nel caso precedente, le grandezze che più influenzano il TIR risultano essere il prezzo del PPA (vendita dell'energia) e l'inflazione considerata, con variazioni percentuali più contenute.

I risultati ottenuti sul TIR sono ancora più significativi ed esemplificativi del caso precedente, in quanto non dipendono dalla taglia dell'impianto ma solo dalle caratteristiche dell'investimento, mostrando come il ritorno finanziario del progetto risulti ampiamente positivo nelle diverse casistiche, a riprova della robustezza dell'investimento.

5. ANALISI SOCIO-ECONOMICA E AMBIENTALE

Al fine della formazione del prezzo del chilowattora oltre considerare i costi suddetti (costi di investimento, gestione, spese assicurative, ecc..) si riportano in analisi anche i costi ambientali e sociali conseguenti dalla produzione di energia elettrica, tali costi sono definiti "esterni" in quanto gli stessi risultano pagati da terzi e dalle future generazioni.

A tale proposito si possono riportare alcune considerazioni sulle tecnologie in alternativa:

- in generale alla realizzazione di impianti da fonti rinnovabili sono associati dei dividendi multipli (coinvolgimento delle piccole imprese, sviluppo locale, esternalità ambientali positive, sicurezza delle fonti di approvvigionamento). Ricadute queste che si trasformano anche in opportunità occupazionali. Infatti, gli investimenti per il loro sviluppo possono essere una reale occasione di crescita economica diffusa sul territorio e di presidio di comparti industriali ad alto tasso di crescita e alto contenuto di innovazione.
- l'installazione di un impianto fotovoltaico può provocare anche esternalità negative, tra cui: la creazione di campi elettromagnetici e l'impatto paesaggistico (seppur limitato alle immediate vicinanze dell'area di impianto). Questi aspetti sono stati dettagliatamente analizzati in fase di progetto, e minimizzati mediante uno attento studio delle scelte progettuali.

Inoltre, la costruzione di un parco fotovoltaico provoca esternalità negative su alcune componenti della matrice ambientale; in particolare il consumo di suolo dovuto all'impianto ha delle conseguenze sui cosiddetti servizi ecosistemici.

5.1 Impatto sull'uso del suolo e sui servizi ecosistemici

Facendo riferimento al documento dell'ISPRA "*Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo dl 2018*", sono definiti i costi esterni relativi all'uso di suolo necessario per la realizzazione dell'impianto. I costi esterni sono stimati in relazione ai servizi ecosistemici (SE): il consumo di suolo genera una variazione (negativa) dei servizi ecosistemici. La quantificazione monetaria del mancato servizio ecosistemico permette di valutare il costo esterno e quindi economico e sociale correlato al consumo di suolo.

Per quanto attiene al progetto in esame, la superficie complessiva recintata è pari a **37,16 ha**, mentre la superficie effettivamente impermeabilizzata o semi impermeabilizzata utilizzata per strade, cabine elettriche, vasche trasformatori è complessivamente pari a **3,11 ha**.

I fattori presi in considerazione correlati ad altrettanti servizi ecosistemici sono:

1. Stoccaggio e sequestro di carbonio
2. Qualità degli habitat
3. Produzione agricola
4. Impollinazione
5. Regolazione del microclima
6. Rimozione particolato ed ozono
7. Protezione dall'erosione
8. Disponibilità di acqua
9. Regolazione del regime idrologico
10. Purificazione dell'acqua

Per i Servizi ecosistemici potenzialmente impattati dall'impianto sarà data:

- Una descrizione secondo quanto indicato nel *Rapporto 2018*
- Una valutazione economica generale ripresa dal *Rapporto 2018*
- Una valutazione specifica per le aree di progetto, imputabile al consumo di suolo introdotto dalla realizzazione dell'impianto agrovoltico. (ISPRA, 2018 p. 1-4)

5.1.1 Sequestro e stoccaggio di Carbonio

Il sequestro e lo stoccaggio di carbonio costituiscono un servizio di regolazione assicurato dai diversi ecosistemi terrestri e marini grazie alla loro capacità di fissare gas serra, seppur con diversa entità, secondo modalità incrementalmente rispetto alla naturalità dell'ecosistema considerato (tale regola vale in generale e nel contesto mediterraneo e del nostro Paese). Questo servizio contribuisce alla regolazione del clima a livello globale e gioca un ruolo fondamentale nell'ambito delle strategie di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici. Fra tutti gli ecosistemi, quelli forestali naturali e seminaturali presentano il più alto potenziale di sequestro di carbonio. Il danno peggiore è pertanto il consumo di suolo nelle aree a copertura naturale e seminaturale o, più in generale, nei contesti territoriali connotati da un elevato grado di naturalità. La valutazione di questo servizio di regolazione viene effettuata sia rispetto al valore di stock sia al valore del flusso di servizio. Per quanto riguarda il valore di stock, la valutazione viene fatta con riferimento alla stima del quantitativo di carbonio stoccato a seconda della tipologia d'uso/copertura del suolo. Poiché si tratta di stime funzionali a rappresentare le variazioni di copertura del suolo, lo schema adottato tende a semplificare il complesso ciclo del

carbonio; in particolare considera costante il quantitativo di carbonio nel tempo (avendo come unico fattore di variazione quello relativo alla copertura del suolo) rappresentato e non prende in considerazione i trasferimenti di carbonio tra un pool e un altro.

Per la determinazione dei valori del carbonio contenuto nel suolo vengono utilizzate stime da letteratura: i valori dei pool per le aree artificiali sono stati lasciati tutti a zero mentre per le altre aree naturali e per le superfici agricole vengono utilizzati valori di letteratura riportati nella

<i>Classe d'uso del suolo</i>	<i>Epigeo (Mg C ha⁻¹)</i>	<i>Ipogeo (Mg C ha⁻¹)</i>	<i>Sostanza organica morta (Mg C ha⁻¹)</i>	<i>Suolo (Mg C ha⁻¹)</i>	<i>Totale (Mg C ha⁻¹)</i>
Foreste	50.5 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	11.525 (Est. ISPRA, 2014)	5.295 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	76.1 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	143.42
Aree agricole	5 (ISPRA, 2014)	/	/	53.1 (Chiti et al., 2012)	58.1
Arboricoltura da frutto	10 (ISPRA, 2014)	/	/	52.1 (Chiti et al., 2012)	62.1
Arboricoltura da legno	28.55 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	5.25 (Est. ISPRA, 2014)	1.75 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	63.9 (Gasparini & Tabacchi, 2011)	99.45
Prati e pascoli	/	/	/	78.9 (ISPRA, 2014)	78.9
Altre terre boscate	3.05 (IPCC, 2003)	/	/	66.9 (ISPRA, 2014; Alberti et al. 2011)	69.95
Urbano	*	*	*	*	*
Aree con vegetazione rada o assente	**	**	**	**	**

TABELLA 7 – VALORI DI CONTENUTO DI CARBONIO PER CLASSE D'USO DEL SUOLO (SALLUSTIO ET AL. 2015)

5.1.1.1 VALUTAZIONE ECONOMICA

Per la valutazione economica del servizio ecosistemico di stoccaggio e sequestro di carbonio, non esiste un unico valore monetario corretto. In letteratura sono disponibili un rilevante numero di stime, che tuttavia differiscono per diversi ordini di grandezza, creando confusione su quale sia la più opportuna da utilizzare. Tuttavia, due sono quelli più utilizzati: uno basato sul costo sociale, l'altro sul valore di mercato dei permessi di emissione.

Il *Rapporto 2018* fa riferimento ad entrambi i costi:

- Il costo del flusso di servizio è fissato per il 2018 al valore di 121,45 €/tC
- Il costo di mercato è fissato sempre per il 2018 in 23,00 €/tC (ISPRA, 2018 p. 5-9) .

Utilizzando in coefficiente di rivalutazione calcolato sul sito <https://rivaluta.istat.it/> è stato possibile aggiornare il dato del 2018 ad aprile 2023

Il costo del flusso di servizio aggiornato al 2023 è: $121,45 \text{ €/tC} \times 1,167 = 141,73 \text{ €/tC}$

Il costo di mercato aggiornato al 2023 è: $23,00 \text{ €/tC} \times 1,167 = 26,84 \text{ €/tC}$

5.1.1.2 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Come riportato in Tabella 1 nelle aree classificate come prati e pascoli il valore di carbonio contenuto nel terreno è pari a 78,9 Mg/ha. Considerando che un Mg corrisponde ad una tonnellata è possibile ottenere facilmente il valore espresso in €/ha moltiplicando il valore riportato in tabella per il costo del servizio ecosistemico calcolato precedentemente, ottenendo così

$$78,9 \text{ Mg C/ha} \times 141,73 \text{ €/tC} = 11.182,5 \text{ €/ha}$$

Considerando ora la superficie dell'impianto effettivamente impermeabilizzata o semi impermeabilizzata 3,11 ha otteniamo il costo esterno relativo al mancato servizio di stoccaggio e sequestro di carbonio:

$$11.182,5 \text{ €/ha} \times 3,11 \text{ ha} = 34.777,58 \text{ €/anno}$$

5.1.2 Qualità degli Habitat

Il servizio ecosistemico relativo alla qualità degli habitat, anche denominato nelle diverse classificazioni come habitat per gli organismi o tutela della biodiversità, consiste nella fornitura di diversi tipi di habitat essenziali per la vita di qualsiasi specie e il mantenimento della biodiversità stessa, e rappresenta uno dei principali valori di riferimento nella valutazione dello stato ecosistemico dei suoli. Gli habitat, a causa dei diversi fattori di impatto che gravano su di essi (cambiamenti di uso del suolo, impermeabilizzazione, urbanizzazione, compattazione, salinizzazione, specie aliene invasive, etc.), sono soggetti a fenomeni di degrado, distrofia e alterazione del funzionamento dei processi ecologici, oltre che alla complessiva riduzione della resilienza ecologica e frammentazione ecosistemica. Il parametro *Habitat Suitability* è in questo caso riferito all'ecosistema in generale, e indica la capacità di sostenere specie vegetali e comunità animali che concorrono al mantenimento e alla conservazione della biodiversità. Sempre all'uso e copertura del suolo è collegato il parametro della sensibilità degli habitat alle minacce. Le minacce sono state classificate per l'Italia in otto categorie: gli edifici, insieme alle altre aree artificiali, le diverse tipologie di infrastrutture e le aree agricole, suddivise in agricoltura intensiva ed estensiva. Non tutti gli ecosistemi vengono influenzati allo stesso modo da medesime minacce e le diverse minacce hanno differenti distanze di influenza,

pertanto, è necessario un parametro di vulnerabilità. Questi parametri sono stati valutati attraverso un approccio expert based, attraverso un questionario a oltre 100 esperti nazionali con affiliazioni diverse nei settori della conservazione e della gestione della biodiversità, i cui risultati sono descritti nelle tabelle che seguono.

