



Impianto Agrivoltaico CEPPEO

progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico della potenza di 27,185MWp, sito in Rotello (CB)



Titolo:
Programma di
monitoraggio
ambientale

Il Proponente

Firma

CEPPETO SOLAR S.r.l.
Via Sant'Orsola n.3, 20123 Milano (MI) - C.F./P.IVA: 12923990969
GRUPPO:



Il progettista:

**STUDIO
MASC**



Questo documento è di proprietà esclusiva. E' proibita la riproduzione anche parziale e la cessione a terzi senza autorizzazione.

Firme e Revisioni

Rv	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
0	09.08.23	Relazione tecnico -descrittiva	<p>STUDIO MASC SOCIETA' COOPERATIVA Via Fratelli Lumire, 21 - 86147 Napoli Partita IVA: 10145081211</p>		

Codifica elaborato

Nome file	SIA-04
Formato	A4
Scala elaborato	
Revisione	Emissione

Sommario

1. PREMESSA.....	2
1.1 DATI GENERALI.....	3
2. SINTESI DEL PROGETTO.....	4
3. CRITERI PROGETTUALI.....	4
4. RIEPILOGO IMPATTI.....	9
5. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO AMBIENTALE.....	15
6. RISULTATI E RAPPORTI DI MONITORAGGIO.....	25

1. PREMESSA

Il presente Documento riporta le indicazioni relative al Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) inerente la realizzazione del Progetto Agrivoltaico Ceppeto.

Il PMA ha lo scopo di individuare e descrivere le attività di controllo che il proponente intende porre in essere in relazione agli aspetti ambientali più significativi dell'opera, per valutarne l'evoluzione. Questo documento è stato sviluppato tenendo in considerazione, laddove possibile e ragionevolmente applicabile, le linee guida redatte dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM), 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.

Il presente documento, laddove necessario, sarà aggiornato preliminarmente all'avvio dei lavori di costruzione, al fine di recepire le eventuali prescrizioni impartite dagli Enti competenti a conclusione della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale del Progetto.

1.1 DATI GENERALI

ID impianto: Agrivoltaico Ceppeto

Localizzazione: località Ceppeto - 86040 Rotello (CB)

Proponente: CEPPEO SOLAR S.r.l., gruppo IBERNORDIC

P.IVA: 12923990969

indirizzo: via Sant'Orsola n.3

cap-Comune: 20123 – Milano (MI)

Legale rappresentante: Luca Oliviero Leone

Codice fiscale: LNELLV62A01D969B

**Tecnico progettista – Project Manager: StudioMASC Soc.
Coop.**

P.Iva: 12923990969

indirizzo: via Fratelli Lumière n.20

cap-Comune: 80147 – Napoli (NA)

Tel: 081 18365653

Legale rappresentante:	Daniele Criscuolo	Giacomo Molisso	Adriano Spada	Ferdinando Ascione
Qualifica	Ingegnere per Ambiente e territorio	Pianificatore Territoriale Urbanistico e paesaggistico-ambientale	Pianificatore Territoriale Urbanistico e paesaggistico-ambientale	Geometra
Albo	Ingegneri della provincia di Napoli	Architetti, pianificatori, paesaggisti e conservatori provincia di Napoli	Architetti, pianificatori, paesaggisti e conservatori provincia di Napoli	Collegio Geometri e geometri laureati della provincia di Napoli
N° iscrizione	22168	13719	13718	

Tecnico progettista – Opere Elettriche

Professionista: Umberto Conte

Qualifica: Ingegnere Elettrico

P.Iva: 06034081213

Albo: Ingegneri Provincia di Napoli

N° iscrizione: 13814

2. SINTESI DEL PROGETTO

Il progetto agrivoltaico denominato “**Agrivoltaico Ceppeto**” è un progetto di agricoltura innovativa che si ispira a un nuovo modello di sviluppo sostenibile, derivato dall’applicazione delle linee guida Agrivoltaico, che combina la coltivazione delle superfici agricole con la produzione di energie rinnovabili, rispondendo alle esigenze ambientali, climatiche e di tutela dei territori rurali. Il progetto prevede il miglioramento fondiario di un’area di circa 46 Ha, ubicata nel Comune di Rotello (CB), tramite l’implementazione di un piano agronomico integrato con strutture fotovoltaiche ad inseguimento solare monoassiale (c.d. tracker). L’insieme dei moduli fotovoltaici supportati da queste strutture e opportunamente connessi, determinerà nel complesso una potenza di picco pari a 27.185 kWp. Le opere di connessione necessarie per il collegamento dell’impianto agrivoltaico alla RTN sono costituite da un cavidotto interrato a 36 kV di circa 3,5 km che collega l’impianto allo stallo arrivo produttore a 36 kV sul futuro ampliamento nella Stazione Elettrica (SE) a 380/150 kV della RTN denominata “Rotello”. Per le opere di connessione, il cavidotto interrato a 36 kV da collegare in antenna allo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta SE costituisce opera di utenza per la connessione mentre la nuova SE, incluso lo stallo, si configura come “Opere di Rete”. La nuova SE della RTN rappresenta una soluzione tecnica di connessione comune con altri produttori. Il produttore Star Molise S.r.l., costituendosi come capofila, si è fatto carico di redigere il progetto definitivo delle opere RTN suddette, impegnandosi a metterlo a disposizione e condivisone, per far sì che possa essere incluso e

integrato nei progetti degli altri produttori a fini autorizzativi. Il progetto definitivo delle Opere di Rete, sottoposto a benestare di Terna S.p.A, è parte integrante del progetto complessivo.



