



IMPIANTO FOTOVOLTAICO CON OPERE DI CONNESSIONE

BIO3 PV HYDROGEN S.R.L.

POTENZA IMPIANTO 151,61 MW - COMUNE DI BRINDISI (BR)

Proponente

BIO3 PV HYDROGEN S.R.L.

VIA GIOVANNI BOVIO 84 - 76014 SPINAZZOLA (BT) - P.IVA: 08695720725 – PEC: bio3pvhydrogen@pec.it

Progettazione

Ing. Antonello Rutilio

VIA R. ZANDONAI 4 – 44124 - FERRARA (FE) - P.IVA: 00522150382 – PEC: incico@pec.it

Tel.: +39 0532 202613 – email: a.rutilio@incico.com

Coordinamento progettuale

Envidev Consulting s.r.l

CORSO VITTORIO EMANUELE II 287 – 00186 - ROMA (RM) - P.IVA: 01653460558 – PEC: envidev_csrl@pec.it

Tel.: +39 3666 376 932 – email: francesco@envidevconsulting.com

Titolo Elaborato

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILE NAME	DATA
DEFINITIVO	PD_REL32	24ENV08_PD_REL32.00 PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	LUGLIO 2024

Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	LUGLIO 2024	EMISSIONE PER PERMITTING	ESC	FCO	ARU



COMUNE DI BRINDISI (BR)

REGIONE PUGLIA



PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	MONITORAGGIO DELLE MATRICI AMBIENTALI.....	6
2.1	Il Piano di Monitoraggio Ambientale: strutturazione programmatica.	6
2.2	I riferimenti normativi che regolano il “ <i>monitoraggio ambientale</i> ”.	7
2.3	Obiettivi ed attività di Monitoraggio Ambientale.....	8
2.4	Succinte considerazioni desunte dallo “ <i>Studio di Impatto Ambientale</i> ” (SIA).....	9
3	SINTETICHE CONSIDERAZIONI GENERALI SULL’AREA SIN E SULL’AREA INTERESSATA DALL’IMPIANTO.....	12
3.1	Individuazione catastale e della caratterizzazione chimica dell’impianto e riferimento al SIN-Brindisi.	16
3.2	La caratterizzazione chimica effettuata sui terreni a “ <i>Medio</i> ” e “ <i>Basso</i> ” rischio di contaminazione, interessati dalla realizzazione dell’impianto agrivoltaico proposto.	19
3.3	Area a “ <i>medio rischio di contaminazione</i> ” – sondaggi “SM”- Valutata con la TABELLA “A” per “ <i>verde pubblico e privato</i> ”.....	19
3.3.1	Considerazioni in merito alla caratterizzazione dei sondaggi “SM” valutati secondo la Tabella “A” relativa a terreni destinati a verde pubblico.	21
3.3.2	Considerazioni in merito alla caratterizzazione dei sondaggi “SM” valutati secondo la Tabella “B” relativa a terreni destinati ad area industriale.	22
3.4	Area a “ <i>basso rischio di contaminazione</i> ” – sondaggi “SB” valutati in “Tabella “A”, per “ <i>verde pubblico e privato</i> ”.....	22
3.4.1	Considerazioni in merito alla caratterizzazione dei sondaggi “SB” valutati secondo la Tabella “A” relativa a terreni destinati ad area industriale.	23
3.4.2	Considerazioni in merito alla caratterizzazione dei sondaggi “SB” valutati secondo la Tabella “B” relativa a terreni destinati ad area industriale.	25
4	LE MATRICI CONSIDERATE NELL’AMBITO DEL “PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE” (PMA).....	27
4.1	Componente “ <i>atmosfera</i> ”.....	28
4.1.1	Breve descrizione dell’impianto agrivoltaico.	29
4.2	In merito agli aspetti tecnici dell’impianto agrivoltaico proposto.	33
4.2.1	Rispondenza dell’impianto agrivoltaico alle LL.GG.....	36
4.2.2	Dimensionamento dell’impianto.	36
4.2.3	Principali componenti di impianto.....	36
4.2.4	Moduli fotovoltaici.....	36
4.2.5	Inverter di stringa.....	38
4.2.6	Strutture di fissaggio.....	39
4.2.7	Trasformatori.....	40
4.2.8	Stazione di trasformazione mt/bt.....	41
4.2.9	Progettazione del cablaggio elettrico.....	41
4.2.10	Impianto di terra ed equipotenziale.....	42
4.2.11	Impianto di illuminazione perimetrale.....	42
4.2.12	Impianto di videosorveglianza.....	42
4.2.13	Meteo station.....	42

4.2.14 Sistema di supervisione	43
4.2.15 Elettrodotto e opere di connessione	43
4.3 Descrizione del sito d'insediamento.....	44
4.3.1 Risorsa solare	46
4.3.2 Albedo Terrestre.....	47
4.3.3 Componenti dell'impianto	48
4.3.4 Moduli fotovoltaici	48
4.3.5 Inseguitori Monoassiali.....	49
4.3.6 Inverter di stringa	51
4.3.7 Risultati del rendimento energetico.	52
4.3.8 Rendimento energetico e perdite del primo anno (P50)	52
4.3.9 Consumo notturno nel primo anno.....	55
4.3.10 Metodologia utilizzata per il calcolo delle emissioni prodotte in fase di cantiere.	55
4.3.11 Stima delle emissioni.	59
4.3.12 Determinazione dell'emissione totale.	63
4.3.13 Confronto con le soglie assolute di emissione di PM10.....	63
4.3.14 Sintesi sul "monitoraggio atmosferico" per successivo "Protocollo Operativo di Monitoraggio"	64
4.4 Monitoraggio parametri Meteo.	69
4.4.1 Il Solarimetro.	70
4.4.2 Il piranometro.....	71
4.5 Sensori per il rilevamento dei raggi ultravioletti.	72
4.6 Sistema di monitoraggio meteo- il sistema Internet of Things (IOT).....	72
4.6.1 Sistema IOT per il risparmio idrico e per le strategie d'irrigazione	74
4.6.2 Sistemi IOT per il monitoraggio: difesa delle colture.....	76
4.6.3 Sistemi IOT: monitoraggio per apicoltura del progetto "Save the Queen".	76
4.7 Ambiente idrico (acque sotterranee e acque superficiali).	78
4.7.1 La "matrice" – "Ambiente idrico" nell'area d'intervento, con indicazioni per area SIN.	78
4.7.2 Attività effettuate sulle falde nei "Piani di investigazione" dell'area SIN.	79
4.8 Caratterizzazione chimica delle acque profonde.	81
4.9 Prova di pompaggio e slug test.....	86
4.10 Prove di permeabilità Lefranc.	86
4.10.1 Sintesi sul "monitoraggio dell'ambiente idrico" per successivo "Protocollo Operativo di Monitoraggio"	90
4.11 Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia).	95
4.11.1 Obiettivi.....	96
4.11.2 Caratterizzazione pedologica.	96
4.11.3 Monitoraggio degli effetti del agrivoltaico a terra e assistenza tecnica.....	97
4.11.4 Monitoraggio ed analisi chimico-fisiche.	97
4.11.5 Sintesi.....	100

4.11.6 In merito alla qualità dei terreni agricoli (Indice di Geoaccumulo).....	100
4.11.7 Sintesi su “suolo e sottosuolo” per successivo “Protocollo operativo di Monitoraggio”.....	118
4.12 Biodiversità (fauna, aviofauna e flora).	121
4.12.2 Reports relativi al monitoraggio.	122
4.12.3 Monitoraggio effettuato nell’area di studio.....	125
4.13 Agenti fisici (rumore).	132
4.13.1 Inquadramento della “matrice” ambientale “rumore”.....	132
4.13.2 Parametri di monitoraggio, frequenza e restituzione del monitoraggio.....	133
4.13.3 Quadro di riferimento normativo.	135
4.13.4 Sintesi sulla matrice ambientale “rumore” per successivo “Protocollo operativo di Monitoraggio”.....	135
4.13.5 Inquadramento della “matrice” ambientale “vibrazioni ” anche per successivo “Protocollo operativo di monitoraggio”.	137
4.14 Gestione dei “rifiuti” prodotti e delle “terre da scavo”.	139
4.14.1 Considerazioni in merito alle “terre da scavo”.	139
4.14.2 Considerazioni in merito al monitoraggio dei “rifiuti”.....	140
4.15 Cronoprogramma delle attività di monitoraggio anche in funzione del “Protocollo Operativo di Monitoraggio”.	141
4.15.1 Attività di monitoraggio ante operam.....	141
4.15.2 Attività di monitoraggio in fase di cantiere.	141
4.15.3 Attività di monitoraggio in fase di “esercizio”	142
4.15.4 Attività di monitoraggio in fase di “post operam”.....	142

1 PREMESSA

Con la presente relazione di **“monitoraggio ambientale” (MA)**, facente parte integrante del progetto per la realizzazione di un impianto agrivoltaico e con inseguitori solari bifacciali, denominato **“PV 24ENV08”** ed ubicato nella porzione settentrionale del SIN di Brindisi ed in parte dei Fogli catastali n. **87, 117, 118 e 119** nel territorio comunale di Brindisi, si intende riportare gli elementi di intervento di valutazione e controllo tali da costituire un **“Piano di Monitoraggio Ambientale”**, definito in seguito come **“Piano”** e/o come **“PMA”**.

Ancor prima di entrare nel merito è necessario riportare che l'impianto agrivoltaico costituisce un impianto “diffuso”, in quanto distribuito su di un gran numero di particelle catastali, tutte inserite nei Fogli riportati ed allocati nell'ambito della stessa porzione di territorio perimetrata come SIN dal M.A. con Decreto del 10/01/2000 e destinata alla bonifica delle matrici suolo, sottosuolo ed acque freatiche; solo nella porzione centrale l'impianto viene sviluppato su un numero di particelle catastali aggregate.

In particolare, l'area d'imposta dell'impianto proposto oltre ad essere parte integrante della perimetrazione dell'area agricola del SIN di Brindisi è anche sviluppata, quasi totalmente, nel perimetro del **“Parco Naturale Regionale di Salina di Punta della Contessa”** che comprende anche l'area umida dichiarata come ZSC/ZPS IT9140003 **“Stagni e Saline di Punta della Contessa”**; da quest'area, l'impianto si discosta avendo creato un “buffer” che garantisce il mantenimento del biotopo della “salina”.

Tale ubicazione induce particolare attenzione nello sviluppo e nella successiva gestione dell'impianto e del suo intorno, con una peculiare attenzione alla richiamata zona ZSC/ZPS IT9140003.

Nel merito del **“monitoraggio ambientale”**, due sono gli aspetti di un impianto agrivoltaico che lo caratterizzano, quali:

Punto 1: Quello connesso al monitoraggio di alcune matrici ambientali (atmosfera, ambiente idrico, suolo e sottosuolo, biodiversità, agenti fisico, paesaggio e beni culturali). Per tale “monitoraggio” vengono in soccorso alcune “Linee Guida” regionali e quella, più probante, dell'ISPRA e relative alle **“Linee Guida per la predisposizione del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) delle opere soggette a Valutazione di Impatto Ambientale (D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.; D.Lgs.163/2006 e s.m.i.)-Indirizzi metodologici generali- Rev. Del 16/06/2014 su Capitoli 1-2-3-4 e 5”**.

Inoltre, particolare attenzione è stata destinata ai terreni provenienti dagli scavi che, ove non utilizzabili nell'ambito dello stesso impianto, dovranno essere caratterizzati chimicamente, valutando con attenzione la destinazione d'uso finale.

Punto 2: Quello relativo alla rispondenza con la Norma italiana CEI 82-75, ultima versione, relativa a: **“Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione”**.

Tale normativa finalizza, in particolare, il **“monitoraggio”** tecnologico dell'efficienza dell'impianto in tutte le sue componenti strutturali, tenendo presente che trattasi di trackers di ultima generazione e del tipo bifacciale; per tale problematica vi è apposta relazione aggiunta al progetto.

In relazione i due richiamati punti che, globalmente, vengono a costituire il **“Piano di Monitoraggio”**, sono stati distinti in due relazioni allegate al progetto; in questa si tratta in merito al **“Piano di Monitoraggio Ambientale”** che, nella sostanza, rappresenta il monitoraggio delle varie matrici ambientali.

Di seguito, quindi, si riportano, anche con riferimenti normativi, le varie attività da svolgere per rispondere adeguatamente alla realizzazione concreta ed efficace del **“Piano di Monitoraggio Ambientale”** dell'impianto e del territorio nel quale si va ad inserire.

2 MONITORAGGIO DELLE MATRICI AMBIENTALI.

Appare opportuno riportare che il monitoraggio ambientale nella VIA (Valutazione d'Impatto Ambientale) rappresenta l'insieme delle attività da porre in essere successivamente alla fase decisionale (EIA follow-up 4) finalizzate alla verifica dei risultati attesi dal processo di VIA ed a concretizzare la sua reale efficacia attraverso dati quali-quantitativi misurabili (parametri), evitando che l'intero processo si riduca ad una mera procedura amministrativa e ad un esercizio formale.

Il follow-up comprende le attività riconducibili sostanzialmente alle seguenti quattro principali fasi:

- a. **Monitoraggio**—l'insieme di attività e di dati ambientali caratterizzanti le fasi antecedenti e successive la realizzazione del progetto ed anche quelle di decommissioning;
- b. **Valutazione** – la valutazione della conformità con le norme, le previsioni o aspettative delle prestazioni ambientali del progetto;
- c. **Gestione** – la definizione delle azioni appropriate da intraprendere in risposta ai problemi derivanti dalle attività di monitoraggio e di valutazione;
- d. **Comunicazione** – l'informazione ai diversi soggetti coinvolti sui risultati delle attività di monitoraggio, valutazione e gestione.

In particolare, la fase di “*monitoraggio*” sarà strutturata secondo lo schema seguito nell'elaborazione del “SIA” per le varie matrici individuate e, quindi nelle diverse fasi di:

- **Quo ante operam:** tale monitoraggio rappresenta le condizioni ambientali iniziali dell'area d'imposta dell'impianto su cui andrà ad impattare l'opera; tale “monitoraggio” rappresenta le condizioni ambientali iniziali delle varie matrici ambientali sulle quali si andrà a verificare l'impatto indotto dall'impianto da realizzare. Tale “analisi iniziale”, definita anche come “*punto zero*” ha, sostanzialmente, la funzione di essere presa come riferimento di base rispetto all'influenza ed alle variazioni che l'impianto indurrà.
- **Fase di cantiere:** costituisce la tipica reale verifica dei “disturbi” individuati e riportati, in termini previsionali e teorici, nel SIA, rispetto a quelli realmente prodotti. In questa fase di costruzione dell'opera verranno “monitorate”, anche ed eventualmente con l'ausilio di strumentazioni di campo alcune delle matrici ambientali che, se pur momentaneamente e relativamente alla realizzazione, potranno essere interessate dagli scavi e dalla movimentazione dei terreni (rumore, qualità dell'area, preesistenze antropico-culturali, ecc.). E' del tutto evidente che ove dovessero insorgere modifiche sostanziali a quanto previsto nel SIA, si attiveranno azioni di “mitigazione”.
- **Fase di esercizio:** in questa fase, considerando l'estensione della durata dell'efficacia dell'impianto (da 25a a 32 anni) il “Piano di Monitoraggio Ambientale” dovrà prevedere controlli periodici e programmati per la verifica, anche rispetto al “punto zero”, delle condizioni quanto-qualitative delle varie matrici ambientali considerate.
- **Post operam-fase di dismissione:** tale fase costituisce, in particolare, il reintegro dell'area d'impianto alle condizioni “quo ante”, oltre a regolarizzare le fasi di svellimento, smaltimento, recupero ed eventualmente ripristino, sia delle varie componenti strutturali dell'impianto che, per il “ripristino”, quelle naturali dei terreni d'imposta.

2.1 Il Piano di Monitoraggio Ambientale: strutturazione programmatica.

Il “Piano di monitoraggio ambientale” è stato strutturato e riportato in questa relazione seguendo gli schemi delle “Linee Guida” di ISPRA e di alcune strutture Regionali e, qui di seguito, si riportano:

1. **Individuazione delle “matrici” da monitorare:** le varie “matrici”, ambientali, paesaggistiche ed antropico-culturali sono state individuate sulla base delle risultanze riportate nel SIA e sui contributi forniti dalle varie relazioni specialistiche sviluppate ed allegate alla progettazione (rumore, condizioni agronomiche e quanto qualitative dell'epitetum, elettromagnetismo, geologia ed idrogeologia);
2. **scelta delle aree e/o dei punti da monitorare:** le aree da monitorare sono state scelte per meglio rappresentare l'impatto dell'impianto sul territorio interessato, in funzione delle diverse matrici definite nel SIA ed, in particolare, per la presenza oltre i buffer di separazione del sito;

- 3. Programmazione delle attività:** la frequenza e la durata delle attività di monito-raggio sulle varie matrici scelte per definirne la “impronta” dell’impianto nel territo-rio d’insediamento, costituiscono parte integrante di ogni matrice considerata; è del tutto evidente che in funzione della tipologia di monitoraggio da effettuare, verranno ad essere modificate le durate, le frequenze e la tipologia di monitoraggio e controllo, partendo sempre dal confronto con il richiamato “punto zero”.

2.2 I riferimenti normativi che regolano il “monitoraggio ambientale”.

Di seguito sono, sinteticamente, riportati i più salienti riferimenti normativi in essere al fine della realizzazione del “monitoraggio ambientale”:

- **Il DPCM 27.12.1988** recante “*Norme tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale*”, tutt’ora in vigore in virtù dell’art.34, comma 1 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., nelle more dell’emanazione di nuove norme tecniche, prevede che “...*la definizione degli strumenti di gestione e di controllo e, ove necessario, le reti di monitoraggio ambientale, documentando la localizzazione dei punti di misura e i parametri ritenuti opportuni*” costituisca parte integrante del Quadro di Riferimento Ambientale (Art. 5, lettera e)”.
- **Il D.Lgs.152/2006** e s.m.i. rafforza la finalità del monitoraggio ambientale attribuendo a questo la valenza di vera e propria fase del processo di VIA che si attua successivamente all’informazione sulla decisione (art.19, comma 1, lettera h).

Il monitoraggio ambientale è individuato nella Parte Seconda del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., (art.22, lettera e); punto 5-bis dell’Allegato VII) come “*descrizione delle misure previste per il monitoraggio*” facente parte dei contenuti dello Studio di Impatto Ambientale ed è quindi documentato dal proponente nell’ambito delle analisi e delle valutazioni contenute nello stesso SIA.

Il monitoraggio è infine parte integrante del provvedimento di VIA (art.28 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.) che “*contiene ogni opportuna indicazione per la progettazione e lo svolgimento delle attività di controllo e monitoraggio degli impatti*”.

In analogia alla VAS, il processo di VIA non si conclude quindi con la decisione dell’autorità competente ma prosegue con il monitoraggio ambientale per il quale il citato art.28 individua le seguenti finalità:

- controllo degli impatti ambientali significativi provocati dalle opere approvate;
 - corrispondenza alle prescrizioni sulla compatibilità ambientale dell’opera;
 - individuazione tempestiva degli impatti negativi imprevisi per consentire all’autorità competente di adottare le opportune misure correttive che, nel caso di impatti negativi ulteriori e diversi, ovvero di entità significativamente superiore rispetto a quelli previsti e valutati nel provvedimento di valutazione dell’impatto ambientale, possono comportare, a titolo cautelativo, la modifica del provvedimento rilasciato o la sospensione dei lavori o delle attività autorizzate;
 - informazione al pubblico sulle modalità di svolgimento del monitoraggio, sui risultati e sulle eventuali misure correttive adottate, attraverso i siti web dell’autorità competente e delle agenzie interessate.
- **Il D.Lgs.163/2006 e s.m.i** regola la VIA per le opere strategiche e di preminente interesse nazionale (Legge Obiettivo 443/2001) e definisce per i diversi livelli di progettazione (preliminare, definitiva, esecutiva) i contenuti specifici del MA.

Ai sensi dell’Allegato XXI (Sezione II) al D.Lgs.163/2006 e s.m.i.:

- il Progetto di Monitoraggio Ambientale costituisce parte integrante del progetto definitivo (art.8, comma 2, lettera g);
- la relazione generale del progetto definitivo “...*riferisce in merito ai criteri in base ai quali si è operato per la redazione del progetto di monitoraggio ambientale con particolare riferimento per ciascun componente impattata e con la motivazione per l’eventuale esclusione di taluna di esse*” (art.9, comma 2, lettera i),
- sono definiti i criteri per la redazione del PMA (art.10, comma 3):
 - a. il progetto di monitoraggio ambientale (PMA) deve illustrare i contenuti, i criteri, le metodologie, l’organizzazione e le risorse che saranno impiegate successivamente per attuare il piano di monitoraggio ambientale (PMA), definito come l’insieme dei controlli da effettuare attraverso la

rilevazione e misurazione nel tempo di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere;

- b. il progetto di monitoraggio ambientale dovrà uniformarsi ai disposti del citato D.M. 1° aprile 2004 del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio; in particolare dovranno essere adottati le tecnologie ed i sistemi innovativi ivi previsti. Secondo quanto stabilito dalle linee guida nella redazione del PMA si devono seguire le seguenti fasi progettuali:

- analisi del documento di riferimento e pianificazione delle attività di progettazione;
- definizione del quadro informativo esistente;
- identificazione ed aggiornamento dei riferimenti normativi e bibliografici;
- scelta delle componenti ambientali;
- scelta delle aree da monitorare;
- strutturazione delle informazioni;
- programmazione delle attività.

2.3 Obiettivi ed attività di Monitoraggio Ambientale.

In base ai principali orientamenti tecnico scientifici e normativi comunitari ed alle vigenti norme nazionali, il *"monitoraggio"* rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare, attraverso la rilevazione di determinati parametri biologici, chimici e fisici, gli impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle fasi: quo ante la costruzione, di realizzazione e di esercizio dell'impianto agrivoltaico.

Ai sensi dell'art.28 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. il *"monitoraggio ambientale"* rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA (incluse quelle strategiche ai sensi della L.443/2001), lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di attuazione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le *"risposte"* ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA.

Al pari degli altri momenti salienti del processo di VIA (consultazione, decisione), anche le attività e gli esiti del *"monitoraggio ambientale"* sono oggetto di condivisione con il pubblico; per garantire tale finalità si propongono, per alcune *"matrici"* considerate, i formati dei *"tabulati"* con cui le informazioni ed i dati contenuti nel PMA e per quelli derivanti dalla sua attuazione dovranno essere forniti per la comunicazione e per l'informazione ai diversi soggetti interessati (autorità competenti, comunità scientifica, imprese, pubblico)

Gli obiettivi del *"monitoraggio ambientale"* e le conseguenti attività che dovranno essere programmate ed adeguatamente caratterizzate nel PMA sono rappresentati, in particolare, da:

1. **verifica dello scenario ambientale** di riferimento utilizzato nello SIA e caratterizzazione delle condizioni ambientali (scenario di base) da confrontare con le successive fasi di monitoraggio mediante la rilevazione dei parametri caratterizzanti lo stato delle componenti ambientali e le relative tendenze in atto prima dell'avvio dei lavori per la realizzazione dell'opera (monitoraggio ante operam o monitoraggio dello scenario di base);
2. **verifica delle previsioni degli impatti ambientali contenute nello SIA** e delle variazioni dello scenario di base mediante la rilevazione dei parametri presi a riferimento per le diverse componenti ambientali soggette ad un impatto significativo a seguito dell'attuazione dell'opera nelle sue diverse fasi (monitoraggio degli effetti ambientali in corso d'opera e post operam o monitoraggio degli impatti ambientali); tali attività consentiranno di:
 - a. **verificare l'efficacia delle misure di mitigazione** previste nello SIA per ridurre la significatività degli impatti ambientali individuati in fase di cantiere e di esercizio;
 - b. **individuare eventuali impatti ambientali non previsti** o di entità superiore rispetto alle previsioni contenute nello SIA e programmare le opportune misure correttive per la loro gestione/risoluzione;
3. **comunicazione degli esiti delle attività** di cui ai punti precedenti, alle autorità preposte ad eventuali controlli ed eventualmente al pubblico.

2.4 Succinte considerazioni desunte dallo “Studio di Impatto Ambientale” (SIA).

Per rendere organica la proiezione dell’area di studio verso il “monitoraggio ambientale” ed il conseguente “Piano di monitoraggio ambientale”, è utile riportare una sintesi di quanto evidenziato nello “Studio d’Impatto Ambientale” (SIA), dal quale il “Piano” non può minimamente discostarsi, al punto che l’ultimo capitolo, in maniera succinte, è stato dedicato al PMA

Di seguito, quindi, si riportano i riscontri salienti desunti dal SIA e riferiti alle norme vigenti:

- Il terreno di imposta dell’impianto è allocato, nel vigente “Piano Regolatore” del Comune di Brindisi, in area tipizzata come agricola “E” e quindi sostanzialmente compatibile con la realizzazione dell’impianto;
- Sempre in merito alla programmazione del Comune di Brindisi, l’area d’imposta non è conforme al “**Piano di individuazione di AREE NON IDONEE all’installazione dei FER** (Fonti Energetiche Rinnovabili)”. Per questa condizione appare chiara la volontà del Comune di vietare la realizzazione di impianti FER e, nel qual caso di impianti fotovoltaici, nell’area agricola SIN; **tale vincolo appare veramente contraddittorio rispetto alla necessità di dover provvedere alla bonifica dei terreni contaminati che, per il carico di metalli pesanti e di idrocarburi presenti, dovrebbero essere totalmente vietati alla coltivazione. Inoltre, tale poco comprensibile vincolo, cozza pesantemente con i principi della “decarbonizzazione” ed in particolare con la “cattura” della CO2 nei terreni agricoli; è noto, infatti e come riportato nell’apposita relazione di “carbon footprint”, che le attività di aratura dei terreni sono quelle che maggiormente producono la fuoriuscita di CO2 e di altri gas climalteranti dal suolo e dal sottosuolo.**
- **Sempre in merito agli impianti “NON IDONEI FER” anche sul sito della Regione ed il relativo webgis, si riporta il vincolo per l’area d’imposta dell’impianto proposto;** tutto ciò in contrasto evidente con quanto normativamente previsto per gli impianti “agrivoltaici, in area “SIN” che è relativa al 2021 e quindi molto posteriore rispetto al sito web della Regione Puglia e dello stesso Comune;
- **Sempre in merito alla programmazione comunale**, aggregata a quella regionale e nazionale, la localizzazione dell’impianto agrivoltaico è del tutto inserito all’interno del “*Parco Naturale Regionale di Salina della Contessa*” che, nella porzione più prossima al litorale distingue una zona vincolata da Natura 2.000 come ZSC/ZPS IT 9140003 e denominata “*Stagni e saline di Punta della Contessa e Fiume Grande*”. L’impianto proposto si distingue fisicamente dalla zona umida vincolata per la creazione, pur non essendo prevista dalle norme vigenti, di una zona di rispetto (buffer) variabile da alcune decine di metri a quasi 200 m.
- In merito alla programmazione della Provincia di Brindisi, il parco agrivoltaico è localizzato all’esterno del Piano Faunistico Venatorio denominato “*Oasi di Protezione faunistica Fiume Grande -Cerano*”;
- Circa la programmazione regionale, l’area d’imposta è esterna ad aree identificate a “*pericolosità geomorfologica*”, di nessun livello, così come riportato nel “*Piano di Assetto Idrogeologico*” (PAI).
- L’area d’imposta dell’impianto agrivoltaico risulta del tutto estranea alle aree classificate a “*pericolosità idraulica*” AP, come riportato nel richiamato “PAI” regionale.
- L’area d’imposta dell’impianto agrivoltaico non rientra nelle zone classificate, sempre nella pianificazione regionale del “PAI”, come a “*rischio*” idraulico.
- L’area d’imposta dell’impianto agrivoltaico, nella sua generalità, si presenta pianeggiante e quindi con pendenze medie decisamente inferiori al 5%; risponde, quindi, pienamente al limite previsto e relativo a pendenze vallive e/o di crinali superiori al 20 %. La percentuale del 5% è quella ritenuta “*significativa*”, per cui l’impianto viene allocato su terreni che presentano una pendenza “*non significativa*”.
- L’area d’imposta dell’impianto agrivoltaico è allocata a distanza molto maggiore ad 1 Km dal limite della città urbanizzata; l’area più prossima è solo quella delle abitazioni rurali poste nell’ambito dell’area d’imposta e di queste, solo una è vincolata con buffer di rispetto (Masseria Villanova) che, ovviamente, viene considerata nella progettazione delle stringhe dei tracker e sarà oggetto di lavori di ristrutturazione in quanto proprietà pubblica (Comune di Brindisi) e futura sede del Comitato di Gestione del Parco;
- L’area d’imposta dell’impianto agrivoltaico è interessata dalla rete idrografica comunale regionale per cui non presenta vincoli idrogeomorfologici che, comunque, vengono totalmente tenuti nella giusta considerazione nella progettazione dell’impianto agrivoltaico proposto, così come rilevato dalla relazione elaborata dall’Ing. idraulico; infatti sono presenti solo: il “Canale Pandi” la cui valle imbriferà è interrotta dallo scavo del nastro trasportatore ed un “solco erosivo”, senza nome, di breve percorrenza che aggetta direttamente le poche acque meteoriche raccolte nella salina posta in prossimità dell’area litoranea.

La tavola n. 1 che segue riporta il “reticolo idrografico” tratto dal PAI (Piano di Assetto Idrogeologico e dal “PPTR”; da questa si evince che i “corsi d’acqua” denominati “Canale Pandi” ed uno a sud, senza nome, nella parte centrale dell’impianto non sono classificati come “acque pubbliche”; dalla Tavola si evince, a sud dell’impianto il “Canale Foggia di Rau” inserito nell’elenco delle “acque pubbliche”, che non interessa direttamente l’area dell’impianto e che presenta una valle imbrifera ben strutturata nelle forme di modellamento idrico.

Di seguito si riporta lo stralcio del PPTR con tutti i layers aperti anche del PAI Regionale.

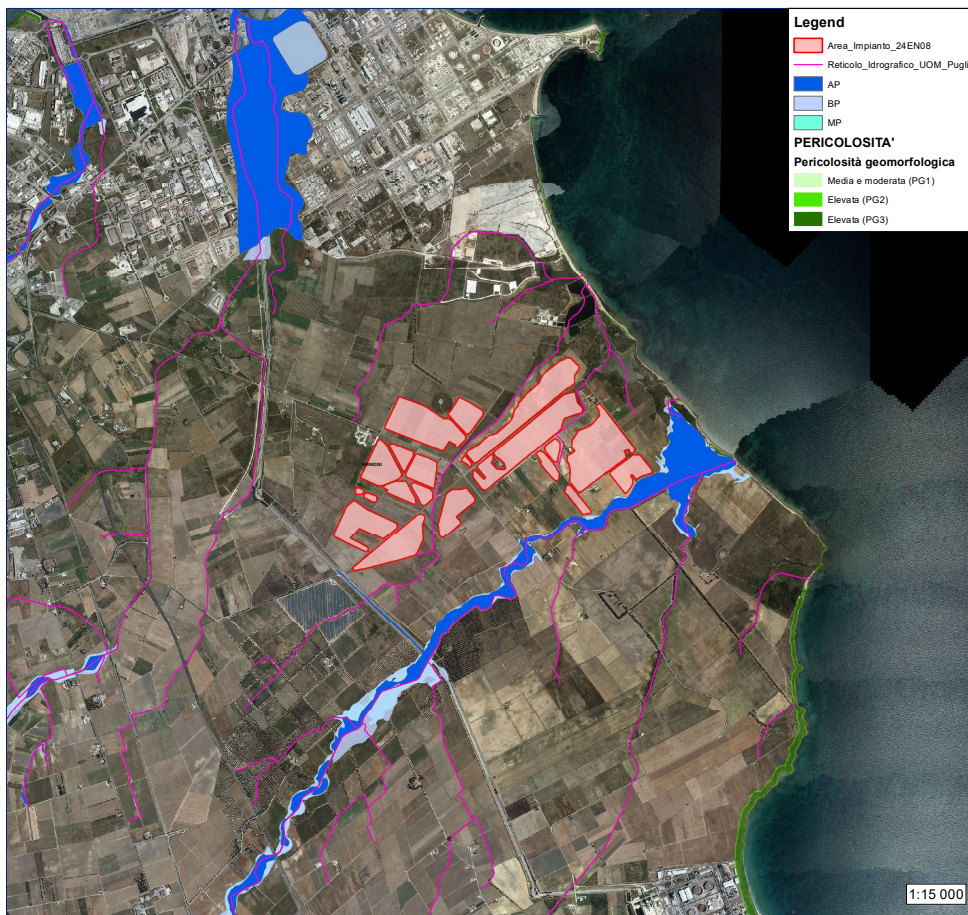


Tavola n. 1 : ubicazione dell’impianto rispetto al “reticolo idrografico” esistente e riconosciuto dal PAI.

- Per ultimo, in merito al “Piano Paesaggistico Territoriale Regionale” (PPTR), nel SIA si è fornito ogni riscontro rispetto alle varie tematiche sviluppate, ottenendo la totale estraneità dell’area d’imposta dell’impianto agrivoltaico alla vincolistica presente, ad esclusione del vincolo della “Masseria Villanova” il cui rispetto è andato oltre il buffer previsto.

In definitiva, fatta salva l’ubicazione dell’impianto nell’area del “Parco Regionale Salina di Punta della Contessa”, inserito nella perimetrazione dell’area da bonificare SIN di Brindisi e quindi disponibile ad accogliere impianti “agrivoltaici”, l’area d’imposta dell’impianto non rientra in nessuno dei vincoli previsti dal PPTR, dal PAI e dalla normativa provinciale esistente e per quelli idrogeologici, in particolare, è stata sviluppata apposita “relazione di verifica idraulica ed idrologica” utile per la corretta allocazione delle stringhe dei tracker.

Appare, infine, utile riportare che, l’area d’imposta dell’impianto agrivoltaico viene ad impegnare un’area agricola su cui, in prossimità ma al di fuori dell’area del Parco, sussistono altri impianti fotovoltaici “a terra”; questi, congiuntamente a quello proposto dal Committente, vengono a completare, se pur parzialmente, parte della porzione di area SIN, considerata a “Medio” e Basso” rischio di contaminazione potenziale, come riveniente dal “Piano di Investigazione” effettuato da Invitalia nel 2014/2015.

In merito agli “impatti cumulativi”, con questa oggettiva rappresentazione dell’area d’imposta del nuovo impianto e di quelli esistenti, non si ottempera al “criterio “A”, indicato da ARPA Puglia e dalla Regione, per la realizzazione d’impianti

fotovoltaici; resta il fatto che si fornisce una destinazione certa a questi terreni dell'area SIN, **evitando con ciò, l'immissione di prodotti agricoli contaminati nella filiera del consumo umano.**

A prescindere da questo positivo aspetto, la progettazione ha finalizzato molto e senza sprechi di risorse, le opere di "mitigazione" che verranno ad essere introdotte, compensando abbondantemente la non rispondenza al "criterio "B", relativo a distanze fra impianti esistenti nell'ambito dei raggi di valutazione di 5 Km.

Inoltre, non deve risultare superfluo riportare che l'impianto verrà realizzato senza incidere minimamente sull'uso di suolo destinato alla realizzazione di strade di accesso; l'impianto, infatti, sarà realizzato in adiacenza e/o in prossimità sia di strade poderali del Comune di Brindisi che, di strade provinciali.

Come desunto dalla relazione specialistica dell'Agronomo, l'area d'imposta non rientra e/o non è classificata come area "privilegiata" da particolari colture agricole; solo recentemente l'area è ritornata ad essere coltivata, in attesa della realizzazione dell'impianto, con colture stagionali. Prima e per lustri, porzioni dell'area d'imposta dell'impianto sono rimaste totalmente incolte e quindi soggette alla perdita delle caratteristiche organolettiche dell'epitetum ed all'aggressione di un'incipiente azione di pre-desertificazione, oltre che alla ricaduta di inquinanti per fall-out.

La Tavola n. 2, che segue, riporta lo stralcio della "carta dei Suoli", su CTR della Regione Puglia; maggiori dettagli si potranno trarre dalla relazione agronomica allegata al progetto.

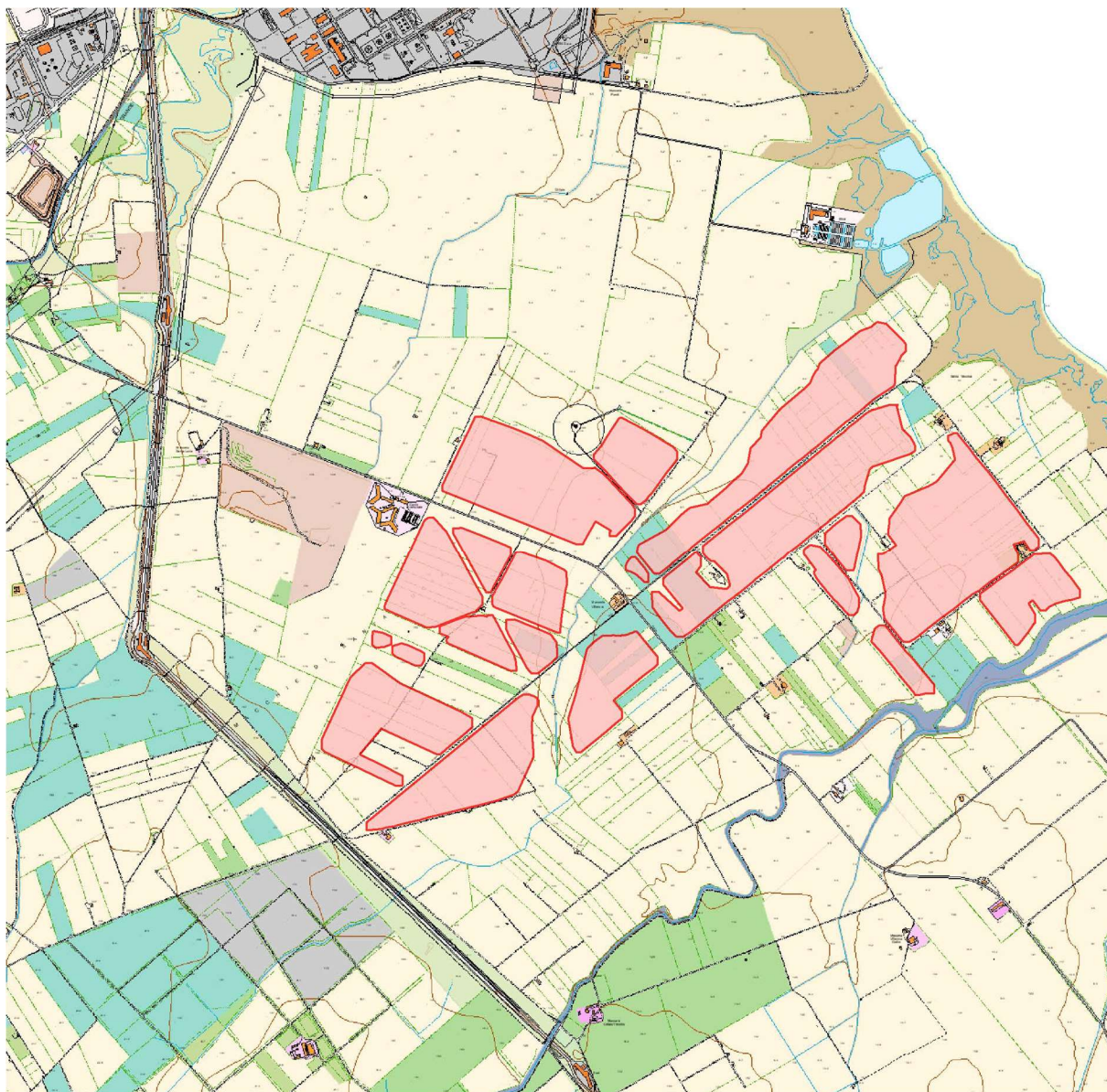


Tavola n. 2 : Carta dei suoli –CTR Regione Puglia.

3 SINTETICHE CONSIDERAZIONI GENERALI SULL'AREA SIN E SULL'AREA INTERESSATA DALL'IMPIANTO.

Come accennato in premessa, appare opportuno ribadire che con la L. 426/1998 il territorio industriale di Brindisi, congiuntamente ad altre 13 località, viene riconosciuto come **"Sito di interesse nazionale per la bonifica"** ed il Ministero dell'Ambiente, con proprio Decreto del 10 gennaio 2000, perimetra l'area da sottoporre a caratterizzazione chimica per l'individuazione di eventuali inquinanti presenti e l'attivazione delle relative procedure di **"bonifica"**; la perimetrazione del Sito di Interesse Nazionale (SIN) è effettuata ai sensi dell'art. 1 comma 4 della stessa L. 426/98 che testualmente recita:

"Sono considerati primi interventi di bonifica di interesse nazionale quelli compresi nelle seguenti aree industriali e siti di interesse nazionale i cui ambiti sono perimetrati, sentiti i comuni interessati, dal Ministro dell'Ambiente sulla base dei criteri di cui all'art. 18, comma 1, lettera n), del Decreto legislativo 5 febbraio 1997 e successive modifiche".

In tale perimetrazione il Ministero ha ritenuto opportuno inserire, oltre che l'intera area industriale di Brindisi, come espressamente riportato all'art. 1 comma 4 della L. 426/98, anche l'area agricola interclusa fra il polo industriale e la centrale termoelettrica dell'Enel posta a Sud, in località Cerano, in quanto soggetta a full-out di inquinanti rivenienti dalle due aree industriali e dalla presenza del nastro trasportatore del carbone che collega l'area portuale alla centrale di Enel Produzione, in località Cerano.

L'inclusione di questa area agricola, comprensiva dei terreni di imposta dell'impianto agrivoltaico che si propone, nella perimetrazione del **"Sito di Interesse Nazionale"** (SIN) costituisce, sostanzialmente, un'anomalia rispetto alla L. 426/98 ed allo stesso Decreto attuativo 471/99, in quanto le **"Aree Agricole"**, come riportato al Capitolo 1, sono escluse dagli interventi di bonifica in virtù del fatto che si ritiene che nessun imprenditore agricolo e/o conduttore può, con la propria attività, contaminare (ad esclusione dell'uso indiscriminato di fitofarmaci) le matrici ambientali suolo, sottosuolo e falde sotterranee.

Tale anomalia, in caso di individuazione di una contaminazione delle matrici suolo, sottosuolo ed acque, si ritiene ricada a totale carico dei fondi pubblici e **non può essere a carico dei proprietari e conduttori dei fondi agricoli**; infatti, la caratterizzazione del suolo, del sottosuolo e della falda freatica dei terreni posti nell'area agricola interclusa fra la zona industriale e la centrale di Cerano, così come riportato in premessa, **è stata realizzata solo ed esclusivamente con fondi pubblici rivenienti dal Commissario regionale all'emergenza ambientale (Fitto e Vendola), voluta ed imposta dal Ministero dell'Ambiente in apposite Conferenze di Servizio.**

Il Ministero dell'Ambiente, con Decreto del 10 gennaio 2000, perimetra l'area del SIN di Brindisi, inserendo anche le richiamate aree agricole, su cui si intende realizzare l'impianto agrivoltaico con tracker e con ciò ritenendo, giustamente, che queste fossero direttamente interessate dalle emissioni e dalle ricadute di inquinanti e che, per tali presenze, si potesse mettere a rischio la salute dei Cittadini a causa dell'immissione nel locale ciclo alimentare delle colture prodotte sui terreni.

I terreni dell'impianto agrivoltaico proposto sono tutti inclusi nella perimetrazione dell'area SIN di Brindisi e non appartengono all'area industriale di Brindisi.

Inoltre, essendo tutti classificati come **"terreni agricoli"**, non possedevano parametri tabellati che ne determinano i "limiti" e quindi, lo stato di **"contaminazione"**, ciò sia per quanto riportato nel D.Lgs 471/99 (relativo alle bonifiche ed applicativo del Decreto Ronchi n. 22/1996) e relativo al primo Piano di Investigazione del 2004/5 -Sviluppo Italia-Università ed ARPA) e sia per il successivo Dlgs 152/2006 e s.m.i., per le investigazioni effettuate da Invitalia nel 2014/15.

La verifica dello stato di contaminazione di questi terreni agricoli è stata fatta per comparazione con le così dette **"zone industriali e commerciali"**, i cui valori di concentrazione limite sono riportati nella Tabella "B" della Tabella 1 del T.U.A. e ss.mm.ii; infatti, i terreni dell'impianto sono da considerare come **"terreni industriali"** e non **"agricoli"**.

Non è l'attuale **"stato di classificazione urbanistica"** (agricola) che induce all'utilizzo delle diverse tabelle comparative delle **"Concentrazioni Soglie di Contaminazione"** (CSC), quanto il fatto che l'impianto costituisce un **"opificio industriale"** e come tale i terreni saranno classificati come industriali (D1).

Per tale ragione lo stato di reale "contaminazione" è stato valutato secondo quanto riportato dal T.U.A., raffrontando i parametri con la Tabella "B" (zone industriali e commerciali) dell'Allegato n. 5 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.

Anche su questo aspetto soccorre la dottrina esistente che, nel merito della Sentenza del Consiglio di Stato, Sez. V, del 25 febbraio 2016, n. 757, così riporta:

In sintesi, un impianto agrivoltaico, che per legge deroga all'ordinaria destinazione agricola dei terreni interessati, non comporta varianti alla tipizzazione di P.R.G. che resta confermata "E agricola", ma l'impianto va accatastato nella categoria "D/1 opifici" e come tale va considerato nella sua valutazione di impatto ambientale.

Inoltre, la medesima sentenza, facendo riferimento a quella del TAR di Lecce, riporta:

Il T.A.R., preso atto che nella specie, non erano state superate concentrazioni soglia di contaminazione, ha ritenuto che "non vi era ragione di procedere alla caratterizzazione dei suoli e quindi all'analisi di rischio e alla determinazione delle concentrazioni soglia di rischio, il superamento delle quali giustifica l'adozione dei procedimenti di messa in sicurezza ed bonifica (art. 240 ss Dlgs. n. 152/06)".

La richiamata sentenza del CdS elimina ogni dubbio in merito alla modalità di verifica dell'esistenza o meno di uno stato di contaminazione delle varie matrici ambientali.

La richiamata considerazione vale ancor più per le acque di falda per le quali la normativa previgente (DM 471/1999) e quella attuale (D.Lgs 152/2006 e smi) riportano una sola tabella comparativa, equiparando le acque di una zona produttiva industriale a quelle di una zona agricola, la cui "qualità" per gli usi agricoli e quelli umani, deve essere decisamente migliore e quindi con parametri di valutazione inferiori rispetto a quelli riportati nella tabella 2 dell'ex DM 471/99 e dell'attuale TUA.

Del resto, una semplice comparazione fra questa ultima tabella e quelle riportate nella normativa specifica per acque ad uso potabile (Direttive 98/83/CE e 2000/60/CE, Regolamento CE 178/2002, D.Lgs 31/2001 e smi, lo stesso TUA alla Sezione III, L.R.P. 01/2005, LRP 12/2007 e LRP 16/09 e ss.mm.ii., ecc.) evidenzia la sostanziale differenza delle concentrazioni limite (accettabili) riportate.

Nel caso dell'area d'imposta dell'impianto agrivoltaico proposto, pur in presenza di pozzi freatici non si ritiene di attingere acque per l'irrigazione; vi sono alcuni pozzi artesiani dai quali possono essere emunte acque utili all'esercizio che, in qualche maniera, per il "pacco" di argille presenti, sono preservate dall'impedimento alla percolazione degli inquinanti individuati nella falda freatica superficiale.

Oggettivamente, va riportato che l'anomalia della mancanza di una rispondenza tabellare degli analiti da verificare in aree SIN, aventi destinazione agricola è a danno delle matrici ambientali sottoposte a caratterizzazione chimica e quindi ad una sottostima della reale "contaminazione" prodotta.

Resta il fatto che la comparazione fra i risultati delle analisi chimiche ottenute dalle caratterizzazioni su suoli, sottosuoli ed acque freatiche dei terreni dell'area agricola inserita nel SIN, fra cui anche quelli dell'area dell'impianto proposto, è avvenuta raffrontando e comparando con "concentrazioni soglia" riferite non a terreni agricoli e quindi sicuramente superiori a quelle che il Regolamento previsto nel T.U.A. (D.Lgs 152/2006 e ss.mm. ii.).

Inoltre, appare opportuno rammentare che i due richiamati "Piani di Caratterizzazione" hanno interessato, con numerosi campionamenti, le varie matrici ambientali e che il raffronto fra i valori di concentrazione ottenuti è stato effettuato con le CSC relative alla normativa allora vigente; in particolare i due PdC ed i relativi "Piani di Investigazione" sono stati elaborati da:

- 1) Sviluppo Italia con Università di Lecce ed ARPA**, per i terreni ritenuti ad "Alta" possibilità di contaminazione, posti a cavallo del nastro trasportatore del carbone che, dal porto di Brindisi, raggiunge la centrale termoelettrica di Enel Produzione, in località Cerano; nel 2004/2005 era ancora vigente il DM 471/98 e la tabella comparativa utilizzata era quella dell'Allegato 1 Tabella n. 1 "A", relativa a "Siti a verde pubblico, privato e residenziale";
- 2) da INVITALIA**, per i terreni agricoli dell'area SIN e ritenuti a "Media" e "Bassa" possibilità di contaminazione; nel 2014/2015 era vigente il D. lgs 152/2006 471/98 e la tabella comparativa utilizzata era quella della **Parte Quarta-Titolo V – All.5 -Tab. 1 – Colonna "A" relativa a "Siti a verde pubblico, privato e residenziale"**.

Infine, vi è da riportare che l'area dell'impianto agrivoltaico proposto rientra nella perimetrazione effettuata dalla Regione Puglia del "Parco Naturale regionale Salina di Punta della Contessa" che, fra gli obiettivi previsti e riportati nella legge regionale istitutiva (L.R. 28/2002) individua anche:

- il mantenimento degli equilibri ecologici, di quelli idraulici ed idrogeologici;
- il monitoraggio dell'inquinamento presente e lo stato degli indicatori presenti;
- la bonifica dei suoli inquinati;

- la rinaturalizzazione delle aree agricole, poste a ridosso dei siti a rischio di inquinamento, attraverso l'incremento della copertura arborea-arbustiva naturale;
- la creazione di un "Marchio dei Prodotti del Parco" con relativo brand di attrattività turistica;
- ecc.

I terreni che costituiscono l'impianto agrivoltaico proposto sono allocati tutti nella porzione posta a N-NE del nastro trasportatore del carbone per la centrale di Cerano e distanti da questo.

Di seguito alla Tavola n. 3 è riportata la perimetrazione dell'area SIN di Brindisi, con la relativa legenda.

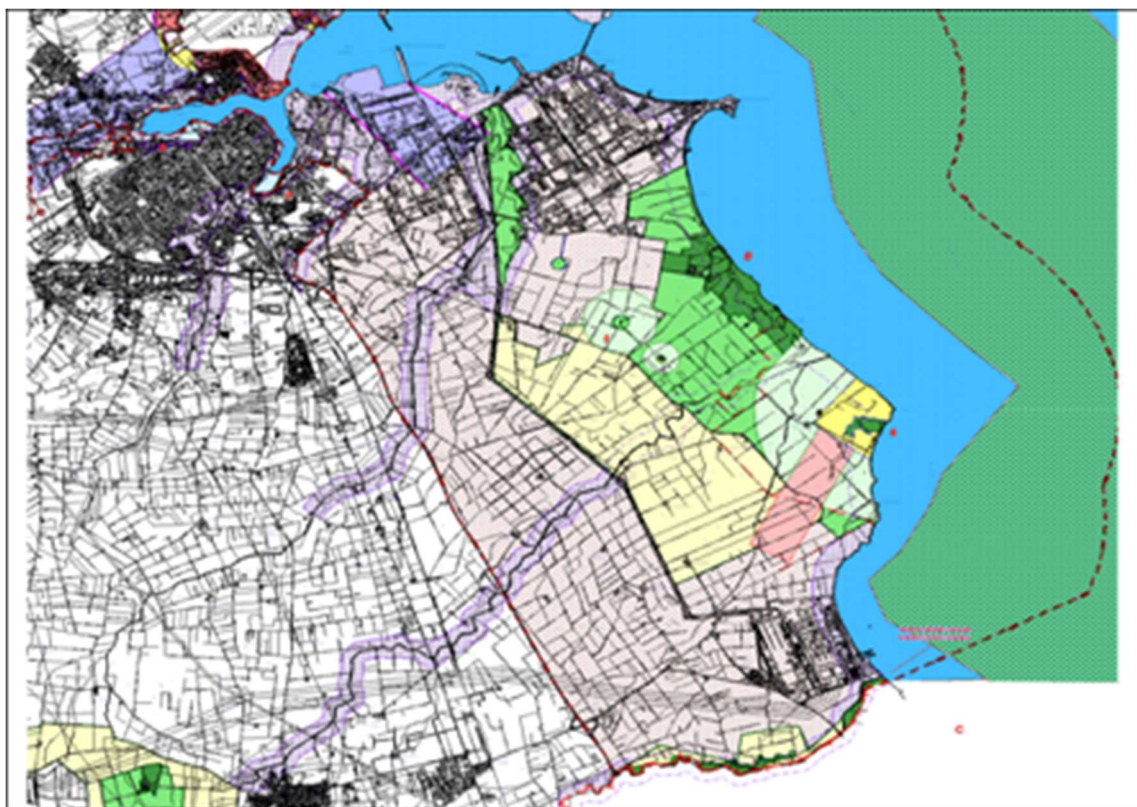


Tavola n. 3: Perimetrazione e legenda area SIN Brindisi (D.M.A. 10/01/2000).