5.1.2.1 VALUTAZIONE ECONOMICA

Uno studio internazionale condotto da Costanza (*Costanza et altri, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387*) ha definito i valori economici di tre ecosistemi (zone umide, praterie e foreste). Nel *Rapporto 2018* questi valori sono stati estesi ad altri ecosistemi, non presenti nello studio di Costanza. I valori sono riportati nella Tabella 2 e sono suddivisi per tipologia di habitat. Per le zone umide e le praterie e per le foreste viene utilizzato il valore originale definito dallo studio di Costanza (ISPRA, 2018 p. 9-14)

Classe	Tipologie di habitat	Suitability	Valore id\$ 2007/ha	Valore €/ha 2017
1	Spiagge, dune e sabbie	0,74	794,4	740,6
2	Corpi idrici permanenti	0,83	891	830,7
3	Zone umide	0,96	12452	11609,1
4	Praterie	0,86	1214	1131,8
5	Cespuglieti	0,81	869,6	810,7
6	Foreste di latifoglie	0,93	862	803,6
7	Foreste di conifere	0,82	862	803,6
8	Aree interne con vegetazione scarsa o assente	0,55	590,4	550,4
9	Superfici agricole a uso intensivo	0,26	279,1	260,2
10	Superfici agricole a uso estensivo	0,52	558,2	520,4
11	Edifici e altre aree artificiali	0,09	96,6	90,1
12	Aree aperte urbane	0,27	289,9	270,3
	Media pesata sulle superfici	0,58	633,2	590,4

TABELLA 8 – VALORI ECONOMICI PER TIPOLOGIA DI HABITAT (ISPRA 2018)

5.1.2.2 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Per il progetto in questione consideriamo il valore delle superfici agricole ad uso estensivo indicato nella Tabella 2 e attualizzato ad aprile 2023 tramite il coefficiente di rivalutazione ISTAT (<https://rivaluta.istat.it/>): $520,40 \text{ €/ha} \times 1,167 = 607,31 \text{ €/ha per anno}$

Per calcolare il costo esterno riferito al valore del servizio ecosistemico relativo alla perdita di habitat, moltiplichiamo quest'ultimo per la superficie complessiva progettuale che ha subito impermeabilizzazione o parziale impermeabilizzazione:

$$607,31 \text{ €/ha} \times 3,11 \text{ ha} = 1.888,73 \text{ €/anno}$$

5.1.3 Produzione Agricola

Le attività produttive di una azienda agricola sono costituite da diversi tipi di coltivazioni e/o allevamenti; per una qualsiasi classificazione di tipo economico è, quindi, necessario scegliere un denominatore comune ad entrambi i tipi di attività idoneo a rappresentare non soltanto la dimensione economica di ogni azienda ma anche ad evidenziare l'importanza economica delle singole produzioni agricole, al fine di attribuire a ciascuna azienda i caratteri di specializzazione produttiva (orientamento produttivo) e di redditività economica (dimensione economica). In pratica, per poter determinare la dimensione economica di un'azienda occorre poter sommare tutte le produzioni aziendali, che essendo espresse in unità di misura diverse, devono essere ricondotte ad un unico denominatore comune.

Per la determinazione sia dell'indirizzo produttivo che della dimensione economica, il criterio ritenuto più idoneo fino al 2009 era quello del Reddito Lordo Standard (RLS). Il concetto di RLS è legato a quello di produzione lorda e di costi specifici. A partire dal 2010 è stata introdotta una valutazione basata sulle Produzioni Standard (PS) che sono basate su valori medi rilevati durante un periodo di riferimento quinquennale. Le produzioni standard, tuttavia, devono essere attualizzate periodicamente per tener conto dell'evoluzione economica, in modo che la tipologia conservi la sua validità. L'attuale versione della tipologia comunitaria è stata istituita con il Reg. CE n. 1242/2008 e s.m.i.

Lo scopo della tipologia comunitaria consiste nel fornire uno schema di classificazione che consenta un'analisi della situazione delle aziende agricole a livello comunitario fondata su criteri di natura economica, nonché permetta raffronti tra aziende appartenenti a varie classi e tra i risultati economici ottenuti nel tempo e nei diversi Stati membri e loro regioni.

Gli ambiti di applicazione della tipologia comunitaria riguardano, in particolare, i dati rilevati nell'indagine sulla struttura e le produzioni delle aziende agricole (SPA) e dalla Rete di informazione contabile agricola (RICA). Fino all'anno 2009 questo criterio è stato identificato nel Reddito Lordo Standard (RLS), mentre a partire dal 2010 è coinciso con la Produzione Standard (PS). L'attuale versione della tipologia comunitaria è stata istituita con il Reg. CE n. 1242/2008 e s.m.i.

Nel presente studio si è tenuto conto del dettaglio informativo sulla **Produzione Standard Totale PST della Sardegna**⁴.

⁴ FONTE: <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>

Si riportano i dati relativi a due epoche:

- Anno 2022 per lo stato ante;
- Anno 2027 per lo stato post-intervento (con la previsione delle nuove coltivazioni e la conversione del pascolo magro in prato di leguminose).

A seguire i risultati scaturenti dall'analisi delle **Produzioni Standard**.

STATO ANTE INTERVENTO

TABELLA 9 – CALCOLO DELLA PST ANTE RELATIVA ALL'AREA DI PROGETTO DERIVANTE DALL'ANALISI DEI FASCICOLI AZIENDALI

COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM	Sup. coltivata [ha]	Prod. Parziale
J2000T	F02	Pascoli magri	132,44 €	EUR_per_ha	54,8	7.257,71 €
						7.257,71 €

STATO POST-INTERVENTO

TABELLA 10 – CALCOLO DELLA PST POST INTERVENTO RELATIVA ALL'AREA DI PROGETTO

Regione_P.A.	COD_PRODUCT	Rubrica_RICA	Descrizione_Rubrica	SOC_EUR	UM	Sup. coltivata [ha]	Prod. Parziale
Sardegna	J1000T	F01	Prati permanenti e pascoli	360,00€	EUR_per_ha	37,15	13.374,00 €
Sardegna	O1910T	G03B	Oliveti - per olive da olio (olio)	1.548,36€	EUR_per_ha	6	9.290,16 €
Produzione Standard post Intervento							22.664,16 €

Dai valori sopra riportati è possibile evincere un incremento percentuale dell'indice relativo alla Produzione Standard **PS** del **212%** circa, ovvero **15.406,45 €/anno**.

5.1.4 Impollinazione

L'impollinazione è un servizio ecosistemico di fondamentale importanza poiché costituisce uno dei fattori di produzione della agricoltura. Secondo una stima in ambito Europeo, il valore economico di questo servizio ecosistemico è intorno ai 14 miliardi di euro annui, pari al 10% del valore della produzione agricola per l'alimentazione umana. Poiché dall'impollinazione dipende la fecondazione e la produttività di moltissime colture, nonché di piante spontanee, ed è fornito da molti organismi animali, tra cui api e bombi, il suo valore è, insieme ad altri, un indicatore non solo di utilità per il settore agricolo ma anche di benessere dell'intero ecosistema. L'impollinazione è uno dei servizi ecosistemici maggiormente a rischio a causa dei fenomeni di degrado del suolo, in primo luogo l'urbanizzazione e infrastrutturazione del territorio a scapito delle aree naturali, ma anche l'intensificazione dell'agricoltura e l'utilizzo massiccio di insetticidi, erbicidi e fertilizzanti.