Figura 1 - Esempio di impianto agrivoltaico integrato con la coltivazione di grano

3. CRITERI PROGETTUALI

L’impianto agrivoltaico denominato “**Agrivoltaico Ceppeto**” è un progetto di agricoltura innovativa che propone un nuovo modello di sviluppo sostenibile, combinando la coltivazione delle superfici agricole con la produzione di energie rinnovabili e rispondendo alle esigenze ambientali, climatiche e di tutela dei territori rurali. Il progetto prevede il miglioramento fondiario di un’area di circa 46

Ha, ubicata nel Comune di Rotello (CB), tramite l'implementazione di un piano agronomico integrato con strutture fotovoltaiche ad inseguimento solare monoassiale (c.d. tracker). L'insieme dei moduli fotovoltaici supportati da queste strutture e opportunamente connessi, determinerà nel complesso una potenza di picco pari a 27.185 kWp. Per le opere di connessione, il cavidotto interrato a 36 kV da collegare in antenna allo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta SE costituisce opera di utenza per la connessione mentre la nuova SE, incluso lo stallo, si configura come "Opere di Rete". La nuova SE della RTN rappresenta una soluzione tecnica di connessione comune con altri produttori. Il produttore Star Molise S.r.l., costituendosi come capofila, si è fatto carico di redigere il progetto definitivo delle opere RTN suddette, impegnandosi a metterlo a disposizione e condivisione, per far sì che possa essere incluso e integrato nei progetti degli altri produttori a fini autorizzativi. Il progetto definitivo delle Opere di Rete, sottoposto a benessere di Terna S.p.A, è parte integrante del progetto complessivo.

L'impianto agrivoltaico è ubicato nel Comune di Rotello (CB), in Via Contrada Ceppeto. L'opera interessa una superficie complessiva di circa 46 ha, limitrofa all'infrastruttura viaria principale "Strada Provinciale 167 Ururi- Bivio SS87" e "Strada Provinciale 148 Santa Croce di Magliano – St. Ururi". Il contesto in cui si inserisce l'area d'impianto, secondo la zonizzazione urbanistica allegata al Piano di Fabbricazione del comune di Rotello è classificata come zona "E – Agricola".

Area Impianto Agrivoltaico

Riferimenti Catastali	
<i>Impianto Agrivoltaico "Ceppeto" COMUNE DI ROTELLO (CB)</i>	
Sottocampo1:	<u>Foglio:</u> 10 <u>Mappale:</u> 90, 91, 92
Sottocampo2:	<u>Foglio:</u> 11 <u>Mappale:</u> 45, 52,65, 62, 64
Sottocampo3:	<u>Foglio:</u> 3 <u>Mappale:</u> 9, 29, 31, 45, 46
Sottocampo4:	<u>Foglio:</u> 11 <u>Mappale:</u> 7
Sottocampo5:	<u>Foglio:</u> 11 <u>Mappale:</u> 7, 45, 55, 65
Sottocampo6:	<u>Foglio:</u> 15 <u>Mappale:</u> 2, 78, 79, 86, 87
Sottocampo7:	<u>Foglio:</u> 15 <u>Mappale:</u> 41, 54

Percorso cavidotto

Riferimenti Catastali	
<i>Cavidotto 36 kV "Ceppeto" COMUNE DI ROTELLO (CB)</i>	
	<u>Foglio:</u> 15 <u>Mappale:</u> 92, 95
	<u>Foglio:</u> 16 <u>Mappale:</u> 49, 73, 186
	<u>Foglio:</u> 17 <u>Mappale:</u> 52, 53, 78, 79, 105, 106, 124, 125, 155, 211, 213
	<u>Foglio:</u> 29 <u>Mappale:</u> 75, 76, 77, 78, 79
	<u>Foglio:</u> 43 <u>Mappale:</u> 4

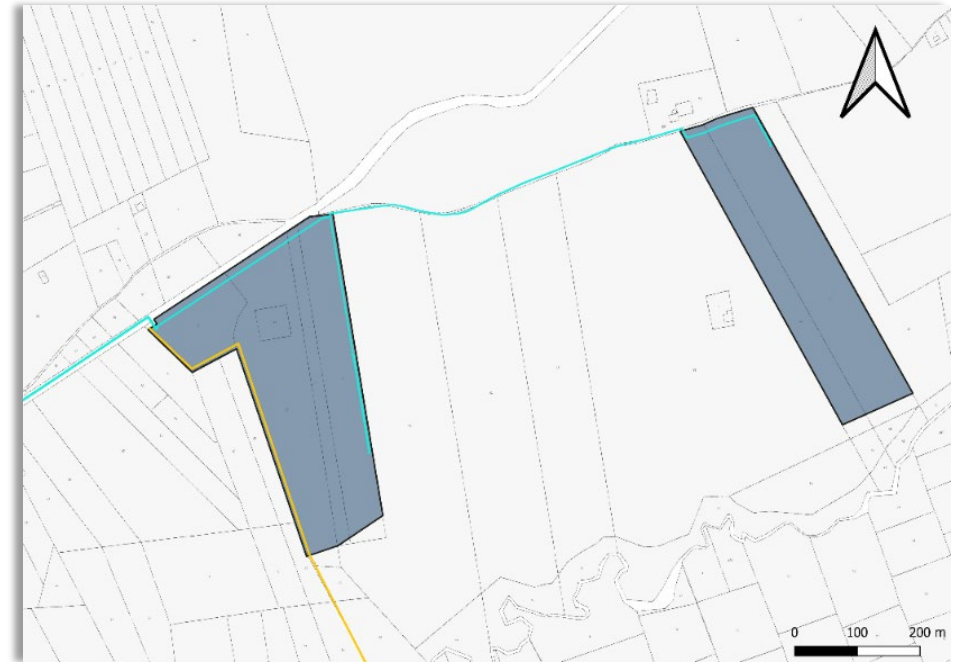




Figura 2
Inquadramento
ortofoto



Figura 3 - Stralcio catastale ampliamento 36 kV SE "Rotello"

Il futuro ampliamento nella Stazione Elettrica (SE) a 36 kV della SE denominata "Rotello" 380/150 kV, prevista tra le Opere di Rete incluse nel preventivo di connessione, occuperà una superficie di circa 2 ha sulla particella già evidenzia come arrivo del cavidotto nel Comune di Rotello (Foglio 30, mappale 52, 54, 58 e Foglio 43, mappale 4). Il sito di progetto è distante in linea d'aria circa 3,5 km a nord-est dal centro abitato, che sorge su una delle ultime colline prima della costa molisana a 360 metri sul livello del mare.