Nella successiva Tavola n. 4 si riporta:

- l'area, racchiusa da un confine "giallo", che costituisce il "Parco Naturale regionale Salina di Punta della Contessa";
- l'area, racchiusa da un confine "verde", che costituisce all'interno del "Parco Naturale regionale Salina di Punta della Contessa" l'area SSC/ZPS definita come "Stagni e Salina di Punta della Contessa e di Fiume Grande" ed inserita nel protocollo di Natura 2000 con la sigla: IT 9140003 ;

- in rosso, l'impronta del layout dell'impianto proposto che, se pur poco visibile in questa tavola, nella porzione di confine ad Est è separato dal limite dell'area ZSC da un apposito "buffer" creato e voluta dal Committente al fine di non interferire con le peculiarità ambientali della zona ZSC.



Tavola n. 4: In verde il "Parco Naturale regionale Salina di Punta della Contessa".

Infine, alla successiva tavola n. 5 si riporta la planimetria dell'Area "SIN", con esclusa l'area marina, dei terreni "agricoli" che, come riportato, in parte vengono ad essere interessati dal "Parco Naturale regionale Salina di Punta della Contessa" e sono posti ad Est della traccia in rosso che costituisce il nastro trasportatore del carbone verso la centrale termoelettrica di Cerano, anche questa in rosso e, per la restante parte, restano destinati agli usi agricoli consentiti.

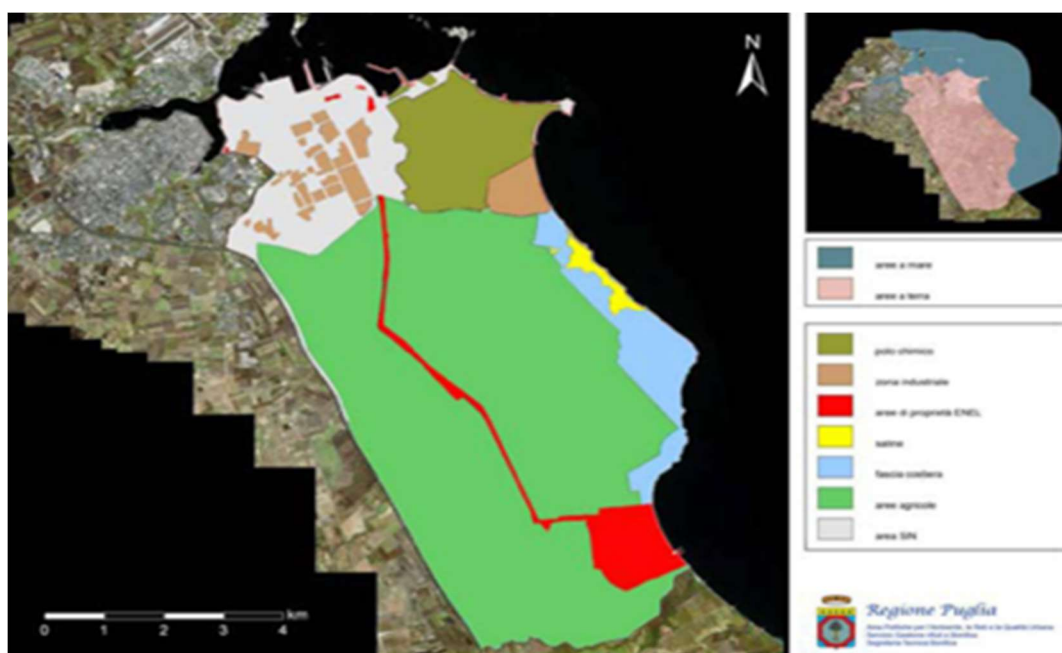


Tavola n. 5: In verde area SIN destinata alla caratterizzazione chimica delle varie matrici.

3.1 Individuazione catastale e della caratterizzazione chimica dell'impianto e riferimento al SIN-Brindisi.

La morfologia dell'area di insediamento dell'impianto agrivoltaico, che si propone, è sostanzialmente pianeggiante e leggermente degradante verso il mare; infatti, nell'area la maggiore componente è costituita da sabbia intercalata a minerali argillosi dovuti ai fenomeni di "argillificazione secondaria", per trasformazione della componente umica.

Le caratteristiche climatiche sono piuttosto uniformi e caratterizzate da inverni ed estati temperati, primavera ed autunno piuttosto brevi; infatti, l'intero territorio della provincia di Brindisi presenta un clima "caldo-arido" caratterizzato da temperature medie alquanto elevate e da una piovosità di circa 600 mm/anno, concentrata nel periodo ottobre-marzo. Le precipitazioni estive, alquanto rare, assumono spesso carattere temporalesco. I venti dominanti spirano in prevalenza lungo la direttrice Nord – Sud, infatti, provengono principalmente dai quadranti settentrionali, su cui predomina la tramontana e da quelli meridionali, con prevalenza dei venti sciroccali.

Partendo dal centro abitato di Brindisi, i terreni in esame sono raggiungibili percorrendo la Strada Litoranea per Casalabate (S.P. 88) in direzione Sud e da questa, percorrendo le strade rurali comunali esistenti e la strada di servizio realizzata in adiacenza al lato orientale del nastro trasportatore, si perviene ai vari "sub-campi" che, nel complesso, costituiscono un "unicum" impiantistico. La Tavola n. 6, che segue, riporta l'impronta dell'impianto agrivoltaico proposto e rappresentato su ortofotocarta con la colorazione rossa, come distribuito nei vari "sub-campi" e nelle varie particelle che si è avuto modo di contrattualizzare.



Tavola n. 6: impronta dell'impianto agrivoltaico proposto.

Si è detto che l'area di studio è compresa nel SIN di Brindisi e rappresenta l'area agricola interclusa fra il petrolchimico e la zona industriale, posti a nord ed il polo energetico di Cerano, a Sud, ove sorge la centrale termoelettrica a carbone di Enel Produzione, alimentata da un nastro trasportatore che, sostanzialmente, suddivide la perimetrazione dell'area SIN agricola, nella porzione posta ad oriente del nastro e destinata, per lo più, al "Parco Naturale regionale Salina di Punta della Contessa" e la porzione di terreno agricolo, posta ad occidente ed interclusa fra il nastro ed il limite della perimetrazione SIN che corrisponde alla SS 613 per Lecce.

Dalla Tavola n. 4 si evince chiaramente che l'impianto proposto viene ad occupare solo i terreni posti ad Est del nastro trasportatore, in parte in abbandono culturale da lustrì e soggetti a fenomeni di pre-desertificazione ed in parte terreni per lo più coltivati a seminativo.

In premessa si è avuto modo di riportare che, per le ragioni richiamate, tutta l'area agricola dell'area SIN è stata caratterizzata in due differenti step e con l'utilizzo solo di risorse pubbliche, senza incidere sulla già molto precaria condizione economica del settore primario agricolo.

La tavola allegata n. 7 riporta la perimetrazione dell'area SIN di Brindisi, limitata all'area agricola ed alla centrale termoelettrica di Enel Produzione Spa – Brindisi Sud-Cerano, differenziata con tre distinte colorazioni che rappresentano:

- ⇒ **Area in rosso:** area ad **“Alta”** probabilità di **“contaminazione”**, posta nell’in-torno del nastro trasportatore del carbone e della stessa centrale termoelettrica per un’estensione di 150 m. per parte dall’asse;
- ⇒ **Area in giallo:** area a **“Media”** probabilità di **“contaminazione”**, posta in adiacenza alla SS. 613 -superstrada Brindisi -Lecce e, se pur non rappresentata in giallo, anche nell’area del **“Parco”** ed oltre il limite di 150 m. dal nastro trasportatore; tale area è sottoposta, in particolare, alla ricaduta degli inquinanti immessi in atmosfera dall’intenso traffico veicolare ed al fall-out degli inquinanti industriali;
- ⇒ **Area in Verde:** area a **“Bassa”** probabilità di **“contaminazione”**, posta sia ad oriente che ad occidente del nastro trasportatore del carbone.
- ⇒ **L’area di “celeste”** che appresenta la zona ZSC/ZPS denominata **“Stagni e salina di Punta della Contessa e Fiume Grande”** che non è stata caratterizzata chimica-mente nei due **“Piani”** effettuati nel 2004 e nel 2014.

Tale area sarà caratterizzata con altro piano nazionale di finanziamento ma, in sostanza, non interessa i terreni oggetto di studio per l’impianto **“agrivoltaico avanzato”** che si propone.

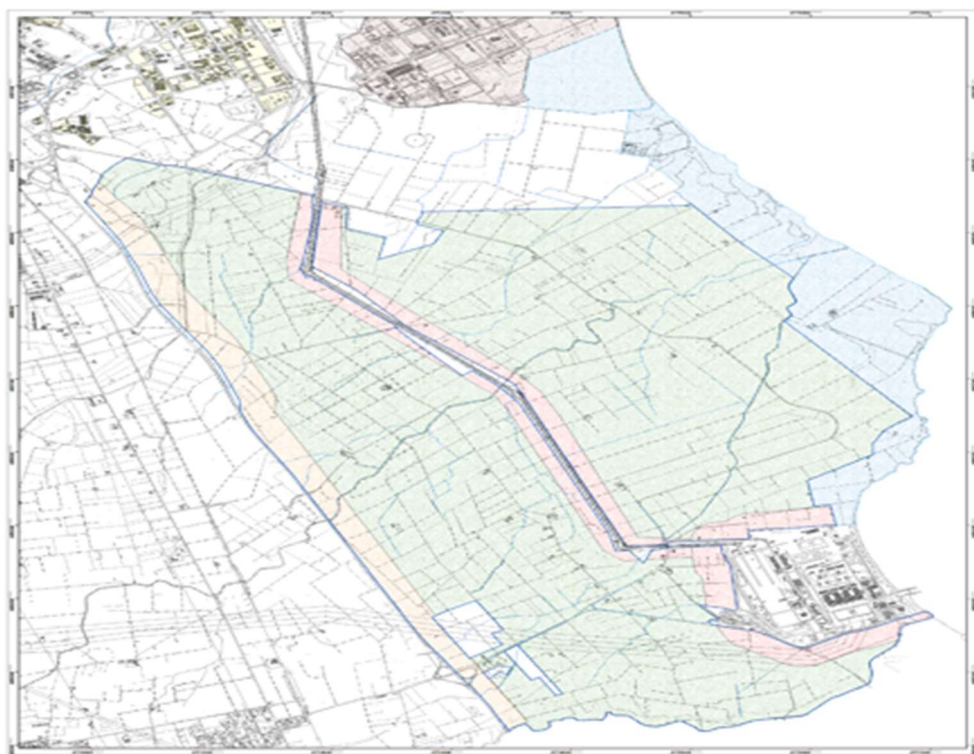


Tavola n. 7: suddivisione dell’area SIN (agricola) in tipologia di presunta “contaminazione”.

Nella tavola n. 7, oltre alla differenziazione cromatica richiamata, si evidenziano tutta una serie di puntini che corrispondono ai **“sondaggi ambientali”** effettuati nell’ambito delle due campagne di caratterizzazione chimica effettuate e per le quali si avrà modo di ritornare nei successivi capitoli.

Ai fini di questa relazione, per riconoscere il reale stato di **“contaminazione”** dei terreni interessati dalla proposta di realizzazione dell’impianto agrivoltaico, si è operato come di seguito riportato:

- Ricerca bibliografica delle caratterizzazioni chimiche effettuate nei due differenti step investigativi;
- Individuazione dei sondaggi **“ambientali”** effettuati, nell’ambito dei due richiamati **“Piani di Investigazione”**, sui terreni costituenti l’impronta topografica dell’impianto agrivoltaico proposto e nell’immediato intorno;
- Ricerca e tabellazione dei risultati delle indagini chimiche effettuate sui campioni prelevati dai sondaggi di interesse;
- Rappresentazione tabellare e grafica dei riscontri registrati.

La Tavola n. 8, che segue, riporta l’area agricola perimetrata come SIN e l’ubicazione di tutti i sondaggi effettuati e le relative sigle identificative che di seguito si riportano:

- Sondaggi "S" : realizzati nell'area ad "Alta" probabilità di contaminazione;
- Sondaggi "S M": realizzati nell'area a "Media" probabilità di contaminazione;
- Sondaggi "S B": realizzati nell'area a "Bassa" probabilità di contaminazione.



Tavola n. 8: Sondaggi effettuati in area agricola SIN.

Infine, di seguito ed a scala maggiore, si riporta la Tavola n. 9 che rappresenta, su ortofoto e catastale, sia l'impronta dell'impianto agrivoltaico proposto che i sondaggi ambientali realizzati sui terreni acquisiti e nell'immediata prossimità del committente.

Appare infine, utile ricordare che nella tavola sono riportati anche i pozzi/piezometri realizzati nell'ambito dell'area d'interesse.



Tavola n. 9: Sondaggi ambientali realizzati nell'area d'imposta ed in prossimità dell'impianto.

Dalla tavola si evince che i sondaggi considerati e realizzati nell'area d'imposta sono stati:

- 1) "S M": n. 5 sondaggi (S"M": 102, 103, 104, 105 e 106);
- 2) "S B": n. 35 sondaggi (S"B": 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 42, 43, 49, 64, 65 e 66).

Il tutto per un totale 40 sondaggi.

3.2 La caratterizzazione chimica effettuata sui terreni a "Medio" e "Basso" rischio di contaminazione, interessati dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico proposto.

Si è già riportato che i terreni del SIN qualificati come a "Medio" e "Basso" rischio di contaminazione sono stati caratterizzati chimicamente da Invitalia nel 2014/2015 ed ARPA che ha certificato, in contraddittorio, il 10% dei sondaggi e relativi campionamenti effettuati.

Appare opportuno riportare che, per convenzione, riveniente da varie Conferenze dei Servizi presso il Ministero dell'Ambiente, per queste aree definite a "medio e basso rischio di contaminazione" e costituenti il "lotto II" del "Piano di Caratterizzazione" delle aree agricole del SIN di Brindisi, si è ritenuto che le maglie di investigazione, in ciascuna delle quali effettuare un sondaggio, fossero di due tipi e pari a "200 x 200 m" e di "250 x 250 m", a differenza dell'area ad "alto rischio" nella quale la maglia è stata pari a 100 x 100m.

In particolare, in questo "Piano di Caratterizzazione", INVITALIA ha ritenuto opportuno differenziare la simbologia dei sondaggi effettuati a seguito della identificazione della differente maglia, per cui si ha che, per l'area relativa all'impianto proposto:

- con "SM" (media contaminazione) sono identificati n. 5 sondaggi effettuati, su maglia 200x200 m.;
- con "SB" (bassa contaminazione) sono identificati i 35 sondaggi effettuati su maglia 250x250 m.;

Nell'area agricola ove si propone la realizzazione dell'impianto agrivoltaico, estesa per **240,26 ettari**, sono stati realizzati sia 35 sondaggi del tipo "SB" e quindi con maglia 250x250 m. che, n. 5 sondaggi del tipo "SM" e quindi con maglia 200x200 m.

Nel complesso, nell'area d'imposta dell'impianto, sono stati realizzati **n. 40 sondaggi ambientali che, su un'area estesa 240,26 ha dell'intero impianto, porta ad una "maglia" di investigazione pari a 245,10 x 245,10 m.** che, costituisce una realistica media fra le tre "maglie" utilizzate per le due distinte aree a rischio (200x200 m. e 250x250 m.).

In definitiva, ove i terreni non fossero stati precedentemente caratterizzati chimica-mente, il "Piano di Investigazione" avrebbe potuto essere impostato su di una maglia, media fra le due utilizzate, pari appunto a circa **245,10 X 245,10 m.**

Con le considerazioni riportate, si è in grado di ritenere che i terreni d'imposta dell'impianto possano essere considerati come tutti già "caratterizzati" chimicamente.

3.3 Area a "medio rischio di contaminazione" – sondaggi "SM"- Valutata con la TABELLA "A" per "verde pubblico e privato".

Nell'area d'imposta dell'impianto, esterna ai 150 m. di distanza dal nastro, sono stati realizzati i seguenti n. 5 sondaggi all'interno dell'area d'imposta dell'impianto, identificati con un pallino "giallo":

- Sondaggi "SM": nn. 102, 103, 104, 105 e 106.

La tavola n. 10 riporta l'ubicazione dell'impianto ed i sondaggi del tipo "SM" realizzati e presi in considerazione ai fini della verifica dello stato di contaminazione evidenziato da Invitalia ed Arpa.

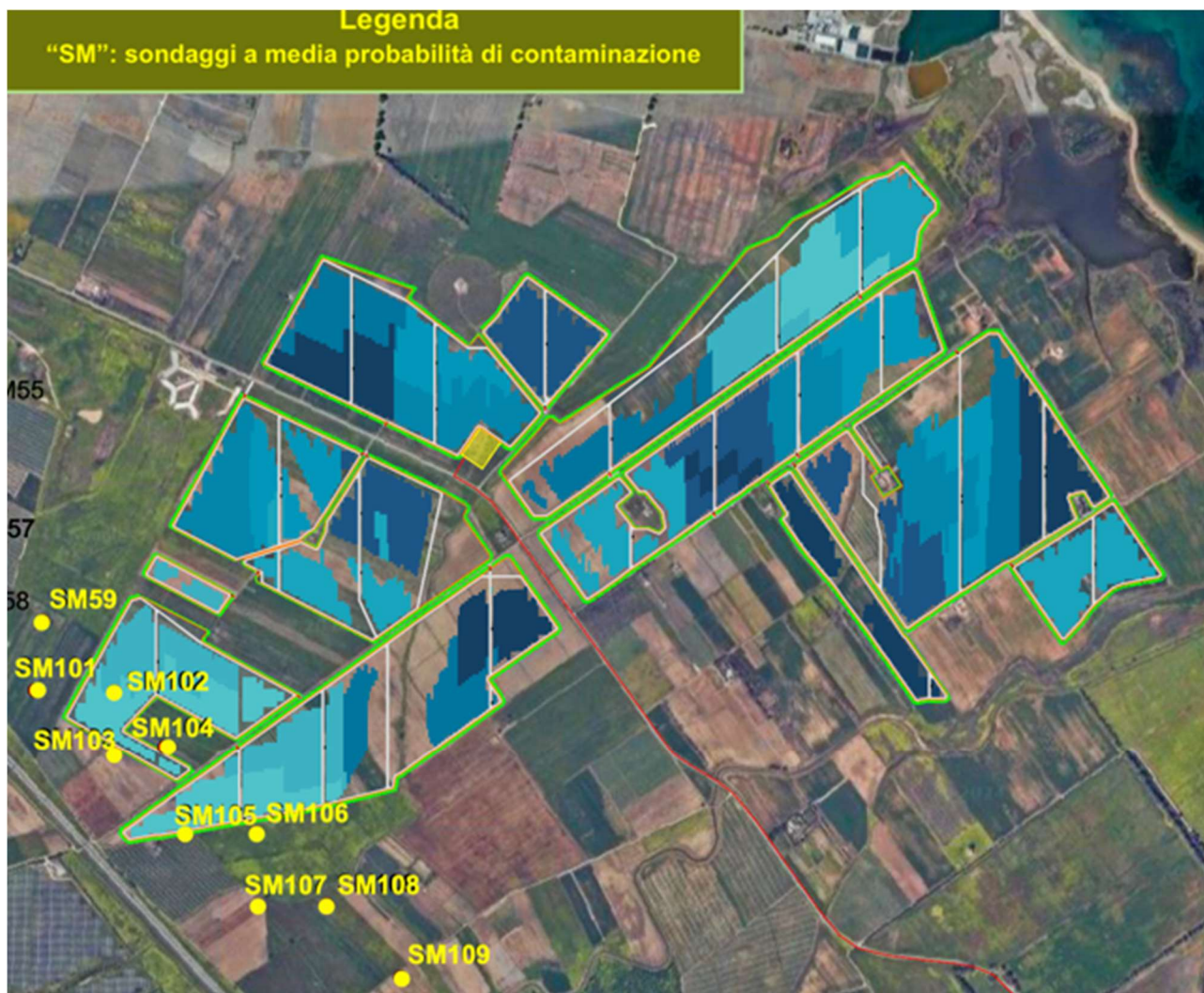


Tavola n. 10: Ubicazione dei sondaggi tipo “SM” nell’area dell’impianto e nell’intorno.

Tutti i risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni prelevati dai sondaggi ambientali con la sigla “SM” ed interessati dall’impianto agrivoltaico proposto, sono stati estratti dalle varie tabelle riportate nella relazione finale di Invitalia; tali tabelle originali, sono riportate in allegato, mentre quelle elaborate per i sondaggi d’interesse sono allegate in questa nota tecnica e stralciate da quella generale ed originale.

Infine, appare opportuno riportare che tutti i sondaggi sono stati spinti fino alla profondità di 3 m. dl piano di campagna; tale profondità, comunque, risulta utile per gli scopi di questa relazione in quanto l’infissione delle strutture di fondazione dei tracker, non sarà eccedente i 3 m, fatto salvo che l’infissione non comporterà alcuna estrazione di suolo e sottosuolo.

Nelle tabelle che seguono si riportano tutti i riscontri chimico-analitici rivenienti dalle analisi di laboratorio effettuate sui campioni prelevati dai **sondaggi “SM”**, sia interni che, in prossimità dell’area d’intervento, con evidenziati, in azzurro, i superamenti delle concentra-zioni limite che, in virtù del fatto che il “Piano di Investigazione” è stato effettuato da Invitalia nel 2014/2015, hanno come riferimento normativo il D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.

Le valutazioni sono effettuate sia in Tabella “A”, relativa alle “aree a verde pubblico e privato” che, successivamente, in Tabella “B”, relativa alle “aree industriali e commerciali”.

Le valutazioni effettuate in merito alla Tabella “A”, perdono, sostanzialmente, di significato nel momento in cui i terreni dell’impianto agrivoltaico proposto assumono la destinazione urbanistica di “Terreni di opifici industriali- D1”.

3.3.1 Considerazioni in merito alla caratterizzazione dei sondaggi "SM" valutati secondo la Tabella "A" relativa a terreni destinati a verde pubblico.

La tavola che segue, riporta, per semplificare la visione dei contaminanti rilevati, solo i superamenti delle concentrazioni limite, per i sondaggi "SM" realizzati sui terreni interessati dalla realizzazione dell'impianto e valutati secondo la Tabella "A".

Su un totale di 5 sondaggi "SM" considerati e realizzati su parti dei terreni interessati dall'impianto agrivoltaico proposto, per un totale di 15 campioni prelevati e sottoposti a caratterizzazione chimica si ha la seguente contaminazione:

- **Arsenico (As): n. 6 campioni con concentrazione > limite pari a 20 mg/Kg s.s., con una percentuale di contaminazione pari al 40,0 %;**
- **Berillio (Be): n. 5 campioni con concentrazione > limite pari a 2 mg/Kg s.s., con una percentuale di contaminazione pari al 33,33 %;**
- **Stagno (Sn): n. 10 campioni con concentrazione > limite pari a 1 mg/Kg s.s., con una percentuale di contaminazione pari al 66,67%;**

Inoltre, come richiamato, non risultano eccedenze dei contaminanti organici.

La tabella che segue riporta, in maniera sintetica, gli inquinanti dei "metalli" richiamati e relativi solo ai 5 sondaggi "SM" effettuati sui terreni d'imposta dell'impianto e valutati in Tabella "A".

	Sondaggi "SM" Metalli eccedenti le CSC -Tabella "A"		
	AS (20 mg/Kg ss)	Be (2 mg/Kg ss)	Sn (1 mg/Kg ss)
n. campioni > limite	6	5	10
% su totale (n. 15 campioni)	30,00%	33,33%	66,67%
concentr. Media (mg/Kg ss)	30,17	2,46	1,8

Tabella riassuntiva sondaggi "SM" allocati in area impianto e valutati in Tabella "A".

In definitiva, nell'area d'impianto interessata dalla caratterizzazione chimica effettuata da Invitalia nel 2014/2015 e con maglia pari a 200 x 200 m., si rileva quasi esclusivamente una "contaminazione" da metalli pesanti ed in particolare da "arsenico", "berillio" e "stagno".

D'interesse per l'impianto agrivoltaico proposto vi è, comunque, la oggettiva necessità di riconoscere lo stato di contaminazione dei terreni posti nel primo metro; ciò in quanto saranno quelli che verranno ad essere interessati dagli scavi per la realizzazione dei "cassonetti" delle strade di servizio, delle fondazioni delle cabine e di quanto altro necessario.

Per i terreni posti a profondità maggiori dei 20-30 cm. necessari per la realizzazione delle opere di scavo e dovendo realizzare le fondazioni con la sola infissione, con battitura, delle travi in acciaio che verranno a collegarsi con le strutture portanti dei tracker, la presenza di contaminazione posta al di sotto della profondità del cassonetto, non ha una sostanziale rilevanza.

Estrapolando i soli campioni prelevati da 0,0 a 1,0 m. di profondità, costituenti il campione n. 1 per ciascun sondaggio e che presentano analiti con concentrazioni superiori ai limiti tabellati dal T.U.A., si rileva che su tutti e 5 i campioni effettuati presentano il primo campione "contaminato".

La dizione di campione "contaminato" è del tutto estensiva in quanto tale stato va verificato su uno spettro di analiti, che eccedono le concentrazioni limite di riferimento e non solo su uno o due; comunque, la tabella n. 3, che segue, riporta quanto richiamato e relativo solo ai campioni prelevati da 0,0 m a 1,0 m.; di seguito il riscontro tabellare.

	Sondaggi "SM" Metalli eccedenti le CSC -Tabella "A" per il solo 1° metro di profondità.		
	AS (20 mg/Kg ss)	Be (2 mg/Kg ss)	Sn (1 mg/Kg ss)
n. campioni > limite	1	4	4
% su totale (n. 5 campioni)	20,00%	80,00%	80,00%
concentr. Media (mg/Kg ss)	24	2,53	2,13

In definitiva, i terreni di scavo che dovranno essere asportati per la realizzazione delle opere di servizio, potrebbero evidenziare superamenti tabellari come riportati e, comunque, considerata l'estensione dell'area, la "contaminazione" appare irrisoria, pur essendo stata valutata in "Tabella "A" destinata a "verde " e penalizzante rispetto alla Tabella "B", destinata ai terreni industriali.

3.3.2 Considerazioni in merito alla caratterizzazione dei sondaggi "SM" valutati secondo la Tabella "B" relativa a terreni destinati ad area industriale.

Dai riscontri analitici dei 5 sondaggi classificati come "SM" e valutati secondo la Tabella "B" si rileva che non vi sono contaminanti metallici ed organici che superano le concentrazioni limite.

In sostanza, per questi sondaggi identificati come "SM", i terreni di scavo che dovranno essere asportati per la realizzazione delle opere di servizio, non presentano alcun superamento delle CSC per la categoria "metalli" e nella categoria "composti organici".

3.4 Area a "basso rischio di contaminazione" – sondaggi "SB" valutati in "Tabella "A", per "verde pubblico e privato".

Nell'area d'imposta dell'impianto agrivoltaico che si propone, sono stati realizzati, i seguenti sondaggi:

- Sondaggi "SB": nn. 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 42, 43, 49, 64, 65 e 66.

La tavola n. 11 riporta l'ubicazione dell'impianto ed i sondaggi del tipo "SB" realizzati e presi in considerazione ai fini della verifica dello stato di contaminazione evidenziato da Invitalia ed Arpa; il numero dei sondaggi è pari a 35 e questi sono allocati all'interno e/o in prossimità dei 15 "sub comparti" in cui è suddiviso l'impianto proposto.

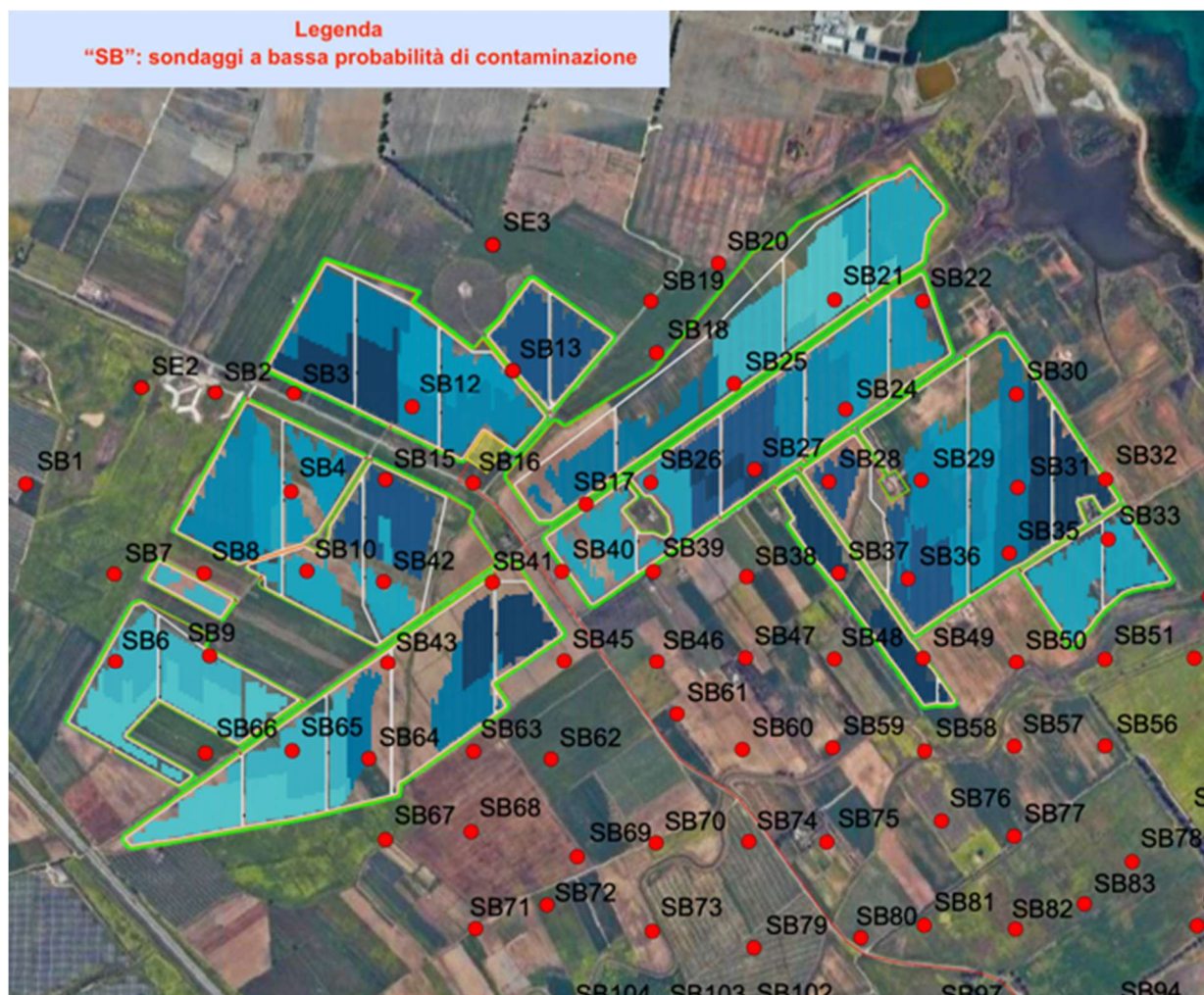


Tavola n. 11: Ubicazione dei sondaggi tipo "SB" nell'area dell'impianto e nell'intorno.

Tutti i risultati delle analisi chimiche effettuate sui campioni prelevati dai sondaggi ambientali con la sigla “SB” ed interessati dall’impianto agrivoltaico proposto, sono stati estratti dalle varie tabelle riportate nella relazione finale di Invitalia; tali tabelle originali, sono riportate in allegato, mentre quelle elaborate per i sondaggi d’interesse sono allegate in questa nota tecnica.

Infine, appare opportuno riportare che tutti i sondaggi sono stati spinti fino alla profondità di 3 m. dal piano di campagna; tale profondità, comunque, risulta utile per gli scopi di questa relazione in quanto l’infissione delle strutture di fondazione dei tracker, non sarà eccedente i 3 m, fatto salvo che l’infissione non comporterà alcuna estrazione di suolo e sottosuolo.

3.4.1 Considerazioni in merito alla caratterizzazione dei sondaggi “SB” valutati secondo la Tabella “A” relativa a terreni destinati ad area industriale.

Nelle tabelle elaborate sono stati riportati tutti i riscontri chimico-analitici rivenienti dalle analisi di laboratorio effettuate sui campioni prelevati dai sondaggi “SB”, con evidenziati i superamenti delle concentrazioni limite che, in virtù del fatto che il “Piano di Investigazione” è stato effettuato da Invitalia nel 2014/2015, hanno come riferimento normativo la “Tabella “A” dell’Allegato 5 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.

Dalle tabelle elaborate si rileva che gli analiti che superano le concentrazioni dei “limiti di riferimento” sono, sostanzialmente, sempre gli stessi rispetto ai sondaggi “SM” e facenti parte, ad esclusione di alcuni campioni di pesticidi azotati e clorurati, della categoria dei “metalli”. In merito ai metalli, su un totale di 35 sondaggi “SB” considerati e realizzati su parti dei terreni interessati dall’impianto agrivoltaico proposto, per un totale di **105** campioni prelevati e sottoposti a caratterizzazione chimica si ha la seguente contaminazione:

- 1) **Arsenico (As): n. 52 campioni con concentrazione > limite pari a 20 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 49,5 %;**
- 2) **Berillio (Be): n. 38 campioni con concentrazione > limite pari a 2 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 36,2 %;**
- 3) **Stagno (Sn): n. 32 campioni con concentrazione > limite pari a 1 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 30,48 %;**
- 4) **Cobalto (Co): n. 3 campioni con concentrazione > limite pari a 20 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 2,85 %;**
- 5) **Titanio (Ti): n. 1 campione con concentrazione > limite pari a 1 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 0,95 %;**

Inoltre, come richiamato, vi sono alcuni campioni sui quali sono stati riscontrati contaminanti organici eccedenti il limite di riferimento, quali:

- **p, p’-DDD: n. 1 campione con concentrazione > 0,01 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 0,9 %;**
- **p, p’-DDE: n. 5 campioni con concentrazione > 0,01 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 4,76 %;**
- **p, p’-DDT: n. 1 campione con concentrazione > 0,01 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 0,9 %;**
- **Fluorantene: n. 1 campione con concentrazione > 0,01 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 0,9 %;**

La tabella che segue riporta, in maniera sintetica, gli inquinanti dei “metalli” richiamati e relativi solo ai 35 sondaggi “SB” effettuati sui terreni d’imposta dell’impianto e 105 campioni prelevati nei 3 metri di perforazione.

	AS (20 mg/Kg ss)	Be (2 mg/Kg ss)	Sn (1 mg/Kg ss)	Ti (1 mg/Kg ss)	Co (20 mg/Kg ss)
n. campioni > limite	52	38	62	1	3
% su totale (n. 1050 campioni)	49,5%	36,2%	30,48%	0,95%	2,85%
concentr. Media (mg/Kg ss)	28,2	2,46	1,77	1,2	23,02

Tabella riassuntiva sondaggi "SB" allocati in area impianto e valutati in Tabella "A".

In definitiva, nell'area d'impianto interessata dalla caratterizzazione chimica effettuata da Invitalia nel 2014/2015 e con maglia pari a 250 x 250 m., si rileva quasi esclusivamente una "contaminazione" da metalli pesanti ed in particolare da "arsenico", "berillio" e "stagno" e con parziale presenza di "cobalto" e "titanio"; scarsa è la presenza di contaminanti organici, ove le concentrazioni sono calcolate con il confronto della Tabella "A" e quindi "aree a verde pubblico e privato".

D'interesse per l'impianto agrivoltaico proposto vi è, comunque, la oggettiva necessità di riconoscere lo stato di contaminazione dei terreni posti nel primo metro; ciò in quanto saranno quelli che verranno ad essere interessati dagli scavi per la realizzazione dei "cassonetti" delle strade di servizio e delle fondazioni delle cabine.

Estrapolando dalle tabelle i soli campioni prelevati da 0,0 a 1,0 m. di profondità, costituenti il campione n. 1 per ciascun sondaggio e che presentano analiti con concentrazioni superiori ai limiti tabellati dal T.U.A. Tabella "A", si rileva che, per lo più, quasi tutti e 35 sondaggi effettuati presentano il primo campione "contaminato".

Dalle tabelle relative ai contaminanti presenti al primo metro di perforazione, si evince che solo 4 sondaggi su 35 non risultano contaminati nel primo metro di suolo e sottosuolo.

Dalle tabelle riportate si rileva che gli analiti che superano le concentrazioni dei "limiti di riferimento" della Tabella "A" sono, sostanzialmente, sempre gli stessi e facenti parte, ad esclusione di alcuni campioni di pesticidi azotati e clorurati, della categoria dei "metalli".

In merito ai metalli, su un totale di 31 sondaggi "SB" considerati nel primo metro di perforazione, per un totale di 31 campioni, si ha la seguente contaminazione:

- 6) Arsenico (As): n. 13 campioni con concentrazione > limite pari a 20 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 41,94 %;
- 7) Berillio (Be): n. 20 campioni con concentrazione > limite pari a 2 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 64,52 %;
- 8) Stagno (Sn): n. 28 campioni con concentrazione > limite pari a 1 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 90,32 %;
- 9) Cobalto (Co): n. 1 campioni con concentrazione > limite pari a 20 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 3,23%;
- 10) Titanio (Ti): n. 1 campione con concentrazione > limite pari a 1 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 3,23 %;

Inoltre, come richiamato, vi sono alcuni campioni sui quali sono stati riscontrati contaminanti organici eccedenti il limite di riferimento, quali:

- p, p'-DDD: n. 3 campioni con concentrazione > 0,001 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 0,29 %;
- p, p'-DDE: n. 14 campioni con concentrazione > 0,001 mg/Kg s.s.,
con una percentuale di contaminazione pari al 2,38 %;

- **p, p'-DDT: n. 11 campioni con concentrazione > 0,001 mg/Kg s.s.,**

con una percentuale di contaminazione pari al 1,71 %;

La tabella che segue riporta, in maniera sintetica, gli inquinanti dei "metalli" richiamati e relativi solo ai 31 sondaggi "SB" effettuati sui terreni d'imposta dell'impianto che presentano, nel primo metro di profondità, analiti che superano le CSC della Tabella "A".

Sondaggi per il solo 0-1 m di profondità, valutati in Tabella "A"					
	AS (20 mg/Kg ss)	Be (2 mg/Kg ss)	Sn (1 mg/Kg ss)	Tl (1 mg/Kg ss)	Co (20 mg/Kg ss)
n. campioni > limite	13	20	28	1	1
% su totale (n. 31 campioni)	41,94%	64,52%	90,32%	3,23%	3,23%
concentr. Media (mg/Kg ss)	37,16	2,73	1,82	1,2	20,7

Tabella riassuntiva sondaggi "SB", in area impianto ed a profondità fra 0,00 m e 1,0 m.

In definitiva, i terreni di scavo che dovranno essere asportati per la realizzazione delle opere di servizio, potrebbero evidenziare i superamenti tabellari come riportati, ove i terreni fossero classificati come "aree a verde pubblico e privato" e quindi confrontati con la Tabella "A".

3.4.2 Considerazioni in merito alla caratterizzazione dei sondaggi "SB" valutati secondo la Tabella "B" relativa a terreni destinati ad area industriale.

Le tabelle riportate nell'apposita relazione di riferimento al D.D. 46/2021 riportano i riscontri analitici dei 35 sondaggi classificati come "SB" e valutati secondo la Tabella "B" relativa ai "terreni industriali e commerciali" e quindi molto più attinenti per l'impianto industriale da realizzare con la tecnica dello "agrivoltaico".

Dalle tabelle richiamate si rileva che gli analiti che superano le concentrazioni dei "limiti di riferimento" sono limitati nella categoria del "metalli" al solo "arsenico" e totalmente assenti nei campioni di pesticidi azotati e clorurati.

In merito ai metalli, su un totale di 35 sondaggi "SB" considerati e realizzati su parti dei terreni interessati dall'impianto agrivoltaico proposto, per un totale di **105** campioni prelevati e sottoposti a caratterizzazione chimica si ha la seguente contaminazione:

- **1. Arsenico (As): n. 4 campioni con concentrazione > limite pari a 20 mg/Kg s.s.,**

con una percentuale di contaminazione pari al 3,80 %.

La tabella che segue riporta, in maniera sintetica, il solo "arsenico" quale inquinante dei "metalli" relativi solo ai 35 sondaggi "SB" effettuati sui terreni d'imposta dell'impianto.

	AS (20 mg/Kg ss)
n. campioni > limite	4
% su totale (n. 1050 campioni)	3,8%
concentr. Media (mg/Kg ss)	68,25

Tabella riassuntiva sondaggi "SB" allocati in area impianto e valutati in Tabella "B".

In definitiva, nell'area d'impianto interessata dalla caratterizzazione chimica effettuata da Invitalia nel 2014/2015 e con maglia pari a 250 x 250 m., valutando le concentrazioni con un raffronto con la Tabella "B", si rileva solo ed esclusivamente contaminazione di "**Arsenico**" ed in particolare:

- nel sondaggio "SB19" solo il primo campione da 0,00 a 1,00 m.
- nel sondaggio "SB30" risulta contaminato in tutti e tre i campioni da 0,00 a 3,0 m.

D'interesse per l'impianto agrivoltaico proposto vi è, comunque, la oggettiva necessità di riconoscere lo stato di contaminazione **dei terreni posti nel primo metro**; ciò in quanto saranno quelli che verranno ad essere interessati dagli scavi per la realizzazione dei "cassonetti" delle strade di servizio e delle fondazioni delle cabine.

In effetti, si è avuto modo di riportare che le strutture portanti delle stringhe degli inseguitori solari e delle varie recinzioni, saranno realizzate attraverso la tecnica della infissione, con battitura, della fondazione in acciaio; ciò è possibile grazie alla composizione stratigrafica dei terreni allocati fino alla profondità di 5/6 m. dal p.c. e costituiti da terreni sedimentari a matrice limo-sabbiosa.

Inoltre, si ritiene che l'approfondimento delle strutture di fondazioni non debba essere eccedente i 2,5/3 m. dall'attuale piano di campagna.

In virtù di quanto richiamato e dalla sostanziale **assenza di estrazione dei terreni di fondazione, l'unico interesse reale nella realizzazione dell'impianto giace nella verifica dei terreni che dovranno essere asportati per la realizzazione dei "cassonetti" delle strade di servizio e delle fondazioni delle varie cabine da realizzare nei diversi sottocampi che costituiscono l'unicum del progetto di impianto agrivoltaico proposto.**

Cassonetto di fondazione che sarà costituito da:

- ⇒ **Asportazione del terreno vegetale** fino alla profondità di 0,25/0,30 m. dal p.c.; questo verrà ulteriormente caratterizzato per rispondere alle normative relative al riutilizzo delle "*terre e rocce provenienti da scavo*" e verrà riutilizzato al fine di ottenere delle rimodellazioni morfologiche, garantendo lo stato di deflusso idrico esistente;
- ⇒ **Compattazione del piano di posa** del "cassonetto" mediante un rullo dinamico da 20 tonn.;
- ⇒ **Posa in opera di Tessuto non Tessuto (TNT)** al fine di impedire la risalita di erbe infestanti e di permettere, in fase di dismissione, la totale asportazione dei terreni costituenti il "cassonetto" stradale/o di fondazione delle cabine;
- ⇒ **Posa in opera di "misto granulare calcareo"** del tipo A1a – CNR UNI 1006, con matrice legante avente la colorazione rossastra tipica dei terreni vegetali presenti nell'area.

Questo "misto" verrà adeguatamente compattato con rullo vibrante al fine di evitare cedimenti della struttura che potrebbero portare a sacche di sosta di acque meteoriche e difficoltà nelle attività di gestione operativa dell'impianto.

In definitiva, l'interesse prioritario, operando in un'area SIN, risiede nella corretta individuazione delle caratteristiche chimico-composizionali dei terreni più superficiali, quelli realmente interessati dalla realizzazione dell'impianto.

Per quanto richiamato, si è ritenuto opportuno soffermarsi, con attenzione, sulla composizione chimica dei terreni rivenienti dal 1° metro della caratterizzazione chimica effettuata sui sondaggi selezionati; tale selezione ha permesso di evidenziare il superamento delle concentrazioni soglia dei sottostanti parametri relativi ai soli "metalli" e di riportarli nelle tabelle che di seguito, si ripropongono.

Estrapolando dalle tabelle i soli campioni prelevati da 0,0 a 1,0 m. di profondità, costituenti il campione n. 1 per ciascun sondaggio e che presentano analiti con concentrazioni superiori ai limiti tabellati dal T.U.A. Tabella "A", si rileva che, per lo più, quasi tutti e 35 sondaggi effettuati presentano il primo campione "**non contaminato**".

Da quanto riportato, si evince che su 35 sondaggi "SB" effettuati, **solo 2 presentano una contaminazione nel primo metro di perforazione e per il solo "arsenico"**.

La tabella rappresenta la reale contaminazione da metalli nel 1° metro di perforazione.

	AS (20 mg/Kg ss)
n. campioni > limite	2
% su totale (n. 23 campioni)	5,71%
concentr. Media (mg/Kg ss)	60

In sostanza, per questi sondaggi identificati come “SB”, i terreni di scavo che dovranno essere asportati per la realizzazione delle opere di servizio, non presentano alcun superamento delle CSC per la categoria “metalli”, se non l’arsenico evidenziato nei fori di sondaggio identificati con: “SB 19” ed “SB 30”; fra l’altro, a fronte di una CSC > 50 mg/Kg ss, la concentrazione di arsenico nel sondaggio “SB3” è pari a 53 mg/Kg ss e quindi eccedente di solo 3 mg/Kg ss.

4 LE MATRICI CONSIDERATE NELL’AMBITO DEL “PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE” (PMA).

Per ciascun componente/fattore ambientale vengono di seguito forniti indirizzi operativi per le attività di monitoraggio, come descritte nell’ambito del PMA.

Le “*indicazioni*” e le “*proposte*” (matrici) fornite all’attenzione degli Enti giudicanti il “PMA”, sono da considerarsi una base operativa fondata su standard normativi (ove esistenti), su metodologie di riferimento e “*buone pratiche*” consolidate dal punto di vista tecnico-scientifico.

Le “*indicazioni*” e le “*proposte*” sono relative allo specifico impianto agrivoltaico da realizzare “*a terra*” e sono riferite al contesto localizzativo (ambientale ed antropico) nel quale si insedia e degli impatti ambientali attesi, come riportato nel “SIA”.

Le “*componenti*”/fattori” (matrici) ambientali considerati nell’ambito di questo “PMA” so-no:

- **4.1 Atmosfera** (qualità dell’aria e parametri meteo);
- **4.2 Ambiente idrico** (acque sotterranee e acque superficiali);
- **4.3 Suolo e sottosuolo** (qualità dei suoli, geomorfologia);
- **4.4 Biodiversità** (vegetazione, flora, fauna);
- **4.5 Agenti fisici** (rumore);
- **4.6 Rifiuti e “terre da scavo”.**

Le “matrici” ambientali, sopra elencate, riportano, sostanzialmente, quelle indicate nell’Allegato I al DPCM 27.12.1988 e potranno essere oggetto di successivi aggiornamenti e integrazioni sia in relazione all’emanazione delle nuove norme tecniche per la redazione degli “*Studi di Impatto Ambientale*”, previste dall’art.34 del D.Lgs.152/2006 e s.m.i., che a seguito del recepimento della direttiva 2014/52/UE che modifica la direttiva VIA 2011/92/UE.

Rispetto a tutte le “matrici” ambientali previste nel richiamato DPCM, non sono trattate le componenti “*Salute pubblica*” ed “*Ecosistemi*” in quanto entrambe necessitano di un approccio integrato per il monitoraggio ambientale, così come per la caratterizzazione e la valutazione degli impatti ambientali.

Tale condizione, unitamente alla disponibilità di dati di riferimento omogenei a livello locale, alla scelta della scala spaziale e temporale da utilizzare, conduce a ritenere che queste possano essere affrontate in modo più efficace attraverso altri strumenti adatti allo specifico contesto e basati sulle concrete esigenze e disponibilità tecniche e di risorse che, nel caso dell’impianto agrivoltaico, appaiono eccedenti la oggettiva necessità.

Giova inoltre ricordare che sia la “*Salute pubblica*” che gli “*Ecosistemi*” sono componenti ambientali a carattere trasversale rispetto ad altre “matrici” ambientali” per le quali la stessa normativa ambientale prevede in alcuni casi “*valori limite*” basati proprio sugli obiettivi di protezione della salute umana e degli ecosistemi (qualità dell’aria, qualità delle acque, rumore, vibrazioni, radiazioni).

Si ritiene, pertanto, che il monitoraggio ambientale può comunque essere efficacemente attuato in maniera *“integrata”* sulla base degli esiti del monitoraggio delle diverse *“matrici”* ambientali, sia biotici che abiotici, che possono influenzare in maniera diretta o indiretta la salute delle popolazioni e degli ecosistemi (la qualità dell’aria, il clima acustico e vibrazionale, la qualità delle acque, la qualità dei suoli, i campi elettromagnetici, la radioattività ambientale, ecc.) e, per gli ecosistemi, in base al monitoraggio degli elementi floristici e faunistici e delle relative fitocenosi e zoocenosi (componenti Vegetazione, Flora, Fauna).

In definitiva, ciascuna *componente/fattore ambientale* (matrice) trattata nei successivi paragrafi, seguirà uno schema-tipo articolato in linea generale in:

- **obiettivi specifici del monitoraggio;**
- **localizzazione delle aree di indagine e delle stazioni/punti di monitoraggio, parametri analitici,**
- **frequenza e durata del monitoraggio,**
- **metodologie di riferimento** (campionamento, analisi, elaborazione dati),
- **valori limite normativi e/o standard di riferimento.**

4.1 Componente *“atmosfera”*.

Anche se pleonastico, appare necessario riportare che la produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici, **non produce alcuna immissione di sostanze inquinanti nell’atmosfera poiché sfrutta una risorsa naturale rinnovabile quale è il sole.**

Inoltre, come richiamato nel *“SIA”*, la produzione di energia elettrica rinnovabile da impianto agrivoltaico permette di ottenere un concreto *“beneficio ambientale”* in merito alla c.d. *“carbon footprint”* e, quindi, alla mancata emissione, per la medesima quantità di energia prodotta da *“fossile”*, di CO₂.

Gli unici *“impatti”* a carico della matrice *“atmosfera”* sono relativi, esclusivamente, alla fase di cantierizzazione e di *“post operam”* dell’impianto, come di seguito riportato.

Nella fase *“ante operam”*, volendo estendere il concetto di *“monitoraggio”*, il *“PMA”* prevede solo l’analisi delle caratteristiche climatiche e meteo diffuse dell’area di studio, tramite la raccolta e l’organizzazione dei dati meteorologici disponibili, per verificare non tanto l’influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti, quanto, per un impianto agrivoltaico a terra, le condizioni meteo finalizzate all’irraggiamento e/o, per l’analisi anemometrica, la stabilità delle varie stringhe costituenti l’impianto.

Per tale specifica caratteristica meteo, si rimanda alla nota definita come *“Monitoraggio dei parametri meteorologici”*, allegata al progetto.