5.1.4.1 VALUTAZIONE ECONOMICA

La valutazione economica di questo servizio si basa sul valore economico complessivo di impollinazione (EVIP) disponibile anche per l'Italia dal 1991 al 2009, che si basa a sua volta sulla quantificazione del valore globale del servizio di impollinazione in funzione del valore della produzione agricola, che pone il servizio al 9,5% del valore della produzione agricola mondiale utilizzata per l'alimentazione (valore al 2005). Nel *Rapporto 2018* dell'ISPRA viene utilizzato il valore di riferimento compreso tra 15.430 e 20.602 €/Km² (2009), già utilizzato nelle precedenti edizioni (ISPRA, 2018 p. 17-19) Questi valori, espressi in €/km², vengono convertiti in €/ha dividendoli per 100 (1 km² = 100 ha), successivamente vengono anche aggiornati al 2023 attraverso il coefficiente di rivalutazione monetaria (<https://rivaluta.istat.it/>):

$$15.430 \text{ €/km}^2 / 100 = 154,30 \text{ €/ha}; 154,30 \text{ €/ha} \times 1,167 = 180,07 \text{ €/ha}$$

$$20.602 \text{ km}^2 / 100 = 206,02 \text{ €/ha}; 206,02 \text{ €/ha} \times 1,167 = 240,43 \text{ €/ha}$$

5.1.4.2 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Nel progetto è prevista la piantumazione di specie mellifere lungo la siepe perimetrale e di essenze mellifere nel mix di sementi previsti nel prato stabile di leguminose. In relazione all'inserimento delle specie vegetali mellifere si può supporre che, con la realizzazione del progetto, il valore del servizio ecosistemico considerato rimanga invariato (240,43 €/ha).

Considerando una perdita di suolo pari a 3,11 ha, che corrisponde alla superficie sottratta alla produzione agricola a causa della presenza di aree impermeabilizzate o semi-impermeabilizzate, si può considerare una perdita di valore economico legato all'impollinazione per il cui calcolo si considera cautelativamente il valore massimo di valorizzazione economica:

$$240,43 \text{ €/ha} \times 3,11 \text{ ha} = 747,74 \text{ € per anno.}$$

5.1.5 Regolazione del Microclima

Alcuni studi hanno dimostrato che la realizzazione di un impianto fotovoltaico in un'area genera una variazione stagionale del microclima tra le aree al di sotto dei moduli fotovoltaici e le aree tra le stringhe dei moduli fotovoltaici. In particolare, uno studio molto interessante sull'argomento è quello pubblicato su *Environmental Research Letter*, Volume 11, Numero 7 del 13 luglio 2016: "Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling" (Armstrong, Ostle, & Whitaker, 2016). Lo studio è stato condotto su un impianto fotovoltaico, il Westmill Solar Park situato nel sud del Regno Unito vicino a Watchfield, al confine tra Wiltshire e Oxfordshire, appena fuori dalla

A420. Il sito ha una capacità elettrica di 5 MW con 36 stringhe (per un totale di più di 20000 pannelli fotovoltaici) che coprono 12,1 ha, con ingombro dell'area sotto i pannelli fotovoltaici di 2,9 ettari. L'area prima della costruzione dell'impianto fotovoltaico era coltivata a seminativo.

Al fine di investigare gli effetti di un parco solare sul microclima e sui processi dell'ecosistema, sono state misurate la temperatura del suolo e dell'aria, la vegetazione e le emissioni di gas serra al di sotto, tra i moduli fotovoltaici e in un'area di controllo per un intero anno. I risultati dello studio mostrano come la presenza delle stringhe PV abbia causato variazioni stagionali e diurne nel microclima dell'aria e del suolo.

In particolare, durante l'estate si è osservato un raffreddamento fino a un massimo di $-5,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ (media giornaliera) con valori massimi e minimi di diminuzione (media giornaliera) compresi tra $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $7,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, rispetto agli spazi vuoti e alle aree di controllo. Inoltre, la variazione giornaliera della temperatura dell'aria era inferiore sotto i pannelli, pertanto, sono state registrate temperature minime più alte (fino a $+2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$) e massime più basse (fino a $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$). Queste tendenze opposte, tuttavia, non hanno prodotto differenze significative nella temperatura media giornaliera dell'aria, anche se ovviamente nel periodo caldo (aprile-settembre) l'aria era costantemente più fresca sotto i pannelli durante il giorno e più calda la notte.

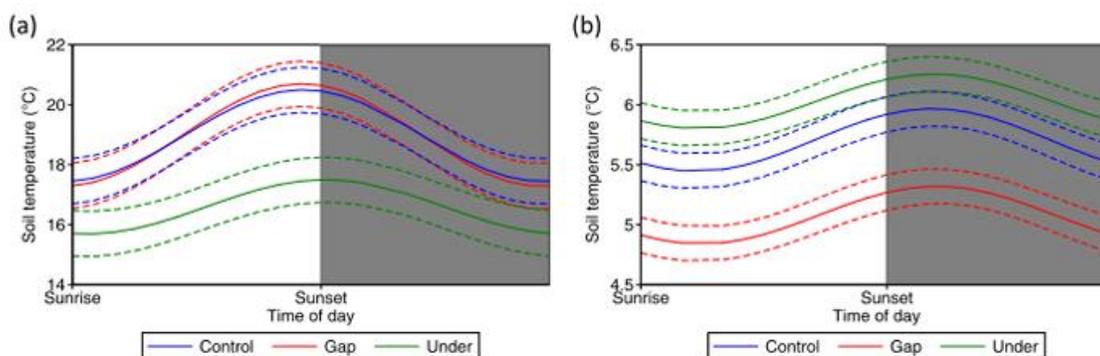


FIGURA 10 – TEMPERATURA DEL SUOLO DURANTE IL PERIODO ESTIVO (A) E INVERNALE (B)

Al contrario, durante il periodo invernale il suolo nelle aree vuote era, in media, più freddo di $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ rispetto alle aree di controllo e alle aree con presenza di pannelli, lungo l'intero ciclo giornaliero.

Anche la temperatura dell'aria nelle aree vuote era significativamente più fresca (fino a $2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) durante il giorno, ma non durante la notte, rispetto alle aree di controllo e alle aree trattate. Inoltre, la variazione diurna sia della temperatura che dell'umidità durante l'estate si dimostra essere ridotta sotto gli array PV. Si è così scoperto che la gestione del microclima spiegava le differenze nella biomassa delle piante sopra il suolo e nella diversità delle specie, entrambe inferiori sotto gli array PV. Anche la fotosintesi e lo scambio netto di ecosistemi in primavera e inverno si sono rivelati essere inferiori sotto

gli array PV, quindi dipendenti da metriche di microclima, suolo e vegetazione. Questi dati non sono certamente applicabili al clima in cui si sviluppa l'impianto oggetto dello Studio d'Impatto Ambientale, ma possono rappresentare un punto di partenza per comprendere gli effetti dei parchi solari in altri climi e fornire evidenze per supportare l'ottimizzazione della progettazione e della gestione dei parchi solari in modo da massimizzare i servizi ecosistemici forniti dall'installazione degli impianti Agrovoltaici.

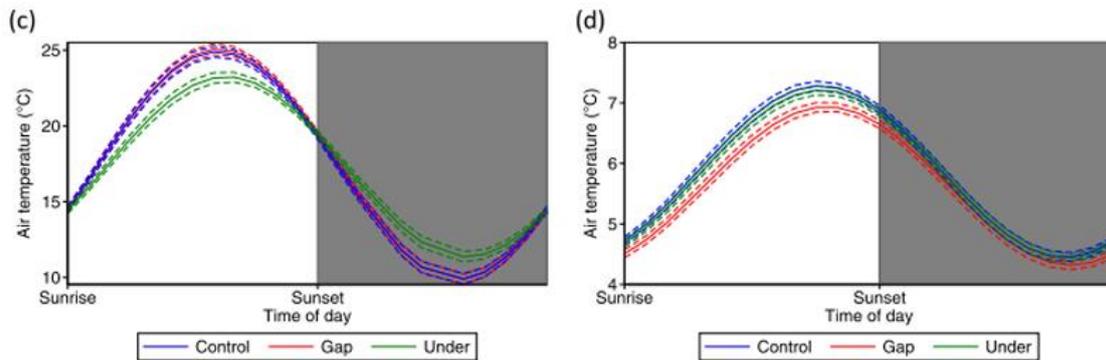


FIGURA 11 – TEMPERATURA DEL SUOLO DURANTE IL PERIODO ESTIVO (C) E INVERNALE (D)

In definitiva, lo studio dimostra, per la prima volta, la validità dell'ipotesi di variazione climatica stagionale che si registra nelle aree tra e sotto i pannelli. Le variazioni di temperatura aria/soilo evidenziati avranno, inoltre, sicuramente degli impatti diretti e indiretti sui processi pianta/soilo con relative conseguenze sulla crescita (anche positive) ma, per quanto riguarda le variazioni del microclima e il potenziale impatto sulla salute umana derivante dal progetto in esame possiamo concludere quanto segue:

- come sottolineato nello Studio sopra richiamato la temperatura media giornaliera dell'aria non subisce variazioni significative e quindi gli effetti microclimatici non possono avere conseguenze sulla temperatura dell'aria nell'intorno dell'impianto fotovoltaico. In altri termini le variazioni di temperatura restano confinate all'interno dell'aria di impianto.
- benché l'area di impianto sia relativamente estesa (circa 54,75 ha), è evidente che su scala territoriale resta comunque un'area di piccola estensione e quindi non può in alcun modo influenzare il clima di un'intera area geografica, considerando anche il fatto che l'intera estensione dell'impianto è in realtà frammentata in più lotti;
- l'area di impianto si colloca in una zona esposta ai venti durante l'intero anno solare. Il vento produce effetti di "miscelazione" di aria più calda ed aria più fredda, mitigando di fatto le differenze di temperatura.
- l'area in cui è prevista la realizzazione dell'impianto è un'area rurale in cui non si riscontra la presenza di abitazioni, ma eventualmente di aziende agricole e in cui, quindi, la

presenza dell'uomo è saltuaria; pertanto, l'attesa variazione del microclima non genera effetti sulle attività e la salute dell'uomo.