Il comune di Rotello (1098 abitanti) si estende su una superficie di 70,75 km² e si trova a circa 36 chilometri a nord-est da Campobasso e 27 km da Termoli. Confina con i Comuni di Montelongo, Montorio

nei Frentani, San Martino in Pensilis, Ururi, Santa Croce di Magliano (CB), Serracapriola e Torremaggiore (FG).

L'area dove sorgerà l'impianto è caratterizzata dalla presenza delle seguenti reti infrastrutturali:

- viabilità di livello comunale, provinciale (SP78-SP166-SP167-SP148) e Statale (SS87);
- rete di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica (SE di trasformazione 380/150 kV, reti elettriche aeree AT-MT-BT);



Figura 4 – Impianto Agrivoltaico: inquadramento su CTR elaborato TEC-1

4. Riepilogo impatti

ATMOSFERA				
Fase di costruzione/dismissione				
Impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo	Sensività	Significatività
Utilizzo di veicoli/macchinari a motore nelle fasi di cantiere con relativa emissione di gas di scarico	Durata: Breve Termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Bassa
	Estensione: Locale (1)			
Sollevamento polveri durante le attività di cantiere, quali	Durata: Breve Termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Bassa
	Estensione: Locale (1)			
scavi e movimentazioni di terra	Entità: Non riconoscibile (1)			

Fase di esercizio				
Impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo	Sensività	Significatività
Impatti positivi conseguenti le emissioni risparmiate rispetto alla produzione di energia mediante l'utilizzo di combustibili fossili.	Durata: Breve Termine (3)	Bassa (6)	Media	Impatto positivo
	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Non riconoscibile (1)			
AMBIENTE IDRICO				
Fase di costruzione/Dismissione				
Impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo	Sensività	Significatività
Utilizzo di acqua per cantiere	Durata: Breve Termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Bassa
	Estensione: Locale (1)			

	Entità: Non riconoscibile (1)				
Contaminazione in caso di sversamento accidentale idrocarburi	Durata: Temporaneo (1)	Trascurabile (3)	Media	Bassa	
	Estensione: Locale (1)				
	Entità: Non riconoscibile (1)				
Fase di esercizio					
Impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo	Sensività	Significatività	
Utilizzo di acqua per pulizia	Durata: Temporaneo (1)	Trascurabile (3)	Media	Bassa	
	Estensione: Locale (1)				
	Entità: Non riconoscibile (1)				
Contaminazione in caso di sversamento accidentale	Durata: Temporaneo (1)	Trascurabile (3)	Media	Bassa	
	Estensione: Locale (1)				

idrocarburi	Entità: Non riconoscibile (1)				
Impermeabilizzazione aree superficiali	Durata: Lungo termine (3)	Bassa (5)	Media	Media	
	Estensione: Locale (1)				
	Entità: Non riconoscibile (1)				
SUOLO E SOTTOSUOLO					
Fase di costruzione/dismissione					
Impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo	Sensività	Significatività	
Attività di escavazione e di movimentazione delle terre	Durata: Breve Termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Bassa	
	Estensione: Locale (1)				
	Entità: Non riconoscibile (1)				
Occupazione del suolo da	Durata: Breve Termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Bassa	

parte dei mezzi atti all'approntame nto dell'area ed alla disposizione progressiva dei moduli fotovoltaici	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Non Riconoscibile (1)			
Contaminazion e in caso di sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di campo in seguito ad incidenti	Durata: Breve Termine (2)	Trascura bile (4)	Media	Bassa
	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Non riconoscibile (1)			
Fase di Esercizio				

Impatto	Criteri di valutazion e	Magnitudo	Sensitiv ità	Significativ ità
Occupazione del suolo da parte dei moduli fotovoltaici durante il periodo di vita dell'impianto	Durata: Lungo Termine (3)	Trascurabile (6)	Bassa	Bassa
	Estension e: Locale (1)			
	Entità: Riconosci bile (2)			
Contaminazion e in caso di sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi di campo in seguito ad incidenti, o dal serbatoio di	Durata: Temporan eo (1)	Trascurabile (3)	Bassa	Bassa
	Estension e: Locale (1)			
	Entità: Non riconoscib ile (1)			

alimentazione del generatore diesel di emergenza					
FLORA, FAUNA ED ECOSISTEMI					
Fase di costruzione/dismissione					
Impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo	Sensività	Significatività	
Asportazione della componente vegetale	Durata: Breve Termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Bassa	
	Estensione: Locale (1)				
	Entità: Non riconoscibile (1)				
Aumento del disturbo antropico da parte dei mezzi di cantiere	Durata: Breve Termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Bassa	
	Estensione: Locale (1)				
	Entità: Non riconoscibile (1)				

Rischi di uccisione animali selvatici da parte dei mezzi di cantiere	Durata: Breve Termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Bassa	
	Estensione: Locale (1)				
	Entità: Non riconoscibile (1)				
Degrado perdita habitat interesse faunistico	Durata: Breve Termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Bassa	
	Estensione: Locale (1)				
	Entità: Non riconoscibile (1)				
Fase di costruzione/dismissione					
Impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo	Sensività	Significatività	
Rischio del probabile fenomeno "abbagliamento"	Durata: Lungo Termine(3)	Bassa (6)	Media	Media	
	Estensione: Locale (1)				

"confusione biologica" sull'avifauna acquatica e migratoria	Entità: Riconoscibile (2)			
Creazione di barriere ai movimenti	Durata: Lungo Termine(3)	Bassa (5)	Media	Media
	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Riconoscibile (1)			
Variazione del campo termico nella zona di installazione dei moduli durante la fase d'esercizio	Durata: Breve Termine (1)	Trascurabile (3)	Media	Bassa
	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Non riconoscibile (1)			
PAESAGGIO				
Fase di costruzione/dismissione				

Impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo	Sensitività	Significatività
Impatto visivo dovuto alla presenza del cantiere, dei macchinari e dei cumuli di materiali	Durata: Breve Termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Bassa
	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Non riconoscibile (1)			
Attraversamento di corsi d'acqua con cavidotto MT	Durata: Breve Termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Media
	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Non riconoscibile (1)			
Fase di costruzione/dismissione				
Impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo	Sensitività	Significatività
Impatto visivo dovuto alla presenza del	Durata: Lungo Termine(3)	Bassa (6)	Media	Media

parco fotovoltaico e delle strutture connesse	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Riconoscibile (2)			
Impatto sul patrimonio culturale ed identitario	Durata: Lungo Termine(3)	Bassa (5)	Media	Media
	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Riconoscibile (1)			
SISTEMA ANTROPICO				
Fase di costruzione/Dismissione				
Impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo	Sensibilità	Significatività
Aumento spese e reddito personale impiegato e approvvigionamento locale	Durata: Breve termine (2) Estensione: Locale (1)	Bassa (5)	Media	Media (impatto positivo)

beni e servizi	Entità: Riconoscibile (2)			
Opportunità di occupazione	Durata: Breve termine (2)	Bassa (5)	Media	Media (impatto positivo)
	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Riconoscibile (2)			
Valorizzazione abilità e capacità professionali	Durata: Breve termine (2)	Trascurabile (4)	Media	Bassa (impatto positivo)
	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Non riconoscibile (1)			
Fase di esercizio				
Impatto	Criteri di valutazione	Magnitudo	Sensibilità	Significatività
Impatti economici connessi all'attività di manutenzione	Durata: Lungo termine (3)	Bassa (5)	Media	Media (impatto positivo)

	Estensione: Locale (1)			
	Entità: Non riconoscibile (1)			

5. Attività di monitoraggio ambientale

In accordo con le linee guida 2014 del MATTM gli obiettivi del Piano di Monitoraggio Ambientale e le conseguenti attività che dovranno essere programmate ed adeguatamente caratterizzate sono rappresentati da:

- **monitoraggio ante operam o monitoraggio dello scenario di base:** verifica dello scenario ambientale di riferimento riportato nel SIA prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera;
- **monitoraggio degli effetti ambientali in corso d'opera e post operam:** verifica della valutazione degli impatti elaborata nel SIA e delle potenziali variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri di riferimento per le componenti ambientali soggette a monitoraggio. Tali attività consentiranno di:
 - verificare l'efficacia delle misure di mitigazione previste dal SIA in fase di costruzione e di esercizio;
 - individuare eventuali aspetti non previsti rispetto alle previsioni contenute nel SIA e programmare opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
- **Comunicazione** degli esiti delle attività di cui ai punti precedenti alle autorità preposte ad eventuali controlli ed al pubblico.

Le diverse fasi temporali del monitoraggio sono così definite:

- **ante operam**, la fase precedente la fase di cantiere quindi di realizzazione dell'opera;
- **in corso d'opera**, la fase comprendente le attività di cantiere per la realizzazione dell'opera (allestimento del cantiere, specifiche lavorazioni per la realizzazione dell'opera, smantellamento del cantiere, ripristino dei luoghi);
- **post operam**, la fase comprendente l'esercizio e l'eventualmente attività di cantiere per la dismissione dell'opera, alla fine del suo ciclo di vita.

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

- Consumi di acqua utilizzata per il lavaggio dei pannelli;
- Stato di conservazione delle opere di mitigazione inerenti inserimento paesaggistico;
- Rifiuti.
- Suolo (Monitoraggio piano agronomico)

L'attività di monitoraggio viene definita attraverso:

- la definizione della durata temporale del monitoraggio e della periodicità dei controlli, in funzione della rilevanza della componente ambientale considerata e dell'impatto atteso;
- l'individuazione di parametri ed indicatori ambientali rappresentativi;

- la scelta, laddove opportuno, del numero, della tipologia e della distribuzione territoriale delle stazioni di misura, in funzione delle caratteristiche geografiche dell'impatto atteso o della distribuzione di ricettori ambientali rappresentativi;
- la definizione delle modalità di rilevamento, con riferimento ai principi di buona tecnica e, laddove pertinente, alla normativa applicabile.

Consumi di acqua utilizzata per il lavaggio dei pannelli

I consumi di acqua utilizzata nell'ambito della pulizia dei pannelli, saranno monitorati e riportati in un apposito registro nell'ambito delle attività O&M.

Stato di Conservazione delle Opere di Mitigazione

A mitigazione dell'impatto paesaggistico dell'opera, è prevista una schermatura naturale (siepe realizzata con essenze autoctone) lungo tutto il perimetro dell'impianto.

Durante la fase di cantiere, la corretta implementazione delle misure di mitigazione non renderà necessaria alcuna attività di monitoraggio.

Durante la fase di esercizio dell'opera, invece, sarà svolta una regolare attività di manutenzione del verde nell'ambito delle attività di O&M. Infatti, sebbene le composizioni previste rispecchieranno la vegetazione attualmente presente all'interno del perimetro ed avranno caratteristiche di spiccata tolleranza alla siccità della zona, un elemento essenziale per la riuscita degli

interventi di piantumazione sarà la manutenzione, effettuata da ditte locali.

Le operazioni connesse a questa fase particolare non dovranno unicamente essere rivolte all'affermazione delle essenze, ma anche al contenimento delle specie esotiche e, più in generale, a ridurre la possibilità di inquinamento floristico.