Tornando all’impatto sulla matrice *“atmosfera”* nella fase di cantierizzazione dell’impianto, gli impatti relativi alla componente vedono come unica causa le emissioni prodotte dagli automezzi utilizzati per la movimentazione delle terre di scavo.

In questo *“PMA”* si rileva, quindi, la necessità di stimare le emissioni polverulente generate dalle attività di cantiere per la realizzazione dell’impianto in progetto; in particolare nel presente studio tale stima sarà effettuata considerando la fase di scavo del terreno per la realizzazione delle opere previste dal progetto e che determinano emissioni di polveri.

Per la stima delle emissioni polverulente è stata prevista e sarà utilizzata la metodologia riportata nelle *“Linee Guida ARPAT”* per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti disponibili nel sito web di ARPAT all’indirizzo <http://www.arpat.toscana.it/> per la quale saranno dettagliate le scelte effettuate ed argomentati i calcoli eseguiti; si è scelta questa metodologia *“guida”* in quanto fra le più avanzate ed utilizzate in Italia.

Tali linee guida propongono metodi di stima delle emissioni di polveri principalmente basati su dati e modelli dell’Agenzia di protezione ambientale degli Stati Uniti (US-EPA: AP-42 *“Compilation of Air Pollutant Emission Factors”*).

Tramite una complessa elaborazione numerica effettuata con metodi statistici e tecniche di modellazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera, dette Linee Guida propongono specifiche soglie emissive, in relazione ai parametri indicati dall’Allegato V alla Parte quinta del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., in maniera tale da poter valutare l’impatto sulla qualità dell’aria di determinate attività, modulare opportunamente eventuali misure di mitigazione (bagnatura, inscatolamento, ecc.), disporre l’eventuale monitoraggio nelle aree contermini alle lavorazioni.

In particolare, le Linee Guida analizzano le sorgenti di particolato dovute alle attività di trattamento di materiali polverulenti e per ciascuna sorgente vengono individuate le variabili da cui dipendono le emissioni ed il metodo di calcolo, in taluni casi semplificato rispetto al modello originale ed adattato dove possibile alla realtà locale. I valori ottenuti tramite l'applicazione della metodologia proposta devono essere confrontati con delle soglie di emissione al di sotto delle quali l'attività di trattamento di materiali polverulenti può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente.

Si specifica che l'applicazione della metodologia sopracitata avviene nel caso specifico della realizzazione dell'impianto agrivoltaico della Committente che, è da valutare come un "grande impianto" impostato su una notevole estensione agricola.

Tale metodica è applicata in via del tutto cautelativa per le seguenti motivazioni:

- le attività potenzialmente generatrici di emissioni polverulente saranno caratterizzate da una breve durata;
- non sono presenti ricettori nelle immediate vicinanze dell'area dedicata alla realizzazione delle opere in progetto.

4.1.1 Breve descrizione dell'impianto agrivoltaico.

L'impianto agrivoltaico (campo) costituisce un "unicum" di n. 12 "aree", così come riportato nella sottostante tavola n. 12.



Tavola n. 12: impianto con suddivisione in 12 aree.

In particolare, l'area interessata dall'impianto impegna terreni appartenenti al Fogli di mappa n. 87, 117, 118 e 119; l'impianto sarà sviluppato in n. 15 "sottocampi" in virtù della presenza dei vincoli esistenti e dell'acquisizione delle aree necessarie che sono, come di seguito riportate particelle, anche se non del tutto utilizzate:

- **Foglio n. 87 particelle n (20):** 11-14-17-18-19-20-21-22-101-102-129-186-251-258-259-260-261-262-263-348;
- **Foglio n. 117 particelle n (12):** 204-11-18-19-20-73-75-125-12-16-17-126;

- Foglio n. 118, particelle n (1): 13;
- Foglio n. 119 particelle n (12): 7-44-2-5-11-1-6-15-38-40-12-13.

Nella sua totalità l'impianto agrivoltaico ha un'estensione particellare di **260,70 ettari** (2.607.017 mq), di cui solo **240,26 ettari** impegnati per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico; circa **20,44 ha**, pur restando nella disponibilità del proponente, non sono state prese in considerazione in quanto o risultano interessate da vincoli da alvei attivi e da servitù di elettrodotto e stradale oppure, non efficientemente collegabili al resto delle aree ed utilizzate per creare un "buffer" fra l'area dell'impianto, nell'ambito del "Parco Naturale Regionale di Salina di Punta della Contessa" e la zona ZSC/ZPS, inserita nell'ambito del "PARCO" e posta in prossimità del litorale marino.

La tabella che segue riporta l'impianto per come suddiviso in n. 12 "aree" che, comunque, non costituiscono l'estensione globale della sommatoria di tutte le particelle in quanto, per i motivi richiamati (vincoli esistenti, ecc.) alcune particelle sono solo parzialmente utilizzate e dedicate al contributo di salvaguardia degli habitat della zona ZSC/ZPS con la realizzazione del buffer.

La tabella è globale e riporta: la superficie complessiva di ciascun sub-campo, quella occupata dai soli pannelli e, per differenza, quella destinata alla produzione agricola; inoltre, nelle ultime colonne vengono indicate la % di terreno utilizzato per i pannelli e le opere annesse, e l'indice LAOR che costituiscono i primi due requisiti per la verifica della rispondenza dell'impianto fotovoltaico proposto, con quello definito e classificato come "agrivoltaico".

SUPERFICI IN METRI QUADRI												
Area	Superficie cabinati	Superficie strade	Superficie recintata	Superficie Complessiva Stot.	Superficie agricola interna	Fascia Impollinazione	Mitigazione esterna	Superficie agricola totale SAU	Superficie globale dell'impianto S	Superficie totale di ingombro pannelli Spv	A.1- Superficie Agricola (%)	LAOR <=40% A2 L.G.MITE
Area 1	80,57	1345,3	65247,7	73.459,02	63.821,87	9.830,24	9.556,58	73.378,45	74.804,27	22.788,20	98,09%	30,46%
Area 2	59,08	2762,6	217385,8	233.404,99	214.564,15	36.394,40	18.781,76	233.345,91	236.167,56	84.368,52	98,81%	35,72%
Area 3	59,08	3945,3	313242,0	341.620,10	309.237,62	35.719,04	32.323,40	341.561,02	345.565,40	82.802,92	98,84%	23,96%
Area 4	44,31	4427,5	284039,5	311.693,23	279.567,72	39.208,40	32.081,20	311.648,92	316.120,70	90.891,86	98,59%	28,75%
Area 5	73,85	4212,2	372733,5	392.015,59	368.447,48	48.926,08	23.494,26	391.941,74	396.227,76	113.419,12	98,92%	28,62%
Area 6	14,77	1407,3	75722,4	85.012,22	74.300,31	10.880,80	10.697,14	84.997,45	86.419,50	25.223,58	98,35%	29,19%
Area 7	80,57	1728,0	64104,8	74.996,88	62.296,28	5.778,08	12.620,03	74.916,31	76.724,83	13.394,59	97,64%	17,46%
Area 8	29,54	2009,9	138567,1	147.591,08	136.527,67	20.335,84	11.033,87	147.561,54	149.600,97	47.142,00	98,64%	31,51%
Area 9	29,54	2289,3	178727,3	189.386,22	176.408,49	17.709,44	12.948,19	189.356,68	191.675,49	41.053,55	98,79%	21,42%
Area 10	x	592,5	16014,5	19.446,11	15.422,04	825,44	4.024,07	19.446,11	20.038,57	1.913,51	97,04%	9,55%
Area 11	29,54	2616,3	142653,6	154.709,11	140.007,81	21.761,60	14.671,76	154.679,57	157.325,37	50.447,16	98,32%	32,07%
Area 12	124,88	4450,9	321052,9	347.478,49	316.477,11	36.769,60	30.876,50	347.353,61	351.929,40	85.238,30	98,70%	24,22%
Totale	625,73	31786,80	2.189.491,06	2.370.813,03	2.157.078,55	284.138,96	213.108,76	2.370.187,31	2.402.599,82	658.683,30	98,65%	27,42%

Tabella n. 1: tutte le caratteristiche quantitative dell'impianto

Obiettivo nella progettazione di un impianto agrivoltaico è quello di ricercare le migliori condizioni per non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale, garantendo, al contempo, una sinergica con un'efficiente produzione energetica.

Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo di una serie di condizioni costruttive e spaziali, quali:

- **A.1) Superficie minima coltivata: è prevista una superficie minima dedicata alla coltivazione;**
- **A.2) LAOR massimo: è previsto un rapporto massimo fra la superficie dei moduli e quella agricola.**
- **A.1 Superficie minima per l'attività agricola pari ad almeno il 70% della Superficie totale.**

Un parametro fondamentale ai fini della qualifica di un sistema agrivoltaico, richiamato anche dal decreto-legge 77/2021, è la continuità dell'attività agricola, atteso che la norma circoscrive le installazioni ai terreni a vocazione agricola.

Tale condizione si verifica laddove l'area oggetto di intervento è adibita, per tutta la vita tecnica dell'impianto agrivoltaico, alle coltivazioni agricole, alla floricoltura o al pascolo di bestiame, in una percentuale che la renda significativa rispetto al concetto di "continuità" dell'attività se confrontata con quella precedente all'installazione (caratteristica richiesta anche dal DL 77/2021).

Pertanto, si dovrebbe garantire sui terreni interessati dalla realizzazione dell'impianto (superficie totale del sistema agrivoltaico, Stot) che almeno il 70% della superficie sia destinata all'attività agricola, nel rispetto delle Buone Pratiche Agricole (BPA).

$$S_{\text{agric.}} = \geq 0,7 * S_{\text{tot}}$$

Di seguito si riporta la tabella relativa al "requisito "A" ed in particolare alla superficie minima agricola coltivabile.

Area	Superficie Complessiva Stot.	Superficie cabinati	Superficie strade	Superficie totale di ingombro pannelli Spv	Superficie agricola totale SAU	A.1-Superficie Agricola (%)
Area 1	73.459,02	80,57	1345,3	22.788,20	73.378,45	98,09%
Area 2	233.404,99	59,08	2762,6	84.368,52	233.345,91	98,81%
Area 3	341.620,10	59,08	3945,3	82.802,92	341.561,02	98,84%
Area 4	311.693,23	44,31	4427,5	90.891,86	311.648,92	98,59%
Area 5	392.015,59	73,85	4212,2	113.419,12	391.941,74	98,92%
Area 6	85.012,22	14,77	1407,3	25.223,58	84.997,45	98,35%
Area 7	74.996,88	80,57	1728,0	13.394,59	74.916,31	97,64%
Area 8	147.591,08	29,54	2009,9	47.142,00	147.561,54	98,64%
Area 9	189.386,22	29,54	2289,3	41.053,55	189.356,68	98,79%
Area 10	19.446,11	x	592,5	1.913,51	19.446,11	97,04%
Area 11	154.709,11	29,54	2616,3	50.447,16	154.679,57	98,32%
Area 12	347.478,49	124,88	4450,9	85.238,30	347.353,61	98,70%
Totale	2.370.813,03	625,73	31.786,80	658.683,30	2.370.187,31	98,65%

Tabella n. 2: Requisito A1 : superficie agricola > 70 % di quella totale.

Poiché gli appezzamenti oggetto di intervento (superficie totale del sistema agrivoltaico, (Stot) ricoprono una superficie pari a circa **240,26 Ha** e la superficie adibita alle coltivazioni agricole (SAU) per tutta la vita tecnica dell'impianto fotovoltaico è pari a circa **237,08 ha**, il requisito risulta ampiamente rispettato poiché la superficie destinata all'attività agricola risulta essere il **98,65%** della Superficie totale del sistema "agrivoltaico".

- **A.2 LAOR (Land Area Occupation Ratio) ossia percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli pari al massimo al 40 %**

Il LAOR è il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto agrivoltaico (Spv) e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (S tot).

Un sistema agrivoltaico deve essere caratterizzato da configurazioni finalizzate a garantire la continuità dell'attività agricola: tale requisito può essere declinato in termini di "densità" o "porosità". Per valutare la densità dell'applicazione fotovoltaica rispetto al terreno di installazione è possibile considerare indicatori quali la densità di potenza (MW/ha) o la percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR).

Tipicamente, considerando lo spazio tra le stringhe necessario ad evitare ombreggiamenti e favorire la circolazione d'aria, risulta una percentuale di superficie occupata dai moduli pari a circa il 50% con una densità di potenza di circa 1 MW/ha.

Le linee guida consigliano, al fine di non limitare l'adozione di soluzioni particolarmente innovative ed efficienti, di adottare un limite massimo di LAOR del 40 %:

$$LAOR \leq 40 \%$$

Di seguito si riporta la tabella dell'impianto proposto, come suddiviso in n. 12 "aree".

Area	Superficie Complessiva Stot.	Superficie agricola totale SAU	Superficie totale di ingombro pannelli Spv	Superficie globale dell'impianto S	LAOR <=40% A2 L.G.MITE
Area 1	73.459,02	73.378,45	22.788,20	74.804,27	30,46%
Area 2	233.404,99	233.345,91	84.368,52	236.167,56	35,72%
Area 3	341.620,10	341.561,02	82.802,92	345.565,40	23,96%
Area 4	311.693,23	311.648,92	90.891,86	316.120,70	28,75%
Area 5	392.015,59	391.941,74	113.419,12	396.227,76	28,62%
Area 6	85.012,22	84.997,45	25.223,58	86.419,50	29,19%
Area 7	74.996,88	74.916,31	13.394,59	76.724,83	17,46%
Area 8	147.591,08	147.561,54	47.142,00	149.600,97	31,51%
Area 9	189.386,22	189.356,68	41.053,55	191.675,49	21,42%
Area 10	19.446,11	19.446,11	1.913,51	20.038,57	9,55%
Area 11	154.709,11	154.679,57	50.447,16	157.325,37	32,07%
Area 12	347.478,49	347.353,61	85.238,30	351.929,40	24,22%
Totale	2.370.813,03	2.370.187,31	658.683,30	2.402.599,82	27,42%

Tabella n. 3: Requisito A2 : LAOR <= 40%

La tabella riporta le superfici utili al calcolo del LAOR e la stessa percentuale per ciascun sottocampo; la media delle n. 12 "aree" è pari, per l'intero impianto al **27,42%**.

Considerando che la superficie totale di ingombro dell'impianto fotovoltaico (Spv) è pari a **65,86 ha** e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico (Stot) è pari a circa **240,26 ha**, il limite massimo di superficie coperta dai moduli fotovoltaici (LAOR) risulta pari a circa al **27,42%**.

Il requisito delle linee guida risulta quindi rispettato.

L'estensione globale dell'impianto, quale sommatoria dei richiamati comparti, è pari a **240,26 Ha.** di cui:

- **3,24 Ha destinati a strade e cabine interne delle 12 aree;**
- **237,02 Ha aree impianto interne alla recinzione e destinate alla produzione agricola;**
- **98,65 % media del terreno occupato alla coltivazione agricola.**

Nel merito, l'impianto "agrivoltaico" segue le LL.GG. del MITE e le norme a questo dedicate ed il progetto proposto è il risultato di scelte progettuali finalizzate a rendere ambientalmente, paesaggisticamente ed economicamente vantaggiosa la convivenza tra piante di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e quello di produzione agricola, all'interno dello stesso sito, in completa sovrapposizione territoriale, dimezzandone praticamente il consumo di territorio, tale da preservare quest'ultimo, in quanto risorsa scarsa.

I due impianti (fotovoltaico ed agricolo) si fondono in un progetto unico, caratterizzato da una struttura impiantistica appositamente studiata allo scopo, non solo di preservare la continuità della coltivazione delle aree agricole interessate dall'intervento ma, addirittura di potenziarla e ripristinarla tramite il recupero di aree che risultano da anni condotte nella migliore delle ipotesi a seminativo e gradualmente abbandonate (tale aspetto è meglio descritto all'interno delle documentazioni specialistiche "Piano Culturale" e "Relazione descrittiva del Progetto Agricolo").

Il progetto agricolo prevede l'utilizzo di strumenti per l'agricoltura di precisione, nonché l'implementazione delle innovative tecniche di "Agricoltura 4.0", che ben si sposano con le esigenze di sicurezza ed accuratezza che la presenza dei pannelli fotovoltaici e delle strumentazioni per il funzionamento dell'impianto richiede.

La superficie coperta dai moduli fotovoltaici risulta pari a **658.683,30 mq** (65,86 Ha); è stato possibile raggiungere tale valore grazie all'attenta progettazione delle stringhe in campo, in quanto si è posta come parametro fondamentale del progetto, la distanza tra l'asse delle strutture portamoduli, pari a **4,75 m** metri circa.

Dalla tabella n. 2 si rileva che ognuno delle 12 "aree" presenta un'occupazione di suolo destinato ad agricoltura, superiore al 70% e con una media del 98,65%.

Per il parco in esame si stima una vita media di 30-32 anni, al termine dei quali si procederà al suo completo smantellamento con conseguente ripristino del sito nelle condizioni ante-operam.

4.2 In merito agli aspetti tecnici dell'impianto agrivoltaico proposto.

Di seguito si riportano, in maniera sintetica e rimandando alle relazioni specifiche (24ENV08_PD_REL01.00-Relazione illustrativa e 24ENV08_PD_REL02.00 - Relazione tecnica e producibilità) i criteri progettuali e le principali caratteristiche tecniche relative alla costruzione di un impianto agrivoltaico associato alla proponente BIO3 PV HYDROGEN S.R.L. con sede in Via Giovanni Bosco 84, 76014 Spinazzola (BT).

Tutte le parti di impianto oggetto della presente valutazione saranno realizzate nel territorio del comune di Brindisi (BR), con moduli installati su strutture di sostegno direttamente infisse nel terreno senza l'ausilio di elementi in calcestruzzo, sia prefabbricato che gettato in opera. Di seguito si riporta la denominazione, potenza nominale di picco (DC) e potenza di immissione in rete (AC) dell'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione illustrativa:

Dati di potenza impianto "BIO3 PV HYDROGEN"	
Potenza picco (DC)	151,61 MWdc
Potenza max di produzione (AC)	126,40 MWac
Rapporto DC/AC	1,20
Potenza max d'immissione	125,00 MWac

L'impianto sarà allacciato alla rete di trasmissione nazionale (RTN) tramite collegamento in antenna 150 kV a nuova Stazione Elettrica (SE) 380/150 kV inserita in doppio entra-esce a due delle linee 380 kV "Brindisi Sud-Brindisi Sud CERANO".

L'energia prodotta verrà immessa in rete al netto dei consumi per l'alimentazione dei servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento ed esercizio dell'impianto stesso.

L'idea alla base del presente sviluppo progettuale è quella di massimizzare la potenza di picco dell'impianto fotovoltaico in rapporto alla superficie utile di terreno disponibile nel pieno rispetto di tutte le norme tecniche di costruzione e di esercizio vigenti. La scelta dell'architettura di impianto e dei materiali da utilizzare per la costruzione tengono conto da un lato di quanto la moderna tecnologia è in grado di offrire in termini di materiali e dall'altro degli standard costruttivi propri della Società proponente.

Nel rispetto di quanto riportato secondo il preventivo di connessione Terna codice pratica 202304543, l'impianto in fase di esercizio sarà configurato affinché non venga superata una potenza pari a 125,00 MW di immissione in rete.

Il generatore fotovoltaico si estenderà su una superficie di terreno a destinazione agricola insistente nel territorio del comune di Brindisi (BR). Di seguito si riportano le caratteristiche principali dell'impianto:

CARATTERISTICHE IMPIANTO AGRIVOLTAICO	
SUPERFICIE RECINTATA (Ha)	218.99
POTENZA NOMINALE DC (MWP)	151.61
POTENZA MAX DI IMMISSIONE (AC)	125.000
MODULI INSTALLATI (715 W)	212.044
NUMERO STRINGHE (28 MODULI)	7.573
NUMERO INVERTER DI STRINGA (320 kVA)	395

I moduli fotovoltaici installati avranno potenza nominale (@STC) pari a 715 W, saranno del tipo bifacciali e installati "a terra" su strutture a inseguimento solare (tracker) con asse di rotazione Nord/Sud ed inclinazione massima di circa $\pm 60^\circ$.

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell'impianto oggetto della presente relazione sono di tipo bifacciale in

grado, cioè di captare la radiazione luminosa sia sul fronte che sul retro del modulo, avranno dimensioni pari a (2384 H x 1303 L x 33 P) mm e sono composti da 132 celle per faccia (2x11x6) con tecnologia TOPCon (Tunnel Oxide Passivated Contact).

I moduli saranno collegati in serie per formare stringhe, ciascuna delle quali composta da 28 moduli, la quantità di moduli per stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema agrivoltaico in termini di tensione massima ammissibile e della potenza complessiva.

I moduli saranno fissati su ciascuna struttura in modalità Portait 1xN, ovvero una fila di moduli con lato corto parallelo al terreno, le strutture utilizzate nel presente progetto saranno essenzialmente di un solo tipo, ovvero 1x28 moduli. La struttura sarà collegata a pali di sostegno verticali infissi nel terreno senza l'ausilio di opere in calcestruzzo.

La conversione della corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata sarà effettuata tramite inverter di stringa installati opportunamente in tutta l'area d'impianto. I convertitori saranno, a loro volta, connessi a stazioni di trasformazione alloggiando un trasformatore MT/BT 30kV/0,8kV. Le stazioni di trasformazione, l'insieme degli inverter ad essa connessi e i moduli fotovoltaici collegati a quest'ultimi andranno a comporre un sottocampo.

Per far corrispondere il numero di ingressi dell'inverter, le stringhe verranno collegate in parallelo per un massimo di 2 per volta, in questa configurazione non risulterà necessario installare quadri di campo lato DC, in quanto un eventuale corrente di guasto sulla stringa assumerà valori paragonabili alla corrente nominale. Verranno installati scaricatori di sovratensione in DC. Inoltre, è possibile installare un sistema di comunicazione per monitorare la corrente e la tensione della stringa.

Ciascuna stazione di trasformazione sarà composta da un box tipo container di dimensioni pari a c.a. 6,058x2,896x2,438 m.

Come evidenziato, gli inverter sono collocati in campo e collegati a un quadro di bassa tensione all'interno di stazioni di trasformazione insieme agli altri apparati necessari per l'elevazione della tensione di esercizio fino a 30kV. Pertanto, ciascun quadro è poi collegato, all'interno dell'alloggiamento di ciascuna stazione di trasformazione al trasformatore MT/BT, al quadro di media tensione e a tutti gli apparati dedicati alla gestione, controllo e protezione necessari al corretto funzionamento ordinario dei suddetti apparati.

Per tale impianto saranno installate n°3 cabine d'interfaccia comprensive di control room, i criteri adottati per la distribuzione (spaziale ed elettrica) di tali manufatti fanno sì che la potenza totale d'impianto sia distribuita il più omogeneamente possibile tra i manufatti stessi e che, inoltre, quest'ultimi si trovino in corrispondenza di punti di accesso ai campi o in zone facilmente accessibili sia per motivi funzionali che di sicurezza. Le cabine d'interfaccia saranno realizzate con manufatti in cemento armato vibrato (c.a.v.) di dimensioni 16,45 x 4,00 x 3,00m. Lo spazio interno ai manufatti sarà organizzato in modo tale da avere un locale per il sezionamento e protezione dei circuiti di media tensione (collocamento dei quadri generali di media tensione), un locale dedicato all'installazione del trasformatore di spillamento MT/BT da 100 kVA dedicato all'alimentazione di tutti i servizi a corredo dell'impianto fotovoltaico e necessari alla gestione del sistema, una control room dove tra l'altro saranno posizionati i quadri generale di bassa tensione e l'armadio rack e, infine, un locale ufficio.

I quadri di media tensione interni alle cabine di interfaccia costituiranno gli apparati dove saranno attestate le relative linee MT provenienti dalle stazioni di trasformazione in campo.

Le cabine d'interfaccia andranno ad attestarsi, tramite cavidotti MT 30 kV, alla nuova sottostazione elettrica utente (SSE), dove avverrà l'innalzamento della tensione a 150 kV. Da qui, tramite un cavidotto AT 150kV verrà realizzato il collegamento alla nuova stazione elettrica (SE) "Brindisi Sud – Brindisi Sud CE" punto di interfaccia con la RTN.

Nelle cabine d'interfaccia saranno collocate tutte le protezioni indicate dalle vigenti normative tecniche per la connessione come il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI). Le control room, invece, sono locali in cui saranno collocati i principali apparati ausiliari che consentono la corretta gestione ed esercizio dell'impianto come quelli per la trasmissione dati, per il sistema antintrusione e la videosorveglianza.

L'impianto agrivoltaico sarà altresì dotato di un sistema di telecontrollo (SCADA) attraverso il quale sarà possibile monitorare in tempo reale i principali parametri elettrici sia lato impianto che lato rete ed acquisire i dati di misurazione meteorologici eseguiti dalle meteo station in campo (piranometri, anemometri, etc.). Tutti i dati acquisiti renderanno possibile la valutazione e il controllo delle prestazioni dell'intero sistema. L'impianto di supervisione consentirà anche di eseguire da remoto la modifica del set point di lavoro dei parametri elettrici in rispetto delle richieste del distributore di rete Terna.

Il campo fotovoltaico prevede la realizzazione di un sistema di viabilità verticale e perimetrale ove possibile, che possa

consentire in modo agevole il raggiungimento di tutti i componenti in campo, sia per garantire la sicurezza dell'opera, che per la corretta gestione nelle operazioni di manutenzione. Tale viabilità verrà realizzata mediante utilizzo del terreno derivante dalle lavorazioni di scavo. L'impianto sarà protetto contro gli accessi indesiderati mediante l'installazione di una recinzione perimetrale e dal sistema di illuminazione e videosorveglianza. L'accesso carrabile sarà costituito da un cancello a due ante in pannellature metalliche di larghezza 4 metri e montato su pali in castagno infissi al suolo. La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete metallica rombata a maglia larga alta 2 metri e sormontata da filo spinato, collegata a pali di castagno alti 3 metri infissi direttamente nel suolo per una profondità di 100 cm. La rete metallica non sarà realizzata a totale chiusura del perimetro, rispetto al piano campagna, infatti, sarà lasciato un passaggio di altezza 20 cm che consenta il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia. La viabilità interna al sito avrà larghezza di 4,0 m; tutta la viabilità sarà realizzata in battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria) oltre al materiale derivante dalle lavorazioni di scavo.

Il sistema di illuminazione e videosorveglianza prevede l'installazione dei componenti in campo su pali in acciaio zincato fissati al suolo con pozzetto di fondazione in calcestruzzo dedicato. I pali avranno una altezza di circa 3,0 m fuori terra, saranno dislocati in corrispondenza dei punti principali di impianto (cabine d'interfaccia, stazioni elevazione e ingressi), e su di essi saranno montati corpi illuminanti (che si attiveranno in caso di allarme/intrusione) e videocamere del sistema di sorveglianza. L'impianto d'illuminazione sarà attivo nei casi di manutenzione o intrusione.

I cavi di collegamento del sistema saranno alloggiati nello scavo perimetrale eventualmente sfruttando quello già previsto per il passaggio dei cavidotti di ciascun'area dell'impianto fotovoltaico.

Nell'esercizio ordinario degli impianti non sono previsti consumi di energia, eccezion fatta per il sistema di illuminazione e videosorveglianza che avrà una sua linea di alimentazione elettrica tradizionale; è prevista l'installazione di un trasformatore di spillamento di 100 kVA per il funzionamento di tutti i sistemi ausiliari.

L'energia prodotta dal generatore fotovoltaico sarà disponibile al confine fisico dell'impianto (in corrispondenza delle cabine d'interfaccia) e fino alla nuova SSE ad una tensione nominale di 30 kV. Secondo le modalità indicate nella Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) la linea suddetta verrà elevata a 150 kV tramite un trasformatore 150/30 kV con potenza 110/140 MVA ONAN/ONAF installato nella nuova SSE.

Ogni cabina d'interfaccia è connessa alla suddetta sottostazione elettrica (SSE) tramite elettrodotti interrati con posa a doppia terna. Le linee di bassa tensione, sia quelle in corrente continua che in corrente alternata, e le linee di media tensione saranno realizzate sia all'interno dell'area occupata dall'impianto agrivoltaico sia su strada pubblica. Tutti i cavi interni alle aree occupate dall'impianto agrivoltaico, ad eccezione dei cavi stringa (collegamento moduli/inverter di stringa), saranno posati in trincea ovvero direttamente interrati senza l'ausilio di cavidotti o protezioni meccaniche. La profondità di posa dei cavi sarà di 50 cm per illuminazione perimetrale, di 80 cm per i cavi di bassa tensione e una profondità d'interramento di 110 cm per i cavi di media tensione, quest'ultimi saranno tutti opportunamente segnalati mediante la posa di nastro ad una distanza di circa 30 cm verso il piano campagna.

Oltre a quelli interni al campo agrivoltaico, i collegamenti tra le cabine d'interfaccia e la nuova SSE saranno realizzati tramite cavi di media tensione. Questi collegamenti, esterni all'area di impianto, saranno realizzati per quanto possibile a lato della viabilità comunale, provinciale e rurale esistente; i cavi saranno direttamente interrati in trincea ad una profondità di posa minima maggiore di 100 cm dall'intradosso del cavo. Anche in questo caso la segnalazione della presenza degli elettrodotti interrato sarà resa obbligatoria saranno, inoltre, previste protezioni meccaniche come tegoli o lastre protettive.

L'esercizio ordinario dell'impianto agrivoltaico non richiede ausilio o presenza di personale addetto, tranne per le eventuali operazioni di riparazione in caso di guasto o per le operazioni di manutenzione ordinarie e straordinarie.

Con cadenza saltuaria sarà necessario provvedere alla pulizia dell'impianto, che si divide in due operazioni: lavaggio dei pannelli fotovoltaici per rimuovere lo sporco naturalmente accumulatosi sulle superfici captanti (trasporto eolico e meteorico). Per quanto concerne il taglio dell'erba all'interno del parco, la frequenza avrà indicativamente carattere stagionale, salvo casi particolari individuati durante la gestione dell'impianto. Le operazioni di lavaggio dei pannelli saranno invece effettuate con un trattore di piccole dimensioni equipaggiato con una lancia in pressione e una cisterna di acqua demineralizzata. Il trattore passerà sulla viabilità di impianto e laverà i pannelli quando necessario. L'azione combinata di acqua demineralizzata e pressione assicura una pulizia ottimale delle superfici captanti evitando sprechi di acqua potabile e il ricorso a detersivi e sgrassanti. Tutte le operazioni di manutenzione e riparazione di natura elettrica saranno effettuate da ditte specializzate, con proprio personale e mezzi, con cadenze programmate o su chiamata del gestore dell'impianto.

4.2.1 Rispondenza dell'impianto agrivoltatico alle LL.GG.

Nell'apposita relazione identificata come PD_REL.42 – Nota su compatibilità con le LL.GG. per impianti agrivoltaici, si è verificata la rispondenza alle prescrizioni riportate ed a questa relazione si rimanda per gli aspetti connessi.

4.2.2 Dimensionamento dell'impianto.

In riferimento alla tecnologia fotovoltaica attualmente disponibile sul mercato per impianti utility scale, per il presente progetto sono state implementate le migliori soluzioni di sistema che consentono al contempo di massimizzare la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e minimizzare l'occupazione di suolo e l'utilizzo di risorse naturali.

L'evoluzione tecnologica consente di raggiungere, mediante l'installazione di un numero di moduli relativamente ridotto, potenze di picco molto rilevanti. La soluzione progettuale di impianto prevede la conversione della corrente prodotta dal generatore fotovoltaico in alternata tramite inverter di stringa.

Le stringhe fotovoltaiche saranno opportunamente collegate agli inverter, i quali, saranno collocati in campo in prossimità delle strutture porta moduli. L'uscita di ciascun inverter sarà collegata al quadro di bassa tensione posto all'interno della cabina di trasformazione relativa al suo sottocampo, dove si provvederà alla trasformazione della tensione di esercizio da bassa tensione 800 V (quella prodotta dall'inverter) a media tensione 30kV.

Le stazioni di trasformazione saranno pertanto composte da un quadro BT, un trasformatore MT/BT, un quadro MT e dagli apparati ausiliari necessari al funzionamento ordinario dell'intero sistema. Ogni stazione di trasformazione gestirà un sottocampo, in totale saranno quindi previsti 30 sottocampi.

Il sistema fotovoltaico sarà progettato e realizzato in modo tale che tutti i componenti abbiano una tensione limite di esercizio in corrente continua di 1.500 V, valore questo che andrà a definire la stringatura in funzione dei parametri tecnici dei moduli scelti. Per tale progetto il numero di moduli fotovoltaici per stringa sarà pari a 18 unità.

4.2.3 Principali componenti di impianto

Gli impianti fotovoltaici sono sistemi in grado di captare e trasformare l'energia solare in energia elettrica, connessi alla rete elettrica di distribuzione (grid-connected): l'energia viene convertita in corrente elettrica alternata per alimentare il carico-utente e/o immessa in rete, con la quale lavora in regime di interscambio.

Un impianto fotovoltaico è costituito da un insieme di componenti meccanici, elettrici ed elettronici che captano l'energia solare, la trasformano in energia elettrica, sino a renderla disponibile all'utilizzatore. Questo sarà quindi costituito dal generatore fotovoltaico e da un sistema di controllo e condizionamento della potenza.

Il rendimento di conversione complessivo di un impianto è il risultato di una serie di rendimenti, che a partire da quello della cella, passando per quello del modulo, del sistema di controllo della potenza e di quello di conversione, e quello di accumulo, permette di ricavare la percentuale di energia incidente che è possibile trovare all'uscita dell'impianto, sotto forma di energia elettrica, resa al carico utilizzatore.

Nel seguito del paragrafo si descriveranno le tecniche e le tecnologie scelte con indicazioni delle prestazioni relative, nonché sulle soluzioni progettuali e operative adottate per minimizzare le emissioni e il consumo di risorse naturali.

4.2.4 Moduli fotovoltaici

Lo stato dell'arte sulle tecnologie disponibili per il settore fotovoltaico prevede l'utilizzo, per i grandi impianti utility scale, di moduli fotovoltaici le cui celle sono realizzate prettamente in silicio cristallino sia nella versione monocristallino, policristallino ed eterogiunzione. Tutte le altre tecnologie si sono dimostrate o troppo costose o poco efficienti.

Le prestazioni raggiunte dai moduli fotovoltaici in silicio cristallino attualmente disponibili sul mercato, in termini di efficienza e di comportamento in funzione della temperatura, sono notevolmente migliori rispetto a quelle disponibili anche solo un paio di anni fa.

Attualmente il grado di efficienza di conversione si attesta attorno al 18% per i moduli in silicio policristallino e ben oltre il 20% per quelli in silicio monocristallino sia tradizionali che con tecnologia TOPCon (Tunnel Oxide Passivated Contact).

Questo risultato tecnologico ha consentito ai moduli fotovoltaici di raggiungere potenze nominali maggiori a parità di superficie del modulo. Per il presente progetto la scelta dei moduli è ricaduta sulla tecnologia eterogiunzione del tipo

bifacciale con moduli di potenza pari a 715W e dimensioni 2384x1303x33 mm, il modulo individuato è CS7N-700TB-AG 1500V di CSI solar co.

I moduli fotovoltaici bifacciali permettono di catturare la luce solare da entrambi i lati, garantendo così maggiori performance del modulo e, di conseguenza, una produzione nettamente più elevata dell'intero impianto fotovoltaico.

Il termine che indica la capacità della cella fotovoltaica di sfruttare la luce sia frontalmente che posteriormente viene definito, appunto, "bifaccialità": un fenomeno reso possibile, in fisica, dal cosiddetto Fattore di Albedo della superficie su cui i moduli vengono installati, noto anche come "coefficiente di Albedo", si tratta dell'unità di misura che indica la capacità riflettente di un oggetto o di una superficie.

Solitamente viene espressa con un valore da 0 a 1, che può variare a seconda dei singoli casi. Ad esempio:

- Neve e ghiaccio hanno un alto potere riflettente, quindi un fattore di Albedo pari a 0,75;
- Superfici chiare di edifici (in mattoni o vernici chiare) possono raggiungere anche lo 0,6;
- Superfici scure di edifici (in mattoni o vernici scure) vedono un dato più ridotto (attorno allo 0,27).

Maggiore è l'albedo di una superficie, maggiore è la quantità di luce che è in grado di riflettere: di conseguenza, anche la produzione di energia dei pannelli fotovoltaici bifacciali sarà più o meno elevata.

Il valore aggiunto dei moduli fotovoltaici bifacciali riguarda, innanzitutto, le migliori performance lungo l'intera vita utile del sistema, dovute a una maggior produzione e resistenza del pannello. Inoltre, grazie all'elevata efficienza di conversione, il modulo bifacciale è in grado di diminuire i costi BOS (Balance of System), che rappresentano una quota sempre maggiore di quelli totali del sistema (data l'incidenza in costante calo dei costi legati a inverter e moduli). Riassumendo, i 3 principali vantaggi sono:

- **Prestazioni migliori.** Poiché anche il lato posteriore del modulo è in grado di catturare la luce solare, è possibile ottenere un notevole incremento nella produzione di energia lungo tutta la vita del sistema. Ricerche e test sul campo dimostrano che un impianto realizzato con moduli bifacciali può arrivare a produrre fino al 30% in più in condizioni ideali. In realtà, misurazioni in campo su impianti già realizzati con questa tecnologia attestano l'incremento della produzione attorno al 10/15%.
- **Maggior durabilità.** Spesso il lato posteriore di un modulo bifacciale è dotato di uno strato di vetro aggiuntivo (modulo vetro-vetro), per consentire alla luce di essere raccolta anche dal retro della cella fotovoltaica. Questo conferisce al modulo caratteristiche di maggior rigidità, fattore che riduce al minimo lo stress meccanico a carico delle celle, dovuto al trasporto e all'installazione o a fattori ambientali esterni (come il carico neve o vento).
- **Riduzione dei costi BOS.** La "bifaccialità", incrementando notevolmente l'efficienza del modulo e facendo quindi aumentare la densità di potenza dell'impianto, rende possibile la riduzione dell'area di installazione dell'impianto stesso e, quindi, anche i costi relativi al montaggio e cablaggio del sistema (strutture, cavi, manodopera, etc.).

L'efficienza di un modulo fotovoltaico, e più in generale le sue prestazioni complessive, subiscono un degrado costante e lineare nel tempo a causa di fenomeni di degradazione sia meccanica che elettrica, su scala sia macroscopica che microscopica (degradazione delle giunzioni, deriva elettronica, degradazione della struttura cristallina del silicio, etc.).

Di fatto, la vita utile di un modulo fotovoltaico si attesta tra i 25 e i 30 anni, oltre i quali si impone una sostituzione del modulo per via della bassa efficienza raggiunta, dopodiché sarà necessaria una sostituzione dell'intero generatore per ripristinarne le prestazioni.

CARATTERISTICHE DEI MODULI FOTOVOLTAICI

Caratteristiche principali

Modello	CS7N-700TB-AG 1500V
Produttore	CSI Solar Co., Ltd.
Tecnologia	Si-mono
Tipo di modulo	Bifacciale

Massima tensione	1500 V
Standard test conditions (STC)	
Potenza picco	715.0 W
Efficienza	22.53 %
Tensione MPP	40.0 V
Corrente MPP	17.51 A
Tensione a vuoto	47.9 V
Corrente di cortocircuito	18.49 A
Coefficienti di temperatura	
Coefficiente di potenza	-0.290 %/°C
Coefficiente di tensione	-0.250 %/°C
Coefficiente di corrente	0.050 %/°C
Caratteristiche meccaniche	
Lunghezza	2384.0 mm
Larghezza	1303.0 mm
Spessore	33.0 mm
Peso	37.8 kg

4.2.5 Inverter di stringa.

L'inverter converte la corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata. È composto dai seguenti elementi:

- Uno o più stadi di conversione di potenza da DC ad AC, ciascuno dotato di un sistema di tracciamento del punto di massima potenza (MPPT). Il MPPT varierà la tensione del array DC per massimizzare la produzione in base alle condizioni operative.
- Componenti di protezione contro alte temperature di lavoro, sovratensione e sottotensione, bassa o alta frequenza, corrente minima di funzionamento, mancanza di rete del trasformatore, protezione anti-isola, comportamento contro i vuoti di tensione, ecc. Oltre alle protezioni per la sicurezza del personale.
- Un sistema di monitoraggio, che ha la funzione di trasmettere i dati relativi al funzionamento dell'inverter al proprietario (corrente, tensione, potenza, ecc.) e dati esterni dal monitoraggio delle stringhe nell'array DC (se c'è un sistema di monitoraggio delle stringhe).

L'inverter (convertitore statico) rappresenta il cuore di un sistema fotovoltaico ed è l'apparato al quale è demandata la funzione di conversione della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico in corrente alternata, l'unica in grado di poter essere sfruttata da un eventuale utilizzatore finale oppure essere immessa in rete.

L'inverter è installato in prossimità della viabilità interna al parco dislocati all'interno del campo stesso secondo la configurazione dei sottocampi fotovoltaici. Le unità previste sono tutte uguali ed hanno una potenza nominale alle condizioni di test standard di 320kVA.

Di seguito si riporta una tabella con evidenziato il numero e la taglia degli inverter utilizzati per ciascun impianto e i relativi valori di rapporto DC/AC (potenza ingresso/uscita).

Gli inverter (o meglio, l'intera stazione di trasformazione) previste sono in grado di supportare gli impianti di nuova generazione operanti a tensioni limiti in corrente continua pari a 1.500 V, di seguito se ne riportano le principali caratteristiche tecniche

L'MPPT, ovvero Maximum Power Point Tracker, rappresenta un sistema elettronico in grado di far lavorare l'inverter al pieno delle sue possibilità in funzione delle condizioni al contorno presenti (irraggiamento, temperatura, etc.); in particolare sposta il punto di lavoro della macchina sulla curva tensione/corrente in modo da avere sempre le migliori prestazioni possibili. Come anticipato ogni unità di conversione statica sarà posizionata direttamente in campo e sarà collocata a ridosso degli inseguitori solari, fissati sui montanti piantati nel terreno.

Ad oggi gli inverter previsti per i progetti sono del produttore SUNGROW modello SG350HX, esso è in grado di supportare gli impianti di nuova generazione operanti a tensioni limite in corrente continua pari a 1.500 V, di seguito se ne riportano le principali caratteristiche tecniche:

CARATTERISTICHE DELL'INVERTER	
Caratteristiche principali	
Modello	SG350HX
Tipo	Stringa
Produttore	Sungrow
Max Efficienza conversione da DC ad AC	98.92 %
Ingresso (DC)	
Range di tensione di ricerca MPPT	500 - 1500 V
Tensione massima di ingresso	1500 V
Uscita (AC)	
Potenza nominale	320,0 kVA
Potenza massima	352,0 kVA
Tensione in uscita	800 V
Frequenza in uscita	50 Hz

4.2.6 Strutture di fissaggio.

Come anticipato, per lo sviluppo dell'impianto si farà ricorso a strutture con inseguitori solari con asse di rotazione Nord/Sud e angolo di tilt massimo a $\pm 60^\circ$. I moduli fotovoltaici saranno installati in configurazione 1P, con configurazione 1x28 moduli.

Come anticipato, per l'impianto oggetto di richiesta autorizzativa unica, si è optato per un sistema di strutture a inseguimento solare con asse di rotazione Nord/Sud con inclinazione massima di $\pm 60^\circ$. I moduli saranno, quindi, fissati in single row dove, nel caso di massimo angolo di tilt (60°), i moduli saranno a una quota minima e massima rispettivamente di 2,1 m e 4,2 m dal piano campagna. L'interdistanza tra le strutture (distanza di pitch) sarà di 4,75 m.

La struttura di sostegno e fissaggio moduli fotovoltaici prevede la posa di pali circolari in acciaio zincato infissi nel terreno, che andranno a sostenere l'intera struttura, anch'essa in acciaio zincato, senza la necessità di alcuna fondazione in calcestruzzo, compatibilmente alle caratteristiche geologiche del terreno e alle prove che dovranno essere eseguite per la fase di costruzione dell'impianto (penetrazione e pull out test). Inoltre, le strutture dovranno essere in grado di

supportare il peso dei moduli anche in presenza di raffiche di vento di elevata velocità, di neve e altri carichi accidentali.

Di seguito si riportano degli stralci grafici di progetto in cui sono evidenziate le caratteristiche salienti del sistema di fissaggio dei moduli. Tutte le misure riportate nel presente paragrafo in riferimento agli aspetti strutturali come la larghezza e lo spessore dei pali e delle travi, l'interdistanza dei pali in direzione longitudinale, etc. sono puramente indicative, per il valore corretto si rimanda ai relativi calcoli strutturali e alle prove strumentali sul campo.

Caratteristiche dell'inseguitore monoassiale	
Modello	SFONE - Bifacial
Produttore	Soltec
Tecnologia	Linked-row
Configurazione	1V (Verticale)
Range angolo d'inseguimento	+60 / -60 °
Altezza minima dal suolo	2.1 m
Progettato per moduli	BIFAFACIAL
Distanza addizionale per il motore	500.0 mm
Distanza addizionale per asse di rotazione	20.0 mm
Distanza tra i moduli in direzione assiale	20.0 mm
Distanza tra i moduli in direzione pitch	0.0 mm

Il numero di inseguitori monoassiali installati è riassunto nella seguente tabella.

Stringhe per struttura	Moduli per struttura	Lunghezza	Quantità
3	54	71.92 m	2654
2	36	48.11 m	1918
1	18	24.29 m	146

4.2.7 Trasformatori

Il trasformatore di potenza aumenta la tensione in uscita AC dell'inverter per ottenere una maggiore efficienza di trasmissione nelle linee elettriche dell'impianto fotovoltaico.

Si mostrano di seguito le caratteristiche principali del trasformatore di potenza. per Stazione di trasformazione e conversione mod. "SunGrow MVS4480_LV".

Caratteristiche del trasformatore di potenza	
Potenza nominale	4480 kVA
Rapporto di trasformazione	0.8/30.0kV

Sistema di raffreddamento	ONAN
Commutatore	0, $\pm 2 \times 2,5\%$
Corto circuito (Xcc)	7%
Gruppo Vettoriale	Dy11
Efficienza nominale	$\geq 99\%$
Frequenza	50 Hz

4.2.8 Stazione di trasformazione mt/bt

La stazione di trasformazione MT/BT in skid è una soluzione compatta, plug-in e prefabbricata, progettata per elevare l'energia dagli impianti fotovoltaici. È dotata di: Quadro elettrico di media tensione (30 kV), Trasformatore in olio (BT/MT 0.8/30 kV), quadro BT (800V) e cabinato ausiliari.

La stazione di trasformazione deve essere fornita con interruttori di media tensione che includano un'unità di protezione del trasformatore, un'unità di alimentazione diretta in ingresso, un'unità di alimentazione diretta in uscita e le piastre elettriche.

Di seguito si riportano le caratteristiche e le configurazioni in base al campo DC.

4.2.9 Progettazione del cablaggio elettrico

Quando vengono calcolate le caratteristiche del cablaggio elettrico, l'obiettivo è ridurre al minimo le lunghezze e le sezioni dei cavi. Le sezioni sono selezionate secondo lo standard IEC 60502-2.

Per calcolare la sezione di cavo, sono stati considerati la caduta di tensione, la capacità di carico di corrente e la corrente di cortocircuito.

La caduta di tensione massima consentita è stata 2,0% per il lato DC, 2,0% per i cavi BT AC E 1,0% per i cavi MT. Un cavo di terra di 35 mmq verrà usato per le trincee di bassa e media tensione, mentre un cavo di terra di 50 mmq verrà usato per le stazioni di campo.

Nella seguente tabella si mostra un riassunto delle sezioni dei cavi selezionati e il loro metodo d'installazione.

Sezione	Materiale conduttore	Materiale isolante	Tipo d'installazione
Stringhe – Inverter di stringa			
6 mm ²	Cu	LSOH	legato a struttura
Inverter di stringa – stazione di trasformazione			
240 mm ²	Cu	EPR	Interrato in trincea
300 mm ²	Cu	EPR	Interrato in trincea
Stazione di trasformazione – cabina d'interfaccia			
240 mm ²	Cu	EPR	Interrato in trincea

300 mm ²	CU	EPR	Interrato in trincea
Cabina d'interfaccia – Sottostazione elettrica			
240 mm ²	Cu	EPR	Interrato in trincea
300 mm ²	Cu	EPR	Interrato in trincea

4.2.10 Impianto di terra ed equipotenziale

Si provvederà alla posa diretta interrata di una corda di rame nudo della sezione minima pari a 50 mm² che andrà a collegare tutte le masse e masse estranee presenti in campo e tutti i componenti dell'impianto che necessitano di questo collegamento, inoltre, vista la vastità del campo, si provvederà altresì a realizzare tramite il medesimo collegamento un sistema equipotenziale in grado di evitare l'introduzione nel sistema di potenziali pericolosi sia per gli apparati che per il personale.

Al sistema di messa a terra saranno anche collegati tutti gli apparati esistenti come quelli del sistema di supervisione (SCADA), dell'illuminazione perimetrale, video-sorveglianza etc., mentre non saranno ad esso collegati i componenti di classe II e le masse estranee aventi valori di resistenza verso terra maggiori dei limiti imposti da normativa tecnica. Le corde nude di rame saranno riportate all'interno delle stazioni di trasformazione dove è presente un collettore di terra al quale sarà attestato anche il dispersore lato AT, collegato ad anello, anch'esso realizzato tramite corda di rame nudo di sezione minima pari a 35 mm².

4.2.11 Impianto di illuminazione perimetrale

Sarà previsto un impianto, di illuminazione e videosorveglianza insieme, da realizzare in prossimità dell'area di accesso al campo, in prossimità della cabina d'interfaccia e delle stazioni in skid.

L'accensione sarà comandata, tramite contattore, dal sistema antintrusione, in particolare la centrale invierà un segnale attraverso il quale si accenderanno le luci perimetrali.

L'accensione sarà inibita durante il giorno mediante l'installazione di un dispositivo crepuscolare, inoltre, l'accensione potrebbe essere anche settorializzata in funzione della tipologia di allarme registrato dalla centrale antintrusione.

Su ciascun palo si provvederà all'installazione di un corpo illuminante a LED di potenza 25W che sviluppa un flusso luminoso pari a 3204 lm con grado di protezione adeguato alla posa all'aperto.

4.2.12 Impianto di videosorveglianza

Il sistema di sicurezza sarà realizzato sui pali dell'impianto di illuminazione e quindi in corrispondenza delle zone più interessanti del campo dove saranno posizionate in modo strategico le telecamere al fine di garantire una corretta copertura di cabine e ingressi. Gli apparati di registrazione e gestione come NVR e switch saranno collocati all'interno della Control Room e tutti gli elementi in campo saranno collegati mediante fibra ottica multimodale. Tutte le telecamere saranno dotate di sensore di movimento in modo che si eviti un elevato flusso di segnale da gestire dalla centrale.

4.2.13 Meteo station

La meteo station è un sistema in grado di misurare i parametri ambientali ed inviare informazioni al sistema di supervisione per esseri trattati. Essa è costituita da un anemometro, termometro e piranometro, pertanto, sarà in grado di fornire informazioni in merito a velocità del vento, temperatura ambiente e dei moduli, irraggiamento.

Per avere parametri attendibili si potrà provvedere all'installazione di più meteo station in campo.

4.2.14 Sistema di supervisione

La realizzazione degli impianti prevede anche un sistema per il monitoraggio e il controllo da remoto in grado di fornire informazioni, anche grafiche, dell'intero "percorso energetico". Il sistema sarà collegato, ricevendone informazioni, agli apparati principali del sistema fotovoltaico come inverter, stazione meteo, quadri elettrici, etc.

I parametri gestiti saranno utilizzati per valutare le prestazioni dell'impianto in termini di produzione di energia stimata e reale e quindi con il calcolo del PR (Performance Ratio). Verrà realizzata un'apposita interfaccia grafica per la gestione dell'impianto.

Oltre ai parametri energetici per la valutazione delle prestazioni, il sistema sarà in grado anche di gestire le immagini provenienti dal sistema di videosorveglianza in tempo reale e la possibilità di visione di quelle registrate, trovando quindi applicazione anche in ambito di sicurezza.

Tutti gli apparati interessati dal sistema di supervisione saranno ad essi collegati mediante fibra ottica (multimodale e ridondante) in posa interrata in appositi cavidotti, in corrispondenza degli apparati saranno previsti dei dispositivi transponder per la conversione dei segnali da fibra in rame.