- l'impianto agrivoltaico è realizzato con inseguitori monoassiali, che si muovono nel corso della giornata con lo scopo di mantenere i moduli per quanto più possibile perpendicolari alla direzione dei raggi solari, questo fa sì che le zone d'ombra al di sotto dei moduli non siano sempre le stesse, attenuando in tal modo i gradienti di temperatura e consentendo che i raggi solari raggiungano la quasi totalità della superficie al di sotto dei pannelli.

In definitiva possiamo concludere che gli effetti delle variazioni di temperatura dell'aria al di sotto dei moduli e quelle al di sopra o tra i moduli, è un effetto che ha conseguenze che restano comunque confinate all'area di impianto, non ha effetti territoriali più estesi e non ha effetti sulle attività e sulla salute dell'uomo. L'impatto si può considerare, pertanto, ridotto ed assolutamente reversibile a fine vita utile dell'impianto.

5.1.6 Rimozione di Particolato e Ozono

Tra i servizi ecosistemici di regolazione un ruolo importante riguarda il miglioramento della qualità dell'aria. Attualmente, l'esposizione a inquinanti atmosferici è il principale fattore di rischio ambientale in Europa (EEA, 2014). In tale contesto, per l'Italia si stima il maggior numero di morti premature da inquinanti atmosferici (8.440; EEA, 2015). Il servizio ecosistemico è stimato attraverso la rimozione di due inquinanti atmosferici, particolato atmosferico (PM₁₀) e ozono troposferico (O₃), da parte degli ecosistemi forestali per l'intero territorio nazionale. Gli ecosistemi forestali, per l'elevato rapporto superficie fogliare/volume, contribuiscono in modo rilevante al processo di rimozione di inquinanti dall'atmosfera, in particolare grazie alla capacità di assorbimento fogliare di O₃ e di adsorbimento di PM₁₀.

5.1.6.1 VALUTAZIONE ECONOMICA

La valutazione monetaria considera i valori di esternalità (costo per tonnellata) dell'inquinamento da PM₁₀ e da O₃. Tali valori corrispondono al costo per la società del danno causato dall'inquinamento alla salute umana e all'ambiente. Applicando le esternalità stimate per il territorio italiano, in termini di anni di vita persa (VOLY), più conservativo, e in termini del valore statistico di una vita (VSL), è possibile calcolare l'ammontare monetario relativo alla mancata rimozione dei due inquinanti.

Il Report 2018 stima valori compresi tra 284,9 e 910 €/ha per il PM₁₀ e tra i 234,9 e 693,7 €/ha per O₃ (ISPRA, 2018 p. 21)

5.1.6.2 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Considerando l'area geografica riferita al progetto in esame (es. Sardegna), questa non è sicuramente tra le aree più inquinate del paese, possiamo quindi attestarci sui valori più bassi per entrambi i parametri e moltiplicarli per gli ettari di terreno privi di vegetazione naturale a seguito della realizzazione del progetto (aree impermeabilizzate o semi impermeabilizzate).

285 €/ha anno x 3,11 ha = 686,85 €/anno per Il PM₁₀

235 €/ha anno x 3,11 ha = 566,35 €/anno per l'O₃

Complessivamente 1.253,20 €/anno.

5.1.7 Protezione dall'Erosione

L'erosione del suolo è un fenomeno naturale che, attraverso l'asportazione della parte superficiale del terreno ricca di sostanza organica, contribuisce al modellamento della superficie terrestre. L'entità di questo fenomeno dipende da vari fattori, tra cui le caratteristiche geologiche, pedologiche, morfologiche e vegetazionali specifiche del territorio, dalle condizioni climatiche alle quali esso è soggetto.

Per quanto il fenomeno dell'erosione sia un processo naturale, questo può subire un'accelerazione a causa di alcune attività antropiche, prevalentemente agricole, e dei processi di degrado del suolo, che asportano la copertura vegetale ed espongono il suolo all'azione degli agenti erosivi, rappresentati, alle nostre latitudini, principalmente dalle precipitazioni meteoriche e dalle acque di scorrimento superficiale. L'erosione della parte superficiale del suolo comporta la perdita della parte più ricca di sostanza organica, con una riduzione anche rilevante della produttività e nei casi di suoli poco profondi anche la perdita irreversibile dell'intero strato coltivabile.

Secondo le stime effettuate dal Joint Research Centre della Commissione Europea, la superficie interessata dal fenomeno nell'UE-27 risulta pari a 1,3 milioni di km², il 20% dei quali subisce una perdita di suolo superiore a 10 t/ha/anno. Tra i 28 Stati Membri, l'Italia presenta il tasso di perdita di suolo più alto con valori medi di 8,46 t/ha/anno, spiegabili con le elevate pendenze del nostro territorio associate ad alti valori nell'erosività delle piogge, conseguenza di precipitazioni intense e concentrate in particolare a seguito di lunghi periodi siccitosi. Altri modelli indicano che il 30% del territorio nazionale presenta una perdita di suolo superiore a 10 tonnellate ad ettaro l'anno.

Ci sono diverse stime del valore di tonnellate di perdita di suolo per ettaro riferite al territorio italiano

- 6,50-7 ton/ettaro per anno (progetto SIAS)

- 8,77 ton/ettaro per anno (progetto RUSLE della UE)
- 10 ton/ettaro per anno (ISPRA 2013)

Nonostante l'area di progetto sia collocata in un territorio prevalentemente sub-pianeggiante, per la limitazione delle aree effettivamente impermeabilizzate o semi impermeabilizzate, in maniera cautelativa consideriamo il valore più alto di perdita di suolo per erosione 10 t/ha/anno.

5.1.7.1 VALUTAZIONE ECONOMICA

Per quanto riguarda la valutazione economica del servizio ecosistemico vi sono diverse opzioni disponibili. L'analisi degli studi in letteratura sull'erosione, mostra che i valori economici considerati sono molto variabili per entità e tipologia. Per l'edizione del 2018, sulla base delle considerazioni sopra esposte, la valutazione economica riporta un aggiornamento del costo di riferimento da dati di letteratura di 8.94 - 95.53 €/t al 2003, che rivalutato al 2023, tramite il coefficiente di rivalutazione ISTAT (<https://rivaluta.istat.it/>), porta a valori compresi tra 13,02 e 171,23 €/t (ISPRA, 2018 p. 24-30)

Per il progetto in esame andremo a considerare, in maniera cautelativa, un valore medio alto di 105 €/t. Tale valore riportato alla superficie è pari a:

$$105 \text{ €/t} \times 10 \text{ t/ha} = 1.050 \text{ €/ha per anno}$$

5.1.7.2 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Con riferimento alle caratteristiche progettuali, considerando dal punto di vista vegetazionale la coltivazione di un prato polifita nella fase di esercizio che contribuirà a mantenere in buone condizioni lo strato di terreno vegetale e preservarlo dall'erosione e la realizzazione di strade e cabine con l'asportazione della parte superficiale costituita da terreno vegetale e la successiva impermeabilizzazione anche parziale (in corrispondenza delle strade) che costituisce l'attività antropica che comporta processi di degrado del suolo. Sulla base di queste osservazioni possiamo sicuramente affermare che confrontando le condizioni ante operam e post operam nel Progetto in esame, la perdita del servizio ecosistemico, che dipende come detto dalla capacità protettiva del terreno vegetale, è limitata alle aree interessate dalle cabine elettriche, dalle strade interne e dalle piazzole. Nel complesso l'area può essere considerata semi-impermeabilizzata per una superficie pari a 3,11 ha.

Pertanto, il mancato servizio ecosistemico (costo esterno) relativo all'erosione ha per il progetto in esame è pari a:

$$1.050 \text{ €/ha per anno} \times 3,11 \text{ ha} = 3.265,5 \text{ €/anno}$$

5.1.8 Regolazione del Regime Idrico (Infiltrazione)

L'infiltrazione dell'acqua nel suolo e nel sottosuolo è uno degli elementi base dell'offerta del servizio di regolazione del deflusso superficiale e del servizio di approvvigionamento di acqua dolce, esso riguarda la disponibilità di acqua nel suolo e la ricarica delle falde e quindi la costituzione di una riserva di acqua dolce per piante ed esseri umani.

La riserva di acqua nello strato superficiale del suolo, considerato come costituito dai primi 100 cm, è funzione di diverse caratteristiche, come ad esempio la tessitura, il contenuto di carbonio organico, la densità apparente, la porosità, la frazione volumetrica di materiale solido, mentre l'infiltrazione profonda dipende anche dalle condizioni di umidità iniziale, dalla durata e dall'intensità della pioggia, oltre che dalle caratteristiche del suolo, essenzialmente, conducibilità idraulica a saturazione, capillarità e condizioni di saturazione del terreno.

Il valore di questi parametri è fortemente dipendente dalle condizioni locali, e non è disponibile un dato per l'intero territorio nazionale. Anche l'associazione di valori medi, per tipologia di copertura del suolo, per tipologia di complesso idrogeologico e di condizioni di uso, è piuttosto complessa.