Monitoraggio Rifiuti

Uno specifico Piano di Gestione dei Rifiuti nell'ambito delle operazioni O&M sarà sviluppato al fine di minimizzare, mitigare e ove possibile prevenire gli impatti derivanti da rifiuti, sia liquidi che solidi. Il Piano di Gestione Rifiuti definirà principalmente le procedure e misure di gestione dei rifiuti, ma anche di monitoraggio e ispezione, come riportato di seguito:

- 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 e successiva gestione nel rispetto delle normative vigenti.

Suolo - Monitoraggio piano agronomico

Come già precisato, l'impianto in progetto è in configurazione Agrivoltaica, ovvero il suolo avrà la duplice funzione di produzione di energia e produzione di orzo distico da birra. Il sistema agrivoltaico sarà dotato di un sistema di monitoraggio che consente 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.

La diffusione di nuove tecnologie ha portato il settore agricolo a profonde trasformazioni. Queste tecnologie come l'internet of things (IoT) e l'intelligenza artificiale (AI) possono fare la differenza e contribuire a un'ulteriore evoluzione di questo settore, trainandolo verso una agricoltura 4.0. L'agricoltura si sta evolvendo e le nuove tecnologie diventano abilitatori di nuove sinergie nell'Agri-food. Le opportunità per le imprese sono molte: la possibilità di raccogliere informazioni e dati aggiornati, un controllo delle merci in tempo reale, la sincronizzazione temporale tra la produzione e la vendita, oltre a rendere più efficiente la gestione della supply chain in un ecosistema più sostenibile e consapevole.

In un mondo caratterizzato da risorse limitate e da una domanda di cibo in costante aumento, i coltivatori sono sottoposti a un'immensa pressione per produrre di più con meno. Minacce reali come il

degrado del suolo, il cambiamento climatico e la scarsità d'acqua impongono agli attori principali dell'industria agricola di trovare modi innovativi per garantire che la produzione soddisfi la domanda, proteggendo al contempo le risorse.

Il settore primario si trova di fronte ad una nuova e profonda rivoluzione. Le nuove tecnologie promettono di modificare sempre più il modo di "fare agricoltura", con l'obiettivo di ottimizzare l'uso dei fattori produttivi a vantaggio del reddito degli agricoltori e dell'ambiente.

L'Agricoltura di Precisione è una strategia di gestione aziendale che usa le tecnologie dell'informazione per acquisire dati che portino a decisioni finalizzate alla produzione agricola. Lo scopo è quello di mettere in sintonia la gestione del terreno e delle colture con le specifiche esigenze di un campo eterogeneo al fine di migliorare la produzione, minimizzare i danni ambientali ed elevare gli standard qualitativi dei prodotti agricoli.

Il concetto di Agricoltura di Precisione si è sviluppato sin dagli inizi della moderna agricoltura, con la divisione della terra in parcelle (campi) al fine di gestire le colture in relazione alle condizioni del terreno, valutando di volta in volta gli effetti positivi dei fattori produttivi in funzione delle varietà in campo, con l'obiettivo di incrementare le rese.

L'Agricoltura di Precisione (AdP) si origina intorno agli anni '70 con le tecnologie derivate dai centri di controllo negli Usa. Il monitoraggio del campo e i microprocessori sono introdotti negli anni '80 e il Gps negli anni '90. Per la prima volta nel 1990 in un workshop nel Montana viene utilizzato il termine Precisione Farming (Agricoltura di precisione).

L'impiego delle nuove tecnologie contribuisce ad ottenere una serie di benefici economici risultanti dall'ottimizzazione degli input, nonché dalla riduzione della pressione esercitata dai sistemi agricoli sull'ambiente.

Il DL 77/2021 ha previsto che, ai fini della fruizione di incentivi statali, sia installato un adeguato sistema di monitoraggio che permetta di verificare le prestazioni del sistema agrivoltaico con particolare riferimento alle seguenti condizioni di esercizio (REQUISITO D):

D.1) il risparmio idrico;

D.2) la continuità dell'attività agricola, ovvero: l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate.

Riguardo al requisito D.1 le tecnologie informatiche presenti sul mercato, consentono nel contempo sia il monitoraggio dell'uso della risorsa idrica sia il risparmio grazie ad un uso efficiente basato su modelli predittivi. Tuttavia essendo le colture previste realizzate esclusivamente in asciutta, verranno utilizzate esclusivamente tecnologie di rilevamento (dati meteo, umidità relativa, richiesta evapotraspirativa, percentuale di acqua nella rizosfera ecc) grazie alle quali sarà possibile modulare altri fattori di produzione in funzione dell'approvvigionamento idrico della canopy: sarà in particolare possibile modulare e localizzare la concimazione, aumentando la resa laddove il contenuto idrico lo consenta e diminuire gli apporti azotati laddove la limitazione idrica non consenta comunque di ottenere rese superiori.

La precisione introdotta dalle tecnologie, difatti consente di effettuare una distribuzione mirata dei principali fattori della produzione (acqua, fertilizzanti, fitofarmaci) solo dove serve e nella quantità corrispondente al reale fabbisogno della coltivazione in atto. Inoltre, l'impiego dei sensori consente anche un monitoraggio in tempo reale dello stato di salute delle colture, controllando per esempio l'insorgenza di fitopatogeni o condizioni ambientali sfavorevoli o razionalizzando pratiche agronomiche che, se non ben calibrate, potrebbero indurre patogenesi nelle piante stesse. Ciò comporta anche il risparmio di sostanze chimiche di sintesi necessarie per la difesa ed il controllo. A tal proposito, di grosso aiuto sono i Decision Support Systems (DSS), un'architettura informatica in grado di supportare agricoltori e tecnici nell'analisi delle decisioni, consentendogli di monitorare le colture e risparmiare risorse, in una visione più sostenibile del sistema colturale, preservando le risorse del suolo e riducendo gli sprechi. Uno dei DSS che trova un fattivo impiego nel presente progetto è costituito dalla sensoristica smart accoppiata ai sistemi di irrigazione di precisione. Questo approccio riduce al minimo il deflusso dell'acqua di irrigazione e aumenta l'efficienza idrica, aiutando a preservare le risorse del suolo. Inoltre, l'irrigazione di precisione aiuta a ridurre la compattazione del suolo e la lisciviazione dei nutrienti, contribuendo a mantenere la fertilità del terreno.