Inoltre, per la gestione delle informazioni si prevede l'installazione in campo di diversi cassette ottici in appositi involucri protettivi dagli agenti atmosferici. Gli apparati principali per la gestione del sistema saranno invece collocati all'interno della Control Room.

Il sistema di supervisione e telecontrollo riveste un ruolo di fondamentale importanza nella gestione dell'impianto in quanto, oltre a trovare applicazioni in ambito di sicurezza e di valutazione delle prestazioni, esso rappresenta lo strumento attraverso il quale il distributore di rete (Terna) può agire sull'impianto.

Infatti, inviando le direttive al gestore di impianto quest'ultimo può settare i parametri di rete con cui l'impianto si interfaccia alla RTN oppure disconnettere l'impianto in caso di necessità.

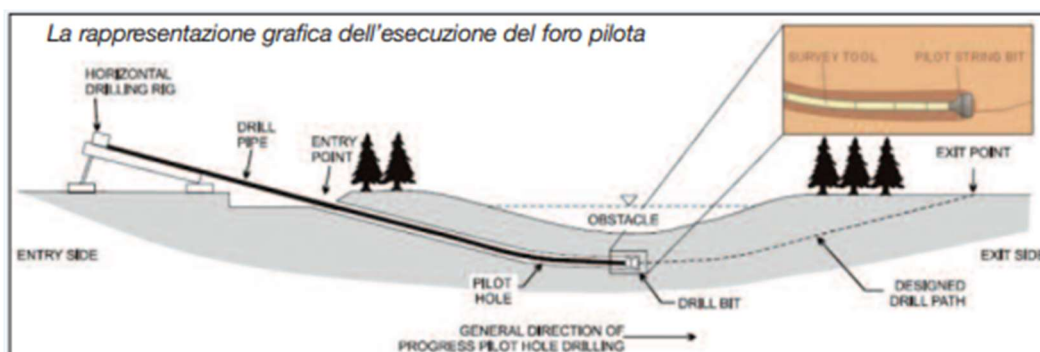
4.2.15 Elettrodotta e opere di connessione

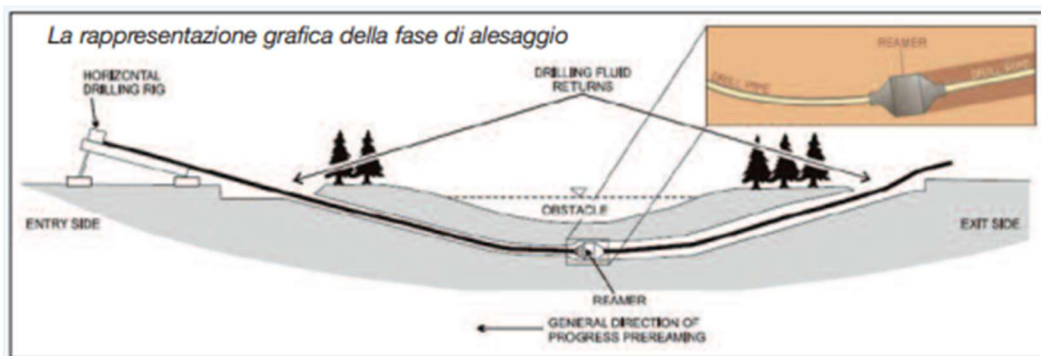
Con il termine di elettrodotta ci si riferisce alla linea elettrica in cavo alla tensione nominale di esercizio di 150 kV che collegherà l'impianto alla nuova stazione elettrica (SE) 380/150 KV "Brindisi Sud - Brindisi Sud CE". L'elettrodotta sarà realizzato interamente nel sottosuolo, i cavi di alta tensione saranno direttamente posati all'interno della trincea scavata. I cavi saranno posati su un letto di sabbia e ricoperto dello stesso materiale (fine) a partire dal suo bordo superiore. Il successivo riempimento dello scavo sarà effettuato con modalità differenti a seconda del tratto di strada interessata.

All'interno del percorso di connessione alla nuova Stazione Elettrica (SE) sono state individuate intersezioni (per maggiori informazioni vedere "REL10.00 - Relazione connessione ed interferenze") in cui sono previsti attraversamenti in T.O.C., riportate sotto in figura.

Per tutti gli attraversamenti in queste aree si prevede di eseguire il passante con soluzione T.O.C (trivellazione orizzontale controllata). La posa si realizza grazie a una perforazione guidata nel terreno mediante l'introduzione nel terreno di aste guidate da una testa di perforazione che preparano il percorso per la condotta da posare. Si esegue una perforazione pilota guidata per creare il percorso del prodotto da posare, si crea un passaggio con "alesatore" per adattare il percorso al diametro del cavo/condotta e infine si effettua un tiro del prodotto in posizione.

Si riporta uno schema esplicativo del tipo di passaggio.





4.3 Descrizione del sito d'insediamento.

Il dimensionamento energetico dell'impianto agrivoltaico connesso alla rete del distributore è stato effettuato tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto agrivoltaico;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento).

L'ubicazione dell'impianto ha le caratteristiche mostrate nella sottostante tabella

Caratteristiche dell'ubicazione dell'impianto agrivoltaico	
Città	Brindisi
Regione	Puglia
Paese	Italy
Latitudine	+40.61 °
Longitudine	+18.01 °
Altitudine	8.22 m a.m.s.l.
Fuso orario	UTC +1

Tabella: Caratteristiche del sito

Le caratteristiche dell'impianto sono riassunte nella tabella sottostante:

Caratteristiche principali	
Ubicazione	Italia, Puglia
Potenza nominale inverter (AC)	126,40 MWac
Potenza di immissione (AC)	125.0 MWac
Potenza picco (DC)	151,61 MWdc
Rapporto DC/AC	1,20

Caratteristiche civili	
Area recintata	218.99 ha
Ground coverage ratio (GCR)	50.08 %
Tipo di struttura	Inseguitore monoassiale
Distanza tra le file (pitch distance)	4.8m
Caratteristiche elettriche	
Moduli PV (715.0 Wp)	214.992
Stazione di trasformazione MT/BT (fino a 4480 kW)	30
Numero di inverter (fino a 320 kVA)	412

Tabella: Caratteristiche impianto



Tavola n. 13: Layout generale impianto FV

L'area dove viene costruito l'impianto è composta da 2 aree disponibili, con una superficie totale disponibile all'installazione dell'impianto di **188.39 ha**.

L'irraggiamento solare che raggiunge i moduli fotovoltaici cambierà se ci sono delle colline o delle montagne all'orizzonte. Questi ostacoli fisici bloccheranno la componente diretta dell'irradianza durante alcuni periodi della giornata ed avranno un impatto anche sulla componente diffusa. Pertanto, il profilo dell'orizzonte influisce direttamente sul rendimento energetico dell'impianto agrivoltaico.

La linea dell'orizzonte ha un'elevazione media di 0.1° ed un'elevazione massima di 0.8°. Durante l'anno, il sole sarà bloccato sulla linea dell'orizzonte per un totale di 19 ore. La fonte dei dati per la linea dell'orizzonte è PVGIS 5.2.

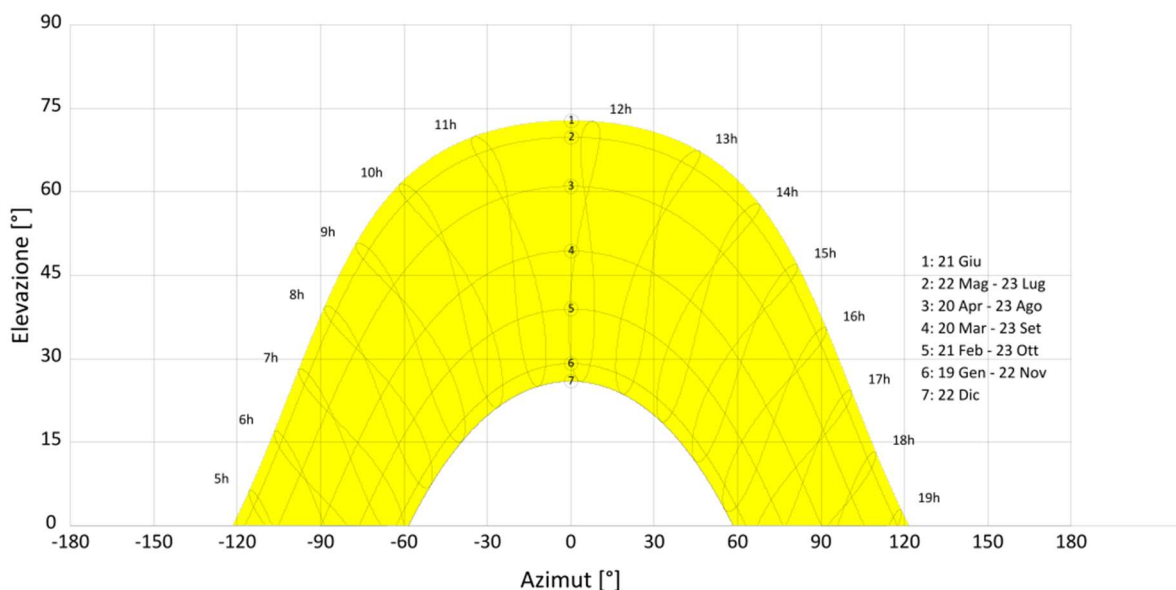


Figura - Profilo dell'orizzonte (fonte dati PVGIS 5.2)

4.3.1 Risorsa solare

Lo scopo dell'analisi delle risorse solari è di fornire una stima dell'energia solare che l'impianto agrivoltaico riceverebbe durante un anno tipico.

La risorsa solare viene generalmente fornita come una serie di valori orari di irradiazione e temperatura, per un periodo di un anno. Questa serie è chiamata Typical Meteorological Year (TMY).

La fonte per generare il TMY è stato il database PVGIS. Include previsioni meteo-ologiche dal 2005 ad oggi (il periodo reale potrebbe variare in funzione dell'ubicazione) ed ha una risoluzione spaziale di 4 km per 4 km. L'incertezza dei dati del database PVGIS è compresa tra $\pm 3\%$ to $\pm 10\%$, in funzione dell'ubicazione.

I valori di temperatura oraria presenti nel TMY hanno permesso di individuare i seguenti valori:

- Temperatura minima: -0.1 °C.
- Temperatura massima: 42.59 °C.
- Temperatura media: 17.28 °C.

Mese	GHI [kWh/m ²]	DHI [kWh/m ²]	Temperatura
1	67.5	27.6	10.62 °C
2	75.9	35.6	7.41 °C
3	112.4	59.1	11.92 °C
4	156.4	69.5	14.73 °C
5	215.3	68.9	19.71 °C
6	218.0	72.7	23.02 °C
7	251.8	58.9	27.76 °C
8	219.2	55.0	28.01 °C

9	147.6	51.2	22.37 °C
10	93.0	45.5	16.82 °C
11	64.5	32.1	13.39 °C
12	52.5	24.6	10.71 °C
Anno	1674.0	600.6	17.21 °C

Tabella 0-1 Valori mensili delle risorse solari

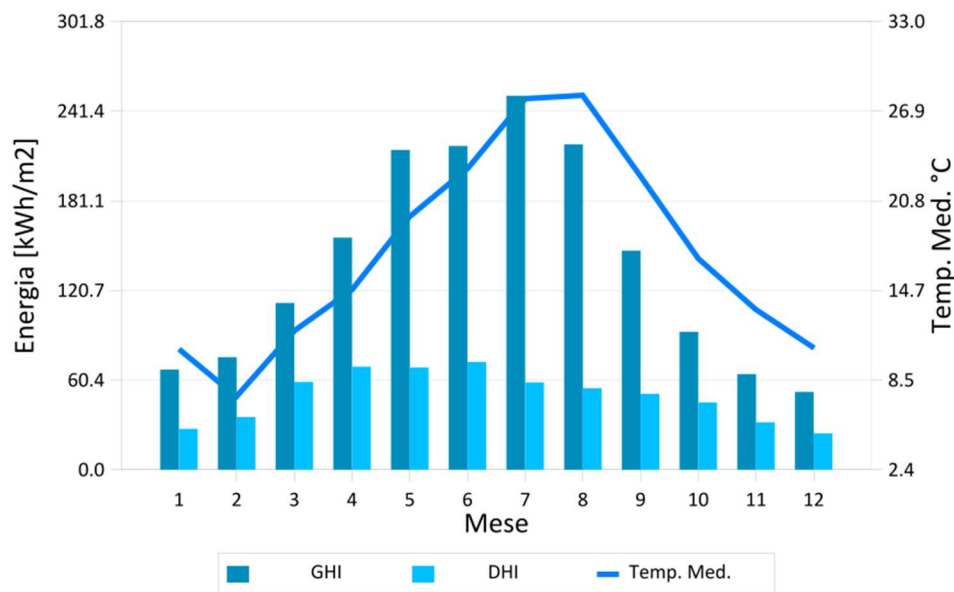


Figura - Grafico della risorsa solare

4.3.2 Albedo Terrestre

I dati di albedo della superficie usati nella simulazione sono stati ottenuti dall'API di NASA POWER. I valori di albedo sono definiti come "All Sky Surface Albedo", cioè il rapporto fra l'energia solare riflessa dalla superficie terrestre e la energia solare totale incidente che raggiunge la superficie. I valori derivano dai dati dei prodotti GEWEX SRB R4-IP e CERES SYN1deg, che hanno una risoluzione di 1x1 grado.

Il valore medio dell'albedo per tutto l'anno è di 5.08 %. I valori medi mensili sono mostrati in Tabella 3-4.

Valori mensili dell'albedo	
Gennaio	5.00 %
Febbraio	5.00 %
Marzo	5.00 %
Aprile	5.00 %
Maggio	5.00 %
Giugno	5.00 %

Luglio	5.00 %
Agosto	5.00 %
Settembre	5.00 %
Ottobre	5.00 %
Novembre	5.00 %
Dicembre	6.00 %
Valore medio annuale	5.08 %

Tabella-Valori mensili dell'albedo

4.3.3 Componenti dell'impianto

I componenti principali usati per convertire l'energia solare in elettricità sono:

- ✓ Moduli fotovoltaici, che convertono la radiazione solare in corrente continua.
- ✓ Inseguitore mono-assiale, che serve da supporto e orienta i moduli fotovoltaici per ridurre al minimo l'angolo d'incidenza tra i raggi solari e la superficie dei moduli fotovoltaici durante il giorno.
- ✓ Inverter di stringa, che convertono la DC dall'impianto solare ad AC.
- ✓ Trasformatori di potenza, che aumentano il livello di tensione da bassa a media tensione.
- ✓ Cabine di trasformazione MT/BT, contenenti tutte le attrezzature necessarie all'elevazione della tensione da bassa a media (30kV).
- ✓ Cabine d'interfaccia, dove vengono raccolte le linee MT derivanti dalle cabine di campo.

4.3.4 Moduli fotovoltaici

Per il presente progetto la scelta dei moduli è ricaduta sulla tecnologia mono-cristallino del tipo bifacciale con moduli di potenza 715W.

Un esempio di modulo Bifacciale Si-mono è mostrato di seguito. .



Nella tabella sottostante si mostrano le principali caratteristiche del progetto.

Caratteristiche dei moduli fotovoltaici	
Caratteristiche principali	
Modello	CS7N-715TB-AG 1500V
Produttore	CSI Solar Co., Ltd.
Tecnologia	Si-mono
Tipo di modulo	Bifacciale
Massima tensione	1500 V
Standard Test Conditions (STC)	
Potenza picco	715.0 W
Efficienza	23.02 %
Tensione MPP	40.6 V
Corrente MPP	17.63 A
Tensione a vuoto	48.5 V
Corrente di cortocircuito	18.64 A
Coefficienti di temperatura	
Coefficiente di potenza	-0.290 %/°C
Coefficiente di tensione	-0.246 %/°C
Coefficiente di corrente	0.050 %/°C
Caratteristiche meccaniche	
Lunghezza	2384.0 mm
Larghezza	1303.0 mm
Spessore	33.0 mm
Peso	37.8 kg

Caratteristiche elettromeccaniche moduli fotovoltaici

4.3.5 Inseguitori Monoassiali

I moduli solari PV saranno montati su inseguitori solari monoassiali orientati Nord-Sud ed Est-Ovest con file e backtracking indipendenti, integrati su strutture metalliche che combinano parti di acciaio zincato con parti in alluminio, formando una struttura fissa a terra, tramite pali infissi nel terreno.



Figura -Esempio di inseguitore monoassiale

Gli inseguitori monoassiali sono stati progettati per ridurre al minimo l'angolo d'incidenza tra i raggi solari e la superficie del pannello. Il sistema di monitoraggio è costituito da un dispositivo elettronico in grado di seguire il sole durante il giorno.

Le principali caratteristiche dell'inseguitore mono-assiale sono riassunte in Tabella.

Caratteristiche dell'inseguitore monoassiale	
Modello	SFONE
Produttore	Soltec
Tecnologia	Linked-row
Configurazione	1V (Verticale)
Range angolo d'inseguimento	+60 / -60 °
Numero moduli per fila	54 moduli (massimo 60 moduli)
Altezza minima dal suolo	2.1 m
Progettato per moduli	bifacciali
Distanza addizionale per il motore	500.0 mm
Distanza addizionale per asse di rotazione	20.0 mm
Distanza tra i moduli in direzione assiale	20.0 mm

Tabella- Principali caratteristiche dell'inseguitore mono-assiale

Stringhe per struttura	Moduli per struttura	Lunghezza	Quantità
1	18	24.29 m	146
2	36	48.11 m	1918
3	54	71.92 m	2654

Tabella-Numero di inseguitori mono-assiali installati.

4.3.6 Inverter di stringa

L'inverter converte la corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata. È composto dai seguenti elementi:

- Uno o più stadi di conversione di potenza da DC ad AC, ciascuno dotato di un sistema di tracciamento del punto di massima potenza (MPPT). Il MPPT varierà la tensione del array DC per massimizzare la produzione in base alle condizioni operative.
- Componenti di protezione contro alte temperature di lavoro, sovratensione e sottotensione, bassa o alta frequenza, corrente minima di funzionamento, mancanza di rete del trasformatore, protezione anti-isola, comportamento contro i vuoti di tensione, ecc. Oltre alle protezioni per la sicurezza del personale.
- Un sistema di monitoraggio, che ha la funzione di trasmettere i dati relativi al funzionamento dell'inverter al proprietario (corrente, tensione, potenza, ecc.) e dati esterni dal monitoraggio delle stringhe nell'array DC (se c'è un sistema di monitoraggio delle stringhe).

L'inverter (convertitore statico) rappresenta il cuore di un sistema fotovoltaico ed è l'apparato al quale è demandata la funzione di conversione della corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico in corrente alternata, l'unica in grado di poter essere sfruttata da un eventuale utilizzatore finale oppure essere immessa in rete.

Nel presente progetto si considerano inverter di stringa come da scheda tecnica in tabella 5.5.

L'inverter è installato in prossimità della viabilità interna al parco dislocati all'interno del campo stesso secondo la configurazione dei sottocampi fotovoltaici. Le unità previste sono tutte uguali ed hanno una potenza nominale alle condizioni di test standard di 320kVA. Di seguito si riporta una tabella con evidenziato il numero e la taglia degli inverter utilizzati per ciascun impianto e i relativi valori di rapporto DC/AC (potenza ingresso/uscita).

Gli inverter (o meglio l'intera stazione di trasformazione) previste sono in grado di supportare gli impianti di nuova generazione operanti a tensioni limiti in corrente continua pari a 1.500 V, di seguito se ne riportano le principali caratteristiche tecniche

NUMERO INVERTER PREVISTI	412
RAPPORTO DC/AC	1,17

L'MPPT, ovvero Maximum Power Point Tracker, rappresenta un sistema elettronico in grado di far lavorare l'inverter al pieno delle sue possibilità in funzione delle condizioni al contorno presenti (irraggiamento, temperatura, etc.); in particolare sposta il punto di lavoro della macchina sulla curva tensione/corrente in modo da avere sempre le migliori prestazioni possibili.

Come anticipato ogni unità di conversione statica sarà posizionata direttamente in campo e sarà collocata a ridosso degli inseguitori solari, fissati sui montanti piantati nel terreno.

Ad oggi gli inverter previsti per i progetti sono del produttore Sungrow modello SG350HX, esso è in grado di supportare gli impianti di nuova generazione operanti a tensioni limite in corrente continua pari a 1.500 V, di seguito se ne riportano le principali caratteristiche tecniche:

Caratteristiche dell'inverter	
Caratteristiche principali	
Modello	SG350HX
Tipo	STRING
Produttore	Sungrow

Massima efficienza di conversione da DC ad AC	99.02 %
Ingresso (DC)	
Gamma di tensione di ricerca MPPT	500 - 1500 V
Tensione massima di ingresso	1500 V
Uscita (AC)	
Potenza nominale 40° C (datasheet)	320.0 kVA
Potenza nominale 30 °C (datasheet)	352.0 kVA
Potenza nominale 50 °C (datasheet)	295.0 kVA
Tensione in uscita	800 V
Frequenza in uscita	50 Hz

4.3.7 Risultati del rendimento energetico.

Nella Tabella sottostante si mostra una sintesi dei risultati per il primo anno.

Il performance ratio è stato calcolato utilizzando l'irradiazione sulla faccia anteriore, che può portare ad un PR maggiore da 100% per simulazione bifacciali con una radiazione nella faccia posteriore molto elevata.

Descrizione	Valore	Unità
Produzione del primo anno	266.7	GWh
Performance ratio	82.21 %	-
Produzione specifica	1735.0	kWh/kWp
Guadagno bifacciale	1.50 %	-

Tabella 8-1 - Sintesi dei risultati per il primo anno

4.3.8 Rendimento energetico e perdite del primo anno (P50)

I risultati d'irradiazione nella faccia anteriore si mostrano in Tabella 8-2, e i risultati della faccia posteriore in Tabella 8-3. Le perdite subite dopo la conversione fotovoltaica si mostrano in Tabella 8-4 per il primo anno di produzione.

Descrizione	Valore	Unità	Perdita
Risorsa solare			
Irradiazione globale orizzontale	1674.0	kWh/m ²	
Trasposizione sul piano inclinato	2110.6	kWh/m ²	+27.60 %
Ombre lontane (profilo dell'orizzonte)	2110.6	kWh/m ²	-0.02 %
Ombre vicine	2063.5	kWh/m ²	-2.67 %
Perdite per sporozia	2022.2	kWh/m ²	-2.00 %
Perdite IAM	2012.5	kWh/m ²	-0.53 %
Irradiazione effettiva sulla faccia anteriore	2012.5	kWh/m²	

Tabella 0-1 - Risultati d'irradiazione per la faccia anteriore

Descrizione	Valore	Unità	Perdita
Risorsa solare			
Irradiazione globale orizzontale	1674.0	kWh/m2	
Irradiazione riflessa dal terreno	84.2	kWh/m2	-94.97 %
Trasposizione sul piano inclinato	136.4	kWh/m2	+62.00 %
Effetto delle ombre sul terreno	59.9	kWh/m2	-56.12 %
Ombre lontane (profilo dell'orizzonte)	59.9	kWh/m2	0.00 %
Ombre vicine	46.4	kWh/m2	-22.51 %
Perdite per soorczia	46.4	kWh/m2	0.00 %
Perdite IAM	41.8	kWh/m2	-9.80 %
Irradiazione effettiva sulla faccia anteriore	41.8	kWh/m2	

Tabella 8-3 -Risultati d'irradiazione per la faccia posteriore

Descrizione	Valore	Unità	Perdita
Risorsa solare			
Irradiazione effettiva sulla faccia anteriore	2012.5	kWh/m2	
Irradiazione effettiva sulla faccia posteriore	41.8	kWh/m2	
Irradiazione globale effettiva	2054.3	kWh/m2	
Conversione fotovoltaica (efficienza nominale)			
Area totale di moduli	667841	m2	
Energia ricevuta nei moduli	1372.0	GWh	
Energia effettiva dopo il fattore di bifaccialità	1366.4	GWh	-0.41 %
Efficienza del modulo STC	23.06	%	
Energia con efficienza di conversione STC	315.08	GWh	
Perdite del modulo			
Degrado del modulo	314.13	GWh	-0.30 %
Perdita per livello d'irradiazione	313.87	GWh	-0.08 %
Perdita per temperatura	300.29	GWh	-4.33 %
Correzione spettrale	300.29	GWh	0.00
Qualità del modulo	302.4	GWh	+0.70 %
Perdita LID (Light Induced Degradation)	296.35	GWh	-2.00 %
Mismatch bifacciale	295.74	GWh	-0.20 %

Perdita per mismatch tra moduli	292.79	GWh	-1.00 %
Perdite per mismatch per ombreggiamento	292.79	GWh	0.00 %
Perdita del cablaggio DC	287.45	GWh	-1.82 %

Energia disponibile all'ingresso dell'inverter 287.45 GWh

Conversione DC ad AC nell'inverter

Perdita dovuta alla minima tensione d'ingresso dell'inverter	287.45	GWh	0.00 %
Perdita dovuta alla massima tensione d'ingresso dell'inverter	287.45	GWh	0.00 %
Perdita dovuta alla minima potenza d'ingresso dell'inverter	287.45	GWh	0.00 %
Perdita dovuta alla massima potenza in uscita dell'inverter	286.25	GWh	-0.42 %
Perdita per consumi ausiliari	286.25	GWh	0.00 %
Perdita per efficienza di conversione	281.43	GVAh	-1.68 %

Energia disponibile all'uscita dell'inverter 281.43 GWh

Perdite in cabina MT/BT e nel sistema MT

Perdite del cablaggio AC dall'inverter al trasformatore	273.35	GWh	-2.87 %
Perdite nel ferro del trasformatore	272.8	GWh	-0.20 %
Perdite nel rame del trasformatore	270.9	GWh	-0.69 %
Perdite del cablaggio MT	269.08	GWh	-0.67 %

Energia disponibile all'uscita del sistema MT 269.08 GWh

Energia reattiva disponibile all'uscita del sistema MT 0.0 GVArh

Fattore di potenza all'uscita del sistema MT 1.000

Perdite nella sottostazione

Perdite per consumo ausiliario	269.08	GWh	0.00 %
Perdite nel ferro del trasformatore della sottostazione	268.53	GWh	-0.21 %
Perdite nel rame del trasformatore della sottostazione	266.7	GWh	-0.68 %
Perdita per limitazione al punto di consegna	266.7	GWh	0.00 %

Energia disponibile all'uscita della sottostazione 266.7 GWh

Energia reattiva disponibile all'uscita della sottostazione 0.0 GVArh

Fattore di potenza all'uscita della sottostazione 1.000

Linea di alta tensione e disponibilità

Perdite dalla sottostazione alla rete (linea AT)	266.7	GWh	0.00 %
Perdite per indisponibilità dell'impianto	266.7	GWh	0.00 %
Perdite per indisponibilità della rete	266.7	GWh	0.00 %
ENERGIA TOTALE INIETTATA IN RETE	266.7	GWh	
ENERGIA REATTIVA TOTALE INIETTATA IN RETE	0.0	GVarh	
FATTORE DI POTENZA NEL PUNTO DI CONSEGNA	1.000		

Tabella 8-4 - Rendimento e perdite del primo anno

4.3.9 Consumo notturno nel primo anno

In Tabella 8-5 sono mostrati i risultati dei consumi notturni dell'impianto fotovoltaico nel primo anno. Questi consumi sono dovuti alle perdite degli inverter durante la notte, alle perdite nel ferro dei trasformatori, e ai consumi ausiliari dell'impianto.

Il consumo annuale totale notturno è stato di -1206.07 MWh, che rappresenta il 0.45 % della totale energia prodotta di 266.7 GWh.

4.3.10 Metodologia utilizzata per il calcolo delle emissioni prodotte in fase di cantiere.

L'analisi delle emissioni diffuse di polveri indotte nella fase di scavo del terreno per la realizzazione delle opere delle strutture dell'impianto di produzione di energia fotovoltaica in progetto, ha comportato l'individuazione delle diverse possibili sorgenti che generano un'emissione di questo tipo. Queste sono state raggruppate in tre macro categorie previste dalle Linee Guida ARPA di seguito indicate:

- a. **scotico e sbancamento del materiale superficiale;**
- b. **transito di mezzi su strade non asfaltate.**
- c. **erosione del vento dai cumuli.**

Per ognuna delle categorie individuate si è fatto riferimento a specifiche modalità di stima delle emissioni di polveri riportate nelle Linee Guida considerate.

Le Linee Guida adottate e che verranno utilizzate nella fase di "monitoraggio" riprendendo quanto previsto dal documento EPA AP-42, prevedono di effettuare il calcolo del quantitativo di polveri emesse secondo la seguente equazione generale:

$$E = A \times EF \times (1-ER/100)$$

dove:

E = emissione di polvere;

A = tasso di attività. Con questo, secondo i casi, si può indicare ad esempio il quantitativo di materiale movimentato o soggetto a caduta piuttosto che l'area esposta soggetta all'erosione del vento;

EF = fattore di emissione unitario;

ER = fattore di efficienza per la riduzione dell'emissione. Può includere ad esempio attività di bagnatura strade per evitare l'alzarsi della polvere.

Vengono di seguito elencate le metodologie di calcolo delle emissioni di **PTS** (Particelle Totali Sottili contenenti anche le PM10 le PM2,5) suddivise sulla base delle diverse tipologie di attività.

- a. **Scotico e sbancamento del materiale superficiale.**

L'attività di scotico (rimozione degli strati superficiali del terreno) e sbancamento del materiale superficiale viene effettuata di norma con ruspa o escavatore. Tali attività producono delle emissioni polverulente.

Nella tabella seguente si riportano i fattori di emissione relativi al trattamento del materiale superficiale, proposti dalla Linee Guida per determinate attività con il relativo codice SCC; tali valori sono disponibili sul database FIRE (US-EPA Factor Information Retrieval –FIRE-Data System)

SCC	operazione	Fattore di emissione in kg	note	Unità di misura
3-05-010-33	Drilling Overburden	0.072		kg per ciascun foro effettuato
3-05-010-36	Dragline: Overburden Removal	$\frac{9.3 \times 10^{-4} \times (H/0.30)^{0.7}}{M^{0.3}}$	H è l'altezza di caduta in m, M il contenuto percentuale di umidità del materiale	kg per ogni m ³ di copertura rimossa
3-05-010-37	Truck Loading: Overburden	0.0075		kg per ogni Mg di materiale caricato
3-05-010-42	Truck Unloading: Bottom Dump - Overburden	0.0005		kg per ogni Mg di materiale scaricato
3-05-010-45	Bulldozing: Overburden	$\frac{0.3375 \times s^{1.5}}{M^{1.4}}$	s è il contenuto di silt (vedi § 1.5), M il contenuto di umidità del materiale, espressi in percentuale	kg per ogni ora di attività
3-05-010-48	Overburden Replacement	0.003		kg per ogni Mg di materiale processato

Tabella n.3: Fattori di Emissione per il PM10 relativi alle operazioni di trattamento del materiale superficiale.

Le emissioni dovute a tali tipologie di attività vengono calcolate secondo la formula:

$$E_i(t) = \sum_l AD_l(t) * EF_{i,l,m}(t)$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);

l = processo;

m = controllo;

t = periodo di tempo (ora, mese, anno, ecc.);

Ei = rateo emissivo (kg/h) dell'iesimo tipo di particolato;

ADI = attività relativa all'lesimo processo (ad es. kg materiale lavorato/ora);

EFi, l, m = fattore di emissione (kg/tonn).

b. Transito mezzi su strade non asfaltate.

Il transito di automezzi su strada può determinare un'emissione diffusa di polveri che è funzione del tipo di strada (asfaltata o non asfaltata); nel caso in studio si considerano solo le strade comunali rurali n. 42 e 43 che non sono caratterizzate da uno strato in conglomerato bituminoso ma sono in "battuto" calcareo.

Per la stima delle emissioni diffuse dalle strade non asfaltate, le Linee Guida prevedono di applicare il modello emissivo proposto al paragrafo 13.2.2 "Unpaved roads" dell'AP-42, di seguito riportato:

$$EF_i = k_i \left(\frac{s}{12} \right)^{a_i} \times \left(\frac{W}{3} \right)^{b_i}$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);

s = contenuto in limo del suolo in percentuale in massa (%);

W = peso medio del veicolo;

EF = Fattore di emissione della strada non asfaltata (g/km);

Ki, ai, bi = coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono riportati nella tabella seguente.

	k_i	a_i	b_i
PTS	1.38	0.7	0.45
PM ₁₀	0.423	0.9	0.45
PM _{2.5}	0.0423	0.9	0.45

Tabella n. 4: Valori dei Coefficienti K_i , a_i , b_i al variare del tipo di particolato.

Il peso medio dell'automezzo **W** deve essere calcolato sulla base del peso del veicolo vuoto e a pieno carico.

Per il calcolo dell'emissione finale, **E_i**, si deve determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferita all'unità di tempo (numero di km/ora), sulla base della lunghezza della pista (km); è richiesto quindi il numero medio di viaggi al giorno all'interno del sito ed il numero di ore lavorative al giorno.

L'espressione finale sarà quindi:

$$E_i = EF_i \times kmh$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);

kmh = percorso di ciascun mezzo nell'unità di tempo (km/h).

Nelle Linee Guida considerate si specifica che questa espressione è valida per un intervallo di valori di limo (silt) compreso tra l'1,8% ed il 25,2%; tuttavia, poiché la stima di questo parametro non è semplice e richiede procedure tecniche e analitiche precise, in mancanza di informazioni specifiche le LL.GG. suggeriscono di considerare un valore all'interno dell'inter-vallo 12-22%.

Tale intervallo, maggiormente spostato verso il massimo del range (22%) è quello che maggiormente caratterizza il terreno superficiale, sia delle strade comunali n. 31 e 96, adiacente all'area d'intervento, che del terreno naturale del medesimo sito di realizzazione dell'impianto.

Inoltre, le Linee Guida prevedono dei sistemi di abbattimento delle emissioni polverulente indotte dal transito dei mezzi su strade non asfaltate, tramite bagnatura delle superfici ad inter-valli periodici e regolari.

La formula proposta per la stima dell'efficienza di abbattimento di una determinata bagnatura è la seguente:

$$C = 100 - (0,8 \times P \times trh \times I \times t)$$

dove:

C = efficienza di abbattimento (%);

P = potenziale medio dell'evaporazione giornaliera pari a 0,34 mm/h;

Trh = traffico medio orario (mezzi/h);

I = quantità media del trattamento applicato (l/m²);

t = intervallo di tempo che intercorre tra le applicazioni (h).

c. Erosione del vento dai cumuli.

Un cumulo di materiale aggregato, stoccato all'aperto è soggetto all'azione erosiva del vento che può dare luogo in tal modo ad un'emissione di polvere.

Le superfici di tali cumuli sono caratterizzate da una disponibilità finita di materia erodibile, la quale definisce il cosiddetto "potenziale di erosione".

Poiché è stato riscontrato che il "potenziale di erosione" aumenta rapidamente con la velocità del vento, le emissioni di polveri risultano essere correlate alle raffiche di maggiore intensità; in ogni caso qualsiasi crosta naturale-artificiale e/o attività di umidificazione della superficie dei cumuli è in grado di vincolare tale materia erodibile, riducendo così il potenziale di erosione.

La metodologia di stima prevista dalle Linee Guida per la valutazione delle emissioni diffuse dovute all'erosione eolica dei cumuli di stoccaggio materiali all'aperto, prevede di utilizzare l'emissione effettiva per unità di area di ciascun cumulo soggetto a movimentazione dovuta alle condizioni anemologiche attese nell'area di interesse.

Il tasso emissivo orario si calcola secondo la seguente espressione:

$$E_i \text{ (Kg/h)} = EFi \times a \times \text{mov (h)}$$

dove:

i = particolato (PTS, PM10, PM2.5);

mov(h) = numero di movimentazioni/ora;

a = superficie dell'area movimentata (m2);

EFi, l, m = fattore di emissione areali dell'iesimo tipo di particolato (kg/m2).

Per il calcolo del fattore di emissione areale viene effettuata una distinzione dei cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro, oltre ad ipotizzare, per semplicità, che la forma di un cumulo sia conica, a base circolare.

Dai valori di altezza del cumulo (H in m), intesa come altezza media della sommità nel caso di un cumulo a sommità piatta, e dal diametro della base (D in m), si individua il fattore di emissione areale dell'iesimo tipo di particolato per ogni movimentazione.

I fattori di emissione sono riportati nella seguente tabella.

cumuli alti $H/D > 0.2$	
	$EF_i \text{ (kg/m}^2\text{)}$
PTS	1.6E-05
PM ₁₀	7.9E-06
PM _{2.5}	1.26E-06
cumuli bassi $H/D \leq 0.2$	
	$EF_i \text{ (kg/m}^2\text{)}$
PTS	5.1E-04
PM ₁₀	2.5 E-04
PM _{2.5}	3.8 E-05

Tabella n. 5: Fattori di emissioni areali in ogni movimentazione, per ciascun tipo di particolato.

4.3.11 Stima delle emissioni.

Nel presente Capitolo si effettua la stima delle emissioni di PM10 attese per effetto dei lavori di scavo per la realizzazione delle opere che comportano movimentazione terra e scavo per l'impianto di produzione di energia solare alternativa, in progetto.

Tale stima verrà in seguito ed in fase di "monitoraggio" utilizzata per il reale confronto delle emissioni prodotte.

La stima delle emissioni di PM10 verrà effettuata applicando la metodologia prevista dalle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" adottate limitatamente alle attività di interesse, precedentemente descritte.

Successivamente sarà effettuato il confronto tra i valori delle emissioni di PM10, calcolati durante le attività di realizzazione delle opere di scavo dell'impianto di produzione energetica ed i "valori soglia" di emissione individuati nel Capitolo 2 dell'Allegato 1 alle Linee Guida, al di sotto dei quali non sussistono presumibilmente rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM10 dovuti alle emissioni dell'attività in esame.

Come riportato nel suddetto Allegato 1, i valori soglia delle emissioni di PM10 individuati variano in funzione della distanza tra ricevitore-sorgente e della durata annua (in giorni/anno) delle attività che producono tale emissione.

Nell'area individuata per la realizzazione delle fondazioni dell'impianto di produzione energetica da agrivoltaico della Società BIO3 PV Hydrogen Srl, non sono presenti ricettori oltre i 150 m. nelle direzioni di Nord, Sud ed Est, mentre gli unici più prossimi sono le abitazioni rurali allocate in prossimità della Masseria; la distanza fra il baricentro dell'impianto e le abitazioni più prossime è dell'ordine di oltre 200 m.

Considerata anche la relativa durata delle operazioni di scavo e movimentazione terra, pari a circa 30 giorni, il valore di emissione calcolato sarà confrontato con quello riportato nella Tabella 19 del Capitolo 2 dell'Allegato 1 alle Linee Guida: "Valutazione delle emissioni soglia al variare della distanza tra ricevitore e sorgente per un numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno", come di seguito riportato.

a. Movimento terra.

Nella fase di realizzazione delle opere in progetto, come riferito, le attività potenzialmente generatrici di emissioni polverulente sono essenzialmente riconducibili agli scavi del terreno per la realizzazione delle fondazioni dei vari componenti dell'impianto di produzione energetica, dal traffico dei mezzi all'interno dell'area di cantiere per il trasporto di una parte del materiale scavato nell'area adibita allo stoccaggio e della restante parte per l'invio a recupero con operazioni rimodellamento morfologico, oltre che alle emissioni generate dallo scarico del materiale per la messa a parco e dall'erosione del vento dai cumuli di terreno stoccato.

La fase di scavo, come riportato, prevede lo scotico di circa **30.000 m3** di materiale per la realizzazione delle fondazioni delle opere previste per l'impianto di produzione energetica; questa sarà stoccata provvisoriamente in area apposita.

Lo stoccaggio del materiale scavato avverrà per mezzo di cumuli disposti in modo da non creare ostacolo per il passaggio, il traffico e le manovre. La presente fase avrà una durata di circa 30 giorni lavorativi.

In sintesi, le attività previste in tale fase prevedono:

- scavo per realizzazione delle fondazioni e carico camion;
- transito dei mezzi su strade non asfaltate per carico materiale destinato a recupero ed a stoccaggio;
- erosione del vento dai cumuli del materiale stoccato.

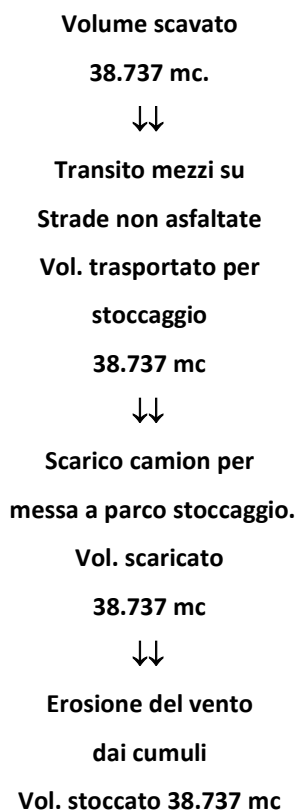
Di seguito si riportano due tabelle che riportano i quantitativi dei volumi di scavo per le trincee e per le fondazioni dei cabinati, per un totale di: (38.155+582) **38.737 mc.**

VOLUMI DI SCAVO TRINCEE	lunghezza [m]	larghezza [m]	profondità [m]	totale [mc]
Trincee di Bassa Tensione 800.0 mm 1000.0 mm	33.923	0,8	1,0	27.139
Trincee di Media Tensione 700.0 mm 1200.0 mm	11.212	0,7	1,2	9.418,08
Trincee di Media Tensione 700.0 mm 1400.0 mm	1.451	0,7	1,2	1.218,84
Trincee di messa a terra				36,90
Trincee di servizi ausiliari				342,76
Totale Volume				38.155

VOLUMI DI SCAVO FONDAZIONI CABINATI	numero cabinati	lunghezza [m]	larghezza [m]	profondità [m]	totale [mc]
Fondazione stazioni di trasformazione e conversione	30	6,60	3,10	1,00	320
Fondazione cabinato interfaccia	3	17,70	5,2	0,95	262
Totale Volume					582

Nel sottostante schema si mostra la sequenza delle attività che verranno messe in atto durante le attività di scavo per la realizzazione delle fondazioni, potenzialmente generatrici di emissioni polverulente.

Per ciascuna di queste si indica il riferimento (codice SCC o paragrafo dell'AP-42 o delle Linee Guida) utilizzato per la stima delle emissioni di PM10 generate da ciascuna di esse, oltre ai dati ritenuti significativi ed assunti alla base dei calcoli (volumi scavati, percorsi mezzi, ecc).



Per la stima delle emissioni polverulente generate dalle attività di scavo per la realizzazione delle varie opere dell'impianto di produzione energetica è stata utilizzata la metodologia di stima delle emissioni polverulente descritta al precedente Paragrafo D3 delle LL.GG considerate (ARPAT).

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- **durata dello scavo** = 120 giorni lavorativi;
- **volume da scavare** = 38.737 m³;
- **densità terreno vegetale** = circa 1.700 kg/m³;
- **fattore emissivo** = 0,0075 (kg/t); come riportato nella precedente Tabella n. 1 è stato utilizzato il fattore emissivo previsto per operazioni di scavo e carico su camion identificato dal codice SCC-3-05-010-37. Per tale attività non è stata pre-vista alcuna operazione di mitigazione.

Applicando la richiamata si è ottenuto il valore di emissione di polveri totale (PTS) indotta dalle attività di scavo per la realizzazione delle fondazioni; tale valore risulta pari a **146,04 g/h**.

Nella fase di realizzazione verrà effettuato il “*monitoraggio*” con misurazione in situ, in maniera tale da confrontare quanto teoricamente rilevato.

b. **Transito mezzi su strade non asfaltate.**

Nella presente fase, nella quale vengono scavate le aree per la realizzazione delle varie opere impiantistiche, si considera che i mezzi circolino su tratti di strade non asfaltate del Comune di Brindisi.

Per la stima delle emissioni di PM10 indotte dal transito dei mezzi su strade non asfaltate viene utilizzata la metodologia descritta dalle LL.GG. considerate che prevedono l’applicazione del modello emissivo proposto al paragrafo 13.2.2 “*Unpaved roads*” dell’AP-42.

Sono stati presi in considerazione i veicoli previsti, più significativi in termini di numero e di utilizzazione con percorrenze rilevanti, che circolano all’interno dell’area di cantiere, rappresentati dai camion.

I mezzi afferenti all’area di cantiere durante la fase di scavo sono utilizzati per la movimentazione del materiale generato dallo scavo del terreno per la realizzazione delle varie opere al fine del suo invio a recupero e per la messa a parco di stoccaggio temporaneo.

Il numero dei mezzi necessari ad effettuare dette operazioni è stato calcolato sulla base del quantitativo di materiale scavato destinato allo stoccaggio, considerando una portata di ciascun camion pari a 25 tonnellate.

Di seguito si riporta la stima delle emissioni generate dal transito dei mezzi su strade non asfaltate per le differenti destinazioni del materiale scavato.

b.1 Trasporto destinato allo stoccaggio/recupero per “rimodellamento morfologico”.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- **durata della fase** = 120 giorni lavorativi, come riportato nel cronoprogramma;
- **volume da movimentare**= circa **38.737 m³**, corrispondente alla parte del materiale scavato destinata allo stoccaggio;
- **densità terreno vegetale** = circa 1.700 kg/m³;
- **portata camion**= 25 t;
- **numero di transiti all’ora**: n.18, calcolato arrotondando all’unità successiva, in maniera cautelativa, il numero di mezzi effettivamente necessari a movimentare il quantitativo di materiale scavato destinata allo stoccaggio presso l’apposita area di recupero;
- **Ki, ai, bi** = 0,423, 0,9 e 0,45; tali coefficienti sono quelli proposti dalle Linee Guida per il PM10 e riportati nella Tabella n. 2;
- **s** = 17%; la percentuale scelta è un valore medio tra quelle suggerite dalle Linee Guida (comprese nell’intervallo tra 12% e 22%) in mancanza di informazioni specifiche;
- **W** = 25 t; tale parametro è stato stimato considerando il peso medio tra la condizione a pieno carico e quella a vuoto nella considerazione che in tale fase nella movimentazione vi sia un percorso di arrivo a vuoto e un percorso di partenza con carico;

- **L media** = 300 m; è stata considerata, cautelativamente, la lunghezza del tratto più lungo percorribile da ciascun camion nel transito dall'area di scavo all'area adibita allo stoccaggio del materiale, comprensiva di viaggio di andata e di ritorno.

Inoltre, le strade di cantiere verranno bagnate ad intervalli periodici e regolari.

Per il calcolo del coefficiente di abbattimento C (%) sono stati utilizzati i seguenti dati:

- **l** = 1,0 l/m²;
- **t** = 24 h trascorse tra una bagnatura e l'altra.

Applicando i dati della Tabella n. 2 e della Tabella n. 3 si è ottenuto il valore di emissione di polveri totale indotto dal transito dei mezzi su strade non asfaltate per il trasporto del materiale destinato allo stoccaggio; tale valore risulta pari a **4,03 g/h**.

b.2 Scarico camion per messa in stoccaggio provvisorio (parco-cumuli)

Parte del materiale scavato e caricato sui camion verrà scaricato nella zona appositamente adibita all'interno dell'area di cantiere.

Per la stima delle emissioni di PM10 indotte dalle attività di scarico di materiale proveniente dallo scavo delle fondazioni viene utilizzata la metodologia di stima descritta al precedente paragrafo.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni:

- **durata della fase** = 120 giorni lavorativi;
- **volume da scaricare** = circa **38.737 m³**, corrispondente alla parte del materiale scavato destinato allo stoccaggio ed all'eventuale riutilizzo per rinterri e rimo-dellamenti morfologici;
- **densità terreno vegetale** = circa 1.700 kg/m³;
- **portata camion** = 25 t;
- **fattore emissivo** = $5,0 \times 10^{-4}$ (kg/t); tale fattore emissivo, riportato nella precedente Tabella n. 1 è relativo alle emissioni polverulente generate dallo scarico dei camion di materiale scavato.

Applicando la formula riportata si è ottenuto il valore di emissione di polveri indotta dallo scarico del materiale scavato per la messa a dimora; tale valore risulta pari a **158,05 g/h**.

c. Erosione del vento dai cumuli.

Per la stima delle emissioni di PM10 indotte dall'erosione del vento dai cumuli del materiale proveniente dallo scavo, viene utilizzata la metodologia di stima descritta al precedente paragrafo 1.5.3.3

Per la valutazione delle emissioni diffuse per erosione eolica dei cumuli di materiale stoccato a cielo aperto è stata presa in considerazione la fase di messa a parco di stoccaggio del materiale per il successivo riutilizzo.

Sono state stimate le dimensioni di un cumulo medio a forma conica (diametro alla base e altezza) e, considerando che un cumulo è costituito da una quantità di materiale corrispondente a quella trasportata da un camion, è stata determinata la superficie esposta del cumulo stesso.

Inoltre, si precisa che le superfici di tali cumuli sono caratterizzate da una disponibilità finita di materia erodibile che una volta terminata fa sì che il cumulo non generi più emissioni polverulente a meno che non sia nuovamente movimentato. Pertanto, nella presente trattazione si considera che i cumuli siano movimentati una sola volta (nel momento in cui vengono scaricati dal camion) e che all'arrivo del cumulo (carico) successivo, il cumulo già stoccato abbia terminato la materia erodibile.

Nel caso specifico sono stati utilizzati i seguenti valori/assunzioni per ciascun cumulo:

- **portata camion**: 25 t;
- **densità terreno vegetale** = circa 1.700 kg/m³;

- **volume cumulo** = 21,5 m³; tale volume è stato ottenuto considerando cautelativamente un fattore 1,5 con il quale è stato moltiplicato l'effettivo volume occupato dalle 25 tonnellate di materiale scaricato, in maniera tale da tenere in considerazione la presenza di eventuali vuoti che si originano all'interno del cumulo stesso;
- **diametro della base del cumulo nell'ipotesi di cumulo conico**: 7,1 m;
- **altezza cumulo**: 2 m;
- **superficie area cumulo**: 45,6 mq;
- **numero di movimentazioni ora**: 0,8 movimentazioni/ora; tale parametro è stato calcolato sulla base delle ore lavorative previste per tale fase e del materiale da mettere a parco.

Come descritto al precedente, per il calcolo del fattore di emissione areale, EFi (kg/m²), viene effettuata una distinzione dei cumuli bassi da quelli alti a seconda del rapporto altezza/diametro.

Date le caratteristiche del cumulo ipotizzato, il fattore di emissione areale di PM10 utilizzato, riferito a ciascuna movimentazione, è pari a $7,9 \times 10^{-6}$ (kg/m²).

Applicando la formula di cui al capitolo richiamato, si è ottenuto il valore di emissione totale di polveri indotta dall'erosione del vento dai cumuli; tale valore risulta pari a **1,54 g/h**; tale valore va moltiplicato per il numero dei cumuli previsti che, in linea di massima non saranno inferiori a 12.

Il totale, quindi, sarà valutato in $1,54 \times 8 = \mathbf{12,32 \text{ g/giorno}}$

4.3.12 Determinazione dell'emissione totale.

Nella seguente Tabella n. 4 sottostante si riporta la stima delle emissioni totali di polveri generata dagli scavi per la realizzazione delle fondazioni e delle altre strutture dell'impianto di produzione energetica da pannelli fotovoltaici.

Si sottolinea che la stima effettuata è cautelativa in quanto è stata ipotizzata la completa sovrapposizione di tutte le attività e, quindi, la contemporaneità di tutte le operazioni potenzialmente generatrici di emissioni polverulente previste per la realizzazione delle opere di scavo dell'impianto.

• scavo e carico su camion del materiale scavato:	146,04 g/h
• transito mezzi su strade non asfaltate:	4,03 g/h
• Scarico camion per messa a parco/recupero:	<u>158,05 g/h.</u>
Totale	308,12 g/h
• Erosione del vento dai cumuli:	<u>12,32 g/d</u>
Totale	2.477,28 g/d
• Emissione totale attività (120 gg x 8 h/g) =	<u>297,27 Kg</u>

Tabella n. 4: Emissioni totali di PM10 nell'Area di cantiere per le attività di scavo.

4.3.13 Confronto con le soglie assolute di emissione di PM10

Di seguito si effettua il confronto tra i valori delle emissioni di PM10 calcolate per la "movimentazione terra" precedentemente descritta ed i valori soglia di emissione individuati nel Capitolo 2 dell'Allegato 1 alle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" al di sotto dei quali non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM10 dovuti alle emissioni dell'attività in esame.