5.1.8.1 VALUTAZIONE ECONOMICA

Nel Rapporto 2018 viene utilizzato un modello idrologico in grado di fornire, in maniera distribuita, i valori delle principali grandezze del bilancio idrologico sul territorio nazionale, per verificare gli effetti prodotti dall'incremento di consumo di suolo nel periodo 2012-2017 in termini di aumento del deflusso superficiale e relativa diminuzione dell'infiltrazione. Il modello di bilancio denominato BIGBANG – Bilancio Idrologico GIS BAsed a scala Nazionale su Griglia regolare (versione Bigbang 1.0) è sviluppato da ISPRA e fornisce la stima delle grandezze idrologiche precipitazione totale, evapotraspirazione reale, ricarica degli acquiferi o infiltrazione e ruscellamento superficiale, su una maglia di risoluzione di 1 km che ricopre l'intero territorio nazionale e per ciascun mese. Attualmente sono disponibili le stime delle grandezze idrologiche per un ventennio a partire dal 1996 al 2015.

L'equazione generale su cui si basa il BIGBANG è la seguente:

$$P - E = R + G + \Delta V$$

dove **P** è la precipitazione totale, **E** è l'evapotraspirazione reale, **R** è il deflusso superficiale, **G** è la ricarica nelle acque sotterranee e **ΔV** è la variazione del contenuto d'acqua nel suolo.

La valutazione qualitativa della formula sopra riporta dimostra in sintesi che il servizio ecosistemico dell'infiltrazione dipende dalle precipitazioni al netto di:

- evapotraspirazione (che a sua volta dipende dalle temperature medie locali)

- deflusso superficiale

È evidente che aree impermeabilizzate o semi impermeabilizzate favoriscono il deflusso superficiale delle acque e quindi diminuiscono il valore di questo servizio ecosistemico. Pertanto, ancora una volta il costo esterno sarà legato alla quantità di superfici impermeabilizzate post operam.

I valori economici di questo servizio ecosistemico sono riferiti ai costi del servizio di regolazione, determinato a sua volta dalla valutazione delle opere di difesa idraulica in Italia, dovuti al deflusso superficiale causato dalla impermeabilizzazione dei terreni. Per il 2018 l'intervallo di valori è considerato tra 7,5 e 8,74 €/m³/anno. Tali valori attualizzati ad aprile 2023 determinano valori compresi tra **8,75 e 10,20 €/m³ per anno** (coefficiente di rivalutazione ISTAT pari a 1,167) (ISPRA, 2018 p. 30-32).

5.1.8.2 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Considerando che le precipitazioni medie annue nell'area di progetto sono comprese tra 650 e 750 mm (fonte Climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010 - ARPAS, ISPRA 2020), abbiamo i seguenti valori riportati all'unità di superficie.

$$650 \text{ mm} \times 10.000 \text{ m}^2 = 0,65 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2 = 6.500 \text{ m}^3$$

$$750 \text{ mm} \times 10.000 \text{ m}^2 = 0,75 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2 = 7.500 \text{ m}^3$$

Ovvero su un ettaro di terreno nelle aree di progetto "piovono" ogni anno 6.500-7.500 m³ di acqua.

La quota di infiltrazione al netto di evapotraspirazione e deflusso superficiale, si può stimare in maniera largamente conservativa nel 70% dell'acqua proveniente dalle precipitazioni. Pertanto, per ogni ettaro di terreno la quantità di acqua infiltrata varia tra 4.550-5.250 m³.

La perdita del servizio ecosistemico, che dipende come detto dalla capacità di infiltrazione del terreno, è limitata, per il progetto in esame, alle aree impermeabilizzate che hanno superficie complessiva di 3,11 ha.

Dal momento che tra tali aree quelle destinate a viabilità e piazzali, di fatto la maggior parte, saranno realizzate in terra battuta e stabilizzato e dunque non totalmente impermeabilizzate, possiamo considerare la valutazione economica minima proposta da ISPRA di 8,75 €/m³. Il costo esterno correlato alla perdita di servizio ecosistemico capacità di infiltrazione del terreno per l'impianto in progetto è pertanto pari a:

$$5.250 \text{ m}^3/\text{ha per anno} \times 3,11 \text{ ha} \times 8,75 \text{ €/m}^3 = 142.865,63 \text{ €/anno}$$

5.1.9 Regolazione del Regime Idrico (Disponibilità di Acqua)

La disponibilità di acqua a fini idropotabili, agricoli e produttivi è uno dei principali fattori di benessere e si appresta a diventare un elemento di criticità anche per alcune parti dell'Europa, in particolare il sud del Mediterraneo a causa degli effetti dei cambiamenti climatici e del degrado del suolo. Alcuni autori fanno riferimento al water retention index (dimensionless, between 0-10) come indicatore della capacità di regolazione delle acque, che tiene conto della capacità di stoccaggio e ritenzione dell'acqua da parte del suolo e del sottosuolo, nonché della influenza del grado di permeabilità e di pendenza. Secondo queste analisi la capacità di ritenzione europea è rimasta sostanzialmente costante tra il 2000 e il 2010, mentre l'estrazione di acqua, sempre a scala europea, per industria agricoltura e usi civili, è diminuita del 5.6 % tra il 2000 al 2010, passando a 184 miliardi di m³ per anno.

Il servizio ecosistemico di regolazione del regime idrologico dipende essenzialmente dalla capacità dei bacini di resilienza agli eventi estremi ed alla siccità, che dipende a sua volta nella capacità di ritenzione dell'acqua e di riduzione del deflusso dei terreni non artificializzati.

Il *Rapporto 2018* per la definizione del servizio ecosistemico di approvvigionamento di acqua dolce fa proprio riferimento alla diminuzione della capacità di ricarica delle falde determinata dal consumo e relativa impermeabilizzazione del suolo.

5.1.9.1 VALUTAZIONE ECONOMICA

La valutazione economica, considera i costi ambientali generati dal degrado delle funzionalità ecosistemiche, e si basa sulla valutazione del costo di realizzazione delle opere idrauliche di accumulo o di ingegneria idraulica finalizzati a proteggere o aumentare la ricarica della falda (ISPRA, 2018 p. 32-35)

Per il *Rapporto 2018* la valutazione economica al 2015 è compresa tra 0,03-0,07 €/m³, attualizzati ad aprile 2023 a 0,04 - 0,08 €/m³ (coefficiente di rivalutazione ISTAT pari a 1,191).

5.1.9.2 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Considerando che le precipitazioni medie annue nell'area di progetto sono comprese tra 550 e 650 mm (fonte Climatologia della Sardegna per il trentennio 1981-2010 - ARPAS, ISPRA 2020), abbiamo i seguenti valori riportati all'unità di superficie.

$$650 \text{ mm} \times 10.000 \text{ m}^2 = 0,65 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2 = 6.500 \text{ m}^3$$

$$750 \text{ mm} \times 10.000 \text{ m}^2 = 0,75 \text{ m} \times 10.000 \text{ m}^2 = 7.500 \text{ m}^3$$

Ovvero su un ettaro di terreno nelle aree di progetto "piovono" ogni anno 6.500-7.500 m³ di acqua.

La quota di infiltrazione al netto di evapotraspirazione e deflusso superficiale, si può stimare in maniera largamente conservativa nel 70% dell'acqua proveniente dalle precipitazioni. Pertanto, per ogni ettaro di terreno la quantità di acqua infiltrata varia tra 4.550-5.250 m³.

Per quanto attiene la valutazione economica faremo riferimento al valore medio stimato dal *Rapporto 2018* (media aritmetica tra valore massimo e valore minimo, pari a 0,06 €/m³). Pertanto, avremo:

$$5.250 \text{ m}^3/\text{ha per anno} \times 3,11 \text{ ha} \times 0,06 \text{ €/m}^3 = 979,65 \text{ €/anno}$$

5.1.10 Purificazione dell'Acqua dai Contaminanti

L'acqua che si infiltra nel suolo subisce un processo di "purificazione" attraverso processi biochimici svolti dalla parte minerale del suolo, e ancor più dalla sua componente biologica. La capacità depurativa è funzione non solo delle proprietà del suolo, quali la capacità di scambio cationico del suolo (cioè la sua "attività" fisico-chimica), il suo contenuto in sostanza organica, la reazione (pH) e la sua profondità, ma è legata anche al clima, alle pratiche di gestione, e agli input in termini di carico di nutrienti e inquinanti presenti nell'acqua, quali, ad esempio, i fertilizzanti.

Ecosistemi come le foreste e le zone umide contribuiscono considerevolmente a migliorare la qualità delle risorse idriche. La vegetazione e il suolo, infatti, hanno la capacità di assorbire e quindi rimuovere inquinanti e nutrienti dell'acqua e di ridurre la velocità al fine di regolarne l'infiltrazione nel suolo. Di conseguenza la sottrazione di superfici permeabili e l'alterazione delle capacità depurative determinate dalla artificializzazione dei suoli, produce una diminuzione del servizio ecosistemico di regolazione offerto dal suolo. Il principale fattore è l'impermeabilizzazione, che costituisce una perdita irreversibile della capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo nelle aree impermeabili con la conseguenza che il carico di inquinanti già presente nelle acque non viene ridotto dall'infiltrazione e finisce nei corsi d'acqua superficiali.

L'impermeabilizzazione, pertanto, rappresenta il danno più estremo anche per il servizio di purificazione. A ciò si aggiunge la riduzione della capacità di depurazione nei suoli degradati da altre forme di consumo di suolo, quali la compattazione, il degrado delle caratteristiche strutturali, i danni alla biodiversità del suolo. Il servizio offerto dal suolo, in termini quantitativi di rimozione di contaminanti, dipende anche dal tipo di carico che viene apportato alle superfici di ciascun bacino, anche se fino ad un certo punto.

Poiché la principale fonte di contaminazione nelle acque è rappresentata da azoto e fosforo provenienti dalla fertilizzazione delle aree agricole, la maggior parte delle valutazioni del servizio ecosistemico si basano sulla quantificazione dell'azoto e fosforo rimossi dalle acque.