La possibilità di scegliere diverse tecnologie e diversi sensori e, volendo, di combinarli, permette di configurare la migliore soluzione di monitoraggio dell'umidità del suolo in funzione delle

caratteristiche del suolo, del tipo di impianto di irrigazione e del tipo di lavorazione e sistemazione del terreno.

L'ottimizzazione della gestione irrigua può quindi essere ottenuta utilizzando tecnologie di irrigazione intelligenti. Diversi programmatori e sensori di irrigazione intelligenti sono stati sviluppati per ridurre il consumo di acqua, irrigando in base al fabbisogno idrico delle piante rispetto ai tradizionali timer di sistema automatici, che irrigano in base a un programma fisso determinato dall'utente. Questa tecnologia esiste sotto forma di programmatore completo o come sensore che può essere aggiunto a un timer di irrigazione esistente. La tecnologia di irrigazione intelligente utilizza i dati meteorologici o i dati sull'umidità del suolo per determinare il fabbisogno irriguo. I sensori possono misurare la temperatura del suolo e la conducibilità elettrica (EC) del volume di suolo o il contenuto volumetrico di ioni (VIC), indicazioni utili in particolare nella gestione della fertirrigazione. Quindi oltre a gestire gli apporti irrigui, permette di monitorare diversi aspetti e di eseguire una serie di valutazioni, che dovranno trasferirsi sulla gestione delle operazioni colturali. L'agricoltore o il tecnico ha accesso ai dati in tempo reale tramite un portale web dedicato ed una App per Smartphone, attraverso cui può monitorare soglie di intervento o fattori di rischio come stress idrico o elevate temperature, e quindi di agire tempestivamente.

Il sistema così progettato, consente di ottenere notevoli vantaggi sul campo e l'ambiente circostante che lo caratterizza, incluse le caratteristiche pedoclimatiche del suolo:

- Risparmio irriguo: riduzione e migliore modulazione degli interventi irrigui.

- Migliore resa: salvaguardia della quantità di produzione e migliore qualità.
- Minore apporto di fertilizzanti: riduzione dell'effetto di dilavamento dei nutrienti, riduzione della salinità del suolo, ottimizzazione dell'impiego di fertilizzante con la fertirrigazione.
- Benessere della coltura: (riduzione dell'impatto delle avversità fitopatologiche, possibilità di stimolare lo sviluppo dell'apparato radicale, protezione da gelate).
- Protezione dagli stress abiotici: allerta in tempo reale in caso di eventi critici come stress da deficit o da eccesso idrico, allerta in caso di guasti del sistema di irrigazione e possibile risoluzione automatica dei problemi, completa tracciabilità delle operazioni.

Verranno dunque installate, su parcelle rappresentative del campo una serie di sonde (Fig. 18), ciascuna collegata ad un data logger (figura 17). Per ogni punto verranno installate 3 sonde a **47** diverse profondità, per avere dati quanto più completi possibili relativi allo stato idrico della rizosfera. Il data logger conserverà e trasmetterà i dati in cloud, che verranno elaborati da una interfaccia software, di facile interpretazione.

Contemporaneamente, verranno installati sul campo Controller di Evapotraspirazione, ossia sonde che utilizzano i dati meteorologici locali per regolare i programmi di irrigazione (Figura 2). L'evapotraspirazione è la combinazione di evaporazione dalla superficie del suolo e traspirazione da materiali vegetali. Questi programmatori raccolgono informazioni meteorologiche locali e

apportano modifiche al tempo di irrigazione in modo che il campo riceva solo la quantità di acqua appropriata.

I sistemi che si ritengono più appropriati sono:

- <https://www.metergroup.com/en/meter-environment/products/soil-moisture>
- <https://www.davisinstruments.com/collections/add-on-sensors>



**Stazione di bagnatura
fogliare e umidità del
suolo/temperatura**

Figura 5 – controller ET e condizioni meteo e data logger: Stazione Controller Davis