Come riportato nel suddetto Allegato 1, i valori soglia delle emissioni di PM10 individuati variano in funzione della distanza recettore-sorgente e della durata annua (in giorni/anno) delle attività che producono tale emissione.

Considerando che entro una distanza > 150 m dall'area individuata per la realizzazione delle opere di scavo dell'impianto di produzione energetica non sono presenti ricettori e che la durata prevista per le attività è pari a 90 giorni lavorativi nell'anno, il valore di emissione da confrontare con quello calcolato è pari a 1.022 g/h, evidenziato nel riquadro rosso

in Tabella n.5 (corrispondente alla Tabella 19 del Capitolo 2 dell'Allegato 1 alle Linee guida), valore al di sotto del quale non sono previsti impatti presso tale ipotetico ricettore.

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<104	Nessuna azione
	104 ÷ 208	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 208	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<364	Nessuna azione
	364 ÷ 628	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 628	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<746	Nessuna azione
	746 ÷ 1492	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 1492	Non compatibile (*)
>150	<1022	Nessuna azione
	1022 ÷ 2044	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 2044	Non compatibile (*)

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Tabella n. 6: Valutazione delle emissioni soglia al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno.

Ai fini della presente valutazione è stata ipotizzata, cautelativamente, la completa sovrapposizione di tutte le attività previste nell'area di cantiere e, quindi, la contemporaneità di tutte le operazioni potenzialmente generatrici di emissioni polverulente inerenti la specifica fase di scavo presa in esame.

Dalle stime effettuate al capitolo precedente è emerso che durante la fase di cantiere in cui verrà effettuato il movimento terra per la realizzazione degli scavi per le fondazioni, per le opere interraste e per il riutilizzo come rimodellamento morfologico, verrà generata un'emissione globale di PM10 pari a **238,62 g/h**.

Confrontando tale valore con la soglia di **1.022 g/h** prevista dalle Linee Guida, **si osserva che non sussistono rischi di superamento o raggiungimento dei valori limite di qualità dell'aria per il PM10 dovuti alle emissioni generate dalle attività prese in esame.**

Pertanto, la fase di scavo per la realizzazione delle opere interraste e delle fondazioni delle varie componenti dell'impianto di produzione di energia fotovoltaica da pannelli, previsto dalla Società BIO3 PV Hydrogen Srl, può essere ragionevolmente considerata compatibile con l'ambiente. Tali dati saranno verificati, attraverso una misurazione in situ, in sede di realizzazione delle opere e costituiscono "monitoraggio" per la matrice "atmosfera".

Inoltre, per le considerazioni riportate nelle opere di "mitigazione" per la "matrice suolo e sottosuolo" si ritiene che nessun altro monitoraggio della componente "atmosfera" debba essere effettuato nell'ambito dell'esercizio dell'impianto. Altresì un opportuno monitoraggio dovrà essere effettuato nell'ambito della "dismissione", post mortem, dell'impianto stesso.

Infine, appare necessario riportare che la campana di monitoraggio su questa matrice verrà effettuata su almeno 5 giorni lavorativi e da Laboratorio abilitato e certificato; al termine i risultati della campagna di monitoraggio saranno restituiti, sia in forma tabellare che nei certificati prodotti, agli Enti competenti (ARPA, Provincia e Comune)

4.3.14 Sintesi sul "monitoraggio atmosferico" per successivo "Protocollo Operativo di Monitoraggio"

In termini molto sintetici, tale monitoraggio si suddivide in due distinti fattori, quali:

- 1) **Meteoclimatico;**
- 2) **Emissioni in atmosfera di polveri nelle fasi ante e post operam.**

1) Monitoraggio Meteoclimatico.

Fatto salvo che un impianto fotovoltaico non produce immissioni in atmosfera di gas climalteranti, è necessaria la posa in opera di una stazione meteo che possa essere utile per l’acquisizione dei dati meteorologici (velocità e direzione del vento, pressione atmosferica, umidità relativa, temperatura, precipitazioni atmosferiche).

Di seguito, alla Tavola n. 14 si riporta l’ubicazione della stazione meteo, prevista da installare sulla Masseria Villanova che ospiterà il Comitato di Gestione del “Parco”.



Tavola n. 14: ubicazione stazione meteo.

La stazione meteo, oltre a monitorare i parametri richiamati in parentesi ed altri eventualmente da concordare, avrà la funzione remota e potrà essere direttamente collegata ai siti di ARPA e del Comune di Brindisi, contribuendo al monitoraggio globale dell’area vasta dell’impianto.

In termini di massima le tabelle che seguono riportano le annotazioni che potranno essere fatte su fogli excell, lasciando molte funzioni all’automatismo, dopo aver elaborato l’apposito programma.

Codice stazione meteo	Localizzazione					Gestore	Parametri rilevati
	Coordinata X	Coordinata Y	Indirizzo	Località	Comune		
Inserire il codice identificativo dell’Ente gestore della stazione meteo	Inserire coordinata Gauss- Boaga	Inserire coordinata Gauss- Boaga	Inserire l’indirizzo del sito ove si trova la stazione meteo	Inserire la località ove è situata la stazione meteo	Inserire il Comune ove è situata la stazione meteo	Indicare la denominazione dell’Ente gestore della stazione meteo	Elencare i parametri Meteo rilevati

Tavola n. 14: ubicazione stazione meteo.

- dati meteorologici, individuare, motivandone le scelte, appositi punti di monitoraggio meteoclimatico e fornire l’elenco completo degli stessi, come riportato nella seguente tabella 8.

Codice punto	Localizzazione					Durata del monitoraggio	Fase
	Coordinata X	Coordinata Y	Indirizzo	Località	Comune		
Inserire il codice Met_01 e numerare progressivamente.	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire l'indirizzo del sito ove si trova il punto di prelievo, qualora non disponibile, altro riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località ove è situato il punto di prelievo	Inserire il Comune ove è situato il punto di prelievo	Inserire la durata del monitoraggio	Indicare le fasi (AO/ CO/ PO) nelle quali è previsto il monitoraggio

Tabella 8: Sintesi dei punti di monitoraggio meteorologico

- Definire i parametri meteorologici da monitorare (indicando il limite di rilevabilità che è possibile conseguire con la strumentazione impiegata) e le frequenze di monitoraggio previste nelle diverse fasi del progetto (ante-operam, corso d'opera, post-operam) specificando, per ciascuna fase, il numero di monitoraggi previsti, come riportato in tabella 2.

Fase	Codice punto di monitoraggio	Data del monitoraggio	Ora inizio monitoraggio	Durata del monitoraggio	Parametro rilevato	Valore rilevato	Unità di misura	Frequenza di monitoraggio prevista

Tabella 9: sintesi degli autocontrolli del monitoraggio meteorologico

- Descrivere dettagliatamente la strumentazione impiegata per la misura di ciascun parametro meteorologico indicato in Tabella 3.
- Allegare una planimetria dell'area interessata dal monitoraggio ambientale, in cui siano evidenziati:
 - il perimetro del sito interessato dall'opera soggetta a monitoraggio ambientale,
 - la localizzazione dei punti di monitoraggio meteorologico,
 - la localizzazione delle stazioni meteo, più vicine ai punti di misura, che possono essere prese a riferimento per acquisire dati meteorologici.

2) **Monitoraggio Emissioni in atmosfera di polveri nelle fasi ante e post operam.**

In queste due fasi valgono le considerazioni precedentemente riportate lasciando ad ARPA e su richiesta del Gestore, nella fase di costruzione e decommissioning, l'ubicazione del rilevamento delle immissioni in atmosfera.

In questa fase è prevedibile, come riportato in relazione di progetto, che nella fase di costruzione sono le strade in macadam, da realizzare e gli scavi le aree ove è maggiormente possibile riscontrare le emissioni di polveri e quanto altro riportato.

In questo caso è opportuno operare con una strumentazione portatile a definizione immediata dei diversi parametri contenuti.

Sarà compito del Gestore dell'impianto e/o di ARPA, se richiesto, individuare i punti di monitoraggio.

In definitiva ed in termini sintetici sarà necessario:

- Riportare brevemente la normativa di riferimento per la componente atmosfera.
- Definire i punti di monitoraggio individuati motivandone le scelte (tipologia e posizione dei ricettori, caratteristiche morfologiche del territorio, caratteristiche meteorologiche, cicli di lavorazione e macchinari

adottati, orario di attività delle sorgenti, flussi di traffico, eventuali altre sorgenti di emissione presenti nell'area d'indagine, etc.) e fornire l'elenco completo degli stessi, comprese le caratteristiche di ogni singolo punto, come riportato in tabella 10.

Fase	Codice punto	Localizzazione					Durata del monitoraggio	Perio- do del monito	Monitoraggio	
		Coordinata X	Coordinata Y	Indirizzo	Località	Comune			cantiere	viabilità
Indicare le fasi (AO/ CO/ PO) nelle quali è previsto il monitoraggio	Inserire il codice Atm_01 e numerare progressivamente.	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire l'indirizzo del sito ove si trova il punto di monitoraggio, qualora non disponibile, altro riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località ove è situato il punto di monitoraggio	Inserire il Comune ove è situato il punto di monitoraggio	Inserire la durata del monitoraggio	Inserire il perio- do del monito- raggio	Barrare con una X se il punto di monitoraggio si trova in prossimità di un'area di cantiere	Barrare con una X se il punto di monitoraggio rileva inquinanti derivanti dalla viabilità

Tabella 10: sintesi dei punti di monitoraggio della componente atmosfera.

- Individuare e riportare in tabella 11 le eventuali stazioni (ricadenti nell'area interessata dal monitoraggio) delle reti di monitoraggio delle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente al fine di evitare di duplicare eventuali monitoraggi già previsti da altre pertinenti normative sia comunitarie che nazionali ed evitare oneri ingiustificati.

Codice stazione di monitoraggio	Localizzazione					Ente gestore	Parametri rilevati
	Coordinata X	Coordinata Y	Indirizzo	Località	Comune		
Inserire il codice identificativo dell'Ente gestore della stazione di monitoraggio	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire l'indirizzo del sito ove si trova la stazione di monitoraggio, qualora non disponibile, altro riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località ove è situata la stazione di monitoraggio	Inserire il Comune ove è situata la stazione di monitoraggio	Indicare la denominazione dell'Ente gestore della stazione di monitoraggio	Elencare i parametri rilevati

Tabella 11: sintesi delle stazioni delle reti di monitoraggio della qualità dell'aria

- Individuare i parametri da monitorare, ovvero effettivamente significativi per il controllo degli impatti attesi

e, per ciascun parametro analitico individuato, indicare i valori di cui alla seguente tabella 12:

Codice punto	Parametro	Range di naturale variabilità	Soglia di allarme	Valore limite
Inserire il codice del punto di moni-	Inserire il parametro analitico monitorato	Inserire il range desunto in base ai contenuti dello SIA eventualmente integrati da serie storiche di dati desunti	Inserire il valore determinato in funzione delle previsioni dello SIA, nonché di eventuali valori obiettivo/	Inserire il valore limite previsto dalla pertinente normativa di settore

Tabella 12: sintesi dei parametri analitici

- Definire le frequenze di monitoraggio previste nelle diverse fasi del progetto (ante-operam, corso d'opera, post-operam) specificando, per ciascuna fase, il numero di monitoraggi previsti, come riportato in tabella 13.

Tutto ciò fatto salvo che il numero di monitoraggi e la tempistica di questi saranno riportati nel "Protocollo di Monitoraggio" che verrà sottoscritto con ARPA.

Codice punto	Parametro	Frequenza di monitoraggio			Numero di monitoraggi		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
Inserire il codice del punto di monitoraggio (Atm_XX)	Inserire il parametro analitico monitorato	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase

Tabella 13: sintesi delle frequenze di monitoraggio

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Inserire il parametro analitico monitorato	Inserire il metodo analitico utilizzato	Inserire il valore che è possibile conseguire con l'adozione della metodica	Explicitare brevemente il principio del metodo

Fase	Data	Id Punto	Condizioni meteo	Velocità vento m/s	Direzione vento	Temp. C°	Pressione mm hg	Ora inizio	Ora fine	Inquinante	Metodo di analisi	Velocità Aspirazione l/min	Volume Aspirato s/m3	Concentrazione mg/m3

Tabella 14: sintesi dei metodi analitici

- Descrivere le metodologie di misura e campionamento e la strumentazione impiegata. In particolare:
 - ❖ dettagliare la strumentazione impiegata per la misura di ciascun parametro analitico indicato in tabella 15;

Tipo Strumentazione	Marca e modello	N. Matricola	Tarato il	Certificato taratura n.	NOTE	Parametri

Tabella 15 sintesi della strumentazione del monitoraggio della qualità dell'aria

- ❖ riportare le procedure di campionamento;
- ❖ riportare, secondo lo schema indicato in tabella 15, le metodologie di esecuzione che saranno adottate per le determinazioni di ciascun parametro analitico specificando, contestualmente, i relativi limiti di rilevabilità che è possibile conseguire con l'adozione delle rispettive metodiche.
- Allegare una planimetria dell'area interessata dal monitoraggio ambientale, in cui siano evidenziati:
 - ❖ il perimetro del sito interessato dall'opera soggetta a monitoraggio ambientale,
 - ❖ la localizzazione dei punti di monitoraggio,
 - ❖ la localizzazione delle eventuali stazioni, ricadenti nell'area interessata, delle reti di monitoraggio delle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente,
 - ❖ la localizzazione delle stazioni meteo, più vicine ai punti di misura, che possono essere prese a riferimento per acquisire dati meteorologici.

4.4 Monitoraggio parametri Meteo.

La conduzione dell'impianto passa anche attraverso il "monitoraggio dei parametri meteo" di interesse sia per la gestione operativa di questo che, ancor più, per le attività agricole che saranno sviluppate fra le stringhe dell'impianto agrivoltaico proposto.

Di seguito si riportano gli elementi essenziali che verranno a costituire il "sistema di monitoraggio ambientale" dell'impianto da realizzare, nella convinzione che la principale limitazione esogena al rendimento ottimale di un impianto agrivoltaico in fase di esercizio è costituita dalle reali **condizioni ambientali** in cui questo si trova ad operare.

Altresì, il "monitoraggio dei parametri meteo" assume rilevanza nella gestione operativa dei terreni che verranno ad essere coltivati fra le stringhe dell'impianto proposto.

A partire dall'irraggiamento, che costituisce la "materia prima" del sistema, passando per le "temperature" che influenzano in modo determinante le prestazioni dei principali componenti e le reali condizioni in cui l'impianto si trova ad operare e ne determinano, a parità di altri fattori, la "produttività" effettiva.

Misurare con precisione le variabili meteorologiche che influenzano le prestazioni dell'impianto è l'unica maniera che hanno gli operatori per controllare il proprio investimento.

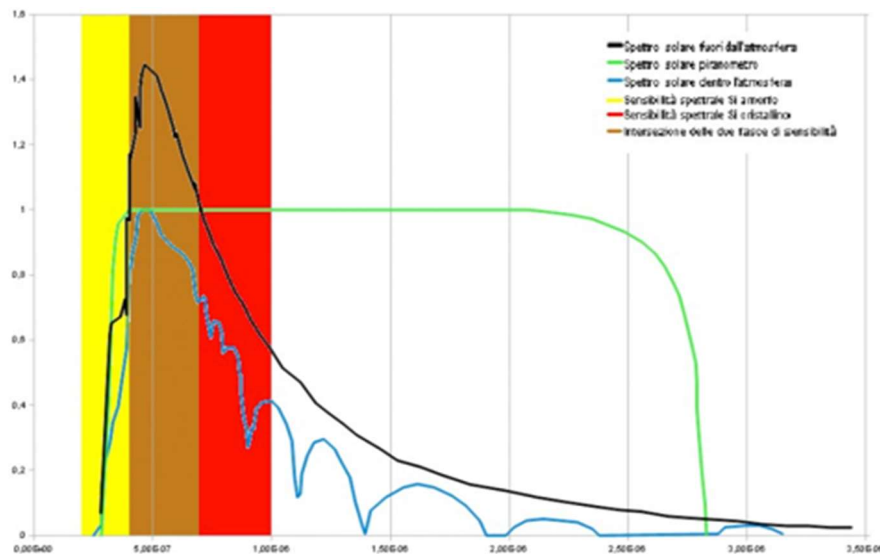
Nella convinzione che per la gestione di un impianto agrivoltaico si debba sempre avere una buona/ottima ed accurata conoscenza del "dato ambientale" (radiazione solare, temperatura aria e del modulo FV, velocità e direzione del vento, ecc.) e dell'affidabilità e dell'integrabilità dei sistemi adottati, di seguito si elencano i vari componenti che verranno a costituire il "sistema di monitoraggio dei parametri meteo" dell'impianto che si propone:

1. **Sensori per rilevamento dell'irraggiamento solare (solarimetro e piranometro);**
2. **Sensore per il rilevamento dei raggi ultravioletti;**
3. **Stazione metereologica.**

Di seguito si riporteranno succinte considerazioni in merito a ciascun componente che il "sistema di monitoraggio dei parametri meteo" prevede.

La producibilità di una cella solare dipende da diversi fattori: prima di tutto, **una cella solare non risponde in maniera costante a tutte le frequenze della radiazione solare incidente**. L'efficienza di una cella al silicio è massima in corrispondenza dell'intervallo di frequenze della luce visibile.

In secondo luogo, la producibilità di una cella solare e, di conseguenza di un sistema agrivoltaico, dipende dalla “**radiazione incidente**” sulla sua superficie e la tabella che segue riporta il classico grafico dello spettro solare.



C'è un altro effetto che influenza le prestazioni di un sistema agrivoltaico: la “temperatura”. Come tutti gli altri strumenti a semiconduttore, le celle solari sono sensibili alla temperatura ed un aumento della temperatura riduce la “band gap” di un semiconduttore, influenzando quindi la maggior parte dei parametri dei semiconduttori.

Valori alti della temperatura causano una riduzione nella produzione energetica di un sistema agrivoltaico.

Poiché la producibilità energetica (ed economica) di un impianto agrivoltaico è una funzione prevedibile di questi fattori, una sua diminuzione nella produzione di energia, fuori da quanto prevedibile da questa funzione, deve essere interpretata come sinonimo di anomalia o guasto, per il quale è necessario prendere provvedimenti.

Allora, per conoscere in un dato istante quanta energia dovrebbe produrre un impianto agrivoltaico, bisogna conoscere quanta energia sta giungendo sulla superficie dei moduli fotovoltaici in quell'istante.

Meglio, sarebbe conoscere quanta “radiazione solare” utile (lunghezze d'onda che attivano il processo agrivoltaico nelle celle di silicio sono 300 nm – 1100nm) giunge sui moduli fotovoltaici, **così da sapere quanta energia dovrebbe produrre un impianto FV in ogni momento della giornata.**

I “*sensori*” di irraggiamento solare sono in grado di rilevare quanta radiazione solare giunge sul sito ove essi sono installati.

Di tali sensori ve ne sono di 2 tipi, quali:

4.4.1 Il Solarimetro.

Il “*solarimetro*” è uno strumento usato per la **misurazione del flusso della radiazione solare ed usa l'effetto agrivoltaico per misurare la quantità di irraggiamento solare** che colpisce una data superficie.

Un “*solarimetro*” che utilizzi l'effetto agrivoltaico ha lo stesso comportamento di un sistema agrivoltaico: produce un segnale elettrico in funzione della luce incidente, risponde in special modo alla luce visibile e la sua risposta dipende anche dalla temperatura della cella.

Più in particolare un solarimetro con cella al silicio è in grado di captare le onde luminose con uno spettro compreso approssimativamente da 330nm a 1100nm

Al fine di ottenere una misura scevra dall'effetto “temperatura”, i valori misurati da un solarimetro che utilizzi l'effetto agrivoltaico devono essere corretti in base alla temperatura della cella fotovoltaica.

Questa misura può essere fatta grazie ad una termocoppia, mentre la correzione deve avere dei livelli di **precisione** non facili da raggiungere.

Lo strumento tende ad essere obsoleto e non verrà utilizzato nell'impianto agrivoltaico da realizzare nell'area SIN di Brindisi.

4.4.2 Il piranometro.

Fatto salvo che l'irraggiamento solare incidente su di un "pannello" è il parametro climatico più importante per valutare le prestazioni di un impianto agrivoltaico, i piranometri, a norma ISO 9060, costituiscono, da lustrini, i supporti più adeguati per la valutazione dell'irraggiamento e quindi del rendimento dell'impianto.

I piranometri sono strumenti che servono a **misurare la "radiazione globale"** su di una superficie (**radiazione diretta e diffusa**); **il principio di funzionamento è generalmente basato sulla misura di una differenza di temperatura tra una superficie chiara ed una scura.**

Una superficie scura può assorbire la maggior parte della radiazione solare, mentre una superficie chiara tende a riflettere, assorbendo una minor quantità di calore. Questa differenza di temperatura viene misurata utilizzando una "termopila".

La differenza di potenziale che si genera nella "termopila", a causa del "**gradiente di temperatura**" tra le due superfici, permette di **misurare il valore della radiazione solare globale incidente.**

Una "termopila" è composta da "**termocoppie**" generalmente connesse in serie, dove una "**termocoppia**" è una giunzione tra due differenti metalli utilizzata per misurare la **differenza di temperatura** tra due punti.

Una termocoppia produce un potenziale che dipende dal gradiente di temperatura.

La risposta di un piranometro di questo tipo può coprire tutto il range di lunghezze d'onda dello spettro solare che va, approssimativamente, da 300nm a 2800nm.

È da notare che poiché l'intervallo spettrale rilevabile con un piranometro è più ampio rispetto a quello che può essere misurato da un "solarimetro" con cella al silicio, utilizzare un piranometro per testare il corretto funzionamento e le prestazioni di un impianto agrivoltaico potrebbe portare a credere che in talune condizioni ambientali l'impianto non funzioni correttamente.

Le nuove tecnologie hanno del tutto eliminato questo problema e la risposta di un piranometro è sempre più immediata, superando il gap che aveva nei confronti del "solarimetro".

Oggi in commercio ci sono "piranometri" con diverse classificazioni, sempre secondo la ISO 9060, in funzione del tipo di impianto nel quale si vanno ad inserire.

Per l'impianto proposto, considerate le dimensioni e per il quale solitamente verrebbe utilizzato un piranometro identificato come "**Second Class**", la cui accuratezza nelle misurazioni è inferiore alla "**First Class**", si ritiene utile utilizzare, comunque, un sensore che fornisca la migliore risposta possibile e la maggiore istantaneità, per cui verrà utilizzato il meglio della tecnologia esistente e quindi un sensore in "**First Class**".

Il mercato permette la scelta di diverse tipologie di "piranometri" che qui di seguito si elencano:

- **Piranometri con uscita diretta:** costituiscono sensori adatti alla connessione a sistemi in grado di leggere la sensitività del sensore (mV) e convertirla in W/mq.
- **Piranometri con uscita analogica:** diverse sono i range utilizzati, ma quelli più d'uso sono fra 4-20 mA, integrati ed alimentati in uno scarto di 9-30 Vcc/ca.;
- **Piranometri con uscita "modbus":** questi, oltre all'irraggiamento misurano la temperatura del corpo del sensore. I modelli "First Class" e "Second Class" hanno inoltre un ingresso per connettere una sonda esterna per la misura della temperatura a contatto dei moduli fotovoltaici.

Inoltre, negli impianti ad alta tecnologia, come quello presentato, vengono utilizzati ulteriori "sensori", connessi ai piranometri, in grado di migliorare ulteriormente il "monitoraggio" climatico del pannello/stringa, quali:

- **Sensori per correzione della temperatura:** questi "piranometri" montano una sonda di temperatura interna e correggono l'uscita del valore di irraggiamento con una correzione in base alla temperatura misurata;
- **Sensori per la misura della radiazione diffusa:** questa è una semplice soluzione per la misura della "radiazione diffusa", in quanto la banda ombreggia continuamente il "duomo" del piranometro dalla radiazione diretta. Questa è solitamente realizzata in alluminio. Inoltre, la "banda" oscura anche una parte di cielo e per questo motivo solitamente si applica un "**fattore di correzione**" che deve essere applicato alle misure.

4.5 Sensori per il rilevamento dei raggi ultravioletti.

Fatto salvo che la gestione del monitoraggio dell'impianto agrivoltaico avviene tramite PC e che tutti i cavi di collegamento sono stati scelti in funzione di una elevata "resistenza" ai raggi ultravioletti, il "monitoraggio" di questi raggi assume una adeguata rilevanza in virtù della "dose" di raggi "UV" che possono essere assunti da personale operante all'interno dell'impianto.

In generale, la capacità di penetrazione e quindi la "pericolosità" per l'uomo dei raggi UV aumenta al diminuire della lunghezza d'onda e, di conseguenza, all'aumentare della frequenza.

La maggior parte dei raggi UV che raggiungono la superficie terrestre sono UVA (315-400 nm) e, in piccola parte, UVB (280-315 nm), mentre gli UVC (100-280 nm) sono totalmente assorbiti dall'atmosfera. Inoltre, i livelli di UV sono più alti al crescere dell'altitudine (ogni 1000 m di altezza i livelli di UV crescono del 10-12%) e dell'altezza del Sole (specialmente verso mezzogiorno nei mesi estivi) e al diminuire della latitudine e della nuvolosità.

Altri fattori ambientali che influenzano i livelli di UV sono lo strato di ozono e la capacità riflettente della superficie terrestre (per esempio, la neve riflette circa l'80% delle radiazioni UV, la sabbia asciutta della spiaggia circa il 15% e la schiuma del mare il 25%).

Si conoscono gli effetti "negativi" dei raggi UV per l'uomo e non si riportano; appare opportuno evidenziare, invece, anche gli effetti "positivi" che tali raggi possono indurre all'uomo alla sintesi organica della "vitamina D" che è una sostanza coinvolta nello sviluppo dello scheletro ed è in grado di proteggere le ossa da malattie quali il rachitismo, l'osteomalacia e l'osteoporosi; in generale, basta una minima esposizione ai raggi UV per ottenere questi effetti protettivi.

Testando nei limiti del "monitoraggio" dell'impianto agrivoltaico, questo sarà dotato di un sistema di "sensori" in grado di monitorare non solo le stringhe ma anche le cabine di trasformazione; il mercato offre notevoli e differenti possibilità di approvvigionamento e, di certo, si allocheranno nell'impianto quei sensori che saranno in grado di fornire le migliori performance.

4.6 Sistema di monitoraggio meteo- il sistema Internet of Things (IOT).

L'impianto ha la necessità di essere "gestito" con un "monitoraggio" che abbia la maggiore gamma possibile di "sensori" annessi.

Per tale ragione si prevede che il sistema di acquisizione dati sia collegato e completato ad una serie di sensori meteorologici oltre che a quelli precedentemente richiamati.

Tutte le misure rivenienti dai "sensori" saranno elaborate, memorizzate e rese disponibili per due utilizzi contemporanei:

- 1) connessione a PC locale o remoto (per mezzo di dispositivi di comunicazione) per analizzare e gestire serie storiche dei dati misurati;
- 2) inviare le letture istantanee al sistema di controllo dell'impianto tramite la definizione di un apposito "protocollo" da concordare e modulare con l'azienda fornitrice.

In definitiva, si ritiene che un "sistema di monitoraggio meteorologico", completo per l'applicazione fotovoltaica, con doppia misura di irraggiamento (orizzontale e sull'asse de moduli), data logger ed interfaccia a PC remoto con connessione GPRS, debba essere arredata e comprensiva di:

- n. 2 piranometri (inclinato ed orizzontale) in "First Class";
- n. 1 sensore per la misurazione dei raggi UV;
- n. 1 sensore di "temperatura" ed "umidità relativa" dell'aria;
- n. 1 sensore di temperatura superficiale del modulo;
- n. 1 sensore velocità e direzione vento;
- n. 1 pluviometro;
- n. 1 barometro.

Il sistema, ad avviso dello scrivente, ha la necessità di essere differenziato:

- in una stazione meteorologica a configurazione classica da allocare anche all'esterno dell'impianto e, nel qual caso, sul terrazzo della Masseria Villanova;
- in una serie di sensori utili alla gestione eoperativa dell'impianto, anche come innanzi riportato;

- **in una serie di attrezzature e sensori utili alla gestione operativa delle attività agricole che verranno a svolgersi all'interno dell'impianto proposto.**

In particolare, per queste ultime, l'agricoltura 4.0 si può identificare come un insieme di strumenti e informazioni di tecnologia avanzata che permettono la definizione di strategie mirate sul campo e che consentono all'azienda agricola di utilizzarle con l'obiettivo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione, la qualità dei prodotti, le condizioni di lavoro con una possibile riduzione dei costi.

Utilizzando ad esempio strumenti **Internet of Things (IOT)** si possono monitorare migliaia di ettari di terreno agricolo tenendo sotto controllo il fabbisogno idrico e l'insorgenza delle patologie. Questa tecnologia sta dando un nuovo impulso all'agricoltura di precisione perchè oltre ad aver migliorato le performance in termini di monitoraggio, ne consente una sensibile riduzione dei costi di investimento, di installazione e manutenzione, rendendole accessibili a tutte le realtà aziendali, anche alle più piccole.

Adottare soluzioni 4.0 nel campo agricolo con installazioni di sistemi professionali e sensori meteo collegati a un software che raccoglie tutti i dati è molto vantaggioso e rientra perfettamente nelle agevolazioni previste dal piano Agricoltura 4.0.

Un corretto uso di questa tecnologia permette di poter calcolare in maniera precisa quale è il fabbisogno idrico di una determinata coltura per evitare gli sprechi, prevedere l'insorgenza di malattie delle piante e parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni, riducendo di fatto anche l'utilizzo di pesticidi e l'impiego dei mezzi necessari agli interventi fitosanitari.

Inoltre, aiuta a prevedere gelate o colpi di calore straordinari, con possibilità di impiego anche nel settore delle coltivazioni in serre e vivaistica.

Il sistema di monitoraggio sarà costituito da una **"Stazione Meteo Principale"**, dotata dei tradizionali sensori meteorologici (pioggia, vento, radiazione solare, pressione atmosferica), **e di più unità wireless dotate di sensori micro-climatici** (temperatura ed umidità dell'aria, bagnatura fogliare, umidità del terreno); **le unità wireless, posizionate all'interno degli appezzamenti, acquisiscono i dati micro-climatici e li trasmettono via radio alla stazione principale.**

La stazione principale, disponendo di un sistema GSM-GPRS e della relativa SIM, trasmetterà tutti i dati ad un centro servizi che accoglierà quelli istantanei e quelli storici, oltre ad essere in possesso di modelli di elaborazione dei dati che sono necessari per fare fronte alle diverse esigenze agronomiche.

Di seguito si riporta l'ubicazione della "Stazione Meteo Principale" sulla terrazza della Masseria Villanova.



Tavola n. 15 : Ubicazione Stazione Meteo Principale.

Sempre in merito agli strumenti IOT, a titolo meramente informativo si riporta quello della Agrismart-IOT e. le relative caratteristiche tecniche.

AGRISMART è un nodo IOT per l'acquisizione e la trasmissione dei parametri meteorologici e agricoli per applicazioni nell'agricoltura di precisione (controllo e prevenzione). Utilizza il protocollo radio a bassa potenza SigFox. Il nostro sistema non necessita di alcuna connessione a reti telefoniche, a reti elettriche e non utilizza pannelli solari.

CARATTERISTICHE GENERALI

- Microcontrollore Low Power ad architettura ARM
- Contenitore a tenuta stagna IP65
- Alimentazione a batteria
- Misura e trasmissione ogni 30 minuti
- Comunicazione immune da sistemi Jammer
- Alta autonomia. Fino a 8 mesi con una singola ricarica

SENSORISTICA STAZIONE 'METEO'

Il nodo consente l'acquisizione dei seguenti dati:

- Monitoraggio bagnatura fogliare
- Monitoraggio temperatura del suolo su un livello
- Monitoraggio potenziale idrico del suolo su un livello
- Monitoraggio dei parametri atmosferici (temperatura, umidità relativa e pressione atmosferica)
- Monitoraggio irradianza solare
- Monitoraggio precipitazioni (pioggia)

OPZIONI

- Monitoraggio velocità e direzione del vento
- Monitoraggio temperatura sul secondo livello di profondità
- Monitoraggio potenziale idrico del suolo sul secondo livello di profondità
- Monitoraggio dei parametri atmosferici per il controllo degli stessi in ambienti o situazioni particolari
- Monitoraggio accrescimento (misura dendrometrica)
- Monitoraggio pH
- Monitoraggio conducibilità elettrica
- Monitoraggio millimetri di acqua in uscita dal gocciolatoio negli impianti di irrigazione



ELETTRICHE	
Tensione di Batteria	Li-Ion
Capacità Batteria	2500mAh
Tensione Massima Batteria	4.2V
Tensione di Sistema	3.3V
Corrente in Trasmissione	60 - 65mA
Corrente in Stand-by	10uA
RADIO*	
Frequenza (Europa)	868.13MHz
Potenza Radiante	12.5 - 13.0dBm
Data Rate	100B/s - 600B/s
Modulazione	DBPSK
Tasso di messaggi al giorno	96
Tipo di Antenna	Elica o Monopolo (opzionale in base alla copertura)
Pattern di Radiazione	Omnidirezionale

*Grandezze misurate in LoRaLink: trasmissione dal nodo al network

SENSORI		PARAMETRO	UNITÀ DI MISURA	RANGE	RISOLUZIONE
		Bagnatura Fogliare	%	0 + 100	1
		Temperatura Suolo	°C	-55 + +125	
		Tensione Idrica Suolo	cBar	0 + 200	
		Temperatura Atm.	°C	-40 + +85	
		Umidità Relativa Atm.	%	0 + 100	
		Pressione Atm.	kPa	30 + 110	
		Velocità Vento	m/s	0 + 89	
		Direzione Vento	Punti sulla bussola	1 + 16	
		Irradianza Solare	W/m²	0 + 1800	
		Precipitazione	mm	-	

Figura 2: Esempio stazione meteo

4.6.1 Sistema IOT per il risparmio idrico e per le strategie d'irrigazione

Tutti i dati che i sensori wireless trasmettono, restano memorizzati e archiviati, fornendo nel tempo una importante base di informazioni e di analisi confrontabile tra un anno e l'altro.



Schema comunicazione IoT sistema

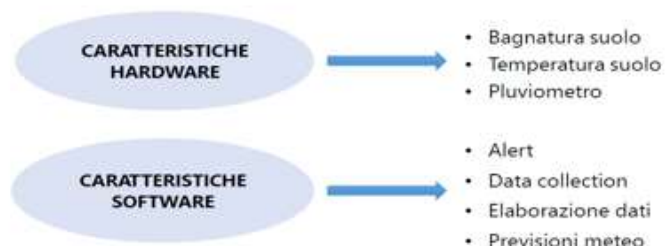
L'evoluzione dei sistemi di irrigazione, dai classici sistemi a pioggia ai moderni impianti a goccia, fino alla sub-irrigazione, richiede di disporre di strumenti altrettanto evoluti per conoscere l'effettivo deficit idrico e valutare le migliori strategie di irrigazione.

L'installazione di queste unità è stata pensata poiché apporta molti vantaggi nella programmazione dei vari interventi agronomici. L'impiego dei sensori meteo-climatici consente infatti di ottenere, in modo chiaro e semplice, i dati di evapotraspirazione relativi alle colture agrumicole. Le sonde di umidità del suolo forniscono una misura immediata sul contenuto di acqua a livello dell'apparato radicale e permettono quindi di valutare il fabbisogno idrico effettivamente necessario.



Sensore di umidità

Il sistema riesce a determinare con puntualità e precisione quando una coltivazione necessita di essere irrigata, evitando al coltivatore una inutile somministrazione di acqua. I risparmi sono consistenti e il beneficio per l'ambiente rende l'azienda realmente sostenibile.



Logica riduzione del consumo idrico

E' inoltre possibile automatizzare l'impianto di irrigazione, utilizzando direttamente i dati acquisiti dai sensori ed i modelli calcolati automaticamente (es. evapotraspirazione) per regolare i turni irrigui da remoto e ricevere allarmi in caso di malfunzionamenti.

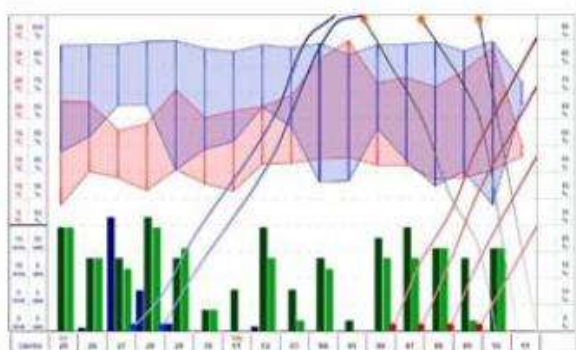
Punto di forza della tecnologia IOT è la possibilità di programmare anche a distanza i turni di irrigazione: una soluzione "ottimale" per redistribuire la forza lavoro su altre attività aziendali di carattere straordinario. Inoltre, l'impiego di questa tecnologia è l'occasione per riconsiderare le competenze del lavoro agricolo in uno scenario di sostenibilità.

4.6.2 Sistemi IOT per il monitoraggio: difesa delle colture.

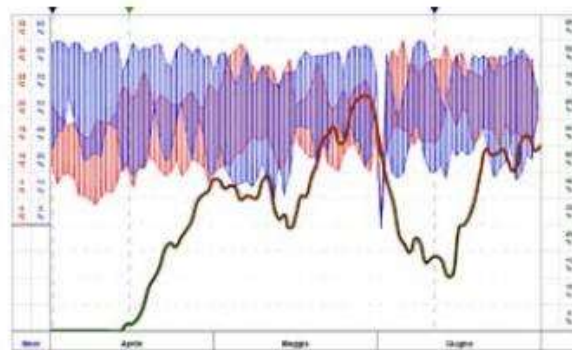
I sistemi proposti offrono, oltre all'analisi dei dati raccolti, anche modelli per l'analisi dello sviluppo e/o del rischio di infezione delle principali avversità fitosanitarie (funghi, batteri, virus, insetti, grandine, gelata).

Per ciascun punto di rilevazione il sistema valuta le condizioni micro-climatiche in relazione ai diversi cicli di sviluppo dei patogeni, con particolare riferimento alle temperature ed alle ore di bagnatura fogliare (distinguendo tra pagina superiore ed inferiore delle foglie) rilevate all'interno della chioma e/o al livello della vegetazione, caratteristica essenziale per ottenere una maggiore affidabilità dei modelli agronomici, e caratteristica unica dei sistemi da noi prodotti.

Con l'ausilio di questi modelli, gli agronomi possono avere dati oggettivi e misurabili per decidere le migliori strategie fitosanitarie e verificare l'efficacia dei trattamenti effettuati.



Indicazione delle fasi infettive e delle sporulazioni



Valutazione del rischio di infezione

4.6.3 Sistemi IOT: monitoraggio per apicoltura del progetto "Save the Queen".

Negli ultimi anni l'apicoltura, un settore essenziale dell'agricoltura, sta acquisendo sempre più attenzione sia a livello nazionale che internazionale, a seguito della crescente consapevolezza del ruolo che gli impollinatori hanno nel mantenimento della biodiversità e della sicurezza alimentare.

Chi pratica apicoltura si ritrova quindi a dover far fronte a differenti tipologie di problematiche non sempre facilmente e rapidamente risolvibili.

Durante i periodi primaverili e di piena attività delle famiglie di api, l'apicoltore si trova a dover controllare frequentemente le postazioni di apiari per determinare se ci sono problemi sanitari o sciamature imminenti e per valutare se le famiglie stanno soffrendo la fame o se è invece necessario posizionare un melario a causa di un rapido accumulo di miele.

La gestione aziendale risulta, di conseguenza, non essere efficiente e razionale, con elevate spese dovute agli spostamenti per le visite alle postazioni degli apiari e con perdite economiche relative a cali produttivi o a perdite di famiglie.

Se la ricerca e l'innovazione tecnologica hanno portato tramite l'agricoltura di precisione miglioramenti produttivi e organizzativi in diversi settori dell'agricoltura agevolandone le attività, negli ultimi anni l'innovazione sta venendo in aiuto anche al settore apistico, tanto che si può parlare di apicoltura di precisione o apicoltura 4.0, in cui le tradizionali tecniche apistiche si avvalgono di tecnologie e conoscenze moderne sia per agevolare il lavoro dell'apicoltore che per

migliorare il benessere animale, in questo caso delle famiglie di api e per conoscere la situazione ambientale circostante l'apiario e quella inerente le principali fioriture, essenziale per la sopravvivenza delle api.

In questo contesto, quindi, ben si inseriscono i Decision Support System che negli ultimi anni si sono rapidamente diffusi nel settore apistico anche come conseguenza dell'esigenza sempre più diffusa di avere conoscenze in tempo reale di ciò che avviene in apiario e nell'ambiente circostante.

Nello specifico si tratta di sistemi quali bilance, sensori di temperature, umidità e suoni interni all'arnia, che rilevano dati e li inviano a piattaforme dedicate.



Esempio di stazione meteo, bilancia per api e antifurto GPS

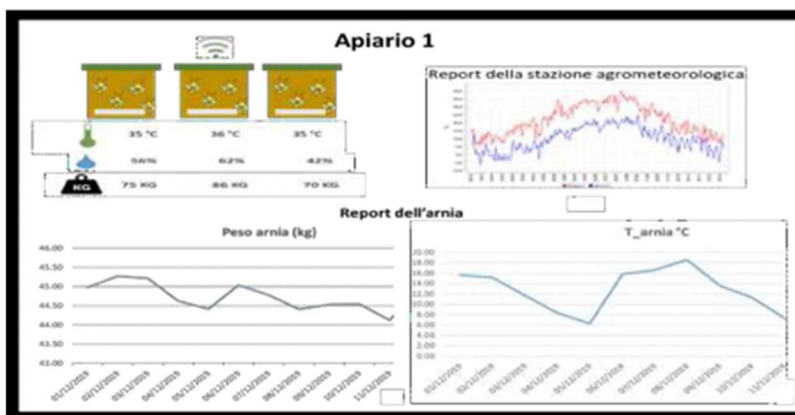
Attraverso un'interfaccia software, l'apicoltore può vedere e valutare l'andamento delle proprie famiglie, avere una indicazione di ciò che succede nell'arnia e pianificare al meglio le attività aziendali, andando ad agire per tempo dove è maggiormente necessario e riducendo di conseguenza i costi aziendali. ad esempio, poter monitorare a distanza l'andamento del peso dell'arnia, permette di capire quando è il momento di portare i melari negli apiari, toglierli o, in caso di una elevata riduzione del peso dell'arnia, eseguire per tempo controlli per capirne il motivo.

Oltre a ciò, negli ultimi anni cominciano ad assumere importanza sempre più rilevante sia la conoscenza della situazione meteorologica puntuale della postazione in cui si trovano le arnie, e rilevabile tramite il posizionamento di una stazione meteorologica in prossimità dell'apiario, sia le informazioni riguardanti il territorio circostante l'apiario.

In quest'ultimo caso, si tratta di avere informazioni inerenti gli inquinanti presenti nell'ambiente (tramite analisi dei prodotti dell'alveare), e informazioni sullo sviluppo fenologico delle principali essenze nettariifere, ottenute tramite la realizzazione di modelli specifici, ed essenziali per determinare in modo razionale gli spostamenti delle arnie.

L'applicazione dei "dss" all'ambito apistico è una innovazione relativamente recente, ma con elevate potenzialità applicative, sia per il monitoraggio a distanza degli apiari che per il monitoraggio dell'ambiente che li circonda che, per approfondire la conoscenza del comportamento delle famiglie di api e della loro interazione con l'ambiente esterno.

Di seguito si riporta una comune schermata per la visualizzazione dei dati raccolti.



Schermata con visualizzazione dei dati raccolti.

Una tale configurazione permette di avere un quadro completo del monitoraggio "microclimatico" dell'impianto e di trasmettere tali dati ed in tempo reale, ove richiesti, agli Enti di controllo (ARPA, Provincia, Comune, ecc.).

4.7 Ambiente idrico (acque sotterranee e acque superficiali).

Il “Piano di Monitoraggio Ambientale” (PMA) relativo alla componente “Ambiente idrico” è finalizzato a valutare, in relazione alla costruzione e all’esercizio dell’opera, le eventuali variazioni, rispetto alla situazione ante operam, di tutti i parametri e/o indicatori utilizzati per definire le caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici potenzialmente interessati dalle azioni di progetto.

Il “PMA” deve essere contestualizzato nell’ambito della normativa di settore rappresentata a livello comunitario dalla Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60/CE (DQA), dalla direttiva 2006/118/CE relativa alla protezione delle acque sotterranee dall’inquinamento e dalla direttiva 2008/56/CE che istituisce un quadro per l’azione comunitaria nel campo della politica per l’ambiente marino (direttiva quadro sulla strategia per l’ambiente marino).

Le disposizioni comunitarie sono state recepite dal nostro ordinamento dal D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., Parte III – “Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall’inquinamento e di gestione delle risorse idriche” - (artt. 53 – 176)] e dai suoi Decreti attuativi, unitamente al D.Lgs. n. 30/2009 per le acque sotterranee e al D. Lgs. 190/2010 per l’ambiente marino. Pertanto, dovranno essere considerati prioritariamente i seguenti riferimenti normativi nazionali:

- DM 16/06/2008, n. 131 – Regolamento recante “I criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni”;
- 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. 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”; e le seguenti ulteriori indicazioni comunitarie:
 - 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.

Inoltre, il PMA dovrà essere implementato in conformità alla pianificazione/programmazione inerente la tutela qualitativa delle acque alle diverse scale territoriali e coerente con le indicazioni fornite dal quadro normativo e pianificatorio settoriale di riferimento.

4.7.1 La “matrice” – “Ambiente idrico” nell’area d’intervento, con indicazioni per area SIN.

Nell’ambito del “SIA” si è avuto modo di riportare che l’area d’intervento è interessata dalla presenza di “corsi d’acqua” e di “canali di scolo periodici” aggregati alla rete Regionale “RER”.

La progettazione ha rispettato tutti i “vincoli” esistenti per la rete “idrografica superficiale”.

L’area dell’impronta impiantistica è interessata dal doppio sistema di falde costituito da: una falda superficiale freatica allocata da un minimo di 3,5 a circa 6,0 m. dal p.c. e dalla imponente falda di fondo in pressione per la presenza di una coltre argillosa che, nell’area di intervento raggiunge spessori anche superiori a 20 m.

In merito alle acque meteoriche di dilavamento che saranno opportunamente canalizzate per permettere il facile deflusso, appare necessario riportare che non verranno mai utilizzati disseccanti per eliminare le colture spontanee ed infestanti; ciò per una particolare sistemazione che verrà effettuata nell'ambito dell'impianto, come riportato nella relazione specialistica dell'Agronomo.

Inoltre, sempre in riferimento alle acque di dilavamento e nel qual caso nelle acque utilizzate periodicamente per la pulizia dei pannelli fotovoltaici costituenti le "stringhe" dell'impianto, appare necessario riportare che tali acque saranno prive di additivi inquinanti e/o contaminanti.

Infine, si riporta che le varie "stringhe" dell'impianto agrivoltaico non presentano canaline di raccolta delle acque meteoriche che vi ricadono e quindi defluiscono direttamente sui suoli sottostanti; con ciò si possono totalmente escludere sia fenomeni di erosione areale che, anche e soprattutto, una minore capacità indotta al processo di ricarica della sottostante falda.

L'impianto, come riportato, è parte integrante della perimetrazione SIN che, fra l'altro, nelle varie fasi di caratterizzazione chimica, ha individuato elementi contaminanti nelle matrici "top soil" e "suolo"; tali contaminazioni ed in particolare i metalli pesanti, potranno essere asportati nella fase di dispiuvio ed andare a contaminare anche le acque superficiali costituito dal reticolo idrografico presente.

Per tale ragione soccorrono le indagini effettuate sulla falda freatica superficiale nel corso dei due "Piani" di investigazione effettuati; qui di seguito si riportano alcune considerazioni in merito a quanto richiamato.

4.7.2 Attività effettuate sulle falde nei "Piani di investigazione" dell'area SIN.

Nell'ambito dei terreni d'imposta dell'impianto agrivoltaico proposto, come riferito, è stato effettuato solo il "Piano di Investigazione" sviluppato da Invitalia e quindi solo per i sondaggi identificati dalle sigle "SM" ed "SB"; si è anche riferito che il sistema di falde presenti nell'area d'intervento impiantistico è costituito da una falda freatica superficiale, poggiate sulle sottostanti argille calabrianne e dalla falda profonda artesiane.

Ambedue le falde sono state maggiormente interessate da prove tecniche, nella porzione più prossima al nastro trasportatore, là dove sono stati realizzati un buon numero di piezometri; le falde poste nell'ambito dell'area di intervento impiantistico sono state meno interessate da prove geotecniche e di pompaggio pur, nel complesso, averne definito adeguatamente le caratteristiche idrogeologiche; in definitiva sono state effettuate tutta una serie di prove che qui di seguito, sinteticamente si riportano:

- **Realizzazione di piezometri, in falda freatica, mediante allargamento ed approfondimento di alcuni sondaggi ambientali;**
- **Realizzazione di alcuni piezometri profondi attestati nella falda artesiane;**
- **Prove chimiche di caratterizzazione delle acque dai piezometri e dai pozzi esistenti;**
- **Prove di pompaggio.**

Inoltre, come riportato, essendo il livello statico della falda freatica posta a profondità variabili e relativamente superficiali (5-6,5 m.) ed essendo i terreni allocati al di sotto dei primi livelli a matrice limosa, di natura prettamente sabbiosa, la stessa falda può risentire delle acque meteoriche che percolano verso il basso; anche a tal proposito sono state realizzate "test di cessione" sui terreni costituenti il "top soil".

Tutta l'area SIN è caratterizzata dalla presenza di un gran numero di pozzi, sia freatici che profondi ed una minore presenza si rileva proprio nell'area d'imposta di questo impianto; a tal proposito, sempre dal lavoro finale di Invitalia è stata estratta la tavola che segue e che riporta in verde tutta l'area agricola inserita nel SIN e dei puntini che rappresentano i pozzi, sia artesiani che freatici, presenti; in particolare, con i puntini rossi sono indicati i pozzi compresi nell'area SIN ma solo in quella agricola, mentre con i puntini gialli sono evidenziati quelli fuori dalle aree agricole.

La tavola che segue riporta quanto richiamato e pone in evidenza l'area d'impianto che è quasi del tutto esente da pozzi, rispetto ad altre aree.

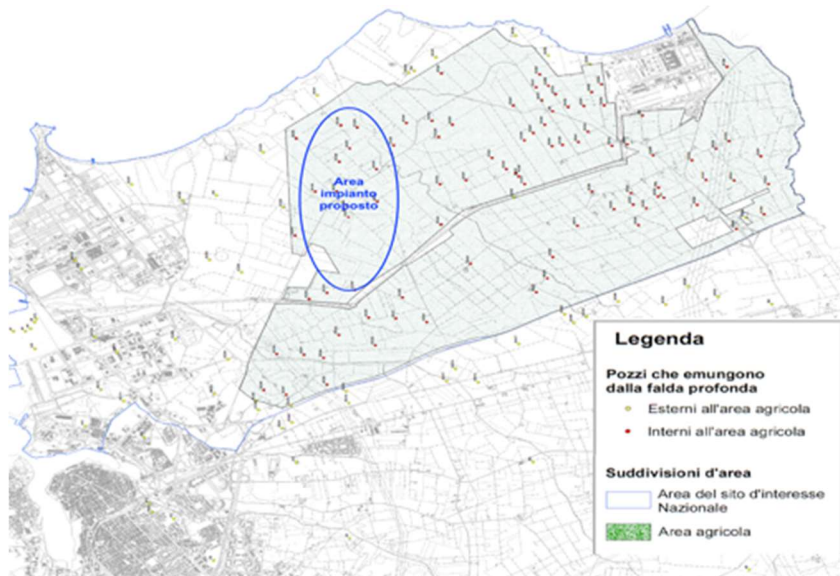


Tavola n.16: Area agricola del SIN e pozzi presenti.

Su ambedue le falde sono stati sviluppati importanti lavori e la tavola che segue riporta l'andamento della falda freatica.