5.1.10.1 VALUTAZIONE ECONOMICA

Per quanto riguarda i parametri economici, la maggior parte degli studi considera il costo di sostituzione, come spesso accade per i servizi di regolazione.

La valutazione economica definita nel *Rapporto 2018* prende in considerazione la capacità naturale di attenuazione dei suoli, intendendo con questo la quantità di azoto rimosso per filtraggio e decontaminazione. La valutazione economica farà riferimento ad una meta analisi recente (ISPRA, 2018 p. 35-38) I valori economici corrispondono a 18,31 – 4.884,7 €/ha per anno al 2015, che attualizzati ad aprile 2023 sono **21,81 – 5.817,68 €/ha per anno** (coefficiente di rivalutazione ISTAT pari a 1,191).

5.1.10.2 VALUTAZIONE ECONOMICA PER IL PROGETTO IN ESAME

Dal momento che il carico di azoto presente nelle aree di progetto non presenta valori fuori dalla norma e non sono presenti zone "ZVN" (Zone Vulnerabili ai Nitrati di origine agricola) si può assumere un valore del servizio ecosistemico di purificazione medio che, in maniera cautelativa considereremo medio alto, pari a **3.000 €/ha per anno**, rispetto al valore massimo e minimo del *Rapporto 2018*.

Il costo esterno generato dalla mancanza di tale servizio ecosistemico è ovviamente riferito alle superfici impermeabilizzate o semi impermeabilizzate (strade interne) in cui si ha perdita di naturalità del terreno, e quindi:

$$3.000 \text{ €/ha per anno} \times 3,11 \text{ ha} = 9.330,00 \text{ €/anno}$$

5.2 Impatto visivo e costo della disponibilità a pagare

Tra le diverse metodologie sviluppate per determinare il valore monetario (€/ha) di un paesaggio, quello scelto è il CVM (*Contingent Valuation Method*) il metodo della valutazione contingente. Il CVM è ragionevolmente il metodo più attendibile per quantificare in denaro il danno arrecato ad alcune categorie di beni ambientali. Essendo il paesaggio un bene non commerciabile, il suo valore monetario non può essere osservato e quindi non è disponibile da fonti statistiche tradizionali. La letteratura, quindi, applica molto spesso un approccio di preferenza dichiarata SP (*Stated Preference*), utilizzando metodi basati su sondaggi per scoprire la **disponibilità a pagare (WTP - Willingness To Pay)** della società. Il principio alla base della SP si basa sulla creazione di un'ipotetica situazione di mercato per il paesaggio. Agli individui intervistati viene chiesto di rendere pubblica la loro WTP per il paesaggio in quella ipotetica situazione di mercato. Esistono due tipi di valutazione per preferenza dichiarata, la CE (*choise experiments*) e la CVM (*Contingent Valuation Method*). La differenza sostanziale tra i due approcci è che la CVM valorizza un particolare bene pubblico nella sua interezza e tende a fornire informazioni sulle preferenze dell'intero bene piuttosto che su uno specifico aspetto o caratteristica. Al contrario, la CE scompone il bene in attributi e fornisce valori di preferenza sugli attributi stessi. Dallo studio europeo "*The Value of EU agricultural Landscape*" è stato possibile ricavare la tabella relativa al costo medio per ettaro riferito all'Italia per l'anno 2009 (Ciaian, et al., 2011).

TABELLA 11 – VALORE DI PRATI, COLTURE PERMANENTI E TERRENI ARABILI (€/HA/ANNO) AL 2009

Table 7: The estimated value per hectare WTP for grassland and permanent crops and arable land (€/ha/year in 2009 prices)

	Grassland and permanent crops									Arable land								
	1991			2000			2009			1991			2000			2009		
	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
Belgium	427	497	706	546	677	1097	620	786	1322	275	312	378	380	422	523	434	489	630
Bulgaria	0.1	1	3	1	3	8	5	11	20	0.04	1	2	0.4	2	6	2	7	15
Czech R.	3	9	19	18	30	49	74	87	114	1	6	14	9	20	36	39	56	85
Denmark	163	194	328	219	281	541	236	306	600	109	121	156	153	174	258	165	189	286
Germany	326	386	590	385	471	772	377	456	734	215	241	281	265	293	368	256	285	350
Estonia	2	6	12	6	11	20	23	30	42	1	4	9	3	7	15	11	19	31
Ireland	25	28	33	77	91	158	106	129	234	15	18	25	51	57	75	73	80	111
Greece	40	48	65	60	69	85	148	164	210	20	31	48	34	44	64	89	104	133
Spain	46	52	62	70	78	93	116	130	177	28	33	46	42	49	66	71	82	101
France	122	139	203	152	175	276	141	164	265	77	87	103	98	109	131	92	102	126
Italy	212	241	351	240	273	398	287	331	482	134	151	180	151	171	204	184	207	247
Cyprus	82	97	130	173	195	228	343	382	497	41	62	97	104	124	170	209	241	308
Latvia	2	5	10	4	9	17	12	19	29	1	3	7	2	6	13	6	12	22
Lithuania	1	4	8	2	6	11	11	18	28	1	3	6	1	4	8	5	11	21
Luxembourg	317	407	761	582	892	2238	884	1510	4317	222	252	363	407	543	1066	623	910	2057
Hungary	3	8	16	9	17	29	22	31	46	1	5	12	4	11	22	11	20	34
Malta	320	441	663	913	1059	1398	1094	1259	1619	152	284	495	472	676	1044	587	802	1209
Netherlands	453	528	750	648	824	1394	764	1003	1795	292	331	402	453	512	664	534	622	855
Austria	155	177	268	200	239	399	238	291	502	99	111	129	134	149	190	164	181	239
Poland	2	6	13	10	20	34	24	36	56	1	4	10	5	13	25	11	23	42
Portugal	40	50	70	79	91	113	94	108	131	19	32	52	44	58	84	54	68	97
Romania	0	2	6	1	4	9	6	13	24	0	1	4	0	2	6	3	9	18
Slovenia	20	31	49	96	112	147	168	190	222	9	20	36	50	72	110	101	120	166
Slovakia	2	6	13	7	16	30	59	70	95	1	4	10	3	11	22	28	45	71
Finland	158	185	302	193	229	379	201	243	413	104	116	144	129	143	181	137	151	197
Sweden	248	312	569	285	362	668	249	301	504	173	193	271	199	225	318	170	187	240
UK	180	200	267	321	399	688	243	279	407	109	126	158	225	248	328	155	175	208
EU	114	128	180	160	188	296	173	200	304	68	77	93	94	106	127	104	117	137

Per ottenere il valore monetario espresso in €/ha è stato sufficiente considerare la WTP pro capite annua (€/persona/anno), che varia per tipologia di terreno (prati, colture permanenti e seminativi) e Stato Membro (a causa della variazione del PIL pro capite) e moltiplicarla per la densità di popolazione (persone/ha) comprendendo gli individui dai 15 ai 75 anni di età. Attraverso il coefficiente di rivalutazione ISTAT (disponibile al link <https://rivaluta.istat.it/>) è stato possibile aggiornare il dato del 2009 ad aprile 2023. Il coefficiente è pari a 1,297.

WTP ITALIA 2009 (€/ha)					
GRASSLAND and PERMANENT CROPS			ARABLE LAND		
Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
287,00	331,00	482,00	184,00	207,00	247,00

Coefficiente di Rivalutazione ISTAT: **1,297**

WTP ITALIA RIVALUTATO 2023 (€/ha)					
GRASSLAND and PERMANENT CROPS			ARABLE LAND		
Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
372,24	429,31	625,15	238,65	268,48	320,36

Per il progetto in esame si considera il valore medio aggiornato al 2023 per colture permanenti e pascoli pari a 429,31 €/ha. L'area considerata è quella relativa a tutto il progetto, in quanto la percezione visiva dell'areale cambierà; risulta quindi:

$$429,31 \text{ €/ha per anno} \times 54,75 \text{ ha} = 23.504,72 \text{ €/anno}$$

5.3 Investimenti compensativi a favore del territorio

A fronte dei benefici globali prodotti dalla realizzazione di un impianto di produzione di energia da fonte rinnovabile (vedi paragrafi precedenti e relazioni specialistiche) bisogna considerare, d'altra parte, che i costi esterni sono sopportati soprattutto dalla Comunità e dall'area in cui sorge l'impianto, dal momento che gli impatti prodotti dall'impianto agrivoltaico sono esclusivamente locali.

Si presentano quindi le contropartite economiche del territorio a fronte dei costi esterni sostenuti.

- 1) Il Comune di Macomer, in cui è prevista l'installazione dell'impianto, percepirà in termini di IMU un introito annuale stimabile in circa (valori medi) 2.000,00 € per ogni ettaro occupato dall'impianto e quindi complessivamente:

$$54,75 \text{ ha} \times 2.000,00 \text{ €/ha} = 109.500,00 \text{ €/anno}$$

- 2) I proprietari dei terreni percepiranno mediamente 2.800,00 € per ogni ettaro occupato dall'impianto per la cessione del diritto di superficie, e quindi:

$$54,75 \text{ ha} \times 2.800,00 \text{ €/ha} = 153.300,00 \text{ €/anno}$$

- 3) L'attività di gestione e manutenzione dell'impianto è stimata essere di 8.000,00 €/MWp ogni anno. Assumendo cautelativamente che solo il 20% (1.600,00 €/MWp) sia appannaggio di imprese locali (sorveglianza, tagli del verde, piccole opere di manutenzione), si stima cautelativamente un ulteriore vantaggio economico per il territorio di:

$$24 \text{ MWp} \times 1.600,00 \text{ €/MWp} = 38.400,00 \text{ €/anno}$$

- 4) Per quanto concerne i costi di costruzione dell'impianto e delle relative opere di connessione si stima un costo di 659.318,43 €/MWp. Considerando, ancora in maniera conservativa, che il 20% (131.863,69 €/MWp) sia appannaggio di imprese locali, risulta complessivamente un introito di:

$$24 \text{ MWp} \times 131.863,69 \text{ €/MWp} = 3.164.728,48 \text{ €}$$

Tale importo viene allocato al cosiddetto anno zero, ovvero prima che l'impianto entri in esercizio.