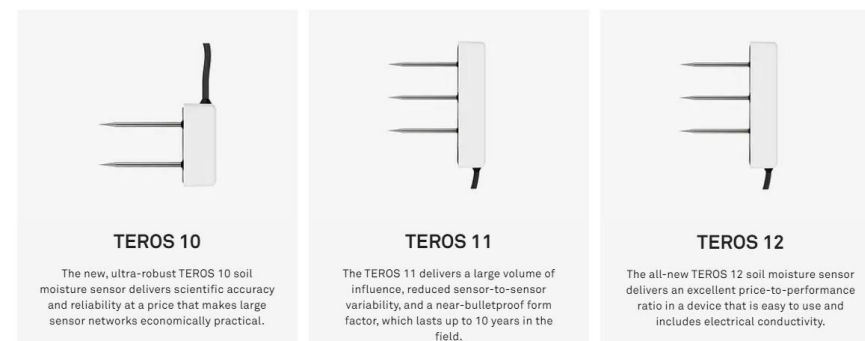
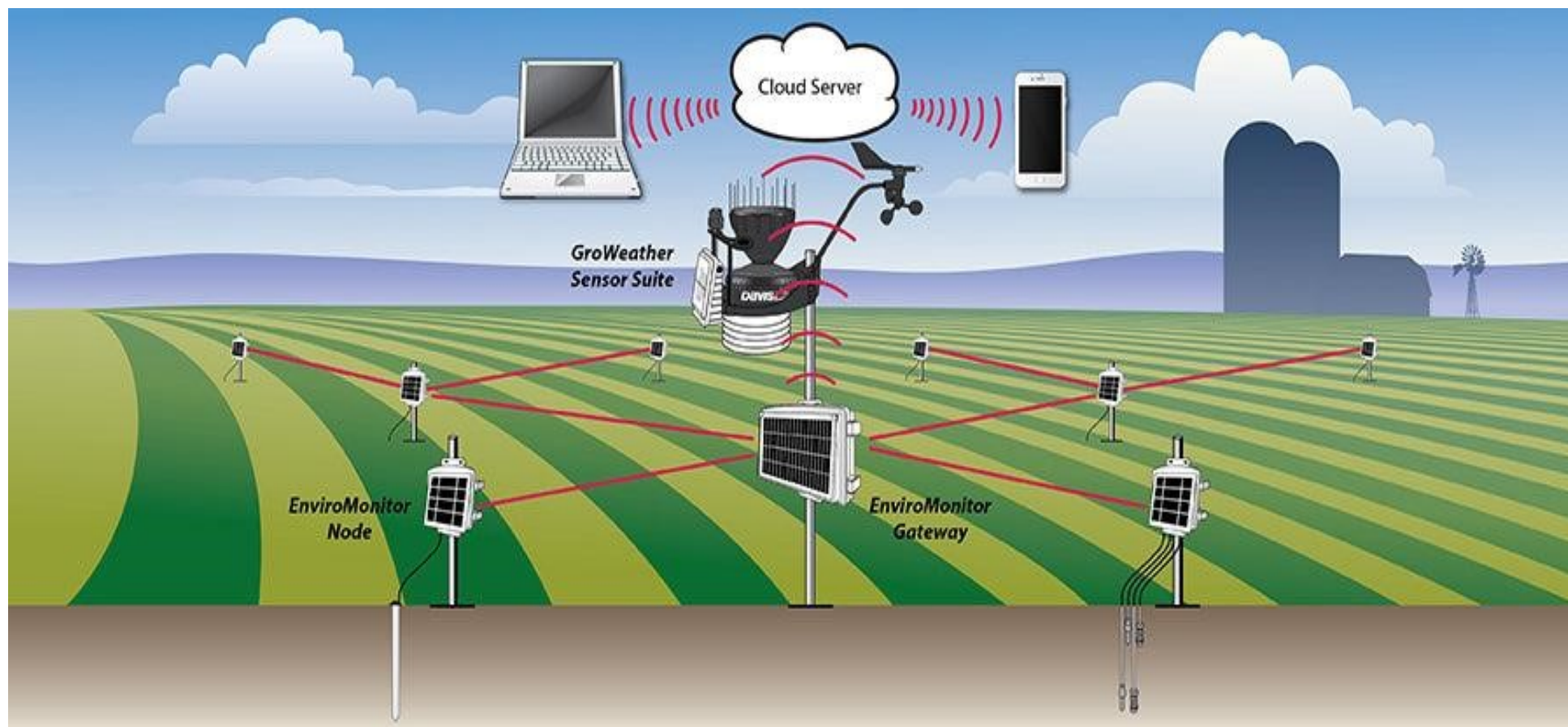


Figura 6 – Sonda Meter – collegata ad un data logger che condivide i dati in cloud



Il sistema Davis è idoneo per estensioni maggiori, dove ogni sensore (node) comunica con un varo, installato vicino al controller ET e meteo.

Il gateway **Davis EnviroMonitor** consente di creare una serie di sensori per monitorare le condizioni microclimatiche nelle colture.

Ciò consente di intraprendere azioni precise per garantire la massima resa. EnviroMonitor Gateway è un hub che consente di collegare fino a 32 nodi con quattro sensori per nodo. Quindi carica automaticamente i dati sul cloud tramite connessione cellulare, dove è possibile accedervi per prendere decisioni sulla gestione del raccolto. Il gateway Davis EnviroMonitor consente di raccogliere

dati da una Vantage Pro2 GroWeather Sensor Suite cablata e da un lungo elenco di sensori Davis e di terze parti.

Riguardo invece al requisito D.2, ossia la continuità dell'attività agricola, ovvero l'impatto sulle colture, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture o allevamenti e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate, verranno create delle zone di saggio nelle zone interessate dai tracker e nelle zone non interessate alla produzione fotovoltaica (gasdotto, linee aeree, etc.) al fine di monitorare eventuali differenze nella produttività agricola. In tali aree, a parità di coltura, verrà inoltre monitorato lo stato di fertilità del terreno, i parametri microclimatici, lo stato idrico e nutrizionale delle colture. I dati raccolti saranno sottoposti ad analisi statistica e verranno quantificate e analizzate eventuali differenze significative.

Tali monitoraggi, unitamente all'uso delle moderne tecnologie di IA consentiranno non solo di stabilire l'influenza delle installazioni sulle colture ma anche di monitorare la continuità agricola nel tempo.

Requisito E. I sistemi di controllo irriguo consentiranno non solo un notevole risparmio irriguo, ma anche una razionalizzazione delle fertirrigazioni, con notevoli benefici sulle caratteristiche del suolo tra cui la diminuzione della salinità dovuta all'applicazione eccessiva dei fertilizzanti:

– con il monitoraggio continuo e un impianto di distribuzione efficiente, si assicura una migliore uniformità di distribuzione dell'acqua e di conseguenza del fertilizzante a livello radicale della pianta.

– una localizzazione precisa, permette lo sviluppo di un apparato radicale proprio dove cade l'acqua di irrigazione ed i nutrienti. In pratica, fertirrigare significa portare i nutrienti nel punto esatto in cui saranno assorbiti dalle radici. Questo porta ad una serie di effetti benefici sulla struttura del suolo e la disponibilità dei nutrienti della coltura, consentendo un notevole risparmio delle risorse idriche. Affiancati alla sensoristica va valutato l'utilizzo di DSS che lavorano sul monitoraggio satellitare.

I satelliti sono uno dei mezzi più utilizzati in agricoltura per effettuare il "remote sensing" o telerilevamento. Le immagini satellitari permettono infatti di monitorare le colture da remoto in modo preciso ed efficiente.