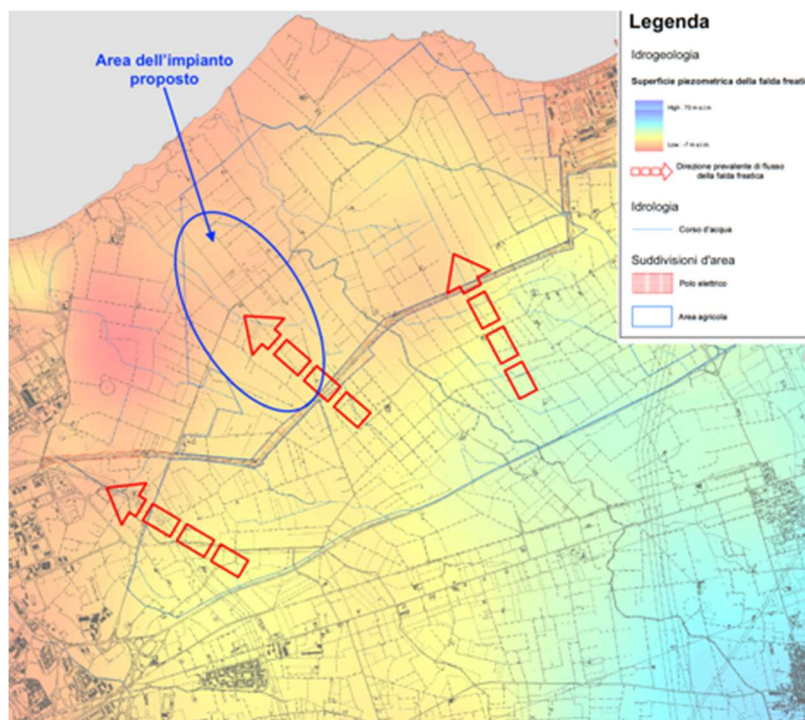


Tavola n.17: direzione prevalente di deflusso della falda verso il mare.

Il prelievo dei campioni di acqua dai piezometri è stato preceduto dalle operazioni di spurgo che sono state protratte fino all'ottenimento di acque chiarificate. Tali operazioni sono state eseguite con una pompa sommersa, azionata da un gruppo elettrogeno.

Il prelievo dei campioni di acqua è stato effettuato in condizioni idrodinamiche naturali ristabilite, facendo uso di campionatori statici in PET tipo Bailer

Per ogni prelievo è stato utilizzato un campionatore nuovo ed ancora sigillato al fine di evitare ogni possibilità di contaminazione.

Il campionamento dell'acqua dai pozzi esistenti è stato eseguito in condizioni dinamiche azionando la pompa sommersa installata nel pozzo.

I campioni sono stati conservati all'atto del prelievo, in conformità alle norme APAT CNR IRSA 1030 Man 29 2003._

Ogni campione è stato confezionato in n. 4 aliquote, secondo quanto concordato nell'incontro tenuto presso la sede ARPA di Brindisi in data 11/01/06.

Le 4 aliquote sono state conservate come di seguito riportato:

- n. 2 in bottiglie di vetro ambrato da litro;
- n. 1 in bottiglia di PET da litro;
- n.1 in contenitore vial da 40 ml.

Di seguito si riportano:

- **La caratterizzazione chimica delle acque profonde;**
- **Prova di pompaggio e slug test.**
- **Le prove di permeabilità Lefranc.**

In questo Piano di Monitoraggio si riporta quanto desunto dalle prove effettuate nell'area del sito, non allegando i relativi certificate che, invece, sono parte integrante della relazione geologico-tecnica.

4.8 Caratterizzazione chimica delle acque profonde.

I piezometri che sono stati realizzati nell'area d'imposta dell'impianto e nella fase di caratterizzazione chimica effettuata da Invitalia nel 2014 vengono riportati di seguito e sono esclusivamente identificati come "SB11" e "SB14"; su questi due sondaggi sono state effettuate le apposite analisi sulle acque e qui di seguito si riportano.

Di seguito l'ubicazione dei due piezometri sui quali sono state effettuate le prove chimiche di caratterizzazione.



Tavola n. 18: Piezometri in area impianto con analisi chimiche delle acque.

Di seguito le prove chimiche effettuate sui due piezometri

In particolare, i due piezometri ove sono state effettuate le analisi chimiche di caratterizzazione hanno evidenziato quanto di seguito:

- **PZB11: superamento della CSC (10 mg/L) per il "selenio" con 28,1 mg/L;**
- **PZB14: superamento della CSC (50 mg/L) per il "manganese" con 159 mg/L.**

Non si rileva presenza di contaminanti organici eccedenti le CSC.

Di seguito i certificati delle prove chimiche effettuate sulle acque profonde dei due piezometri



ORGANIZZAZIONE CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO
 UNI EN ISO 9001 – UNI EN ISO 14001 – BS OHSAS 18001
 ISCRIZIONE NELL'ELENCO DEI LABORATORI DELLA
 REGIONE EMILIA ROMAGNA AL N° 008/RN/002
 LABORATORIO ALTAMENTE QUALIFICATO PER
 LA RICERCA APPLICATA E INNOVAZIONE TECNOLOGICA



LAB N° 0181

Rimini, il 01/12/2014

RAPPORTO DI PROVA N° 1413259-004 DEL 01/12/2014

Studio: **1413259**
 Data di ricevimento: **20/11/2014**
 Commessa/lotto: **Z37BR001**

Committente:
Invitalia attività produttive S.p.A.

Campionamento effettuato da: **Committente**
 Data di campionamento: **18/11/2014**
 Codice campione: **1413259-004**
 Descrizione campione: **Acqua PZB11 - Cantiere Sin di Brindisi - II° Lotto**
 Data inizio prova: **20/11/2014**

Via Pietro Boccanelli, 30
00138 ROMA (RM)

Data fine prova: **01/12/2014**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs.n° 152/2006 All. 5 Tab. 2	Metodi	Param. Accred.
pH	unità pH	7,13	± 0,36	0,01		APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	
METALLI							
Alluminio	µg/L	2,7	± 0,4	0,1	200	EPA 6020A 2007	
Antimonio	µg/L	0,1	± 0,1	0,1	5	EPA 6020A 2007	
Argento	µg/L	< 0,1		0,1	10	EPA 6020A 2007	
Arsenico	µg/L	0,5	± 0,1	0,1	10	EPA 6020A 2007	
Berillio	µg/L	< 0,1		0,1	4	EPA 6020A 2007	
Cadmio	µg/L	< 0,1		0,1	5	EPA 6020A 2007	
Cobalto	µg/L	1,1	± 0,2	0,1	50	EPA 6020A 2007	
Cromo totale	µg/L	0,7	± 0,1	0,1	50	EPA 6020A 2007	
Cromo esavalente	µg/L	< 0,5		0,5	5	EPA 7199 1996	
Ferro	µg/L	9	± 1	5	200	EPA 6020A 2007	
Mercurio	µg/L	< 0,1		0,1	1	EPA 6020A 2007	
Nichel	µg/L	1,5	± 0,2	0,1	20	EPA 6020A 2007	
Piombo	µg/L	< 0,1		0,1	10	EPA 6020A 2007	
Rame	µg/L	1,2	± 0,2	0,1	1000	EPA 6020A 2007	
Selenio	µg/L	28,1	± 4,2	0,1	10	EPA 6020A 2007	
Manganese	µg/L	22,7	± 3,4	0,1	50	EPA 6020A 2007	
Tallio	µg/L	< 0,1		0,1	2	EPA 6020A 2007	
Zinco	µg/L	3,8	± 0,6	0,1	3000	EPA 6020A 2007	
FITOFARMACI							
Alaclor	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Aldrin	µg/L	< 0,001		0,001	0,03	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Atrazina	µg/L	< 0,01		0,01	0,3	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	

Gruppo C.S.A. S.p.A.

Pag. 1 di 2

 Via al Torrente 22
 47923 Rimini - RN

 telefono +39 0541 791050
 telefax +39 0541 791045

 www.csaricerche.com
 info@csaricerche.com

Codice Fiscale - Partita Iva - Iscrizione al registro Imprese di Rimini al n. 03231410402 - Capitale Sociale € 1.050.000,00 i.v.



ORGANIZZAZIONE CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001 – UNI EN ISO 14001 – BS OHSAS 18001
ISCRIZIONE NELL'ELENCO DEI LABORATORI DELLA
REGIONE EMILIA ROMAGNA AL N° 008/RN/002
LABORATORIO ALTAMENTE QUALIFICATO PER
LA RICERCA APPLICATA E INNOVAZIONE TECNOLOGICA



LAB N° 0181

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1413259-004 del 01/12/2014

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs.n° 152/2006 All. 5 Tab. 2	Metodi	Param. Accred.
alfa-Esaclorocicloesano	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
beta-Esaclorocicloesano	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
gamma-Esaclorocicloesano (Lindano)	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Clordano	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
DDD, DDT, DDE	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Dieldrin	µg/L	< 0,001		0,001	0,03	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Endrin	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Sommatoria fitofarmaci	µg/L	< 0,01		0,01	0,5	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
ALTRE SOSTANZE	-					-	
Idrocarburi totali (n-esano)	µg/L	< 30		30	350	EPA 5021A 2003 + EPA 3510C 1996 + EPA 8015D 2003	

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002 Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura $k=2,26$ per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio



Gruppo C.S.A. S.p.A.

Pag. 2 di 2

Via al Torrente 22
47923 Rimini - RN

telefono +39 0541 791050
telefax +39 0541 791045

www.csaricerche.com
info@csaricerche.com

Codice Fiscale - Partita Iva - Iscrizione al registro Imprese di Rimini al n. 03231410402 - Capitale Sociale € 1.050.000,00 i.v.



ORGANIZZAZIONE CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO
 UNI EN ISO 9001 – UNI EN ISO 14001 – BS OHSAS 18001
 ISCRIZIONE NELL'ELENCO DEI LABORATORI DELLA
 REGIONE EMILIA ROMAGNA AL N° 008/RN/002
 LABORATORIO ALTAMENTE QUALIFICATO PER
 LA RICERCA APPLICATA E INNOVAZIONE TECNOLOGICA



LAB N° 0191

Rimini, il 01/12/2014

RAPPORTO DI PROVA N° 1413259-002 DEL 01/12/2014

Studio: **1413259**
 Data di ricevimento: **20/11/2014**
 Commessa/lotto: **Z37BR001**

Committente:
Invitalia attività produttive S.p.A.

Campionamento effettuato da: **Committente**
 Data di campionamento: **18/11/2014**
 Codice campione: **1413259-002**
 Descrizione campione: **Acqua PZB14 - Cantiere Sin di Brindisi - II° Lotto**
 Data inizio prova: **20/11/2014**

Via Pietro Boccanelli, 30
00138 ROMA (RM)

Acqua PZB14 - Cantiere Sin di Brindisi - II° Lotto
 Data fine prova: **01/12/2014**

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs.n° 152/2006 All. 5 Tab. 2	Metodi	Param. Accred.
pH	unità pH	7,51	± 0,38	0,01		APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	
METALLI							
Alluminio	µg/L	41,4	± 6,2	0,1	200	EPA 6020A 2007	
Antimonio	µg/L	0,4	± 0,1	0,1	5	EPA 6020A 2007	
Argento	µg/L	< 0,1		0,1	10	EPA 6020A 2007	
Arsenico	µg/L	3,1	± 0,5	0,1	10	EPA 6020A 2007	
Berillio	µg/L	< 0,1		0,1	4	EPA 6020A 2007	
Cadmio	µg/L	< 0,1		0,1	5	EPA 6020A 2007	
Cobalto	µg/L	0,6	± 0,1	0,1	50	EPA 6020A 2007	
Cromo totale	µg/L	0,3	± 0,1	0,1	50	EPA 6020A 2007	
Cromo esavalente	µg/L	< 0,5		0,5	5	EPA 7199 1996	
Ferro	µg/L	69	± 10	5	200	EPA 6020A 2007	
Mercurio	µg/L	< 0,1		0,1	1	EPA 6020A 2007	
Nichel	µg/L	3,7	± 0,6	0,1	20	EPA 6020A 2007	
Piombo	µg/L	0,6	± 0,1	0,1	10	EPA 6020A 2007	
Rame	µg/L	1,4	± 0,2	0,1	1000	EPA 6020A 2007	
Selenio	µg/L	7,5	± 1,1	0,1	10	EPA 6020A 2007	
Manganese	µg/L	159	± 24	0,1	50	EPA 6020A 2007	
Tallio	µg/L	< 0,1		0,1	2	EPA 6020A 2007	
Zinco	µg/L	50,3	± 7,5	0,1	3000	EPA 6020A 2007	
FITOFARMACI							
Alaclor	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Aldrin	µg/L	< 0,001		0,001	0,03	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Atrazina	µg/L	< 0,01		0,01	0,3	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	

Gruppo C.S.A. S.p.A.

Pag. 1 di 2

 Via al Torrente 22
 47923 Rimini - RN

 telefono +39 0541 791050
 telefax +39 0541 791045

 www.csaricerche.com
 info@csaricerche.com

Codice Fiscale - Partita Iva - Iscrizione al registro imprese di Rimini al n. 03231410402 - Capitale Sociale € 1.050.000,00 i.v.



ORGANIZZAZIONE CON SISTEMA DI GESTIONE CERTIFICATO
UNI EN ISO 9001 – UNI EN ISO 14001 – BS OHSAS 18001
ISCRIZIONE NELL'ELENCO DEI LABORATORI DELLA
REGIONE EMILIA ROMAGNA AL N° 008/RN/002
LABORATORIO ALTAMENTE QUALIFICATO PER
LA RICERCA APPLICATA E INNOVAZIONE TECNOLOGICA



LAB N° 0181

segue RAPPORTO DI PROVA N° 1413259-002 del 01/12/2014

Parametri	U.M.	Risultati	I.M.	L.R.	D. Lgs.n° 152/2006 All. 5 Tab. 2	Metodi	Param. Accred.
alfa-Esaclorocicloesano	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
beta-Esaclorocicloesano	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
gamma-Esaclorocicloesano (Lindano)	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Clordano	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
DDD, DDT, DDE	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Dieldrin	µg/L	< 0,001		0,001	0,03	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Endrin	µg/L	< 0,01		0,01	0,1	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
Sommatoria fitofarmaci	µg/L	< 0,01		0,01	0,5	EPA 3510C 1996 + EPA 8270D 2007	
ALTRE SOSTANZE	-						
Idrocarburi totali (n-esano)	µg/L	< 30		30	350	EPA 5021A 2003 + EPA 3510C 1996 + EPA 8015D 2003	

U.M. = Unità di misura

I.M. = Incertezza di misura

L.R. = Limite di rivelabilità (equivalente al limite di quantificazione)

Per le prove chimiche il parametro incertezza di misura è stato valutato in accordo al documento ACCREDIA DT-0002

Rev. 1 Febbraio 2000, ed è da intendersi come incertezza estesa con fattore di copertura $k=2,26$ per 9 gradi effettivi di libertà al 95% di probabilità ed è espressa nel presente Documento considerando una misurazione unica.

Determinazione di residui/tracce: i risultati analitici che non risultano conformi al test statistico del recupero, rispetto la fase di validazione del metodo, vengono corretti con il valore di recupero. I valori dei singoli recuperi sono a disposizione del cliente e se utilizzato per il calcolo del risultato analitico sono riportati nel rapporto di prova.

L'incertezza di misura è espressa solo per i risultati superiori al limite di rivelabilità.

Tutte le prove sono accreditate ACCREDIA ad esclusione di quelle contrassegnate con l'asterisco (*).

Se non diversamente specificato i pareri ed interpretazioni eventualmente riportati nel rapporto di prova si riferiscono ai parametri analizzati e si basano sul confronto del risultato analitico con i valori di riferimento normativi senza considerare l'incertezza di misura.

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio.



Gruppo C.S.A. S.p.A.

Pag. 2 di 2

Via al Torrente 22
47923 Rimini - RN

telefono +39 0541 791050
telefax +39 0541 791045

www.csaricerche.com
info@csaricerche.com

Codice Fiscale - Partita Iva - Iscrizione al registro Imprese di Rimini al n. 03231410402 - Capitale Sociale € 1.050.000,00 i.v.

4.9 Prova di pompaggio e slug test.

Tale prova è stata effettuata sul sondaggio /piezometro "SB14" ed ha permesso di rilevare, sinteticamente che:

- **Spessore acquifero: 11.47 m.**
- **Conducibilità idraulica:**
 - **prova n. 1 = $3,08 * 10^{-6}$ m/s;**
 - **prova n. 2 = $2,38 * 10^{-6}$ m/s;**
 - **prova n. 3 = $6,67 * 10^{-5}$ m/s.**
- **Tramissività: $7,66 * 10^{-5}$ m²/s.**
- **Coefficiente di stoccaggio del piezometro: $9,18 * 10^{-14}$.**

Nella relazione geologico-geotecnica allegata alla progettazione sono riportati i certificati delle 3 prove di pompaggio e slump test effettuate sui terreni d'imposta dell'impianto agrivoltaico che si intende realizzare e che in questa nota, prettamente geologica, si omettono.

4.10 Prove di permeabilità Lefranc.

La tavola che segue riporta uno stralcio dell'area d'interesse per l'impianto proposto, con ubicati i piezometri sui quali sono state effettuate le prove di permeabilità del tipo "Lefranc".

Nel corso dell'attività di perforazione dei sondaggi a carotaggio continuo è stata verificata la permeabilità dei terreni in sito attraverso la realizzazione di prove Lefranc, eseguite in corrispondenza dei sondaggi tutti realizzati nell'impronta dell'impianto agrivoltaico di interesse negli intervalli di profondità di seguito riportati:

ID Sondaggio	Intervallo m.p.c.
SB 4	2,5/3,0
SB 13	2,5/3,0
SB 18	2,5/3,0
SB 31	2,5/3,0
SB 37	2,5/3,0
SB 43	2,5/3,0
ID Sondaggio	Intervallo m.p.c.
SB 49	2,5-3,0
SM 102	2,5-3,0
SM 106	2,0-2,5

Le prove, eseguite per immissione di acqua in foro, sono state condotte a carico idraulico variabile. Queste sono state precedute da una fase di saturazione dei terreni, ottenuta raggiungendo, in condizioni di portata immessa costante, la stabilità del livello dell'acqua all'interno del foro.

La tavola che segue riporta l'ubicazione dei sondaggi ove sono state effettuate le prove di permeabilità

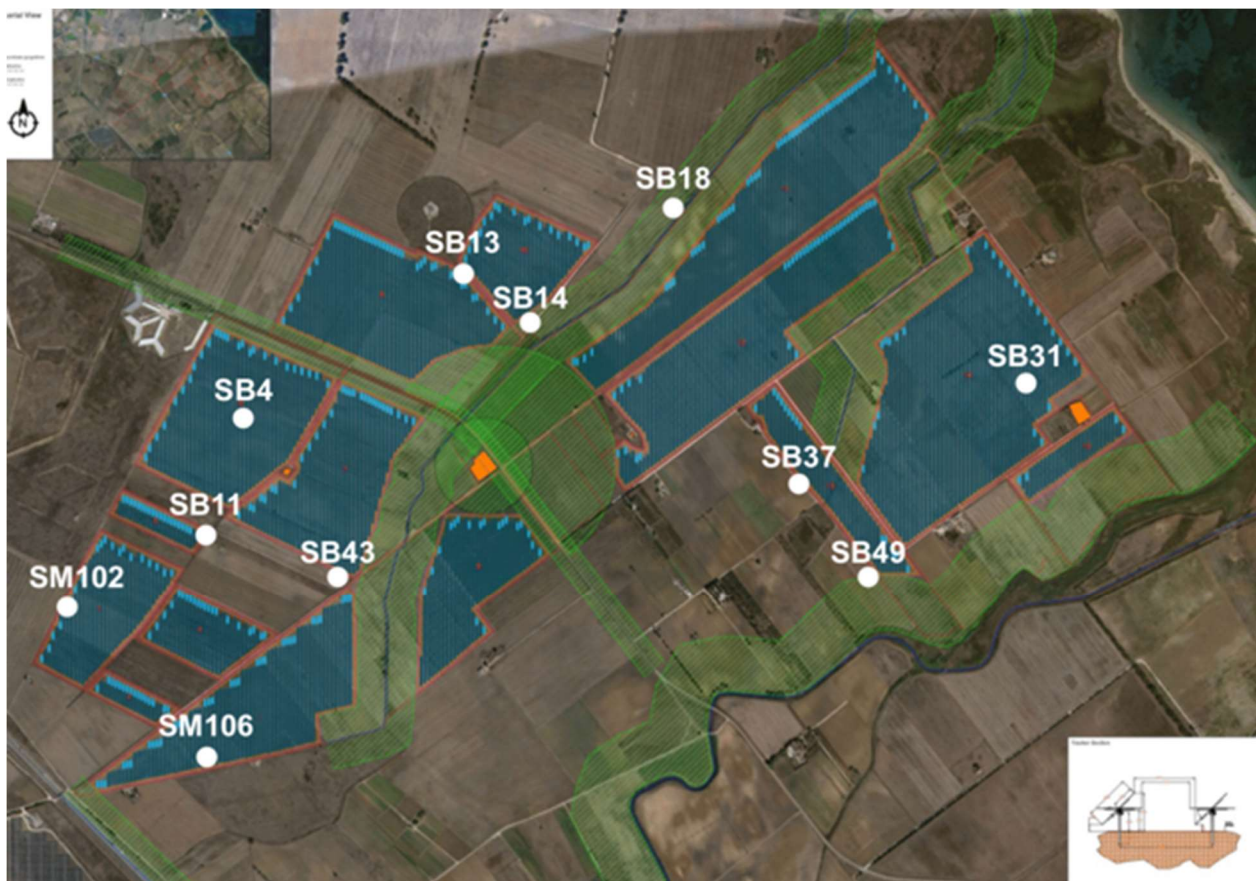


Tavola n. 19: Sondaggi ove sono state effettuate prove sulle acque freatiche.

Le prove sono state eseguite con le seguenti modalità:

- rivestimento delle pareti del foro ($f = 101 \text{ mm}$) con tubazione per il tratto non interessato dalla prova, senza uso di fluido di circolazione;
- pulitura del foro;
- posa in opera di un otturatore pneumatico atto ad isolare la cavità di prova immediatamente sotto la scarpa del rivestimento;
- immissione di acqua potabile nel foro fino a saturazione;
- misura della quota dell'acqua nel rivestimento a decrementi circa costanti di livello, fino al raggiungimento di un dislivello inferiore a $1/5$ di quello all'inizio della prova.

Il coefficiente di permeabilità K (m/s) è stato determinato utilizzando la seguente formula:

$$K=A/FxT$$

dove:

A = area della sezione trasversale del foro al livello dell'acqua, cioè la sezione del rivestimento (m^2);

F = fattore di forma che dipende dalla geometria della prova (m);

T = tempo di riequilibrio (s).

La determinazione di T è stata ottenuta diagrammando i valori del rapporto h/h_0 , in scala logaritmica, con i corrispondenti valori di tempo t in scala decimale.

I valori di K ottenuti fanno riferimento a una zona di terreno localizzata per cui il risultato ottenuto va considerato come un'indicazione dell'ordine di grandezza della permeabilità della zona di terreno investigata.

Dalle prove di permeabilità e assorbimento eseguite nei sondaggi realizzati lungo l'area investigata e di interesse per questa nota tecnica, si evincono coefficienti di permeabilità come di seguito riportati:

- “SB4”: sabbia limoso-argillosa – K = 6,66 E-07 m/s;
- “SB13”: sabbia limosa – K = 3,68 E-06 m/s;
- “SB18”: sabbia limosa – K = 4,92 E-06 m/s;
- “SB31”: sabbia limosa – K = 6,57 E-06 m/s;
- “SB37”: sabbia limosa – K = 5,97 E-06 m/s;
- “SB43”: sabbia limosa – K = 2,78 E-07 m/s;
- “SB49”: sabbia limosa – K = 1,83 E-06 m/s;
- “SM102”: limo debolmente sabbioso – K = 1,77 E-06 m/s;
- “SM106”: limo sabbioso mediamente compatto – K = 5,29 E-06 m/s.

In definitiva, i coefficienti di permeabilità variano da un minimo di $1,77 \times 10^{-6}$ m/sec. ad un massimo di $6,66 \times 10^{-7}$ m/sec.

E' del tutto evidente che la permeabilità maggiore si ha su terreni con matrici più sabbiose, rispetto a quelle a maggiore contenuto di limo.

Nella relazione geologico-geotecnica allegata alla progettazione sono riportati i certificati delle 9 prove effettuate sui terreni d'imposta dell'impianto agrivoltaico che si intende realizzare e che in questa nota, si omettono.

Ribadendo che sulle acque di falda dell'area SIN sono stati effettuati un gran numero di lavori scientifici, fra questi ci piace ricordare quello del Dipartimento di Ingegneria dell'Innovazione dell'Università di Lecce relativo alla *“Modellazione numerica della fluidodinamica di falda e del trasporto di inquinanti”* dell'area SIN di Brindisi; dal lavoro si evince che è stato messo a punto un modello numerico bidimensionale per la simulazione fluido-dinamica e del trasporto di inquinanti relativa a piani di falda.

Il modello permette di analizzare la fluidodinamica della falda e le concentrazioni di inquinanti al variare della permeabilità dei terreni e degli scenari di distribuzione delle sorgenti di inquinante e delle portate di inquinante immesso.

Il modello utilizza una strategia di tipo multidominio, che permette l'inserimento, in un piano di falda, di aree con permeabilità distinta; a scopo dimostrativo, sono stati presentati i primi risultati relativi a simulazioni della fluidodinamica di falda nell'area di Brindisi.

Si sono messi a confronto due diversi modelli: il primo, più semplice, si basa sull'approssimazione di permeabilità uniforme su tutto il piano di falda considerato; il secondo, più accurato, tiene conto della diversa permeabilità dei terreni attraversati dalla falda.

La soluzione cambia in modo drammatico passando da un modello all'altro. In particolare, mentre nel primo modello la falda tende praticamente a scorrere da monte verso valle per sboccare principalmente nel tratto centrale di costa, nel secondo modello, la presenza di terreni a bassa permeabilità, obbliga la falda a compiere un percorso molto più tortuoso, per sboccare finalmente nell'insenatura antistante il Petrolchimico, nel porto di Brindisi. Il secondo modello fornisce una rappresentazione decisamente più realistica della fluidodinamica di falda, ed è dunque da preferirsi.

In ambo i casi è stato possibile individuare zone dell'entroterra caratterizzate da bassissime velocità, nelle quali possono potenzialmente accumularsi sostanze inquinanti. Il modello permette, inoltre, sulla base della distribuzione dei vettori velocità, di individuare le zone di penetrazione dell'acqua marina in falda. Occorre tuttavia rammentare che il modello si basa su un'approssimazione bidimensionale della falda e non tiene dunque conto di eventuali moti secondari legati all'irregolarità del letto di falda ed altre condizioni locali.

Di seguito si riportano due immagini desunte dal richiamato modello di deflusso della falda freatica nell'area SIN.

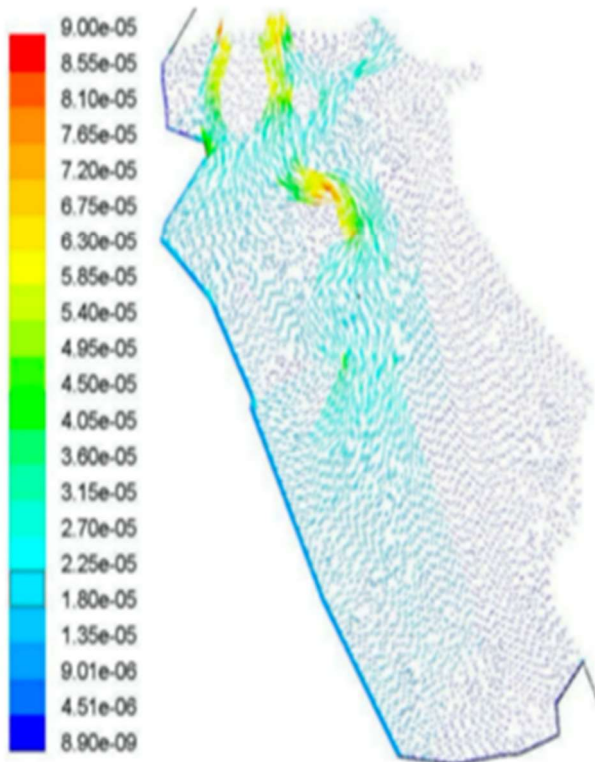
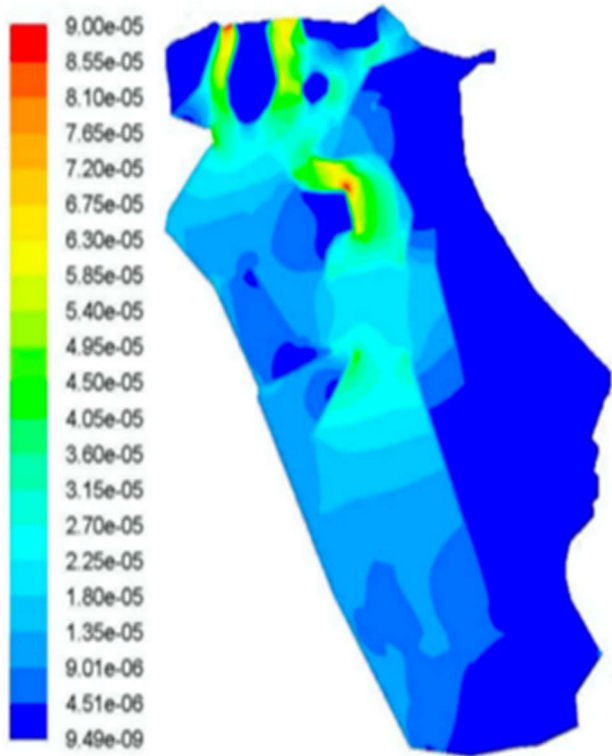


Tavola n. 20: Distribuzione della velocità di falda freatica

4.10.1 Sintesi sul “monitoraggio dell’ambiente idrico” per successivo “Protocollo Operativo di Monitoraggio”

Di seguito la sintesi, con tabelle, per quanto richiamato, separando le acque sotterranee e nel qual caso solo quelle freatiche da quelle superficiali che, in qualche periodo dell’anno possono essere trasportate dal “Canale Pandi” e dal solco erosivo più meridionale, ambedue aggettanti le propri acque negli stagni e saline di Punta della Contessa.

Di seguito si differenzia il monitoraggio fra le due tipologie di acque.

a. Acque sotterranee

- Riportare brevemente la normativa di riferimento per la componente acque sotterranee.
- Definire i punti di monitoraggio individuati motivandone le scelte e fornire l’elenco completo degli stessi, comprese le caratteristiche di ogni singolo punto per piezometri/pozzi e nella relativa tabella.

Fase	Codice punto	Localizzazione					Profondità (m da p.c.)	Diametro	Monitoraggio	
		Coordinata X	Coordinata Y	Indirizzo	Località	Comune			falda	chimismo
Indicare le fasi (AO/ CO/ PO) nelle quali è previsto il monitoraggio	Per i pozzi inserire il codice Poz_01 e numerare progressivamente. Per i piezometri inserire il codice Pz_01 e numerare progressivamente. Per le sorgenti inserire il codice Sg_01 e numerare progressivamente.	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire l’indirizzo del sito ove si trova il punto di prelievo o, qualora non disponibile, altro riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località ove è situato il punto di prelievo	Inserire il Comune ove è situato il punto di prelievo	Inserire la profondità del pozzo/ piezometro dal piano campagna	Inserire il diametro del pozzo/ piezometro con relativa unità di misura	Barrare con una X se sono previste misure di livello statico e/o misure di campagna fisico-chimiche	Barrare con una X se è prevista la determinazione in laboratorio dei caratteri chimico-batterio-logici

Tabella 16: sintesi dei pozzi/piezometri/sorgenti da monitorare

- Individuare e riportare in tabella 17 le eventuali stazioni (ricadenti nell’area interessata dal monitoraggio) delle reti di monitoraggio delle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell’ambiente al fine di evitare di duplicare eventuali monitoraggi già previsti da altre pertinenti normative sia comunitarie che nazionali ed evitare oneri ingiustificati.

Codice stazione di monitoraggio	Localizzazione					Ente gestore	Parametri rilevati
	Coordinata X	Coordinata Y	Indirizzo	Località	Comune		
Inserire il codice identificativo dell'Ente gestore della stazione di monitoraggio	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire l'indirizzo del sito ove si trova la stazione di monitoraggio, qualora non disponibile, altrimenti riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località ove è situata la stazione di monitoraggio	Inserire il Comune ove è situata la stazione di monitoraggio	Indicare la denominazione dell'Ente gestore della stazione di monitoraggio	Elencare i parametri rilevati

Tabella 17: sintesi delle stazioni delle reti di monitoraggio delle acque sotterranee

- Individuare i parametri da monitorare, ovvero effettivamente significativi per il controllo degli impatti attesi e, per ciascun parametro analitico individuato, indicare i valori di cui alla sottostante tabella 18.

Codice punto	Parametro	Range di naturale variabilità	Soglia di allarme	Valore limite
Inserire il codice del punto di monitoraggio (Poz_XX, Pz_XX, Sg_XX)	Inserire il parametro analitico monitorato	Inserire il range desunto in base ai contenuti dello SIA eventualmente integrati da serie storiche di dati desunti da studi ed indagini a carattere locale e da analisi delle condizioni al contorno	Inserire il valore determinato in funzione delle previsioni dello SIA, nonché di eventuali valori obiettivo/qualità individuati dalle specifiche normative di settore	Inserire il valore limite previsto dalla pertinente normativa di settore

Tabella 18: sintesi dei parametri analitici

- Definire le frequenze di monitoraggio previste nelle diverse fasi del progetto (ante-operam, corso d'opera, post-operam) specificando, per ciascuna fase, il numero di monitoraggi previsti, come riportato in tabella 19.

Codice punto	Parametro	Frequenza di monitoraggio			Numero di monitoraggi		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
Inserire il codice del punto di monitoraggio (Poz_XX, Pz_XX, Sg_XX)	Inserire il parametro analitico monitorato	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase

Tabella 19: sintesi delle frequenze di monitoraggio

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Inserire il parametro analitico monitorato	Inserire il metodo analitico utilizzato	serire il valore che è possibileconseguire con l'adozione della metodica	Esplicitare brevemente il principio del metodo

Tabella 20: sintesi dei metodi analitici

Fase	Data	Id Punto	P pozzo S sor gen.	Misura n.	Temp.°C	livello piezometr statico (m slm)	Durata spurgo	Portata (l/s)	Temp Acqua °C	Ora del prelievo	Livello piezometr. dinamico (m slm)	Inquinante	Metodo di Analisi	Conc. (mg/l)	Conc. Iniziale (mg/l)	Valore limite*

Tabella 21: sintesi degli autocontrolli del monitoraggio delle acque sotterranee

Descrivere le metodologie di misura e campionamento e la strumentazione impiegata. Inparticolare:

- ❖ dettagliare la strumentazione impiegata per la misura di ciascun parametro analitico indicato in tabella;

Tipo di Strumentazione	Marca e modello	N. Matricola	Tarato il	Certificato taratura n.	Parametri

❖ Tabella 22: sintesi della strumentazione del monitoraggio delle acque sotterranee

- ❖ riportare le procedure di campionamento, prevedendo, nel caso di prelievo di campioni da pozzo/piezometro, lo spurgo di un congruo volume di acqua calcolato in relazione alle caratteristiche del pozzo stesso in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda;
 - ❖ descrivere le modalità di etichettatura dei contenitori, nonché di conservazione e spedizione;
 - ❖ riportare, secondo lo schema indicato in tabella, le metodologie di esecuzione che saranno adottate per le determinazioni di ciascun parametro chimico-fisico e per le analisi batteriologiche specificando, contestualmente, i relativi limiti di rilevabilità che è possibile conseguire con l'adozione delle rispettive metodiche.
- Allegare una planimetria dell'area interessata dal monitoraggio ambientale, in cui siano evidenziati:
 - ❖ il perimetro del sito interessato dall'opera soggetta a monitoraggio ambientale,
 - ❖ la localizzazione dei punti di monitoraggio (pozzi, piezometri, sorgenti),
 - ❖ la localizzazione delle eventuali stazioni, ricadenti nell'area interessata, delle reti di monitoraggio delle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente,
 - ❖ la localizzazione delle stazioni meteo, più vicine ai punti di misura, che possono essere prese a riferimento per acquisire dati meteorologici.

b. Acque superficiali

- Riportare brevemente la normativa di riferimento per la componente acque superficiali.
- Definire i punti di monitoraggio individuati motivandone le scelte e fornire l'elenco completodegli stessi, comprese le caratteristiche di ogni singolo punto, come riportato in tabella 23.

Fase	Codice punto	Nome corpo idrico	Posizione rispetto alla linea di flusso	Localizzazione					Monitoraggio	
				Coordinata X	Coordinata Y	Indirizzo	Località	Comune	portata	chimismo
Indicare le fasi (AO/CO/PO) nelle quali è previsto il monitoraggio	Inserire il codice Is_01 e numerare progressivamente.	Inserire il nome del corpo idrico (utilizzare la denominazione di cui alla rete ARPA)	Inserire la posizione rispetto alla linea di flusso (monte/valle)	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire l'indirizzo del sito dove si trova il punto di prelievo o, qualora non disponibile, altro riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località dove è situato il punto di prelievo	Inserire il Comune dove è situato il punto di prelievo	Barrare con una X se sono previste misure di portata e/o misure di campagna fisico-chimiche	Barrare con una X se è prevista la determinazione in laboratorio dei caratteri chimico-batterologici

Tabella 23: sintesi dei punti di prelievo.

- Individuare e riportare in tabella 24 le eventuali stazioni (ricadenti nell'area interessata dal monitoraggio) delle reti di monitoraggio delle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente al fine di evitare di duplicare eventuali monitoraggi già previsti da altre pertinenti normative sia comunitarie che nazionali ed evitare oneri ingiustificati.

Codice stazione di monitoraggio	Localizzazione					Ente gestore	Parametri rilevati
	Coordinata X	Coordinata Y	Indirizzo	Località	Comune		
Inserire il codice identificativo dell'Ente gestore della stazione di monitoraggio	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire l'indirizzo del sito dove si trova la stazione di monitoraggio, qualora non disponibile, altro riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località dove è situata la stazione di monitoraggio	Inserire il Comune dove è situata la stazione di monitoraggio	Indicare la denominazione dell'Ente gestore della stazione di monitoraggio	Elencare i parametri rilevati

Tabella 24: sintesi delle stazioni delle reti di monitoraggio delle acque superficiali

- Individuare i parametri da monitorare, ovvero effettivamente significativi per il controllo degli impatti attesi e, per ciascun parametro analitico individuato, indicare i valori di cui alla seguente tabella 25:

Codice punto	Parametro	Range di naturale variabilità	Soglia di allarme	Valore limite
Inserire il codice del punto di monitoraggio (Is_XX)	Inserire il parametro analitico monitorato	Inserire il range desunto in base ai contenuti dello SIA eventualmente integrati da serie storiche di dati desunti da studi ed indagini a carattere locale e da analisi delle condizioni al contorno	Inserire il valore determinato in funzione delle previsioni dello SIA, nonché di eventuali valori obiettivo/qualità individuati dalle specifiche normative di settore	Inserire il valore limite previsto dalla pertinente normativa di settore

Tabella 25: sintesi dei parametri analitici

- Definire le frequenze di monitoraggio previste nelle diverse fasi del progetto (ante-operam, corso d'opera, post-operam) specificando, per ciascuna fase, il numero di monitoraggi previsti, come riportato in tabella 26.

Codice punto	Parametro	Frequenza di monitoraggio			Numero di monitoraggi		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
Inserire il codice del punto di monitoraggio (Is_XX)	Inserire il parametro analitico monitorato	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase

Tabella 26: sintesi delle frequenze di monitoraggio

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Inserire il parametro analitico monitorato	Inserire il metodo analitico utilizzato	Inserire il valore che è possibile conseguire con l'adozione della metodica	Explicitare brevemente il principio del metodo

Tabella 27: sintesi dei metodi analitici

Fase	Data	Id Punto	Temp. °C	Ora del prelievo	Inquinante	Metodo di Analisi	Conc. (mg/l)	Valore limite

Tabella 28: sintesi degli autocontrolli del monitoraggio delle acque superficiali

- Descrivere le metodologie di misura e campionamento e la strumentazione impiegata. In particolare:
 - ❖ dettagliare la strumentazione impiegata per la misura di ciascun parametro analitico indicato in tabella 24;

Tipo di strumentazione	Marca e modello	N. Matricola	Tarato il	Certificato taratura n.	Parametri

Tabella 29: sintesi della strumentazione del monitoraggio delle acque superficiali

- Riportare le procedure di campionamento;
 - ❖ descrivere le modalità di etichettatura dei contenitori, nonché di conservazione e spedizione;
 - ❖ riportare, secondo lo schema indicato in tabella 20, le metodologie di esecuzione che saranno adottate per le determinazioni di ciascun parametro chimico-fisico e per le analisi batteriologiche specificando, contestualmente, i relativi limiti di rilevabilità che è possibile conseguire con l'adozione delle rispettive metodiche.
- Allegare una planimetria dell'area interessata dal monitoraggio ambientale, in cui siano evidenziati:
 - ❖ il perimetro del sito interessato dall'opera soggetta a monitoraggio ambientale,
 - ❖ i corpi idrici ricadenti nell'area interessata,
 - ❖ la localizzazione dei punti di prelievo,
 - ❖ la localizzazione delle eventuali stazioni, ricadenti nell'area interessata, delle reti di monitoraggio delle autorità istituzionalmente preposte al controllo della qualità dell'ambiente.

4.11 Suolo e sottosuolo (qualità dei suoli, geomorfologia).

Alla fine della prima decade del secolo in corso, la realizzazione di impianti fotovoltaici a terra su suoli agricoli ha iniziato ad interessare una superficie crescente del territorio regionale pugliese e di Brindisi in particolare.

Poiché gli effetti sulle caratteristiche fisico-chimiche e microbiologiche del suolo, determinati dalla copertura operata dai pannelli fotovoltaici, in relazione alla durata dell'impianto (stimata indicativamente in 30-32 anni) non sono ancora del tutto conosciuti, si è evidenziata la necessità di considerare i protocolli di monitoraggio esistenti e da applicare ai suoli agricoli e naturali interessati dalla realizzazione di impianti fotovoltaici a terra.

A tal proposito si fa esplicito riferimento alla relazione specialistica sviluppata dall'Agro-nomo che ha ben evidenziato le Linee Guida considerate ed ha operato in tal senso.

Le relazioni fra l'impianto agrivoltaico e il suolo agrario che lo ospita sono state indagate con una specifica attenzione, poiché, con la costruzione dell'impianto, il suolo, in generale, è impiegato come un semplice substrato inerte per il supporto dei pannelli fotovoltaici. Tale ruolo meramente "meccanico" non fa tuttavia venir meno le complesse e peculiari relazioni fra il suolo e gli altri elementi dell'ecosistema, che possono essere variamente influenzate dalla presenza del campo agrivoltaico e dalle sue caratteristiche progettuali.

Questo non è il caso dell'impianto in oggetto, in virtù del fatto che la relazione agronomica riporta lo specifico utilizzo del suolo posto al di sotto dei pannelli che, per quanto riferito, oltre a costituire un'efficace opera di "mitigazione", rappresenta una sostanziale innovazione rendendo lo stesso "suolo" elemento attivo e non solo di "supporto" alle stringhe fotovoltaiche.

Le caratteristiche del suolo da monitorare in un impianto agrivoltaico sono quelle che influiscono sulla stabilità della copertura pedologica, accentuando o mitigando i processi di degradazione che maggiormente minacciano i suoli della nostra regione, fra i quali: la diminuzione della sostanza organica, l'erosione, la compattazione, la perdita di biodiversità.

Le “Linee guida per il monitoraggio del suolo su superfici agricole destinate ad impianti fotovoltaici a terra” considerate, individuano due livelli di monitoraggio:

- il primo, più articolato e di tipo sperimentale, da attuare su centrali fotovoltaiche, scelte in diverse situazioni pedologiche e paesaggistiche e realizzate utilizzando tecnologie differenti (pannelli fissi o a inseguimento), prevede che i rilievi di campagna e le analisi di laboratorio dei campioni di suoli siano sempre effettuati da ARPA e/o da Istituto Universitario;
- il secondo, del tipo semplificato, finalizzato ad un monitoraggio di base che consenta di controllare l’andamento dei principali parametri chimico-fisici del suolo, è effettuato a carico del proprietario dell’impianto agrivoltaico. I dati derivanti dalle osservazioni in campo, adeguatamente georiferiti, e i risultati analitici derivanti da laboratori riconosciuti sono trasmessi, in formato sia cartaceo che elettronico, alla Direzione Agricoltura della Regione Puglia.

Dopo la prima caratterizzazione pedologica, effettuata ante operam e la contemporanea installazione di una/due centraline meteo, munite anche di sensori di misura dell’umidità e della temperatura del suolo, di seguito si riporta la vera e propria fase di monitoraggio del sito, dopo la prima caratterizzazione dei suoli.

4.11.1 Obiettivi.

Questa seconda fase del monitoraggio prevede la valutazione di alcune caratteristiche del suolo ad intervalli temporali prestabiliti (dopo 1-3-5-10-15-20 anni e fine vita dell’impianto) e su almeno due punti dell’appezzamento, uno in posizione ombreggiata dalla presenza del pannello agrivoltaico, l’altro nelle posizioni meno disturbate dell’appezzamento impiantistico.

Anche in questa fase del monitoraggio è stata effettuata un’analisi stazionale, l’apertura di profili pedologici con relativa descrizione e campionamento del profilo pedologico e le successive analisi di laboratorio dei campioni di suolo.

In questa seconda fase saranno valutate solo quelle caratteristiche e proprietà che si ritiene possano essere influenzate dalla presenza del campo agrivoltaico e che si inseriscono nel seguente elenco:

Caratteri stazionali:

- Presenza di fenomeni erosivi;
- Dati meteo e umidità del suolo (ove stazioni meteo, dotate di sensoristica pedologica).

Caratteri del profilo pedologico e degli orizzonti:

- Descrizione della struttura degli orizzonti;
- Presenza di orizzonti compatti;
- Porosità degli orizzonti;
- Analisi chimico-fisiche di laboratorio;
- Indice di **Qualità Biologica del Suolo (QBS)**;
- Densità apparente.

Verrà, inoltre, valutato anche l’**Indice di Fertilità Biologica del suolo (IBF)** che, grazie alla determinazione della respirazione microbica e al contenuto di biomassa totale, fornisce un’indicazione immediata del grado di “*biodiversità del suolo*”.

La quantificazione dell’**Indice di Qualità Biologica del Suolo (QBS)** e dell’**Indice di Fertilità Biologica (IBF)** in corrispondenza dei quattro periodi stagionali, caratterizzati da massima e minima piovosità e temperatura sia fuori che sotto pannello costituisce un’importante informazione e fornisce una prima indicazione degli andamenti di queste grandezze che va ad integrare l’ampia analisi statistica multivariata da effettuare sui dati meteo delle centraline e sui dati pedoclimatici.

4.11.2 Caratterizzazione pedologica.

I “suoli”, intesi come “*terreno vegetale*” (topsoil-epipetum) rilevati nel corso della fase progettuale presentano alla vista caratteristiche del tutto analoghe sia per quelli posti al di fuori che, sotto pannello; non si rilevano, a vista, sostanziali differenze nella composizione granulometrica e quindi anche nella impostazione cromatica.

I “*top soil*” hanno una profondità utile elevata, con possibilità per gli apparati radicali di esplorare, senza particolari limitazioni, l’intera lunghezza del profilo che, come riportato va da 40 a 60 cm. circa.

I suoli presentano una sequenza di orizzonti caratterizzata da un franco di coltivazione di (40-60 cm.) costituenti un orizzonte “Ap”, di colore bruno, al disotto dei quali si trovano generalmente due orizzonti “Bt” (con evidenza di processi di illuviazione di argilla), caratterizzati da un colore bruno rossastro e tessiture con una maggiore percentuale di argilla. Questi orizzonti profondi risultano, a vista, possedere la tipica struttura prismatica colonnare che caratterizza i suoli più evoluti; sulle facce di questi aggregati, che presentano un grado di aggregazione da moderato a forte, risultano evidenti pellicole di argilla, frutto dei processi di traslocazione e riaccumulo dagli orizzonti sovrastanti.

La disponibilità di ossigeno sembra essere buona, mentre il drenaggio, per come progettato, sarà generalmente buono ma può divenire talora mediocre nel “subsoil”, a causa delle tessiture più fini argillose, dove si possono raggiungere percentuali di argilla superiori e fino al 30-35% tale permeabilità risulta essere moderatamente bassa.

4.11.3 Monitoraggio degli effetti del agrivoltaico a terra e assistenza tecnica.

Gli scavi del suolo, che saranno effettuati al momento della realizzazione dell’impianto, potranno interessare il suolo entro i primi 30 cm di profondità.

Le tessiture dei topsoil sono sempre franco-limose, mentre nel subsoil, pur rimanendo nel limite della classe franco-limosa, individuano un significativo incremento della percentuale di argilla che potrebbe raggiungere e superare il limite della classe franco-limoso-argillosa (28% di argilla).

Lo scheletro è quasi sempre assente e la reazione dell’HCl si ritiene possa essere molto scarsa in quanto sono terreni eluviali e/o di sosta che poco raccolgono da quelli calcarei, essendo questi molto distanti (Contrade Formica, Autigno, ecc.)

Il pH, nella fase di monitoraggio, dovrebbe attestarsi tra valori al limite tra l’acido ed il subacido nel topsoil, mentre più in profondità dovrebbe divenire subacido, fino a raggiungere il limite inferiore della neutralità.

Nel topsoil, per propria natura genetica, si individuano concrezioni di ferro-manganese, sotto forma prevalentemente di noduli che aumentano in percentuale e dimensioni scendendo lungo il profilo del medesimo topsoil e testimoniano la pedogenesi avanzata di questi suoli.

E’ evidente che le analisi di monitoraggio permetteranno di fornire riscontri più analitici e di verifica; questa ultima da effettuare nella programmazione pluriennale prevista.

4.11.4 Monitoraggio ed analisi chimico-fisiche.

Le analisi chimiche da realizzare per il monitoraggio previsto per la matrice “suolo e sottosuolo” dell’impianto, verrà definito nelle specificità in un “**protocollo operativo**” da concordare con ARPA.

Si ritiene che, come riportato nella relazione agronomica, nel monitoraggio periodico debba essere attenzionata, in particolare, la “*sostanza organica*” che, solitamente, tende ad essere maggiore sotto il “pannello”, rispetto alla parte di suolo posta al di fuori delle “stringhe”; ciò, presumibilmente in ragione della maggiore quantità d’acqua di cui il cotico erboso si può avvantaggiare date le elevate condizioni di irraggiamento e temperature estive e data la scarsa piovosità di queste zone; in questo senso la presenza del pannello costituisce un elemento di miglioramento dei suoli.

In merito al “**protocollo operativo**” richiamato e da elaborare congiuntamente ad ARPA, si ritiene sia opportuno proporre una serie di “*indicatori*” che permettono di stabilire, tramite il “monitoraggio” periodico previsto, lo “**stato di conservazione e/o evoluzione e/o regressione**” del topsoil. In effetti, la componente biotica del suolo, responsabile dello svolgimento dei principali processi, è considerata la più vulnerabile; questa è la ragione per cui verrà avanzata la proposta, da inserire nel richiamato “**protocollo operativo**”, oltre agli indicatori tipici successivamente richiamati, **anche l’uso di bioindicatori che si riferiscono ad organismi** (batteri, funghi, piante e animali) **particolarmente sensibili a possibili stress** (Biagini et al. 2006).

Questi “**bioindicatori**” sono in grado, da un lato, di fornire indicazioni complementari a quelle fornite dalle analisi chimico-fisiche, dall’altro di integrare le informazioni relative ai possibili fattori (ambientali o esogeni) che influenzano la fertilità del suolo.

In letteratura esistono molti indici ecologici che vengono calcolati sulla base della struttura tassonomica della comunità (biotica); questi hanno il vantaggio di descrivere la comunità con un numero che, pur senza riferirsi agli specifici taxa presenti, permette un facile confronto fra ambienti.