- 5) Emissioni di CO2 evitate per la generazione di energia elettrica, grazie alla costruzione dell'impianto agrivoltaico, per maggiori dettagli fare riferimento al capitolo successivo.
- 6) Incremento della produzione agricola dovuta alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico rispetto alle condizioni ante operam, come riscontrabile in Tabella 1:

$$22.664,16 \text{ €/anno} - 7.257,71 \text{ €/anno} = 15.405,45 \text{ €/anno}$$

In definitiva risulta la seguente quantificazione **prudenziale** dei benefici locali

TABELLA 12 – RIASSUNTO ESTERNALITÀ POSITIVE IMPIANTO AGRIVOLTAICO

Esternalità positive ("ricavi")	Flusso di cassa annuale	Valore specifico	UdM
	€/anno		
1. IMU	109.500,00 €	2.000,00 €	€/ha
2. DDS	153.300,00 €	2.800,00 €	€/ha
3. O&M	38.400,00 €	1.600,00 €	€/MWp
4. Costi investimento aziende locali *	3.164.728,48 €	131.863,69 €	€/MWp*anno
5. Mancate emissioni CO ₂	1.467.376,53 €		Media su 30 anni
6. Incremento produzione agricola	15.406,45 €		

* N.B. Solo Anno 0

5.4 Emissioni evitate

Per quanto riguarda le emissioni di CO₂ evitate risultano, nell'arco dei 30 anni, i seguenti valori sia a livello quantitativo che a livello economico.

- Il fattore di conversione considerato è pari a 0,4455 kgCO₂/kWh (fonte: Rapporto ISPRA 363/2022: Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei)
- Il prezzo della CO₂ considerato è pari a 80,87 €/ton. (fonte prezzo CO₂ <https://www.sendeco2.com/it/prezzi-co2>).

Anno	Energia generata	CO ₂ risparmiata	Valore CO ₂
	MWh/anno	Ton/anno	80,87 €/ton
0	0	0	0,00 €
1	44404	19782	1.599.768,88 €
2	43516	19386	1.567.773,51 €
3	43298	19289	1.559.934,64 €
4	43082	19193	1.552.134,97 €
5	42866	19097	1.544.374,29 €
6	42652	19002	1.536.652,42 €
7	42439	18907	1.528.969,16 €
8	42227	18812	1.521.324,31 €

9	42016	18718	1.513.717,69 €
10	41805	18624	1.506.149,10 €
11	41596	18531	1.498.618,36 €
12	41388	18439	1.491.125,26 €
13	41181	18346	1.483.669,64 €
14	40976	18255	1.476.251,29 €
15	40771	18163	1.468.870,03 €
16	40567	18073	1.461.525,68 €
17	40364	17982	1.454.218,05 €
18	40162	17892	1.446.946,96 €
19	39961	17803	1.439.712,23 €
20	39762	17714	1.432.513,67 €
21	39563	17625	1.425.351,10 €
22	39365	17537	1.418.224,34 €
23	39168	17449	1.411.133,22 €
24	38972	17362	1.404.077,56 €
25	38777	17275	1.397.057,17 €
26	38584	17189	1.390.071,88 €
27	38391	17103	1.383.121,52 €
28	38199	17018	1.376.205,92 €
29	38008	16932	1.369.324,89 €
30	37818	16848	1.362.478,26 €
Totale	1.221.878 MWh	544.346 tonn CO₂	

TABELLA 13 – EMISSIONI CO₂ EVITATE E VALORIZZAZIONE ECONOMICA

5.5 Sintesi dei risultati

Tutti i valori associati ai mancati servizi ecosistemici e all'impatto visivo sono riassunti nella seguente tabella. Vengono indicati come esternalità negative perché percepite come tali dall'ambiente e dal punto di vista della popolazione locale.

TABELLA 14 – ELENCO MANCATI SERVIZI ECOSISTEMICI – VALORIZZAZIONE ECONOMICA

Esternalità negative ("COSTI")	Flusso di cassa annuale		Valore specifico
	€/anno		€/ha
1. Stoccaggio e sequestro di carbonio	34.777,58 €		11.182,50 €
2. Qualità degli habitat	1.888,73 €		607,31 €
3. Produzione di legname	- €		- €
4. Impollinazione	747,74 €		240,43 €
5. Regolazione del microclima	- €		- €
6. Rimozione particolato ed ozono	1.617,20 €		520,00 €
7. Protezione dall'erosione	3.265,50 €		1.050,00 €
8. Disponibilità di acqua	142.865,63 €		45.937,50 €
9. Regolazione del regime idrologico	979,65 €		315,00 €
10. Purificazione dell'acqua	9.330,00 €		3.000,00 €
11. WTP	23.504,72 €		429,31 €
TOTALE	218.976,74 €		63.282,05 €

Mentre di seguito si riportano tutte le esternalità positive legate al progetto.

TABELLA 15 – ELENCO ESTERNALITÀ POSITIVE – VALORIZZAZIONE ECONOMICA

Esternalità positive ("RICAVI")	Flusso di cassa annuale		Valore specifico	UdM
	€/anno			
1. IMU	109.500,00 €		2.000,00 €	€/ha
2. DDS	153.300,00 €		2.800,00 €	€/ha
3. O&M	38.400,00 €		1.600,00 €	€/MWp
4. Costi investimento aziende locali *	3.164.728,48 €		131.863,69 €	€/MWp
5. Mancate emissioni CO2	1.467.376,53 €		Media sui 30 anni	
6. Incremento produzione agricola	15.406,45 €			
TOTALE	4.948.711,46 €			

* N.B. Solo Anno 0

6. ANALISI DEI RISULTATI COSTI-BENEFICI

Nella tabella seguente vengono riassunte tutte le voci presentate nei capitoli precedenti: in particolare sono riportate le cosiddette esternalità positive (elencate in Tabella 15), che generano un beneficio quantificabile come un flusso di cassa positivo (ricavo) e le esternalità negative legate al consumo di suolo e ai mancati servizi ecosistemici (elencate in Tabella 14), che generano un costo quantificabile come un flusso di cassa negativo.

- Le esternalità negative annuali sono aumentate ogni anno dal valore di inflazione considerato (+3%)
- Per quanto riguarda le esternalità positive, solo i valori di IMU e O&M annuali vengono aumentati della stessa quantità, mentre si ipotizza in maniera conservativa (e a sfavore della proponente) di mantenere costanti i valori dei canoni di DDS, del prezzo della CO₂ e di avere tutti gli investimenti a favore delle aziende locali nell'anno di costruzione dell'impianto (anno 0)
- Il tasso di attualizzazione considerato è pari al 6%

Applicando ai flussi di cassa risultanti le formule e la metodologia riguardanti il VAN presentate nel capitolo 3.2, è possibile trarre le seguenti conclusioni.

TABELLA 16 – ANALISI FLUSSI ECONOMICI ESTERNALITÀ POSITIVE E NEGATIVE E VALORI CUMULATI

Anno	Energia generata MWh	CO ₂ risparmiata ton	Esternalità positive ("RICAVI") €	Esternalità negative ("COSTI") €	Flusso di cassa €	Flusso di cassa cumulato €
0	0	0	3.164.728,48 €	218.976,74 €	2.945.751,74 €	2.945.751,74 €
1	44404	19782	1.916.375,33 €	225.546,05 €	1.690.829,29 €	4.636.581,02 €
2	43516	19386	1.889.279,15 €	232.312,43 €	1.656.966,72 €	6.293.547,75 €
3	43298	19289	1.886.486,45 €	239.281,80 €	1.647.204,65 €	7.940.752,40 €
4	43082	19193	1.883.884,33 €	246.460,25 €	1.637.424,08 €	9.578.176,48 €
5	42866	19097	1.881.477,14 €	253.854,06 €	1.627.623,08 €	11.205.799,55 €
6	42652	19002	1.879.269,35 €	261.469,68 €	1.617.799,67 €	12.823.599,22 €
7	42439	18907	1.877.265,60 €	269.313,77 €	1.607.951,82 €	14.431.551,05 €
8	42227	18812	1.875.470,65 €	277.393,19 €	1.598.077,46 €	16.029.628,51 €
9	42016	18718	1.873.889,42 €	285.714,98 €	1.588.174,43 €	17.617.802,94 €
10	41805	18624	1.872.526,98 €	294.286,43 €	1.578.240,55 €	19.196.043,48 €
11	41596	18531	1.871.388,57 €	303.115,03 €	1.568.273,54 €	20.764.317,03 €
12	41388	18439	1.870.479,58 €	312.208,48 €	1.558.271,11 €	22.322.588,13 €
13	41181	18346	1.869.805,59 €	321.574,73 €	1.548.230,86 €	23.870.818,99 €
14	40976	18255	1.869.372,32 €	331.221,97 €	1.538.150,34 €	25.408.969,34 €
15	40771	18163	1.869.185,69 €	341.158,63 €	1.528.027,06 €	26.936.996,40 €
16	40567	18073	1.869.251,81 €	351.393,39 €	1.517.858,42 €	28.454.854,82 €