Esistono numerosi satelliti che acquisiscono immagini multispettrali dallo spazio: tra i più comuni troviamo Sentinel-2 e Landsat 8.

Uno dei sistemi individuati in questo progetto è il sistema Agricolus (www.agricolus.com), che con moderne tecnologie di rilievo ed



elaborazione dei dati satellitari, forniscono importanti dati sullo stato fisiologico e nutrizionale della coltura.

Il sistema di rilevamento satellitare permette di analizzare diversi indici:

- NDVI: permette di valutare lo stato di salute della vegetazione e mostra le differenze nel vigore della pianta, analizzando la riflettanza della vegetazione nelle bande del Rosso e del NIR.
- SAVI: permette di valutare le condizioni di sviluppo della vegetazione nelle fasi di emergenza e inizio dello sviluppo, in quanto applica una correzione al suolo nudo.
- LAI: indice di area fogliare che è correlato alla superficie fogliare della pianta espressa in m² su m² derivato dall'indice EVI.
- TCARI/OSAVI: indice di clorofilla che permette di individuare eventuali aree clorotiche all'interno del campo e ottenere una panoramica sullo stato nutrizionale delle piante.
- WDRVI: analizza lo stato di salute della vegetazione ed è particolarmente utile quando la vegetazione è ben sviluppata e rigogliosa.
- GNDVI (Green-NDVI): è un ulteriore indice di vigoria che riduce l'effetto di saturazione quando la vegetazione è particolarmente sviluppata.
- NDMI: indice specifico che valuta il contenuto idrico della vegetazione, quindi utilizzabile solo con vegetazione sviluppata.
- NMDI: può essere utilizzato per valutare il contenuto idrico del terreno; in caso di suolo nudo, un valore alto dell'indice indica suolo asciutto. In presenza di vegetazione, invece, un valore alto dell'indice indica che la pianta non è in stress idrico.

Gli indici vegetazionali sono un elemento chiave del monitoraggio e dello smart farming, che permettono di intervenire in maniera precisa, aiutando l'agricoltore a capire le reali esigenze della pianta, senza sprechi e con una gestione aziendale più sostenibile. I software dedicati alla gestione dei dati satellitari, sono in grado di fornire dati di output, da trasferire con una semplice chiavetta USB, alle macchine agricole dotate di sistema a rateo variabile. Quindi in base allo stato della coltura, sarà possibile somministrare quantità precise di fertilizzante, in specifiche zone del campo, in base alle esigenze colturali.

Unitamente al monitoraggio satellitare, si procederà all'installazione di **trappole smart** per il controllo delle soglie di rischio degli insetti dannosi. Questi strumenti consentono di intervenire solo al superamento di una soglia di rischio (esempio numero di adulti di un determinato fitofago, catturati in un periodo di tempo), evitando trattamenti a calendario con conseguenti danni per l'entomofauna utile (insetti impollinatori) e inquinamento ambientale. Le trappole sono collegate ad una app, con cui sarà possibile monitorare le soglie di intervento.



Un prodotto individuato è xTrap è una trappola per insetti con fotocamera 8Mp disponibile in tre versioni: Delta, che prevede l'impiego di ferormoni, Night, che impiega luce UV e Color, che utilizza fogli cromatici. La trappola, collegata alla piattaforma xFarm, permette di visualizzare su smartphone, tablet e computer l'andamento delle catture, automatizzando il processo di conta (fig. 21). In definitiva, l'azione combinata delle diverse strategie adottate porta a notevoli vantaggi che toccano i vari ambiti della sostenibilità: economica, ambientale e sociale. Dal punto di vista economico: riduzione dei costi di produzione, aumento delle rese e del valore dei prodotti. Per quanto riguarda l'ambiente: riduzione degli input, riduzione dell'impronta carbonica e di altri indicatori ambientali. Inoltre strategie mirate mitigano problematiche come la salinità dovuta all'eccessivo utilizzo dei fertilizzanti, che nel breve periodo

deteriora anche le caratteristiche del suolo, dalla struttura alla microfauna benefica, necessaria a tutti i processi biologici del sistema suolo. Operazioni mirate e localizzate aiutano a mitigare le problematiche dovute ai cambiamenti climatici come le temperature sempre in aumento e la scarsità delle risorse idriche. Anche irrigazioni eccessive portano a serie problematiche. Il suolo contiene varie sostanze tra cui materia organica, minerali, acqua e aria. Queste sostanze sono tipicamente presenti in percentuali abbastanza costanti. Quando si irriga troppo, l'acqua in eccesso si accumula nel suolo e permanendo nel terreno abbastanza a lungo, sconvolge l'equilibrio biologico del suolo.

In merito agli aspetti sociali: incremento della salubrità dei prodotti agricoli, della professionalità e dell'imprenditorialità degli operatori, come pure della loro gratificazione.

6. Risultati e rapporti di monitoraggio

Lo svolgimento dell'attività di monitoraggio includerà la predisposizione di specifici rapporti tecnici che includeranno:

- le finalità specifiche dell'attività di monitoraggio condotta;
- la descrizione e la localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio, oltre che l'articolazione temporale del monitoraggio in termini di frequenza e durata;
- i parametri monitorati, i risultati del monitoraggio e le relative elaborazioni e valutazioni, comprensive delle eventuali criticità riscontrate.

Oltre a quanto sopra riportato, i rapporti tecnici includeranno per ogni stazione/punto di monitoraggio una scheda di sintesi anagrafica che riporti le informazioni utili per poterla identificare in maniera univoca (es. codice identificativo, coordinate geografiche, componente/fattore ambientale monitorata, fase di monitoraggio, informazioni geografiche, destinazioni d'uso previste, parametri monitorati).

Tali schede, redatte sulla base del modello riportato nelle linee guida ministeriali, saranno accompagnate da un estratto cartografico di supporto che ne consenta una chiara e rapida identificazione nell'area di progetto, oltre che da un'adeguata documentazione fotografica.