In merito agli “indicatori” di normale utilizzo, si ritiene che il “*protocollo operativo*” debba contenere:

● **Indicatori fisici:**

- Tessitura del suolo;
- Profondità del suolo e degli apparati radicali;
- Densità apparente ed infiltrazione;
- Caratteristiche di ritenzione idrica;
- Contenuto idrico (umidità);
- Temperatura del suolo.

● **Indicatori chimici:**

- C e N organici totali;
- pH;
- conducibilità elettrica;
- N (NO₃ e NO₄), P e K minerali.

● **Indicatori biologici:**

- C ed N della massa microbica;
- N potenzialmente mineralizzabile;
- Respirazione del suolo;
- Rapporto: C biomassa/C organico totale;
- Respirazione/biomassa.

In merito ai “bioindicatori” da inserire nel “*protocollo operativo*”, si ritiene debba essere data una particolare attenzione a tre indicatori particolari, quali:

- a. L'Indice di “*Qualità Biologica del Suolo*” (QBS) ;
- b. L'Indice di “*Fertilità Biologica*” (IBF);
- c. Il contenuto di “*carbonio*” dei punti di monitoraggio.

Di seguito si riportano succinte considerazioni in merito ai tre “*bioindicatori*” richiamati.

a. Indice di “*Qualità Biologica del Suolo*” (QBS).

Tra gli indici utilizzabili ve ne sono di quelli applicabili solo ai microartropodi, come l'indice di “*Qualità Biologica dei Suoli*” (QBS, Parisi, 2001) che si riferisce solo ai raggruppamenti ecomorfologicamente omogenei presenti nella comunità.

Nel calcolo dell'indice si parte dall'individuazione dei gruppi tassonomici presenti e, successivamente, si definisce, attraverso l'osservazione dei caratteri morfologici, il livello di adattamento alla vita nel suolo di ciascuno di questi:

A ciascuna delle forme è attribuito un punteggio variabile tra 1 e 20 ed i valori più bassi sono tipici delle forme epiedafiche, che vivono in superficie, quindi con un minore adattamento, e quelli più alti di quelle euedafiche, che vivono in profondità, quindi con un maggiore adattamento; infine, valori intermedi sono attribuiti alle forme emiedafiche, parzialmente adattate alla vita tra le particelle di suolo.

Il valore finale dell'indice è la somma dei punteggi attribuiti a ciascun gruppo tassonomico individuato nella comunità.

La classificazione avviene sulla base di uno schema nel quale sono definite otto classi di qualità (dalla classe 0 alla classe 7), in ordine crescente di complessità del popolamento in relazione all'adattamento alla vita edafica.

Le classi di qualità biologica sono in tutto 8 (Parisi 2001 modificata D'Avino 2002, manuale Arpa) e vanno da un minimo di "0" (ritrovamento di solo gruppi epigei e/o larve di olometaboli, ossia nessuna forma di vita veramente stanziale nel suolo) a un massimo di "7" (almeno 3 gruppi euedafici, proturi e/o coleotteri edafobi presenti, QBS >200), secondo la seguente classificazione:

Giudizi classe	classe
Eccellente	6-7
Buono	4-5
Discreto	3
Sufficiente	2
Insufficiente	0-1

b. Indice di Fertilità Biologica (IBF).

Il metodo di determinazione è descritto dall'Atlante di indicatori della qualità del suolo (ATLAS. Ed. Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, Osservatorio Nazionale Pedologico e CRA –Istituto Sperimentale per la Nutrizione delle Piante, Roma – 2006).

Il metodo in oggetto prevede di analizzare i parametri caratterizzanti la biomassa nel suo complesso: **contenuto in carbonio organico totale nel suolo** (TOC, metodo Springer&Klee), **contenuto in carbonio organico ascrivibile alla biomassa microbica** (per fumigazione-estrazione), **velocità di respirazione della biomassa** (incubazione del suolo umido in ambiente ermetico e titolazione con NaOH della CO₂ emessa).

Da questi tre parametri principali misurati derivano per calcolo alcuni indici, quali: **respirazione basale** (CO₂ emessa nelle 24 ore), **quoziente metabolico** (respirazione in funzione della quantità di biomassa microbica), **quoziente di mineralizzazione** (velocità di emissione di CO₂ in rapporto alla quantità di carbonio organico totale).

A ciascuno dei parametri determinati analiticamente o calcolati (carbonio organico totale, carbonio microbico, respirazione basale, quoziente metabolico e quoziente di mineralizzazione) si attribuisce un punteggio in funzione del valore, in base a quanto riportato nelle tabelle che seguono; si sommano poi i punteggi per arrivare a quello totale, secondo il quale si determina la classe di "**fertilità biologica**".

Parametri utilizzati	Abbreviazione	Unità di misura
Carbonio Organico Totale	C _{org}	%
Respirazione basale	C _{bas}	ppm
Carbonio microbico	C _{mic}	ppm
Quoziente metabolico	qCO ₂	(10 ⁻²) h ⁻¹
Quoziente di mineralizzazione	qM	%

In base ai risultati analitici ottenuti si applica il metodo a punteggio indicato nell'Atlante ministeriale prima richiamato di cui si riportano qui sotto le tabelle, avendole estratte, in modo da poter procedere ad attribuire una delle cinque classi di "fertilità" di questo Indice sintetico di "**fertilità biologica**" (IBF) al suolo oggetto di monitoraggio.

Parametri utilizzati	Punteggio				
	1	2	3	4	5
Carbonio Organico Totale	<1	1 – 1,5	1,5 – 2	2 – 3	>3
Respirazione basale	<5	5 – 10	10 – 15	15 – 20	>20
Carbonio microbico	<100	100 – 200	200 – 300	300 – 400	>400
Quoziente metabolico	>0,4	0,3 – 0,4	0,2 – 0,3	0,1 – 0,2	<0,1
Quoziente di mineralizzazione	<1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	>4

Classe di Fertilità	I	II	III	IV	V
	stanchezza allarme	stress preallarme	media	buona	alta
Punteggio	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25

c. Contenuto di carbonio nei suoli dei siti di monitoraggio.

Per quanto riguarda il carbonio nel suolo, oltre al dato proveniente dai campioni di IBF, questo si calcola secondo la normativa tecnica in uso.

In merito poi alla capacità di trattenimento del “Carbonio”, si fa riferimento esplicito alla relazione all’uopo realizzata ed allegata al progetto.

4.11.5 Sintesi.

E’ evidente che al termini di ogni “ciclo” di monitoraggio verrà elaborato un report e confrontato con le caratteristiche desunte nella condizione di “*quo ante*” la realizzazione dell’impianto.

Al termine del terzo ciclo di monitoraggio sarà possibile ed opportuno realizzare anche un’analisi statistica sui dati raccolti, aggregata con i rilevamenti pedoclimatici raccolti dalla centralina meteo allocata nell’area d’impianto.

Allo stato attuale, come ipotizzabile, solo questo tipo di dati può consentire delle risposte statisticamente significative, congiuntamente corredate con la “**qualità del suolo**” ottenuta dai due indici prescelti (QBS e IBF) in modo da fornire una prima indicazione orientativa sugli effetti delle coperture da agrivoltaico sul suolo.

E’ evidente che maggiori saranno i dati di monitoraggio ottenuti e più robusta sarà l’analisi statistica, fino alla fine del ciclo di vita dell’impianto che permetterà di valutare concretamente la richiamata “*qualità del suolo*” dopo 25-32 anni e verificare il ripristino delle condizioni di coltivazione agricola.

4.11.6 In merito alla qualità dei terreni agricoli (Indice di Geoaccumulo).

Lo “**stato di contaminazione**” del suolo è identificato, non tanto dalle concentrazioni soglie di contaminazione (CSC), che dovrebbero essere confermate e verificate attraverso le varie “**Analisi di Rischio**” che, nel qual caso, sono state effettuate solo per i sondaggi realizzati nell’area ad “alto rischio di contaminazione potenziale”, ma anche attraverso l’utilizzo, ormai consolidato e maturo, dell’**Indice di Geoaccumulo (IGEO)**, riferito a singoli contaminanti metallici e/o non metallici.

In particolare, fa specie che, pur in presenza di una grande quantità di dati rivenienti dalla caratterizzazione chimica dell’area agricola inserita nel SIN di Brindisi, non si sia mai pensato di applicare la metodica dello **Indice di Geoaccumulo** per definire il reale stato di contaminazione del suolo e, quindi, **di quella porzione di matrice ambientale che è utilizzata per le produzioni agricole e, nel caso in esame, anche per la realizzazione dell’impianto agrivoltaico proposto.**

Infatti, sui terreni in studio, pur trovandosi nelle condizioni di subire una contaminazione superficiale, anche attraverso l’erosione eolica, nulla si è detto in merito allo “**Indice di Geoaccumulo**” (**IGEO**) e né in merito alla granulometria dei terreni superficiali che, sicuramente, condizionano la capacità di trasporto dei contaminanti per la forma erosiva.

L’Indice di Geoaccumulo (IGEO) fra i “valori di fondo” e l’arricchimento di contaminanti da parte del suolo e del sottosuolo, non è stato valutato; eppure tale indice è stato impiegato ampiamente negli studi di contaminazione in traccia, già dagli anni ’60 in Europa.

Negli studi di contaminazione, infatti, l’indice IGEO è in grado di valutare la contaminazione comparando i dati attuali con le concentrazioni preindustriali (back-ground), anche se la difficoltà di avere suoli/sedimenti di origine pre-industriale, è alta.

Proprio in virtù della presenza di una buona quantità di dati, si può **definire l’indice di Geoaccumulo (IGEO) per valutare l’arricchimento degli “epipedon”** (orizzonte che si forma alla superficie di un suolo) **nei diversi siti utilizzati, rispetto al background iniziale e, nel qual caso, rispetto ai “valori di fondo” calcolati da ARPA Puglia per alcuni metalli e non metalli che sono stati riconosciuti come fra i maggiori contaminanti quali: Stagno, Berillio ed Arsenico, tutti ritrovati nella “contaminazione” esistente sui terreni d’imposta dell’impianto.**

La semplice applicazione della nota equazione relativa all'Indice di Geoaccumulo, quale:

$$I_{geo} = \log_2 (C_n / 1.5 \times B_n)$$

dove : **C_n** = concentrazione del metallo e/o metalloide in profondità

B_n = tenore di fondo (concentrazione di background) del metallo

avrebbe **portato ad individuare l'indice di Geoaccumulo che (Muller 1981) ha proposto come suddiviso in 7 classi che definiscono la "qualità dei terreni":**

classe 0: 0 Praticamente incontaminato

classe 1: 0 < I_{geo} < 1 Da poco contaminato a moderatamente contaminato

classe 2: 1 < I_{geo} < 2 Moderatamente contaminato

classe 3: 2 < I_{geo} < 3 Da moderatamente a fortemente contaminato

classe 4: 3 < I_{geo} < 4 Fortemente contaminato

classe 5: 4 < I_{geo} < 5 Da fortemente a estremamente contaminato

classe 6: 5 < I_{geo} Estremamente contaminato.

In particolare, è possibile notare che alcune delle "Classi" dell'Indice riportano due termini: ad esempio la Classe 1 definisce terreni da "*non contaminati*" a "*moderatamente contaminati*"; in questo caso l'allocuzione giusta è riferita al superamento o meno della metà della Classe, ove espressa in decimali.

Il calcolo dell'Indice di Geoaccumulo fornisce un'idea immediata, sebbene puntiforme, dello stato di salute del suolo dell'area in esame in riferimento ad uno specifico metallo, ponendo le basi per una stima realistica del contributo di origine antropica.

La valutazione dello stato d'inquinamento dei suoli, in generale, si avvale di un confronto tra le concentrazioni di metalli rilevate nella parte superficiale e profonda dei siti campionati.

Le concentrazioni rinvenute nel campione di suolo profondo sono considerate, quindi, come riferimento; è dimostrato, infatti, che i campioni sub-superficiali presi a un metro di profondità possono essere idonei per determinare il naturale valore di fondo dei metalli pesanti (Huisman et al., 1997) e quindi fare da riferimento; nel caso in cui i valori di background non si hanno, come in questo caso, **può prendersi in esame il valore riscontrato da ARPA per la determinazione dei "valori di fondo".**

In definitiva, la determinazione dei "*valori di fondo*" di alcuni metalli/non metalli, fatti da ARPA, permette, conoscendo le concentrazioni riscontrate dalle caratterizzazioni chimiche effettuate, di applicare la formula dell'indice **IGEO** e **verificare, se pur in maniera puntiforme, lo stato di contaminazione presente.**

Solitamente, come effettuato da ARPA per la ricerca dei valori di fondo, il procedimento che si applica può essere sintetizzato come qui di seguito:

- si calcola media e deviazione standard sul data set originale;
- si escludono i valori esterni all'intervallo $media \pm 2 * deviazione\ standard$;
- si reitera la procedura fino a quando la distribuzione dei valori non presenta valori che ricadono al di fuori dell'intervallo calcolato;
- il valore di fondo corrisponde quindi al valore $media + 2 * deviazione\ standard$ calcolato sul set dei dati ottenuto.

Tutto quanto richiamato nel Protocollo Operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli/metalloidi nei suoli dei siti d'interesse nazionale (SIN), come quello di Brindisi è inserito nel Protocollo 18744- APAT 2006, così come attentamente ha effettuato ARPA Puglia.

In definitiva, la sola determinazione delle aliquote totali dei metalli negli orizzonti superficiali del suolo non è, di per sé, in grado di fornire indicazioni esaustive circa lo stato di contaminazione dei suoli; infatti, tale informazione, non permette la distinzione tra origine naturale o arricchimento determinato da attività antropica.

Il calcolo dell'Indice di Geoaccumulo, basato sul confronto tra le concentrazioni totali dei metalli in superficie e in profondità, invece, si presta ad essere un valido strumento per valutare lo stato di contaminazione.

ARPA Puglia, seguendo le procedure riportate nel richiamato "Protocollo APAT" per la ricerca del "valori di fondo" ha identificato, per gli stessi inquinanti ritrovati nei terreni destinati alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico, i sottostanti valori di fondo che ha proposto al Ministero dell'Ambiente:

- **Arsenico 11,58 mg/Kg** (valore di fondo antropizzato nel suolo e/o sottosuolo) ;
- **Berillio 0,64** " " "
- **Stagno 1,40** " " "

Nella Conferenza dei Servizi Decisoria, tenutasi il 10/12/2008 presso il Ministero dell'Ambiente, con la presenza del Ministero della Sanità e della Regione Puglia, i su riportati valori sono stati ratificati e costituiscono, per i richiamati parametri, i valori di background per in SIN di Brindisi.

In questo lavoro di consulenza, avendo tutti gli elementi per attivare la procedura di calcolo dell'Indice di Geoaccumulo, si è ritenuto opportuno applicare la metodica su tutti i campioni che hanno superato le "Concentrazioni Soglia di Contaminazione" (CSC).

Qui di seguito, quindi, si riporta tutta una serie di tabelle riferite ai metalli e metalloidi che hanno superato la CSC; in particolare, le tabelle riportano tre colonne rispettivamente per:

- **L'identificazione del sondaggio**, così come riportata nella Caratterizzazione chimica effettuata da INVITALIA e Sviluppo Italia nell'area d'imposta dell'impianto agrivoltaico;
- **La profondità** alla quale è stato effettuato il campionamento, fra due metri successivi di perforazione;
- **La concentrazione calcolata** che supera la CSC del parametro.

Altre tabelle riportano il valore calcolato dell'Indice di Geoaccumulo e la Classe di appartenenza, definendo la "qualità" del terreno.

ARSENICO

Questo metalloide ha un valore di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) pari a **20 mg/Kg**, così come riportato nella Tabella "A" dell'Allegato 1 del D.Lgs 152/2006 ed anche nel vecchio D.M. 471/98.

Per il calcolo della "Qualità dei terreni", si sono considerati solo ed esclusivamente i campioni di terreno che hanno presentato il superamento delle CSC su tutti i campionamenti effettuati e per tutte e due le tipologie di sondaggi effettuati "SM" e "SB"; la tabella che segue ne fa esplicito riferimento:

ARSENICO		
Sondaggio	profondità	mg/Kg ss
SM 102	0,00-1,00	24
SM102	1,00-2,00	30
SM 105	1,00-2,00	22
SM 105	2,00-3,00	22
SM 106	1,00-2,00	44
SM 106	2,00-3,00	39
SB 4	2,00-3,00	25
SB 12	2,00-3,00	25
SB 14	0,00-1,00	26

SB 14	1,00-2,00	26
SB 15	1,00-2,00	35
SB 15	2,00-3,00	21
SB 16	1,00-2,00	32
SB 16	2,00-3,00	24
SB 18	1,00-2,00	23
SB 19	0,00-1,00	67
SB 19	1,00-2,00	27
SB 19	2,00-3,00	25
SB 20	0,00-1,00	29
SB 21	1,00-2,00	22
SB 21	2,00-3,00	33
SB 22	0,00-1,00	41
SB 22	1,00-2,00	25
SB 22	2,00-3,00	36
SB 24	0,00-1,00	28
SB 24	1,00-2,00	37
SB 25	0,00-1,00	28
SB 25	2,00-3,00	29
SB 26	1,00-2,00	28
SB 26	2,00-3,00	41
SB 27	0,00-1,00	35
SB 27	1,00-2,00	21
SB 27	2,00-3,00	41
SB 29	0,00-1,00	27
SB 29	1,00-2,00	27
SB 29	2,00-3,00	22
SB 30	0,00-1,00	53

SB 30	1,00-2,00	65
SB 30	2,00-3,00	78
SB31	0,00-1,00	24
SB31	1,00-2,00	27
SB31	2,00-3,00	36
SB32	0,00-1,00	24
SB32	1,00-2,00	36
SB32	2,00-3,00	38
SB33	0,00-1,00	46
SB35	1,00-2,00	23
SB35	2,00-3,00	30
SB36	1,00-2,00	21
SB38	1,00-2,00	36
SB38	2,00-3,00	32
SB43	2,00-3,00	21
SB49	0,00-1,00	24
SB49	1,00-2,00	40
SB49	2,00-3,00	35
SB64	2,00-3,00	26
SB65	2,00-3,00	21
SB66	2,00-3,00	26

L'applicazione della formula permette di risalire all'Indice di Geoaccumulo (IGEO) che, qui di seguito si riporta.

INDICE IGEO Per ARSENICO				
Sondaggio	Concentrazione	Indice IGEO	Classe	
Sondaggio	mg/Kg ss		Classe	
SM 102	24	2,27	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato

SM102	30	2,36	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SM 105	22	2,23	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SM 105	22	2,23	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SM 106	44	2,53	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SM 106	39	2,48	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 4	25	2,29	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 12	25	2,29	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 14	26	2,30	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 14	26	2,30	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 15	35	2,43	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 15	21	2,21	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 16	32	2,39	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 16	24	2,27	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 18	23	2,25	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 19	67	2,71	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 19	27	2,32	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 19	25	2,29	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 20	29	2,35	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato

SB 21	22	2,23	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 21	33	2,41	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 22	41	2,50	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 22	25	2,29	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 22	36	2,44	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 24	28	2,33	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 24	37	2,46	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 25	28	2,33	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 25	29	2,35	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 26	28	2,33	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 26	41	2,50	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 27	35	2,43	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 27	21	2,21	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 27	41	2,50	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 29	27	2,32	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 29	27	2,32	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 29	22	2,23	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 30	53	2,61	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato

SB 30	65	2,70	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB 30	78	2,78	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB31	24	2,27	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB31	27	2,32	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB31	36	2,44	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB32	24	2,27	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB32	36	2,44	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB32	38	2,47	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB33	46	2,55	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB35	23	2,25	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB35	30	2,36	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB36	21	2,21	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB38	36	2,44	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB38	32	2,39	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB43	21	2,21	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB49	24	2,27	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB49	40	2,49	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB49	35	2,43	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato

SB64	26	2,30	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB65	21	2,21	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato
SB66	26	2,30	3	Da Moderatamente a fortemente contaminato

Dalla tabella si rileva facilmente che la “qualità” dei terreni, valutati secondo l’Indice IGEO e da “*moderatamente a fortemente contaminato*” dalla presenza di “arsenico”, nelle concentrazioni rilevate.

L’indice IGEO è risultato sempre pari “3” ed a quindi, appunto, da “*moderatamente a fortemente contaminato*”; avendo l’indice questo forte scarto valutativo è possibile considerare la contaminazione da arsenico da 2,00 a 2,5 come “*moderatamente*”, mentre da 2,5-3,00 come “*fortemente*” contaminato.

BERILLO.

Questo metallo pesante ha un valore di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) pari a 2 mg/Kg, così come riportato nella Tabella “A” dell’Allegato 1 del D.Lgs 152/2006.

BERILLIO		
Sondaggio	profondità	mg/Kg ss
SM 103	0,00-1,00	2,42
SM104	0,00-1,00	2,65
SM 105	0,00-1,00	2,31
SM 105	1,00-2,00	2,18
SM 106	0,00-1,00	2,75
SB 3	0,00-1,00	2,64
SB 3	2,00-3,00	2,19
SB 4	0,00-1,00	2,21
SB 6	0,00-1,00	3,51
SB 6	2,00-3,00	2,73
SB 11	0,00-1,00	2,25
SB 12	0,00-1,00	2,73
SB 12	1,00-2,00	2,05
SB 12	2,00-3,00	2,04
SB 13	0,00-1,00	3,1
SB 13	1,00-2,00	2,24

SB 14	0,00-1,00	3,29
SB 15	1,00-2,00	2,24
SB 19	0,00-1,00	3,33
SB 22	0,00-1,00	2,47
SB 24	0,00-1,00	2,59
SB 27	0,00-1,00	3,44
SB 28	0,00-1,00	2,9
SB 29	0,00-1,00	2,64
SB 30	0,00-1,00	4,15
SB 30	1,00-2,00	4
SB 31	0,00-1,00	3,18
SB 31	2,00-3,00	2,02
SB 32	1,00-2,00	2,36
SB 35	0,00-1,00	2,18
SB 35	1,00-2,00	2,45
SB 36	1,00-2,00	2,37
SB 42	0,00-1,00	2,71
SB 42	1,00-2,00	3,21
SB 43	0,00-1,00	2,71
SB 43	1,00-2,00	2,82
SB 43	2,00-3,00	2,15
SB 49	0,00-1,00	2,47
SB 49	1,00-2,00	3,94
SB 49	2,00-3,00	2,07
SB 64	0,00-1,00	2,35
SB 64	1,00-2,00	2,16
SB 64	2,00-3,00	2,25

L'applicazione della formula permette di risalire all'Indice di Geoaccumulo (IGEO) che, qui di seguito si riporta.

INDICE IGEO Per BERILLIO				
Sondaggio	concentrazione	Indice IGEO	Classe	
Sondaggio	mg/Kg ss		Classe	
SM 102	24	0,014	1	Da poco a moderatamente contaminato
SM102	30	1,107	2	Moderatamente contaminato
SM 105	22	0,973	1	Da poco a moderatamente contaminato
SM 105	22	0,973	1	Da poco a moderatamente contaminato
SM 106	44	1,274	2	Moderatamente contaminato
SM 106	39	1,221	2	Moderatamente contaminato
SB 4	25	1,028	2	Moderatamente contaminato
SB 12	25	1,028	2	Moderatamente contaminato
SB 14	26	1,045	2	Moderatamente contaminato
SB 14	26	1,045	2	Moderatamente contaminato
SB 15	35	1,174	2	Moderatamente contaminato
SB 15	21	0,952	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 16	32	1,135	2	Moderatamente contaminato
SB 16	24	1,010	2	Moderatamente contaminato
SB 18	23	0,992	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 19	67	1,456	2	Moderatamente contaminato
SB 19	27	1,061	2	Moderatamente contaminato
SB 19	25	1,028	2	Moderatamente contaminato
SB 20	29	1,092	2	Moderatamente contaminato
SB 21	22	0,973	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 21	33	1,149	2	Moderatamente contaminato

SB 22	41	1,243	2	Moderatamente contaminato
SB 22	25	1,028	2	Moderatamente contaminato
SB 22	36	1,186	2	Moderatamente contaminato
SB 24	28	1,077	2	Moderatamente contaminato
SB 24	37	1,198	2	Moderatamente contaminato
SB 25	28	1,077	2	Moderatamente contaminato
SB 25	29	1,092	2	Moderatamente contaminato
SB 26	28	1,077	2	Moderatamente contaminato
SB 26	41	1,243	2	Moderatamente contaminato
SB 27	35	1,174	2	Moderatamente contaminato
SB 27	21	0,952	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 27	41	1,243	2	Moderatamente contaminato
SB 29	27	1,061	2	Moderatamente contaminato
SB 29	27	1,061	2	Moderatamente contaminato
SB 29	22	0,973	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 30	53	1,354	2	Moderatamente contaminato
SB 30	65	1,443	2	Moderatamente contaminato
SB 30	78	1,522	2	Moderatamente contaminato
SB31	24	1,010	2	Moderatamente contaminato
SB31	27	1,061	2	Moderatamente contaminato
SB31	36	1,186	2	Moderatamente contaminato
SB32	24	1,010	2	Moderatamente contaminato

Dalla sovrastante tabella si evince l'IGEO per il Berillio che, per la "qualità" dei terreni risulta quasi sempre in "Classe 2", da: *"poco a moderatamente contaminato"*.

STAGNO come ORGANO STANNICI.

Questo metallo pesante ha un valore di Concentrazione Soglia di Contaminazione (CSC) pari a 1 mg/Kg, così come riportato nella Tabella "A" dell'Allegato 1 del D.Lgs 152/2006; è l'unico fra quelli che superano le CSC che non è definito "cancerogeno".

ORGANO STANNICI		
Sondaggio	profondità	mg/Kg ss
SM 102	1,00-2,00	2,2
SM104	0,00-1,00	2,65
SM104	1,00-2,00	2,31
SM104	2,00-3,00	2,18
SM 105	0,00-1,00	1,2
SM 105	1,00-2,00	1,4
SM 106	0,00-1,00	1,2
SM 106	1,00-2,00	1,2
SM 106	2,00-3,00	1,2
SB 3	0,00-1,00	1,3
SB 4	2,00-3,00	1,7
SB 4	0,00-1,00	1,8
SB 6	0,00-1,00	1,6
SB 6	2,00-3,00	1,7
SB 11	0,00-1,00	1,4
SB 11	1,00-2,00	1,3
SB 12	0,00-1,00	1,5
SB 13	0,00-1,00	2,6
SB 13	1,00-2,00	1,9
SB 13	2,00-3,00	1,2
SB 14	0,00-1,00	1,8
SB 15	0,00-1,00	1,1
SB 15	1,00-2,00	1,3
SB 16	0,00-1,00	1,2

SB 18	0,00-1,00	2
SB 18	1,00-2,00	2,2
SB 18	2,00-3,00	2
SB 19	0,00-1,00	3,1
SB 19	1,00-2,00	2,3
SB 19	2,00-3,00	2,1
SB 20	0,00-1,00	2,2
SB 20	1,00-2,00	2,37
SB 21	0,00-1,00	1,4
SB 21	1,00-2,00	1,3
SB 21	2,00-3,00	1,3
SB 22	0,00-1,00	2,5
SB 22	1,00-2,00	1,6
SB 22	2,00-3,00	1,7
SB 26	0,00-1,00	1,5
SB 26	1,00-2,00	1,2
SB 27	0,00-1,00	3,1
SB 27	1,00-2,00	1,4
SB 27	2,00-3,00	1,3
SB 28	0,00-1,00	2,8
SB 29	0,00-1,00	1,6
SB 30	0,00-1,00	2,8
SB 30	1,00-2,00	2,8
SB 30	2,00-3,00	1,4
SB 31	0,00-1,00	2,6
SB 31	1,00-2,00	1,7
SB 31	2,00-3,00	1,7
SB 32	0,00-1,00	1,5

SB 32	1,00-2,00	1,7
SB 32	2,00-3,00	1,8
SB 33	0,00-1,00	1,5
SB 42	1,00-2,00	1,3
SB 43	0,00-1,00	2,6
SB 43	1,00-2,00	4,6
SB 43	2,00-3,00	2,4
SB 49	0,00-1,00	1,8
SB 49	1,00-2,00	2,8
SB 49	2,00-3,00	3,2
SB 64	0,00-1,00	1,2
SB 64	1,00-2,00	1,1
SB 64	2,00-3,00	1,3
SB 65	0,00-1,00	1,2
SB 66	2,00-3,00	1,3

L'applicazione della formula permette di risalire all'Indice di Geoaccumulo (IGEO) che, qui di seguito si riporta.

INDICE IGEO per Componenti ORGANO STANNICI				
Sondaggio	Concentrazione	Indice IGEO	Classe	
Sondaggio	mg/Kg ss		Classe	
SM 102	2,2	Concentrazione	1	Da poco a moderatamente contaminato
SM104	2,65	0,39	1	Da poco a moderatamente contaminato
SM104	2,31	0,33	1	Da poco a moderatamente contaminato
SM104	2,18	0,31	1	Da poco a moderatamente contaminato
SM 105	1,2	0,05	1	Da poco a moderatamente contaminato

SM 105	1,4	0,12	1	Da poco a moderatamente contaminato
SM 106	1,2	0,05	1	Da poco a moderatamente contaminato
SM 106	1,2	0,05	1	Da poco a moderatamente contaminato
SM 106	1,2	0,05	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 3	1,3	0,08	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 4	1,7	0,20	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 4	1,8	0,23	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 6	1,6	0,17	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 6	1,7	0,20	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 11	1,4	0,12	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 11	1,3	0,08	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 12	1,5	0,15	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 13	2,6	0,39	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 13	1,9	0,25	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 13	1,2	0,05	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 14	1,8	0,23	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 15	1,1	0,01	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 15	1,3	0,08	1	Da poco a moderatamente contaminato

SB 16	1,2	0,05	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 18	2	0,27	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 18	2,2	0,31	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 18	2	0,27	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 19	3,1	0,46	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 19	2,3	0,33	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 19	2,1	0,29	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 20	2,2	0,31	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 20	2,37	0,34	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 21	1,4	0,12	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 21	1,3	0,08	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 21	1,3	0,08	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 22	2,5	0,37	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 22	1,6	0,17	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 22	1,7	0,20	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 26	1,5	0,15	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 26	1,2	0,05	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 27	3,1	0,46	1	Da poco a moderatamente contaminato

SB 27	1,4	0,12	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 27	1,3	0,08	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 28	2,8	0,42	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 29	1,6	0,17	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 30	2,8	0,42	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 30	2,8	0,42	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 30	1,4	0,12	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 31	2,6	0,39	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 31	1,7	0,20	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 31	1,7	0,20	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 32	1,5	0,15	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 32	1,7	0,20	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 32	1,8	0,23	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 33	1,5	0,15	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 42	1,3	0,08	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 43	2,6	0,39	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 43	4,6	0,63	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 43	2,4	0,35	1	Da poco a moderatamente contaminato

SB 49	1,8	0,23	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 49	2,8	0,42	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 49	3,2	0,48	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 64	1,2	0,05	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 64	1,1	0,01	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 64	1,3	0,08	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 65	1,2	0,05	1	Da poco a moderatamente contaminato
SB 66	1,3	0,08	1	Da poco a moderatamente contaminato

In definitiva, l'Indice di Geoaccumulo, calcolato su dati reali, ha evidenziato una **"qualità dei terreni"** agricoli dell'area d'imposta dell'impianto agrivoltaico così rappresentativa:

- **Arsenico:** da **"moderatamente"** a **"fortemente contaminato"**, con tutti gli Indice IGEO in **"Classe 3"**;
- **Berillio:** da **"poco a moderatamente contaminato"** per quasi tutti i campioni in **"Classe 1 e 2"**
- **Stagno:** da **"poco a moderatamente contaminato"** in classe 1.

4.11.7 Sintesi su **"suolo e sottosuolo"** per successivo **"Protocollo operativo di Monitoraggio"**.

- Riportare brevemente la normativa di riferimento per la componente suolo e sottosuolo.
- Definire i punti di monitoraggio individuati motivandone le scelte e fornire l'elenco completo degli stessi, comprese le caratteristiche di ogni singolo punto, come riportato in tabella 25 per gli inclinometri, in tabella 36 per i caposaldi topografici e in tabella 30 per i campionamenti per le analisi fisico-chimiche del suolo.

Codice punto	Localizzazione						Profondità (m da p.c.)	Diametro	Fase
	Coordinata X	Coordinata Y	Quota	Indirizzo	Località	Comune			
Inserire il codice Incl_01 e numerare progressivamente	Inserire coordinata Gauss- Boaga	Inserire coordinata Gauss- Boaga	Inserire la quota espressa in metri s.l.m.	Inserire l'indirizzo del sito ove si trova il punto di rilievo o, qualora non disponibile, altro riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località ove è situato il punto di rilievo	Inserire il Comune ove è situato il punto di rilievo	Inserire la profondità dell'inclinometro dal piano campagna	Inserire il diametro interno dell'inclinometro con relativa unità di misura	Indicare le fasi (AO/CO/PO) nelle quali è previsto il monitoraggio

Tabella 30: sintesi degli inclinometri da monitorare

Codice punto	Localizzazione						Fase
	Coordinata X	Coordinata Y	Quota	Indirizzo	Località	Comune	
Inserire il codice Cap_01 e numerare progressivamente	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire la quota espressa in metri s.l.m.	Inserire l'indirizzo del sito ove si trova il punto di rilievo o, qualora non disponibile, altro riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località ove è situato il punto di rilievo	Inserire il Comune ove è situato il punto di rilievo	Indicare le fasi (AO/ CO/ PO) nelle quali è previsto il monitoraggio

Tabella 31: sintesi dei caposaldi topografici da monitorare

Codice punto	Localizzazione					Uso del suolo		Fase
	Coordinata X	Coordinata Y	Indirizzo	Località	Comune	attuale	previsto	
Inserire il codice Suo_01 e numerare progressivamente.	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire l'indirizzo del sito ove si trova il punto di prelievo o, qualora non disponibile, altro riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località ove è situato il punto di prelievo	Inserire il Comune ove è situato il punto di prelievo	Indicare l'uso del suolo precedente alla realizzazione dell'opera	Indicare l'uso del suolo a seguito della realizzazione dell'opera	Indicare le fasi (AO/ CO/ PO) nelle quali è previsto il monitoraggio

Tabella 32: sintesi dei punti di campionamento del suolo

- Individuare i parametri da monitorare, ovvero effettivamente significativi per il controllo degli impatti attesi e, per ciascun parametro analitico individuato, indicare i valori di cui alla seguente tabella 33.

Codice punto	Parametro	Range di naturale variabilità	Soglia di allarme	Valore limite
Inserire il codice del punto di monitoraggio (Incl_XX, Cap_XX, Suo_XX)	Inserire il parametro analitico monitorato per i campionamenti del suolo e il termine "lettura" per inclinometri e caposaldi	Inserire il range desunto in base ai contenuti dello SIA eventualmente integrati da serie storiche di dati desunti da studi ed indagini a carattere locale e da analisi delle condizioni al contorno	Inserire il valore determinato in funzione delle previsioni dello SIA, nonché di eventuali valori obiettivo/qualità individuati dalle specifiche normative di settore	Per i parametri fisico-chimici inserire il valore limite previsto dalla pertinente normativa di settore.

Tabella 33: sintesi dei parametri monitorati

- Definire le frequenze di monitoraggio previste nelle diverse fasi del progetto (ante-operam, corso d'opera, post-operam) specificando, per ciascuna fase, il numero di letture/monitoraggi previsti, come riportato in tabella 34.

Codice punto	Parametro	Frequenza di monitoraggio			Numero di monitoraggi		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
Inserire il codice del punto di monitoraggio (Incl_XX, Cap_XX, Suo_XX)	Inserire il parametro analitico monitorato per i campionamenti del suolo e il termine "lettura" per inclinometri e caposaldi	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase

Tabella 34: sintesi delle frequenze di monitoraggio

Parametro	Metodo	Limite di rilevabilità	Principio del metodo
Inserire il parametro monitorato	Inserire il metodo analitico utilizzato per i campionamenti del suolo e il metodo di elaborazione dei dati acquisiti dalla lettura degli inclinometri	Per i campionamenti del suolo inserire il valore che è possibile conseguire con l'adozione della metodica analitica	Esplicitare brevemente il principio del metodo

Tabella 35: sintesi dei metodi analitici e di elaborazione dei dati

Fase	Data	Id Punto	Tipo suolo/sottosuolo	Profondità	Inquinante	Metodo di Analisi	Conc. (mg/kg)	Conc. Iniziale (mg/kg)	Valore limite (Tab. 1, All. 5 alla parte IV del D.Lgs 152/2006 e s.m.i.)

Tabella 36: sintesi degli autocontrolli del monitoraggio della componente suolo/sottosuolo

- Descrivere le metodologie di misura e campionamento e la strumentazione impiegata. In particolare:
 - ❖ dettagliare la strumentazione impiegata per la lettura dei tubi inclinometrici, per la misurazione su caposaldi e per il monitoraggio di ciascun parametro analitico indicato in tabella 37;

Tipo di strumentazione	N. Matricola	Tarato il	Certificato taratura n.	Fase del progetto

Tabella 37: sintesi della strumentazione del monitoraggio della componente suolo/sottosuolo

- riportare le procedure di prelevamento dei campioni di suolo da sottoporre ad analisi, le modalità di preparazione e caratterizzazione granulometrica dei suoli stessi;
 - ❖ descrivere le modalità di etichettatura dei campioni, nonché di conservazione e spedizione;
 - ❖ riportare, secondo lo schema indicato in tabella 40, i metodi di elaborazione dei dati delle letture

inclinometriche e le metodologie di esecuzione che saranno adottate per le determinazioni di ciascun parametro chimico-fisico specificando, contestualmente, i relativi limiti di rilevabilità che è possibile conseguire con l'adozione delle rispettive metodi-che.

- Riportare il piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo.
- Allegare una planimetria dell'area interessata dal monitoraggio ambientale, in cui siano evidenziati:
 - ❖ il perimetro del sito interessato dall'opera soggetta a monitoraggio ambientale,
 - ❖ la localizzazione dei punti di monitoraggio (inclinometri, caposaldi, punti di prelievo del suolo per analisi fisico-chimiche).

Infine, per tale matrice vale quanto riportato precedentemente anche per la "qualità dei terreni" (IGEO).

4.12 Biodiversità (fauna, aviofauna e flora).

Di seguito si riportano salienti considerazioni in merito alle diverse matrici che costituiscono la "biodiversità" e che verranno a concorrere al possibile "Protocollo operativo di Monitoraggio" da sottoscrivere con gli Enti di controllo.

Successivamente, nell'ultimo paragrafo, si riportano i riscontri ottenuti dal monitoraggio dell'aviofauna effettuato dallo specialista Dottore Faunista che, ancor più, può concorrere al richiamato "Protocollo".

In merito al "monitoraggio" da effettuare sugli elementi della "biodiversità" il "PMA" prevede la stima della "fauna" presente in quanto un impianto agrivoltaico induce ad una serie di impatti che vanno verificati nel tempo.

Appare opportuno rilevare subito che, in merito alla componente "flora", non si ritiene di effettuare alcun "monitoraggio", in virtù del fatto che l'area dell'impianto sarà interessata da specifiche coltivazioni, come riportato nella relazione dello specialista Agronomo e che, sostanzialmente, costituisce una "mitigazione" e preservazione delle caratteristiche organolettiche e composizionali dell'epitetum.

In merito alla "fauna", come si avrà modo di riportare nel monitoraggio effettuato su 15 punti di ascolto (PDA), l'impianto che si propone si inserisce in un territorio che presenta un gran numero di specie in quanto, oltre all'area umida degli "Stagni e Saline di Punta della Contessa" presenta numerosi campi incolti che rappresentano aree trofiche e di stop-over di numerose specie.

Quanto sopra per riportare che il "monitoraggio" relativo agli aspetti faunistici e vegetazionali ha l'obiettivo di monitorare l'evoluzione degli ecosistemi che, direttamente o indirettamente, risultano interessati dalla presenza del parco agrivoltaico e di permettere l'attuazione di azioni di salvaguardia degli stessi qualora venisse riscontrato l'insorgere di particolari criticità.

Il percorso metodologico che verrà adottato nel "PMA" consiste nel misurare lo stato della componente nelle fasi "quo ante operam" (per le sole specie di passaggio per terreno per lo più incolto e con l'assenza di alberi), di costruzione e di esercizio, al fine di documentare l'evolversi delle sue caratteristiche e di comporre un esaustivo quadro di riferimento sullo stato di qualità naturalistica ed ecologica della fauna e della flora presenti nelle aree interessate dalla realizzazione dell'opera.

Il piano di monitoraggio da inserire nel "Protocollo Operativo di Monitoraggio" da sviluppare successivamente all'approvazione del procedimento autorizzativo verrà sviluppato come segue:

- relazione, allegata al progetto, relativa all'individuazione delle specie presenti, gli habitat frequentati, l'entità delle popolazioni e le tendenze evolutive; questa relazione progettuale costituisce la base di partenza sulla quale effettuare il successivo e periodico "monitoraggio";
- verifica della "matrice" ambientale nella fase di cantiere, anche se questa è limitata ad un tempo molto breve (circa 60 gg.);
- In fase di esercizio verranno effettuate periodiche analisi sulla tipologia e la quantità delle specie evidenziate nella fase di "ante operam", con la verifica di eventuali criticità e l'assunzione di eventuali e tempestive azioni di mitigazione

Appare opportuno rilevare che il "monitoraggio" dovrà necessariamente avvenire negli stessi periodi climatici dell'anno in modo da rendere compatibili e confrontabili i dati raccolti nella fase di monitoraggio.

Il piano di monitoraggio viene sviluppato in funzione delle attuali caratteristiche ecologiche del territorio interessato dalla realizzazione del parco agrivoltaico, sulla base della ricognizione preliminare dell'assetto dei luoghi, effettuata in sede di SIA, sia su base bibliografia sia mediante osservazioni dirette, come riportato nella relazione specialistica allegata.

A tal proposito appare opportuno rilevare che l'area d'interesse per l'impianto agrivoltaico non è interessata dalla presenza di "aree protette" e né interessa direttamente boschi e/o macchia mediterranea, non interessa colture intensive e/o di pregio e non interessa corpi idrici in genere.

Considerato il tipo di monitoraggio, non è possibile individuare un'unica area di indagine o dei punti univoci di misurazione poiché questi di volta in volta varieranno a seconda della componente faunistica, del gruppo sistematico e/o delle specie che saranno oggetto dei censimenti e delle verifiche sul campo.

In particolare, le ricerche si concentreranno certamente nell'area che comprende il perimetro del terreno recintato e adeguatamente mitigato.

4.12.1 Parametri, frequenza e metodologia del monitoraggio

Considerati i risultati ottenuti in sede di elaborazione dello SIA riguardanti le principali caratteristiche naturalistiche del sito di intervento e dell'area vasta, si intende concentrare i rilevamenti sull'individuazione delle specie appartenenti alle classi degli Uccelli (diurni e notturni) sia stanziali che presenti durante le fasi di migrazione, svernamento, nidificazione, ed accertarne la distribuzione sul territorio e dei Mammiferi volanti (Chiroteri – Vedi anche la relazione faunistica unita la progetto).

Lo studio sull'avifauna riguarderà la raccolta di dati sulla comunità delle specie attraverso il metodo dei "sentieri campione"; questo metodo è particolarmente adatto per essere applicato in tutte le stagioni e permette di raccogliere una discreta quantità di informazioni percorrendo ad andatura costante un itinerario con andamento rettilineo ed annotando tutti gli individui delle diverse specie osservate.

I sentieri verranno percorsi tenendo presenti le indicazioni di Jarvien & Vaisanen (1975-1976), scegliendo in anticipo il percorso su una mappa in modo che sia rappresentativo dell'area da studiare e percorrendo il tragitto nelle ore indicate, a seconda della specie.

I parametri che verranno raccolti saranno l'elenco delle specie presenti, loro frequenza e distribuzione all'interno dell'area campionata.

La programmazione del "monitoraggio" prevede:

- una campagna di monitoraggio (censimento faunistico) di durata annuale nella fase ante operam, immediatamente antecedente la cantierizzazione delle attività. In fase ante operam le indagini preliminari compiute nel SIA sono approfondite e finalizzate a caratterizzare lo stato dell'ambiente prima dell'inizio dell'insediamento dei cantieri. I rilievi eseguiti in questa fase hanno lo scopo di determinare il così detto "punto zero" con il quale raffrontare i dati rilevati in corso d'opera. Il monitoraggio "ante operam" sarà effettuato circa 6 mesi prima dell'avvio della fase di cantierizzazione; inoltre, la relazione faunistica specialistica allegata al progetto, evidenzia buona parte delle considerazioni che verranno riportate nella fase di "monitoraggio";
- una campagna di monitoraggio (censimento faunistico) in fase di cantiere;
- una campagna di monitoraggio durante i primi due anni di esercizio dell'impianto (censimento faunistico associato al monitoraggio della mortalità per collisione sia pur bassissima considerato che la massima altezza del parco agrivoltaico non supera i tre metri).

In relazione alle caratteristiche di ubicazione dell'opera i censimenti saranno finalizzati a rilevare il profilo faunistico evidenziando la composizione delle classi degli Uccelli e Mammiferi volanti (Chiroteri). Il rilevamento delle specie appartenenti alla classe degli uccelli si rende necessario in quanto l'avifauna è una componente faunistica sensibile all'installazione di un impianto agrivoltaico.

In tale indagine non saranno oggetto di ricerca i Mammiferi terrestri, i Rettili, gli Anfibi e gli Artropodi in quanto le caratteristiche progettuali e l'ubicazione dell'opera escludono interazioni negative e significative su tali categorie; la mancanza di negatività d'interazione è giustificata dalle misure di "mitigazione" adottate nell'ambito del progetto che,

nel qual caso, prevede la realizzazione di "tunnel di transito", attraverso la rete di recinzione, ogni 20 m. e con diametri di circa 20 cm.

Le indagini di campo saranno finalizzate a determinare la composizione della fauna nelle aree di indagine e saranno svolte con specifici criteri in relazione alla tipologia di specie monitorata ed in particolare:

- Avifauna diurna;
- Avifauna notturna;
- Avifauna migratrice;
- Chiroteri.

Per le osservazioni sul campo relativamente all'avifauna saranno utilizzati, dal professionista incaricato, strumenti ottici di elevata qualità quali binocoli e cannocchiali; i punti di osservazione saranno mappati tramite GPS.

Per registrare gli ultrasuoni emessi dai chiroteri sarà impiegato un bat-detector a divisione di frequenza.

Per la componente avifaunistica diurna si prevedono le seguenti modalità di rilievo:

- l'area d'indagine sarà rappresentata da un unico buffer di 1 km;
- All'interno dell'area di studio, come individuata, saranno individuati una serie di transetti idonei sulla base della rete viaria e sentieristica attualmente presente; tali transetti consentiranno di distribuire i punti di ascolto (PDA) ed osservazione che non dovranno essere comunque inferiori a 20-25 per km²;
- in ogni punto il rilevatore sarà dotato di una scheda di censimento nella quale verrà riportata la specie udita o avvistata; gli avvistamenti saranno mappati su apposita cartografia;
- le sezioni di rilevamento avranno inizio all'alba e si concluderanno entro mezzogiorno ed avranno una durata non inferiore ai 10 minuti per ogni punto;
- i rilevamenti saranno concentrati nei mesi di maggiore riproduttività (aprile maggio e giugno) con frequenza pari a 2 rilievi al mese.

Per la componente avifaunistica notturna si prevedono le seguenti modalità di rilievo:

- l'area di indagine sarà rappresentata sempre in un buffer di raggio di 1 km;
- l'area di studio ottenuta come sopra, sarà suddivisa in celle di lato non superiore a 200 metri che si appoggeranno al reticolo cartografico UTM; i nodi del reticolo costituiranno i punti di rilevamento;
- in ogni punto il rilevatore sarà dotato di una scheda di censimento, nella quale verrà riportata la specie udita o avvistata poi mappata su apposita mappa e di un registratore per emettere le vocalizzazioni specie-specifiche al fine di stimolare la risposta degli animali presenti nel territorio di studio (metodologia del playback);
- le sezioni di rilevamento inizieranno un'ora dopo il tramonto e proseguiranno fino alla mezzanotte ed avranno una durata non inferiore a 15 minuti per ogni punto.
- i rilevamenti saranno concentrati nei mesi di febbraio, marzo, aprile e maggio con frequenza pari ad un rilievo al mese.

L'indagine sull'avifauna migratrice è finalizzata a:

- verificare l'eventuale passaggio in corrispondenza dell'area occupata dal futuro parco agrivoltaico di specie di uccelli migratrici;
- verificare l'eventuale passaggio di avifauna stanziale che compie spostamenti aerei locali;
- individuare flussi migratori significativi;
- individuare la consistenza di specie residenti che per caratteristiche comportamentali (tecniche di volo), possano potenzialmente interagire con le stringhe dell'impianto agrivoltaico; a tal riguardo saranno condotti dei censimenti qualitativi e quantitativi di tutte le specie in volo osservate, secondo le seguenti modalità di lavoro:
 - l'area di indagine sarà rappresentata da un buffer di 1 km;
 - l'area di studio ottenuta come sopra, sarà suddivisa in celle di lato non superiore a 200 metri che si appoggeranno al reticolo cartografico UTM; i nodi del reticolo costituiranno i punti di rilevamento;

- in ogni punto il rilevatore sarà dotato di una scheda censimento, nella quale verrà riportata la specie avvistata, l'orario di avvistamento, l'attività comporta-mentale, la direzione di provenienza, il verso di spostamento e l'altezza dal suolo;
- le sezioni di rilevamento inizieranno alle ore 8:00 e proseguiranno fino alle 17:00 ed avranno una durata non inferiore ai 30 minuti per ogni punto.
- i rilevamenti saranno svolti durante tutto l'anno con frequenza pari a 2 volte nei mesi di marzo, aprile, maggio, settembre ed ottobre e mensile per i restanti mesi.

Per il monitoraggio dei Mammiferi volanti (Chiroterri) sarà impiegata una strumentazione specifica (bat-detector) che consente di captare gli ultrasuoni emessi dai Chiroterri, quindi, registrarli e successivamente analizzarli con fine di identificare le specie; tale attività sarà svolta secondo le seguenti modalità:

- preliminarmente sarà svolta un'indagine di ricerca volta ad evidenziare l'eventuale presenza di luoghi di rifugio all'interno di un'area buffer di 0,5 km;
- l'area di studio ottenuta come sopra, sarà suddivisa in celle di lato non superiore a 100 metri che si appoggeranno al reticolo cartografico UTM; all'interno di ciascuna cella sono previsti almeno due stazioni di rilevamento;
- in ogni stazione il rilevatore sarà dotato di un bat-detector e di una scheda di rilevamento apposita;
- le sezioni di rilevamento inizieranno al tramonto del sole sino alle 23:00 nei mesi di aprile, maggio e settembre, mentre sino alle 4:00 in giugno ed agosto;
- i rilevamenti bioacustici avranno una durata non inferiore ai 15 minuti per ogni punto.

Nella tabella seguente si riporta il riepilogo del piano di indagine relativo ai censimenti faunistici.

Mesi di "monitoraggio".	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giug.	Lugl.	Agos.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.
Frequenza rilevamento "aviofauna diurna"				2	2	2						
Frequenza rilevamenti "aviofauna migratoria"	1	1	3	3	3	1	1	1	3	3	1	1
Frequenza rilevamenti "aviofauna notturna"		1	1	1	1							
Frequenza rilevamenti "rifugi chiroterri"	1	1			1	1	1					1
Frequenza rilevamenti "chiroterri"					1		1		1			

Tabella n.38: Piano di monitoraggio per "aviofauna" e "chiroterri"

4.12.2 Reports relativi al monitoraggio.

Durante le attività di campo tutti i dati verranno riportati in apposite schede di rilevamento, e verranno effettuati rilievi fotografici.