17	40364	17982	1.869.576,97 €	361.935,19 €	1.507.641,77 €	29.962.496,59 €
18	40162	17892	1.870.167,64 €	372.793,25 €	1.497.374,40 €	31.459.870,99 €
19	39961	17803	1.871.030,53 €	383.977,05 €	1.487.053,48 €	32.946.924,47 €
20	39762	17714	1.872.172,52 €	395.496,36 €	1.476.676,16 €	34.423.600,63 €
21	39563	17625	1.873.600,71 €	407.361,25 €	1.466.239,47 €	35.889.840,09 €
22	39365	17537	1.875.322,45 €	419.582,09 €	1.455.740,36 €	37.345.580,46 €
23	39168	17449	1.877.345,27 €	432.169,55 €	1.445.175,72 €	38.790.756,18 €
24	38972	17362	1.879.676,96 €	445.134,63 €	1.434.542,33 €	40.225.298,51 €
25	38777	17275	1.882.325,56 €	458.488,67 €	1.423.836,88 €	41.649.135,39 €
26	38584	17189	1.885.299,32 €	472.243,33 €	1.413.055,99 €	43.062.191,38 €
27	38391	17103	1.888.606,79 €	486.410,63 €	1.402.196,15 €	44.464.387,54 €
28	38199	17018	1.892.256,74 €	501.002,95 €	1.391.253,79 €	45.855.641,32 €
29	38008	16932	1.896.258,23 €	516.033,04 €	1.380.225,19 €	47.235.866,51 €
30	37818	16848	1.900.620,61 €	531.514,03 €	1.369.106,58 €	48.604.973,09 €
	1.221.877 MWh	544.346 ton CO₂				

Come anticipato in precedenza, l'alternativa "zero" prevede la possibilità di non realizzare l'opera e conservare lo stato dei luoghi, con conseguente assenza di benefici di carattere sociale, ambientale ed economico rispetto alla situazione vigente. Di conseguenza, se il progetto analizzato risulta avere un VAN positivo, tale intervento sarà da considerarsi più vantaggioso e quindi preferibile rispetto alla cosiddetta alternativa zero.

Come è facile osservare, i flussi di cassa anno per anno risultano essere positivi.

VANE
24.490.256,58 €

Il **VANE** risultante dal flusso di cassa economico appena presentato risulta essere pari a **24.490.256,58 €**, valore ampiamente positivo che giustifica anche dal punto di vista della comunità locale l'intervento proposto.

Non è invece possibile, né utile, calcolare il **TIRE** perché l'investimento genera flussi di cassa positivi per la collettività già all'anno 0, di conseguenza non è possibile computare questo parametro economico in quanto **non sono presenti flussi negativi dal punto di vista socio-economico** da cui rientrare. Infatti, gli impatti negativi generati dall'investimento sui servizi ecosistemici o sul consumo di suolo, per esempio, vengono compensati e superati dalle esternalità positive legate al progetto.

Riepilogando le analisi svolte finora, sia dal punto finanziario, sia dal punto di vista socio-economico e ambientale, appare evidente come l'investimento previsto per l'impianto agrivoltaico restituisca valori complessivamente positivi e quindi superiori rispetto all'alternativa "zero" o di "non azione".

7. INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Storymap di Enerland	4
Figura 2 – Inquadramento area di intervento su CTR in scala 1:5000	6
Figura 3 – Inquadramento area di intervento su IGM in scala 1:5000	7
Figura 4 – Fasi di valutazione di un progetto	18
Figura 5 – Struttura dell'analisi finanziaria	19
Figura 6 – Diagramma dei flussi di cassa cumulati e produzione energetica annuale.....	28
Figura 7 – Flussi di cassa cumulati (gialli negativi, verdi positivi) e tempo di ritorno dell'investimento	29
Figura 8 – Analisi di sensitività su VAN investimento	31
Figura 9 – Analisi di sensitività su TIR investimento	32
Figura 10 – Temperatura del suolo durante il periodo estivo (A) e invernale (B)	41
Figura 11 – Temperatura del suolo durante il periodo estivo (C) e invernale (d)	42

8. INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Tabella di sintesi dei requisiti richiesti dalle Linee guida MiTE 2022	11
Tabella 2 – Parametri finanziari	24
Tabella 3 – Parametri fiscali	26
Tabella 4 – Parametri di base dell'analisi finanziaria	26
Tabella 5 – Riassunto dati progettuali, costi e ricavi	27
Tabella 6 – Risultati analisi finanziaria	29
Tabella 7 – Valori di contenuto di carbonio per classe d'uso del suolo (SALLUSTIO ET AL. 2015) ...	35
Tabella 8 – Valori economici per tipologia di Habitat (ISPRA 2018).....	37
Tabella 9 – Calcolo della pst ante relativa all'area di progetto derivante dall'analisi dei fascicoli aziendali	39
Tabella 10 – Calcolo della PST Post intervento relativa all'area di progetto	39
Tabella 11 – Valore di prati, colture permanenti e terreni arabili (€/ha/anno) al 2009	51
Tabella 12 – Riassunto esternalità positive impianto agrivoltaico	54
Tabella 13 – Emissioni CO ₂ evitate e valorizzazione economica	55
Tabella 14 – Elenco mancati servizi ecosistemici – valorizzazione economica	56
Tabella 15 – Elenco esternalità positive – Valorizzazione economica	56
Tabella 16 – Analisi flussi economici esternalità positive e negative e valori cumulati.....	57

9. BIBLIOGRAFIA

ASSESSORATO REGIONALE DELLA SALUTE, Dip. Attività Sanitarie ed Osservatorio Epidemiolo e Serv. 9 - Sorveglianza ed Epidemiologia Valutativa. 2022. Analisi del contesto demografico e profilo di salute della popolazione siciliana. Palermo : s.n., dicembre 2022.

Autorità di Bacino Distretto Idrografico Sicilia. 2021. Piano di Gestione del Distretto Idrografico della Sicilia - 3° Ciclo di pianificazione (2021-2027). *Relazione Generale*. Palermo : s.n., dicembre 2021.

Autorità di Regolazione Energia Reti e Ambiente. 2008. Delibera EEN 03/08. *arera.it*. [Online] 1 aprile 2008. <https://www.arera.it/it/docs/08/003-08een.htm#>.

Ciaian, Pavel e Gomez y Paloma, Sergio. 2011. The Value of EU Agricultural Landscape. s.l., Lussemburgo : Publications Office of the European Union, 19 luglio 2011.

GSE, Gestore Servizi Energetici. 2022. ATLAIMPIANTI GSE. GSE. [Online] 2022. https://atla.gse.it/atlaimpianti/project/Atlaimpianti_Internet.html.

Guida all'analisi costi-benefici dei progetti d'investimento - Strumento di valutazione economica per la politica di coesione 2014-2020. Commissione Europea e Direzione generale di Politica regionale e urbana. 2014. Luxembourg : Publications Office of the European Union, 2014. p. 9-84, 265-297.

ISPRA. 2020. Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei. *Rapporti 317/2020*. Roma : Ispra, 2020. Vol. 317/2020, p. 29. 978-88-448-0992-8.

—. 2009. Manuali e Linee Guida. *Il Progetto Carta della Natura. Linee guida per la cartografia e la valutazione degli habitat alla scala 1:50.000*. Roma : ISPRA edizioni, 2009. 48/2009. ISBN 978-88-448-0381-0.

—. 2018. Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo. 2018.

ISPRAmbiente. 2019. *Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei*. Roma : Editore, 2019. p. 29.

—. 2019. *Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei*. Roma : Editore, 2019. p. 29.

Ministero della Transizione Ecologica e Dipartimento per l'Energia. 2022. *Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici*. Roma : s.n., 2022.

MITE, Dipartimento per l'Energia. giu 2022. *Linee guida in materia di Impianti Agrivoltaici*. Roma : s.n., giu 2022.

Regione Sicilia e ARPA Sicilia. 2018. Piano Regionale di Coordinamento per la Tutela della Qualità dell'Aria in Sicilia. Palermo : s.n., luglio 2018.

Regione Siciliana e Università degli Studi di Palermo SEBICEF. 2013. Piano Faunistico Venatorio della Regione Siciliana 2013-2018. [red.] Mario Lo Valvo. s.l. : Assessorato Regionale per le Risorse Agricole e Alimentari, 2013.

RICA e CREA. 2017. RICA - Produzione Standard (PS). *Produzione Standard della Regione Siciliana*. [Online] 2017. <https://rica.crea.gov.it/produzioni-standard-ps-210.php>.

SNPA. 2022. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2022. *Report SNPA 32 | 2022*. s.l. : ISPRA, luglio 2022. Vol. 32/2022.

Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. Armstrong, Alona, Ostle, Nicholas J. e Whitaker, Jeanette. 2016. 7, s.l. : IOP Publishing Ltd, 13 luglio 2016, *Environmental Research Letters*, Vol. 11.

vvi.regione.sicilia.it. 2022. vvi.regione.sicilia.it. [Online] 2022. [Riportato:] <https://vvi.regione.sicilia.it/map/viavas-oggetti.html?id=919>.

WHO, WMO e UNEP. 2003. *Climate Change and Human Health - Risks and Responses*. s.l. : World Health Organization, 2003.