A conclusione dei rilievi sul campo, sarà redatta una relazione finale contenente i seguenti elaborati:

- descrizione delle caratteristiche ambientali dell'area di indagine;
- cartografia tematica ambientale in scala opportuna (1:2.000) riguardante l'uso del suolo, l'altimetria, l'esposizione e la pendenza dell'area di indagine faunistica;
- cartografia tematica faunistica in scala opportuna riguardante la distribuzione dei transetti e dei punti di ascolto utilizzati durante i periodi di censimento, le aree di nidificazione e di alimentazione effettivamente utilizzate o potenzialmente idonee;
- numero di specie complessivo censito nel periodo di indagine con indicazione per ognuna di esse dello status di protezione, lo stato biologico e la sensibilità della specie al potenziale impatto con l'impianto agrivoltaico;
- stima della densità delle specie censite (n° di individui per unità di superficie);
- numero di specie migratrici con valutazione percentuale delle quote di volo e delle direzioni di migrazione;

- status regionale, nazionale e comunitaria delle specie individuate in base alla normativa attualmente in vigore ed ai riferimenti bibliografici scientifici;
- localizzazione delle aree di riproduzione, di ibernazione e di alimentazione presenti nell'area di indagine;
- eventuali indicazioni sulle misure mitigative al fine di ridurre gli impatti sulla componente faunistica oggetto di indagine;
- gli impatti registrati nell'ambito dell'impianto, con l'identificazione delle caratteristiche degli esemplari rinvenuti e dei periodi di maggiore incidenza degli impatti a causa del fenomeno di "abbagliamento" dei pannelli.

Il report sarà annuale e sarà regolarmente trasmesso agli Enti competenti.

4.12.3 Monitoraggio effettuato nell'area di studio.

Dalla relazione dell'esperto faunista si evince che l'area individuata per la realizzazione dell'impianto, oltre ad essere inserita nell'area SIN è anche inserita all'interno del perimetro del "Parco Naturale Regionale Saline di Punta della Contessa".

L'impianto proposto non interessa direttamente gli habitat di maggior interesse conservazionistico; tuttavia, le zone prossimali alle "Saline" rappresentano aree trofiche e di stop-over per numerosissime specie di uccelli, nonché habitat idoneo alla sopravvivenza di rettili.

L'area è costituita prevalentemente da coltivi (seminativi, carciofeti) alternati a poche aree incolte caratterizzate da arbusti sparsi e piccoli lembi di prateria e uliveti. Altri elementi riscontrati sono ruderi e casolari disabitati oltre al "Canale Pandi" e marginalmente al canale "Foggia di Rau", posto a Sud ma molto esterno all'impianto.

Proprio in virtù della sensibilità ecologica dell'area prossima alle saline, la BIO3 PV Hydrogen Srl ha ritenuto utile ed opportuno creare un'area di buffer fra l'estrema recinzione di EST ed i confini della zona ZSC/ZPS appartenente a Natura 2000 con la sigla IT9140003 e denominata "Stagni e Salina di Punta della Contessa".

L'area di buffer conterrà le richiamate aree trofiche e di stop-over per gli uccelli ed i rettili presenti in maniera stanziale. Le foto che seguono forniscono una concreta idea dell'area d'imposta dell'impianto ed anche dello stato di totale abbandono nel quale permane il "Parco".

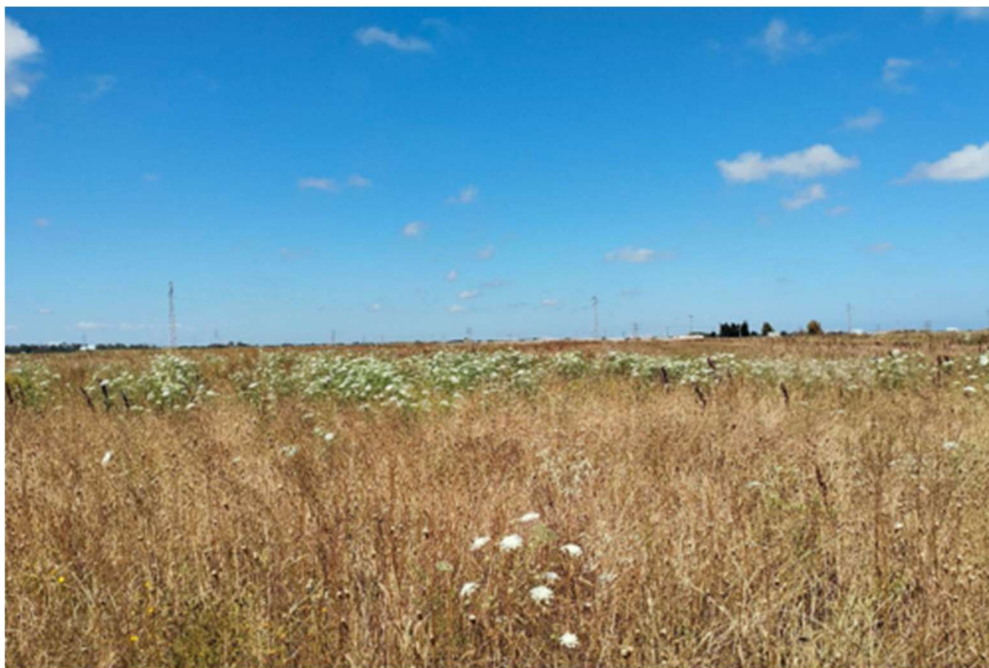


Foto n. 1: area dell'impianto in stato di "incolto".



Foto n. 2: area dell'impianto in stato di *"coltura seminativa"*.



Foto n. 3: seminativo con impianto di irrigazione



Foto n. 4: Coltivazione esausta di carciofi.



Foto n. 5: campo misto fra incolto e seminativo.

Al fine di individuare la comunità ornitica nidificante nell'area, è stata utilizzata la tecnica di rilevamento con punti (o stazioni) di ascolto (Blondel et al., 1981).

Sono state individuate 13 stazioni di ascolto (Fig. 13; Tab. 1), in modo da coprire la maggior superficie possibile dell'area in esame; la durata di ciascun punto è stata di 10 minuti, così come previsto nei monitoraggi standardizzati inizialmente nel Progetto MITO (monitoraggio italiano ornitologico) (Fornasari et al., 1999; Bibby, 2002) e successivamente applicato nel Progetto "L'indicatore Farmland Bird Index nei PSR 2014- 2020" finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali e coordinato dalla LIPU.

Di seguito si riporta la tavola relativa alle 13 stazioni ascolto che il Faunista ha ritenuto utili al monitoraggio dell'area in studio.

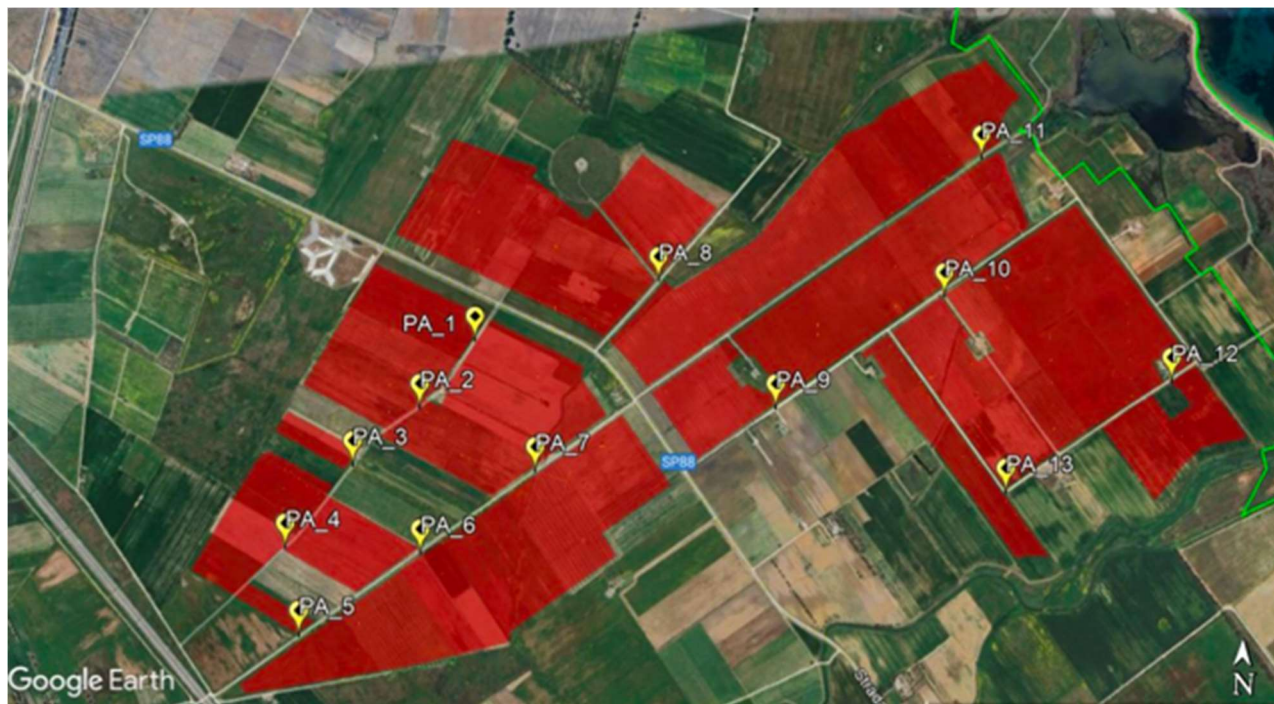


Tavola n. 20: Stazioni di ascolto per la caratterizzazione dell'aviofauna nidificante.

I rilevamenti sono stati effettuati in data 23/05/2024, e replicati in data 11/06/2024 con inizio poco dopo l'alba e conclusi entro le ore 11:00. In apposite schede di campo, sono stati inseriti gli uccelli visti e sentiti entro un raggio di 100 m, in modo da poter correlare con precisione i dati dei censimenti ai dati ambientali.

Durante gli spostamenti tra stazioni d'ascolto e a conclusione degli stessi, sono stati effettuati i transetti standardizzati al fine di completare la check-list delle specie presenti nell'area (uccelli) nonché individuare tracce dirette e indirette degli altri vertebrati (mammiferi, anfibi e rettili).

Allo scopo di trasformare il dato relativo al numero di individui rilevati in stima del numero di coppie nidificanti, oltre al numero di Uccelli osservati sono stati inseriti dei codici relativi alle caratteristiche dell'osservazione, quali:

- **C: maschio in canto o mostrante qualche altra manifestazione territoriale;**
- **M: maschio non in canto;**
- **F: femmina;**
- **J: giovani non atti al volo o appena involati;**
- **R: attività riproduttiva** (trasporto imbeccata, asportazione di sacche fecali, trasporto di materiale per il nido, ecc.);
- **V: soggetti in volo ALTO di trasferimento, la cui presenza non è strettamente connessa alla stazione di rilevamento**
- **1, 2, ... n numero dei soggetti osservati non in attività, isolati (1) o in gruppo (>1)**

La metodologia applicata è stata scelta poiché facilmente replicabile anche durante le prossime stagioni riproduttive, fornendo indicazioni importanti sull'utilizzo dell'area da parte delle specie presenti.

Le specie di uccelli nidificanti, rilevate nell'area in esame (anche al di fuori dei punti di ascolto) sono state inoltre codificate secondo i criteri dello European Ornithological Atlas Committee (EOAC), utilizzati anche dal progetto Atlante Italiano attualmente in corso.

In base a questi criteri è stato possibile individuare tre differenti categorie di nidificazione:

⇒ **Nidificazione possibile.**

- osservazione della specie durante la stagione riproduttiva;
- osservazione della specie durante la stagione riproduttiva in ambiente idoneo alla nidificazione;
- maschio in canto o altri richiami territoriali uditi in periodo riproduttivo.

⇒ **Nidificazione probabile**

- coppia osservata in ambiente favorevole durante il periodo riproduttivo;
- territorio permanente, ipotizzato dal rilevamento di comportamento territoriale (maschio in canto, comportamenti aggressivi) ripetuto più volte nella stessa stagione;
- corteggiamento, parata, accoppiamento;
- visita di un possibile sito di nidificazione;
- comportamento irrequieto o richiami di allarme da parte di adulti che fanno presumere la presenza di un nido o di giovani nelle vicinanze;
- adulti con placca incubatrice (osservazioni condotte durante operazioni di inanel-lamento);
- costruzione del nido o scavo di una cavità.

⇒ **Nidificazione certa:**

- individuo che simula una ferita o che distoglie l'attenzione dal nido;
- nido vuoto utilizzato di recente;
- giovani in piumino o che hanno appena lasciato il nido e incapaci di volare su lunghe distanze;
- adulto che arriva ad un nido, lo occupa, lo lascia; attività che rivela l'esistenza di un nido il cui contenuto non può essere verificato (troppo in alto o in una cavità);
- adulto che trasporta un sacco fecale;
- adulto che trasporta cibo per i piccoli durante il suo periodo di nidificazione;
- gusci d'uovo schiusi;
- nido visto con un adulto in cova;
- nido contenente uova o piccoli (visti o sentiti).

I dati ottenuti dai rilievi di campo sono stati necessari a completare il livello di conoscenza dell'area soprattutto per i lotti a Ovest e Sud-Ovest dell'area in esame (a monte della Strata Provinciale 88).

Nei restanti settori, oltre alle informazioni raccolte durante le sessioni in campo, è stato possibile consultare l'ampio data-base ornitologico in possesso, derivante da anni di monitoraggio e ricerche effettuate nel Parco Naturale Regionale "Saline di Punta della Contessa" e nella ZSC/ZPS IT9140003 "Stagni e Saline di Punta della Contessa" (es. Liuzzi et al. 2013; Liuzzi & Pino d'Astore 2022; Zenatello, Liuzzi et al. 2020).

Infine, è stata consultata la principale bibliografia esistente: Baccetti et al 2002; Brichetti & Fracasso 2003, 2004, 2006, 2007, 2008, 2010, 2011, 2013, 2015; La Gioia & Pino d'Astore 2010; Lardelli et al. 2022; Potenza 2002; Serra et al. 1997; Zenatello et al. 2014. Pertanto, è stato possibile ottenere una check-list di specie presenti nell'area durante l'intero ciclo annuale e la relativa distribuzione e diffusione.

I rilievi relativi a rettili, anfibi e mammiferi presenti nell'area di studio, sono stati effettuati in modo standardizzato, tramite transetti e anche in questo caso, i risultati sono stati implementati grazie alla consultazione della principale bibliografia esistente: Fattizzo & Marzano, 2002; Liuzzi & Scillitani 2010; Pozio & Frisenda 1982; Sindaco et al. 2006; Sindaco et al. 2022. I rilievi di campo hanno consentito di implementare le informazioni bibliografiche; nella tabella che segue viene riportato l'elenco completo delle specie regolari presenti nell'area in

esame nei diversi periodi dell'anno e fornite indicazioni sull'utilizzo della stessa.

Non sono state considerate le specie accidentali e/o che utilizzano l'area in maniera irregolare. Dette informazioni sono considerate propedeutiche all'attribuzione di un valore ornitologico dell'intera area dove è previsto l'impianto, che pertanto è stata suddivisa in tre categorie di interesse:

- ❖ **ZONA A, Valore Alto:** zona di rilievo, le specie svernanti e migratrici di elevato interesse conservazionistico che utilizzano l'area a scopo trofico e di *stop-over*.
- ❖ **ZONA B, Valore Medio:** zona di relativo interesse per le specie nidificanti e moderatamente utilizzata durante le altre stagioni come area trofica e di *stop-over*.
- ❖ **ZONA C, Valore Basso:** zona di interesse relativamente basso per le specie nidificanti, scarsamente utilizzata anche durante le altre stagioni.

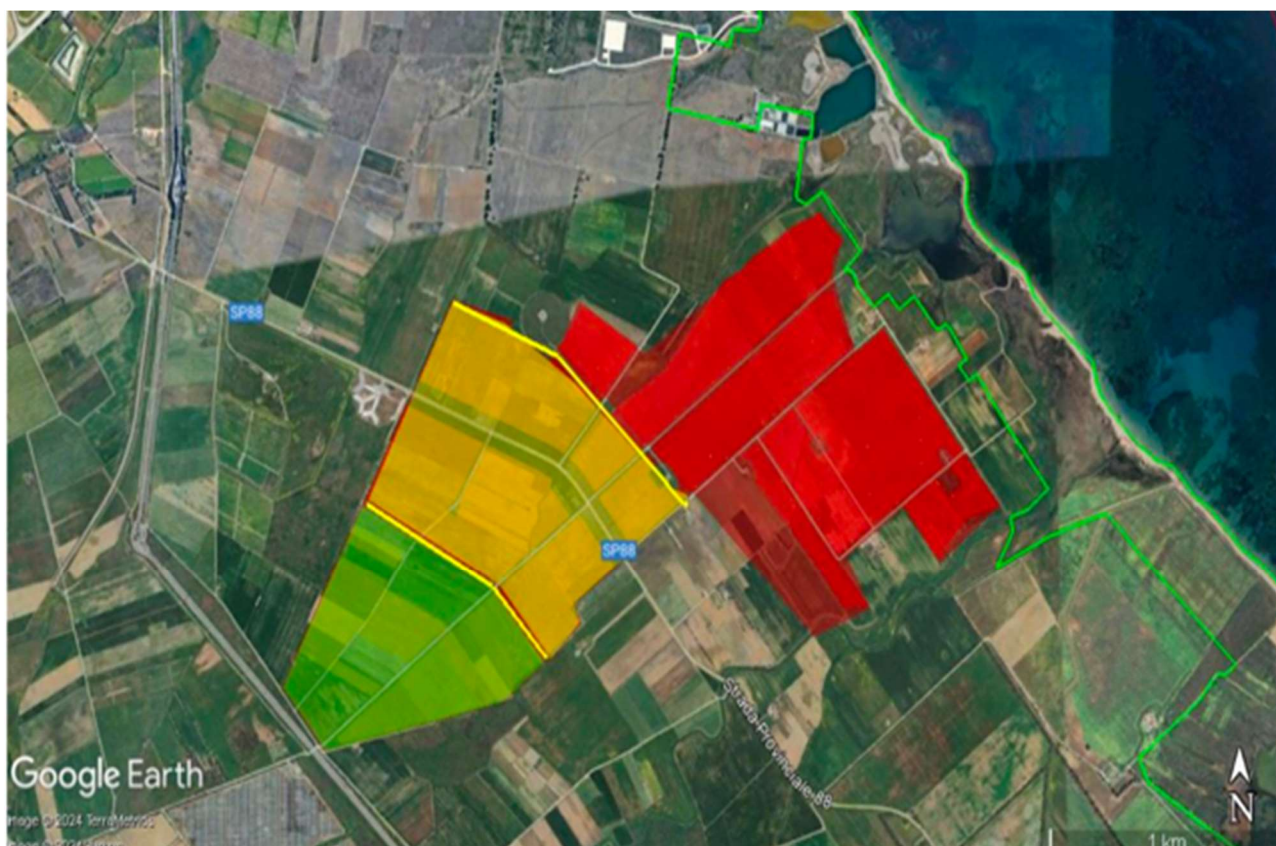


Tavola n. 21: suddivisione del valore ornitologico

Di seguito si riportano i risultati ottenuti dal monitoraggio effettuato durante i rilievi di campo; la stima del numero di coppie di aviofauna per ogni Punto d'ascolto è stata ottenuta confrontando i dati di entrambe le sessioni (maggio e giugno); il relativo codice atlante considerato fa riferimento alla coppia o individui maggiormente rappresentativi per ogni PDA (punto di ascolto).

Di seguito la tabella dei rilievi di campo effettuato con tutti i punti di ascolto (PDA) e con la stima del numero di coppie rappresentative.

Specie	PDA1	PDA2	PDA3	PDA4	PDA5	PDA6	PDA7	PDA8	PDA9	PDA10	PDA11	PDA12	PDA13	Tot
Fagiano comune										1	1		1	3
Tortora dal collare									1			1		2
Civetta		1			1					1		1		4
Poiana									1			1		2
Ghiandaia marina								1						1
Gheppio		1			1		1		1	1		1		6
Gazza					1			1		1		2		5
Taccola	1								1					2
Calandrella													2	2
Cappellaccia	3	2	3	2	1	4	1	3	3	2	2	1	3	30
Beccamoschino	2	3	1	4	2	3	2	1	3	3	4	4	4	36
Rondine							1							1
Usignolo di fiume							1							1
Occhiocotto					1		1							2
Passera d'Italia		6	2		4			2	5	11		30	1	61
Passera sarda									4	7		18		29
Passera mattugia												2		2
Fanello			2	1	3									6
Cardellino									2	2			3	7
Verzellino								2	1	1			1	5
Strillozzo	1	1	2	3	1	4	1	1	3	1	1	1	1	21

Tabella n. 38: specie individuate e coppie per ciascun PDA.

La successiva tavola riporta, nelle varie colonne, i risultati relativi alle stazioni di ascolto effettuate, il numero massimo di stazioni nelle quali la specie è stata riscontrata e la relativa percentuale, la stima di coppie nidificanti calcolata in base ai risultati di campo ed, infine, il codice atlante maggiormente rappresentativo individuato per ogni specie censita.

Specie	N. PDA	N. PDA tot.	% Diffusione	Stima Coppie	Codice Atlante
Fagiano comune	3	13	23,08	3-5	5
Tortora dal collare	2	13	15,38	2-4	5
Civetta	4	13	30,77	4-5	7
Poiana	2	13	15,38	1-2	5
Ghiandaia marina	1	13	7,69	1	4
Gheppio	6	13	46,15	6-8	13
Gazza	4	13	30,77	5-10	13
Taccola	2	13	15,38	2-4	4
Calandrella	1	13	7,69	2-5	5
Cappellaccia	13	13	100,00	30-40	13
Beccamoschino	13	13	100,00	36-46	13
Rondine	1	13	7,69	1-2	4
Usignolo di fiume	1	13	7,69	1-2	3
Occhiocotto	2	13	15,38	2-4	5
Passera d'Italia	8	13	61,54	60-100	14
Passera sarda	3	13	23,08	30-50	14
Passera mattugia	1	13	7,69	2-5	2
Fanello	3	13	23,08	10-12	16
Cardellino	3	13	23,08	10-12	13
Verzellino	4	13	30,77	10-12	13
Strillozzo	13	13	100,00	25-35	16

Tabella n. 39: riferimenti al monitoraggio effettuato.

Infine, le informazioni relative ai Mammiferi presenti nell'area indicano la presenza prevalente di specie generaliste o comunque ad ampia diffusione sul territorio nazionale e regionale. L'Erpetofauna, invece, presenta specie di elevato interesse conservazionistico, quali il Cervone, il Colubro leopardino e la Testuggine palustre europea, tutte inserite in All. II della Dir. 92/43/CEE e pertanto considerati prioritari. Tuttavia, mentre la presenza della Testuggine può essere considerata legata prevalentemente alle aree umide, i due Colubridi invece utilizzano l'area in esame nella sua interezza, sia a scopo trofico che riproduttivo.

Tra gli Anfibi, l'unica specie che utilizza l'area dell'impianto è il Rospo smeraldino, mentre le altre specie presenti, sono per lo più legate alle zone umide.

Mammiferi		Lista Rossa IUCN Italia	Dir. 92/43/CEE
Riccio europeo	<i>Erinaceus europaeus</i>	LC	
Arvicola di Savi	<i>Microtus savii</i>	LC	
Volpe	<i>Vulpes vulpes</i>	LC	
Donnola	<i>Mustela nivalis</i>	LC	
Faina	<i>Martes foina</i>	LC	
Rettili			
Geco comune	<i>Tarentola mauritanica</i>	LC	
Ramarro occidentale	<i>Lacerta bilineata</i>	LC	IV
Lucertola campestre	<i>Podarcis siculus</i>	LC	IV
Luscingola	<i>Chalcides chalcides</i>	LC	No
Biacco	<i>Hierophis viridiflavus</i>	LC	IV
Natrice dal collare	<i>Natrix helvetica</i>	LC	
Colubro leopardino	<i>Zamenis situla</i>	LC	II; IV
Cervone	<i>Elaphe quatuorlineata</i>	LC	II; IV
Anfibi			
Tritone italiano	<i>Lissotriton italicus</i>	LC	IV
Rospo smeraldino	<i>Bufo balearicus</i>	LC	IV
Rana di Lessona/esculentata	<i>Pelophylax lessonae/esculentus</i>	LC	V

Tabella n. 40: specie rilevate o potenzialmente presenti nell'area.

L'analisi dei dati raccolti durante i rilievi e la consultazione della bibliografia esistente delinea un quadro piuttosto dettagliato della fauna presente, sia nell'area dell'impianto che nelle aree prossimali; in particolare, l'elevato numero di specie è dovuto anche e soprattutto alle vaste aree umide del litorale che, poste oltre il buffer di rispetto voluto dal Committente, caratterizzano l'area ZSC/ZPS denominata "Stagni e Saline di Punta della Contessa".

4.13 Agenti fisici (rumore).

Il monitoraggio della componente rumore è organizzato in modo da consentire una corretta caratterizzazione del **clima acustico nella fase di esercizio dell'impianto**. Questo permetterà di verificare quanto ipotizzato nella relazione previsionale di impatto acustico relativamente ai ricettori sensibili individuati, nonché il rispetto dei limiti di legge in campo acustico diurno e notturno.

4.13.1 Inquadramento della "matrice" ambientale "rumore".

La caratterizzazione della componente rumore è stata dettagliata nel documento Studio previsionale degli impatti acustici, al quale si rimanda per la definizione del clima acustico esistente, per la classificazione dei ricettori censiti e per la previsione dell'impatto acustico generato dalla realizzazione e dall'esercizio del parco agrivoltaico.

La scelta dei ricettori su cui effettuare le campagne di monitoraggio sarà definita in sede di progettazione esecutiva in modo da tener conto sia degli esiti delle valutazioni previsionali di impatto acustico sia delle condizioni operative della fase di cantiere, che consentiranno di individuare la fonte di rumore più critica.

Si ritiene sufficiente eseguire il monitoraggio su 3 ricettori significativi anche riportati nella relazione sul monitoraggio dei parametri meteorologici

Una volta individuati i ricettori significativi sarà compilata una tabella riportante la codifica del punto di monitoraggio, la descrizione e l'ubicazione (coordinate N-E).

Punto codificato	Descrizione	Coordinate (N)	Coordinate (E)
PM rumore n. 1 (PMR1)			
PM rumore n. 2 (PMR2)			
PM rumore n. 3 (PMR3)			

Tabella n. 41- Descrizione dei n. 3 punti ricettori per il monitoraggio acustico

4.13.2 Parametri di monitoraggio, frequenza e restituzione del monitoraggio.

Fatta salva la relazione specialistica effettuata ed allegata al progetto, con indicazione delle prove e dei punti di rilievo, costituenti la condizione di "punto zero", per il monitoraggio della matrice "rumore" si prevede di effettuare:

- Per quanto riguarda la fase di cantiere, il cronoprogramma esecutivo dei lavori permetterà di realizzare le campagne di monitoraggio secondo l'effettiva programmazione temporale dei lavori, in corrispondenza delle lavorazioni potenzialmente più impattanti sotto il profilo acustico, quali ad esempio le fasi di sbancamento e di trasporto delle terre di scavo;
- una campagna di monitoraggio giornaliera durante il primo anno della fase di esercizio dell'impianto e con frequenza semestrale.

I parametri acustici che dovranno essere rilevati saranno i seguenti:

- livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata A LAeq, I min;
- il livello massimo con costanti di tempo impulse, fast, slow (LAI max, LAFmax, LASmax);
- i livelli statistici LI, L5, LJO, L50, L90, L99.

Il livello sonoro continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A" nei periodi di riferimento diurno (h 6+22) e notturno (h 22+6) è ricavato in laboratorio per mascheramento del dominio temporale esterno al periodo considerato.

Le metodiche di monitoraggio e la strumentazione impiegata considerano i riferimenti normativi nazionali e gli standard indicati in sede di unificazione nazionale (norme UNI) ed internazionale (Direttive CE, norme ISO) e, in assenza di prescrizioni vincolanti, i riferimenti generalmente in uso nella pratica applicativa, salvo diversa indicazione motivata da parte dell'Autorità Competente e/o di Controllo.

Le metodiche di monitoraggio sono inoltre definite in relazione alla variabilità del rumore da caratterizzare e alla attendibilità della stima richiesta nella singola postazione di misura.

Il progetto di monitoraggio prevede una serie di metodiche di misura standardizzate in grado di garantire la rispondenza agli obiettivi specifici di conoscenza dell'ambiente sonoro ed una elevata ripetibilità delle misure.

La strumentazione utilizzata per l'esecuzione delle misure fonometriche sarà conforme agli standard prescritti dall'articolo 2 del D.M 16.03.98: "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"; inoltre il sistema di misura soddisferà le specifiche di cui alla classe I delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994. Il fonometro utilizzato per le misure di livello equivalente sarà conforme alla classe 1 delle norme EN 60651/1994 e EN 60804/1994.

La risposta in frequenza della catena di registrazione utilizzata sarà conforme a quella richiesta per la classe 1 della EN 6065 I/I 994 e la dinamica sarà adeguata al fenomeno in esame.

I filtri e i microfoni che si utilizzeranno per le misure saranno conformi, rispettivamente, alle norme EN 61260/1995 (IEC 1260) e EN 61094- 1/1994 , EN 61094-2/1993, EN 61094-3/ 1995, EN 61094-4/1995. I calibratori saranno conformi alle norme CEI 29-4.

La postazione di misura sarà costituita da:

- un microfono per esterni;
- un sistema di alimentazione di lunga autonomia;
- fonometro con elevata capacità di memorizzazione dei dati rilevati, ampia dinamica e possibilità di rilevare gli eventi che eccedono predeterminate soglie di livello e/o di durata;

- box stagno di contenimento della strumentazione;
- un cavalletto o stativo telescopico sul quale fissare il supporto del microfono per esterni;
- un cavo di connessione tra il box che contiene la strumentazione e il microfono.

La caratterizzazione acustica dei ricettori monitorati sarà condotta mediante l'analisi e l'elaborazione delle misure su software dedicato in ambiente Windows NWW (Noise & Vibration Works) versione 2.6.1.

Inoltre, mediante l'installazione di centraline nelle vicinanze dei ricettori, sarà effettuato un rilievo dei parametri meteorologici:

- Temperatura (T °C);
- Umidità relativa dell'aria (Uro/o);
- Velocità e direzione del vento (VV m/s);
- Precipitazioni (P mm).

Le misurazioni di tali parametri hanno lo scopo di determinare le principali condizioni climatiche, caratteristiche dei bacini acustici di indagine e di verificare il rispetto delle prescrizioni normative, che sottolineano di non effettuare rilevazioni fonometriche nelle seguenti condizioni meteorologiche:

- velocità del vento > 5 m/sec;
- presenza di pioggia e di neve.

Quanto ottenuto nelle campagne di monitoraggio, in sostanza, consistono in:

- descrizione del punto di monitoraggio;
- zonizzazione acustica del territorio e limiti di legge;
- basi cartografiche in scala idonea con la localizzazione dei punti di misura;
- documentazione fotografica dei punti di misura;
- parametri temporali del monitoraggio;
- caratteristiche territoriali influenti sui processi di propagazione del rumore: morfologia, copertura superficiale del terreno, ostacoli naturali ed artificiali, etc.;
- caratteristiche meteorologiche di fonte pubblica/privata rilevate in stazioni meteo significative ai fini dello studio (posizione e denominazione della stazione, sintesi statistica degli indicatori osservati, etc.);
- descrizione delle sorgenti di rumore rilevate;
- condizioni di esercizio del parco agrivoltaico nel corso dei rilievi;
- indicatori meteorologici rilevati in contemporanea con la misura del rumore, con tecnica spot;
- elaborazione dei dati e calcolo dei parametri di riferimento;
- sintesi dei risultati;
- verifica dei limiti normativi.

Queste informazioni vengono sintetizzate in work-sheet e schede di analisi grafico numeriche ed i risultati del monitoraggio verranno trasmessi ai competenti uffici in materia di ambiente e salute pubblica (Regione, ARPA, Provincia, Comune).

In caso di verifica del mancato rispetto dei limiti vigenti saranno tempestivamente adottate dal proponente idonee misure di abbattimento e/o mitigazione acustica.

Si rimarca inoltre, con particolare riferimento alla fase di cantiere, che la normativa prevede la possibilità di richiedere all'amministrazione comunale eventuali deroghe al rispetto dei limiti normativi vigenti in occasione di eventuali specifiche attività potenzialmente più rumorose purché di durata limitata nel tempo, così come effettivamente avviene per i cantieri edili.

4.13.3 Quadro di riferimento normativo.

- D.P.C.M. 01/03/91 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell' ambiente esterno";
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge Quadro sull'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 05/12/97 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici";
- D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.P.C.M. 16/03/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- D.M. 29/11/00 - "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimenti e abbattimento del rumore";
- D.M. del 23/11/01 - Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29/11/00 "Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimenti e abbattimento del rumore";
- D.P.R. n. 142 del 30/03/04 - "Regolamento recante norme di esecuzione dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995 n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico stradale";
- Circolare del 06/09/2004 - Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio. "Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali" (GU n.217 de 15/09/2004);
- Decreto Legge 194, in attuazione alla direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione della gestione del rumore ambientale;
- Legge Regionale 12 febbraio 2002, n. 3 "Norme di indirizzo per il contenimento e la riduzione dell'inquinamento acustico" (B.U. 20 febbraio 2002, n. 25).
- Variante del Piano di zonizzazione acustica del Comune Di Brindisi:
 - Delib. G.C. n.328 del 05.08.2011 - L.R. n.3/2002 Modifica alla variante alla zonizzazione acustica comunale adottata con delib. G.C. 243/2011;
 - Delib. G.C. n.243 del 17.06.2011 - Adozione di variante zonizzazione acustica comunale;
 - Delib. G.P. n.56 del 12.04.2012 - Approvazione variante piano di zonizzazione acustica del Comune di Brindisi.

4.13.4 Sintesi sulla matrice ambientale "rumore" per successivo "Protocollo operativo di Monitoraggio".

- Riportare brevemente la normativa di riferimento per la componente rumore.
- Definire i punti di monitoraggio individuati motivandone le scelte (tipologia e posizione dei ricettori, caratteristiche morfologiche del territorio, cicli di lavorazione sorgenti di emissione presenti nell'area d'indagine, etc.) e fornire l'elenco completo degli stessi, comprese le caratteristiche di ogni singolo punto, come riportato in tabella 42.

Codice punto	Localizzazione					Durata del monitoraggio	Periodo del monitoraggio	Monitoraggio		Fase
	Coordinata X	Coordinata Y	Indirizzo	Località	Comune			cantiere	viabilità	
Inserire il codice Rum_01 e numerare progressivamente.	Inserire la coordinata Gauss-Boaga	Inserire la coordinata Gauss-Boaga	Inserire l'indirizzo del sito ove si trova il punto di monitoraggio o, qualora non disponibile, altro riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località ove è situato il punto di monitoraggio	Inserire il Comune ove è situato il punto di monitoraggio	Inserire la durata del monitoraggio	Inserire il periodo di riferimento (diurno e/o notturno)	Barrare con una X se il punto di monitoraggio rileva la rumorosità prodotta da attività di cantiere	Barrare con una X se il punto di monitoraggio rileva la rumorosità prodotta da traffico	Indicare le fasi (AO/ CO/ PO) nelle quali è previsto il monitoraggio

Tabella 42: sintesi dei punti di monitoraggio della componente rumore

- Individuare i parametri da monitorare (livelli assoluti di emissione e/o immissione, livelli differenziali) e, per ciascun parametro analitico individuato, indicare i valori di cui alla seguente tabella 43:

Codice punto	Parametro	Soglia di allarme	Classe/ zona acustica	PCCA	Valore limite classe /zona acustica	Fasce di pertinenza	Valore limite fascia di pertinenza	Ricettore sensibile
Inserire il codice del punto di monitoraggio (Rum_XX)	Inserire il parametro monitorato: - livello assoluto d'immissione diurno, - livello assoluto d'immissione notturno, - livello assoluto di emissione diurno, - livello assoluto di emissione notturno, - livello differenziale diurno, - livello differenziale notturno	Inserire il valore determinato in funzione delle previsioni dello SIA, nonché di eventuali valori obiettivo / qualità individuati dalle specifiche normative di settore	Inserire, per i Comuni ove vige il PCCA, la classe acustica, ai sensi del D. P. C. M. 14. 11. 1997, in cui ricade il punto di monitoraggio, o, i Comuni ove tale Piano non è approvato, la zona in cui ricade il punto di monitoraggio ai sensi del D. P. C. M. 01. 03. 1991	Inserire negli estremi dell'atto di approvazione o adozione (se non ancora approvato) del PCCA	Inserire il valore limite previsto dal PCCA per l'area in cui ricade il punto di monitoraggio	Qualora il punto di monitoraggio ricada in fascia di pertinenza stradale, così come individuata dal D. P. R. 142/ 2004, riportare: il tipo di strada, il sottotipo acustici, l'ampiezza della fascia di pertinenza acustica Qualora il punto di monitoraggio ricada in fascia di pertinenza ferroviaria, così come individuata dal D. P. R. 459/ 1998, riportare la relativa fascia di pertinenza	Inserire il valore limite previsto dalla normativa di settore per la fascia di pertinenza in cui ricade il punto di monitoraggio	Barrare con una X se il punto di monitoraggio è situato in corrispondenza di un ricettore sensibile (scuole, ospedali, case di cura e di riposo, ...)

Tabella 43: sintesi dei parametri misurati

- Definire le frequenze di monitoraggio previste nelle diverse fasi del progetto (ante-operam, corso d'opera, post-operam) specificando, per ciascuna fase, il numero di monitoraggi previsti, come riportato in tabella 44.

Codice punto	Parametro	Frequenza di monitoraggio			Numero di monitoraggi		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
Inserire il codice del punto di monitoraggio (Rum_XX)	Inserire il parametro monitorato	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase

Tabella 44: sintesi delle frequenze di monitoraggio

- Descrivere le metodologie di misura, la strumentazione impiegata (che dovrà essere rispondente ai requisiti di cui all'art. 2 del D.M. 16.03.1998) ed il software per l'elaborazione dei dati e riportare in tabella 45 le informazioni sintetiche richieste.

Tipo di strumentazione	Marca e modello	N. Matricola	Tarato il	Certificato taratura n.	NOTE:	Fase del progetto	Parametri

Tabella 45: sintesi degli strumenti di misura e del software di elaborazione

Fase	Data	Id Punto	Tipo di livello (emissione, immissione, differenziale)	ZONA ACUSTICA o Fascia di Pertinenza	LIMITE DIURNO - dB(A)	LIMITE NOTTURNO - dB(A)	Condizioni meteo	Velocità vento m/s	Direzioni e vento	Presenza componenti tonali e/o impulsive	Condizioni di esercizio	Ora inizio	Ora fine	Sorgenti acustiche in funzione	Leq(A) misurato dB(A)	Tempo di riferimento	Tempo di osservazione	Tempo di misura	

Tabella 46: sintesi degli autocontrolli del monitoraggio della componente rumore

- Allegare una planimetria dell'area interessata dal monitoraggio ambientale, in cui siano evidenziati:
 - ❖ la classificazione acustica dell'area interessata,
 - ❖ le infrastrutture, con relative fasce di pertinenza, ricadenti nell'area interessata,
 - ❖ il perimetro del sito interessato dall'opera soggetta a monitoraggio ambientale,
 - ❖ la localizzazione dei punti di monitoraggio,
 - ❖ la localizzazione dei ricettori, contraddistinguendo quelli sensibili,
 - ❖ eventuali altre sorgenti di rumore che insistono sull'area indagata.

4.13.5 Inquadramento della "matrice" ambientale "vibrazioni" anche per successivo "Protocollo operativo di monitoraggio".

- Riportare brevemente la normativa di riferimento per la componente vibrazioni.
- Definire i punti di monitoraggio individuati motivandone le scelte (individuazione di eventuali ricettori sensibili e edifici di interesse storico-monumentale, tipologia strutturale degli edifici e loro destinazione d'uso, tipologia del terreno, maggiore sensibilità dei ricettori all'impatto vibrazionale, minore distanza dalle sorgenti di vibrazione, etc.) e fornire l'elenco completo degli stessi, comprese le caratteristiche di ogni singolo punto, come riportato in tabella 47.

Codice punto	Localizzazione					Durata del monitoraggio	Periodo del monitoraggio	Fase
	Coordinata X	Coordinata Y	Indirizzo	Località	Comune			
Inserire il codice Vib_01_PX e numerare progressivamente. Alla lettera X sostituire T se la rilevazione viene eseguita a piano terra dell'edificio, I se viene eseguita al primo piano, II se viene eseguita al secondo piano e così via	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire coordinata Gauss-Boaga	Inserire l'indirizzo del sito ove si trova il punto di monitoraggio o, qualora non disponibile, altro riferimento utile per la localizzazione	Inserire la località ove è situato il punto di monitoraggio	Inserire il Comune ove è situato il punto di monitoraggio	Inserire la durata del monitoraggio	Inserire il periodo di riferimento (diurno e/ o notturno)	Indicare le fasi (AO/CO/PO) nelle quali è previsto il monitoraggio

Tabella 47: sintesi dei punti di monitoraggio della componente vibrazioni

- Individuare i parametri da monitorare (livello delle accelerazioni triassiali complessive ponderate in frequenza diurno e/o notturno, velocità di vibrazione media e di picco) e, per ciascun parametro individuato, indicare i valori di cui alla seguente tabella 48:

Codice punto	Parametro	Tipologia del ricettore	Soglia di allarme	Valore limite	Ricettore sensibile
Inserire il codice del punto di monitoraggio (Vib_XX_PX)	Inserire il parametro monitorato	Inserire la tipologia del ricettore (edificio residenziale, commerciale, industriale, scuola, ospedale, ...)	Inserire il valore determinato in funzione delle previsioni dello SIA, nonché delle soglie di disturbo individuate dalle specifiche normative tecniche di settore	Inserire il valore indicato dalla norma UNI 9614	Barrare con una X se il punto di monitoraggio è situato in corrispondenza di un ricettore sensibile (scuole, edifici adibiti a presidi sanitari, edifici residenziali, siti di interesse archeologico, ...)

Tabella 48: sintesi dei parametri misurati

- Definire le frequenze di monitoraggio previste nelle diverse fasi del progetto (ante-operam, corso d'opera, post-operam) specificando, per ciascuna fase, il numero di monitoraggi previsti, come riportato in tabella 49.

Codice punto	Parametro	Frequenza di monitoraggio			Numero di monitoraggi		
		AO	CO	PO	AO	CO	PO
Inserire il codice del punto di monitoraggio (Vib_XX_PX)	Inserire il parametro monitorato	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire la frequenza di monitoraggio	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase	Inserire il numero di monitoraggi ricavato in funzione della frequenza e della durata della singola fase

Tabella 49: sintesi delle frequenze di monitoraggio

- Descrivere le metodologie di misura, la strumentazione impiegata ed il software per l'elaborazione dei dati e riportare in tabella 50 le informazioni sintetiche richieste.

Parametro	Strumentazione impiegata	Software di elaborazione
Inserire il parametro monitorato	Elencare la strumentazione impiegata per le rilevazioni	Indicare il software di elaborazione dei dati acquisiti

Tabella 50: sintesi degli strumenti di misura e del software di elaborazione

Fase	Data	Id Punto	Norma/ Metodo	Misura n.	Condizioni meteo	Velocità Vento m/s	Direzione Vento	Temperatura °C	Pressione Hg	Ora inizio	Ora fine	Velocità di vibrazione mm/sec	Frequenza (Hz)	Valore di picco	Valore limite

Tabella 51: sintesi degli autocontrolli del monitoraggio della componente vibrazione

- Allegare una planimetria dell'area interessata dal monitoraggio ambientale, in cui siano evidenziati:
 - ❖ il perimetro del sito interessato dall'opera soggetta a monitoraggio ambientale,
 - ❖ la localizzazione dei punti di monitoraggio,
 - ❖ la localizzazione dei ricettori, contraddistinguendo quelli sensibili,
 - ❖ eventuali altre sorgenti di vibrazioni che insistono sull'area indagata.

4.14 Gestione dei "rifiuti" prodotti e delle "terre da scavo".

Di seguito si riportano considerazioni in merito alla "gestione" delle "terre da scavo" da effettuarsi sia nell'ambito della "fase di cantiere" che in quello della "post operam".

Inoltre, si tratterà brevemente del monitoraggio dei "rifiuti" che l'impianto verrà a produrre nel corso del proprio esercizio.

4.14.1 Considerazioni in merito alle "terre da scavo".

Il DPR n. 120 del 13 giugno 2017, n. 120, recante "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164. (17G00135) (GU Serie Generale n.183 del 07-08-2017) è quello che regola la "gestione de" delle terre provenienti da scavo e che, sostanzialmente, riporta la disciplina relativa:

- ai materiali da scavo provenienti da cantieri di piccole dimensioni;
- ai materiali da scavo provenienti da cantieri di grandi dimensioni;
- ai materiali da scavo provenienti da cantieri sottoposti ad AIA/VIA (come nel nostro caso);
- ai materiali da scavo provenienti da siti oggetto di bonifica;
- ai materiali da scavo gestiti come rifiuti
- ai materiali da scavo in esclusione dalla normativa dei rifiuti, ex. Art 185 del D.LGS. 152/06

Il richiamato DPR 120/2017 disciplina anche i controlli che vanno effettuati.

L'impianto da realizzare rientra tra quelli, se pur assoggettato alla procedura di VIA, fra quelli di grandi dimensione essendo il volume di scavo pari a circa 20.000 mc ed inferiore a 6.000 mc come riportato nel richiamato DPR 120/2017, all'art. 2 comma 1 lettera "u".

Le terre di scotico e di scavo per la realizzazione dei cavidotti, saranno riutilizzate nell'ambito del medesimo cantiere per il leggero rimodellamento morfologico dovuto alla presenza di pendenze che, nel qual caso, verranno eliminate; al momento non si ritiene di avere un eccesso di terre rispetto al "rimodellamento" ed ove ciò dovesse essere necessario si procederà all'avvio di queste terre verso altri siti per il loro riuso in coerenza a quanto disposto dall'art. 21 del DPR 13 giugno 2017, n. 120, per i grandi cantieri.

Qualora, in presenza di surplus ed in assenza di un sito di "riuso" per la destinazione finale, queste saranno trattate come "rifiuto" e avviate a recupero verso centri autorizzati e/o in discarica, come da norma richiamata.

Appare necessario ed opportuno, comunque, riportare che queste terre rosse eluviali sono molto ricche di minerali ferrosi e vengono fortemente richieste dai produttori di vigneti, ciò comporta il facile utilizzo dell'eventuale surplus.

4.14.2 Considerazioni in merito al monitoraggio dei “rifiuti”.

Per quanto riguarda la matrice rifiuti, sarà predisposta una raccolta dati finalizzata alla verifica della buona gestione dei rifiuti prodotti durante le fasi di realizzazione, esercizio e dismissione del parco agrivoltaico.

Le informazioni saranno riportate in apposite schede riassuntive contenenti indicazioni circa la tipologia del rifiuto (codice CER e descrizione), quantità, attività di provenienza, destinazione, frequenza e modalità di controllo e analisi.

Check list per la gestione dei "rifiuti" prodotti.						
Codice CER	Descrizione	Quantità (mc)	Provenienza	Destinazione	Controllo	Frequenza

Tabella n. 52 : Monitoraggio rifiuti prodotti

In fase di costruzione e dismissione le schede saranno redatte a partire dall'inizio dei lavori, con cadenza trimestrale. Al termine di ciascuna fase di cantiere sarà predisposta una scheda riepilogativa generale.

In fase di esercizio la medesima scheda di rilevazione sarà compilata con cadenza annuale, riportando il riepilogo dei rifiuti derivanti dalla manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto.

Al fine di una corretta classificazione chimico-fisica e merceologica dei rifiuti, si prevede di eseguire un campionamento ed analisi per ciascuna tipologia di rifiuto al momento della prima produzione nel singolo cantiere o attività.

Le analisi conterranno la verifica dei criteri di ammissibilità in discarica o di conformità per il recupero, in base alla destinazione finale del rifiuto.

Nelle fasi di cantiere i depositi temporanei dei rifiuti saranno fisicamente separati da quelli delle materie prime o di sottoprodotti e saranno gestiti nel rispetto delle modalità previste dall'Art.183 del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii, adottando il criterio temporale (il conferimento avverrà con cadenza almeno trimestrale, indipendentemente dalle quantità in deposito).

Si procederà alla verifica periodica delle quantità in giacenza per ciascuna tipologia di rifiuto, compilando un apposito Registro delle giacenze contenente le informazioni di seguito elencate.

- Codice CER
- Descrizione
- Identificazione deposito temporaneo, nel caso in cui vengano individuate più aree di deposito
- Data del controllo
- Modalità deposito (cassoni, big bags, area perimetrata, ecc.)

Registro delle giacenze					
Codice CER	Descrizione	Deposito temporaneo	data	deposito	Quantità

Tabella n. 53: Monitoraggio delle giacenze dal registro tipo.

Si riporta di seguito il riepilogo dei controlli/monitoraggio da effettuare sulla produzione dei rifiuti nelle diverse “fasi” che caratterizzano l'impianto.

FASE DI LAVORO	Tipologia di controllo	Frequenza del controllo
Quo ante operam		
Fase di costruzione	Produzione rifiuti	trimestrale+ relaz. finale
	Giacenza temporanea	mensile
Fase di esercizio	Produzione rifiuti	Annuale
Fase di costruzione	Produzione rifiuti	trimestrale+ relaz. finale
	Giacenza temporanea	mensile

Tabella n. 54: Monitoraggio per “fasi” dei rifiuti prodotti.

Tutto quanto sopra riportato, con la raccomandazione relativa al fatto che i terreni sono inseriti nell'ambito della zona SIN e che, quindi, vanno opportunamente caratterizzati, ove non utilizzati nell'ambito dei terreni dello stesso impianto.

4.15 Cronoprogramma delle attività di monitoraggio anche in funzione del "Protocollo Operativo di Monitoraggio".

Di seguito si riportano, in forma tabellare, le attività di monitoraggio da realizzare nelle tre fasi di gestione dell'impianto e quindi: ante operam, di cantiere, di gestione e post operam.

4.15.1 Attività di monitoraggio ante operam.

Nella tabella che segue si riportano, per ogni componente ambientale monitorata, la tipologia di indagine da eseguire e la durata delle attività di AO in funzione del crono-programma dei lavori.

MATRICE	Tipologia di monitoraggio	Durata e frequenza
Fauna	censimento	semestrale - prima costruzione
Rumore	Misura in continuo	unica prima cantiere esercizio: 2 giorni/settimana
Atmosfera	Misura PTS (PM10-PM2,5)	n.1 camp. Mon. prima cantiere n.2 campagne durante cantiere
Terreno agricolo	parametri composizionali	n.1 camp. Mon. prima cantiere n.1 camp. Mon. /anno -esercizio n.1 camp. Mon. Post mortem

Tabella n. 55: Riepilogo attività di monitoraggio nella fase di "ante operam".

4.15.2 Attività di monitoraggio in fase di cantiere.

Nella tabella seguente si riporta, per ogni componente ambientale monitorata, la tipologia di indagine da eseguire e la durata della cantierizzazione

MATRICE	Tipologia di monitoraggio	Durata e frequenza
Fauna	censimento faunistico	semestrale - prima costruzione
Rumore	Misura in continuo	cantiere: 2 giorni/settimana
Atmosfera	Misura PTS (PM10-PM2,5)	n.1 camp. Mon. prima cantiere n.2 campagne durante cantiere
Terreno agricolo	parametri composizionali	n.1 camp. Mon. prima cantiere

Tabella n. 56: Riepilogo attività di monitoraggio nella fase di "cantiere".

4.15.3 Attività di monitoraggio in fase di “esercizio”

Nella tabella seguente si riporta, per ogni componente ambientale monitorata, la tipologia di indagine da eseguire nella fase di “esercizio”

MATRICE	Tipologia di monitoraggio	Durata e frequenza
Fauna	censimento	XXXXXXXXXXXXXXXX
Rumore	Misura in continuo	XXXXXXXXXXXXXXXX
Atmosfera	Misura PTS (PM10-PM2,5)	XXXXXXXXXXXXXXXX
Terreno agricolo	parametri composizionali	n.1 camp. Mon. /anno -esercizio

Tabella n. 57: Riepilogo attività di monitoraggio nella fase di “esercizio”.

4.15.4 Attività di monitoraggio in fase di “post operam”.

Nella tabella seguente si riporta, per ogni componente ambientale monitorata, la tipologia di indagine da eseguire nella fase di “smantellamento/post operam” dell’impianto.

MATRICE	Tipologia di monitoraggio	Durata e frequenza
Fauna	censimento	XXXXXXXXXXXXXXXX
Rumore	Misura in continuo	XXXXXXXXXXXXXXXX
Atmosfera	Misura PTS (PM10-PM2,5)	XXXXXXXXXXXXXXXX
Terreno agricolo	parametri composizionali	n.1 campionamento finale.

Tabella n. 58: Riepilogo attività di monitoraggio nella fase di “post operam”.