

# IMPIANTO AGRIVOLTAICO "e-VerGREEN" E OPERE CONNESSE

COMUNI DI SANTHIÀ (VC) E CARISIO (VC)

Potenza energetica impianto: 76.6 MWp

## Proponente

**EG EDO S.R.L.**

VIA DEI PELLEGRINI 22 - 20122 MILANO (MI) - P.IVA: 11616350960 - PEC: egedo@pec.it

**EG Edo S.R.L.**

Via dei Pellegrini, 22  
20122 Milano (MI)  
P. IVA/C.F. 11616350960

## Progettazione

**DOTT. FOR. EDOARDO PIO IURATO**

Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 TORINO (TO)

P.IVA 10189620015 - PEC: envicons@legalmail.it

## Collaboratori

**DOTT. FOR. MAURIZIO PREVIATI**

**DOTT. FOR. IVAN BEVILACQUA**

**DOTT.SSA FOR. ARIANNA GIOVINE**

**ARCH. GIULIA FONTANA**

## Coordinamento progettuale

**DOTT. FOR. EDOARDO PIO IURATO**

Lungo Po Antonelli, 21 - 10153 TORINO (TO)

P.IVA 10189620015 - PEC: envicons@legalmail.it

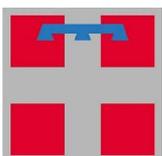
## Titolo Elaborato

### Studio di Impatto Ambientale (SIA)

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
Definitivo	FTV22CP05-AMB-R-02	--	--	24/07/2023	--

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	15/04/2022	--	DFAG	DEPI	ENF
01	24/07/2023	--	DFAG	DEPI	ENF



# Studio di Impatto Ambientale

---

Preambolo .....	5
1. Nota introduttivo-metodologica.....	7
2. Contestualizzazione di progetto e quadro politico-normativo .....	9
2.1. La politica Europea in materia di FER.....	9
2.2. Quadro FER italiano e normativa nazionale.....	12
2.3. Quadro FER Regione Piemonte e normativa regionale .....	20
2.4. Focus normativo sul c.d. “agrivoltaico” .....	26
3. Quadro ambientale e territoriale.....	30
3.1. Inquadramento territoriale - geografico del sito.....	30
3.2. Criteri di scelta del sito e contestualizzazione dell’opera in progetto.....	32
3.3. Elementi territoriali, demografici e produttivi .....	34
3.4. Clima e qualità dell’aria .....	35
3.4.1. Clima.....	35
3.4.1.1. Focus meteorologico a scala nazionale.....	35
3.4.1.2. Focus meteorologico a scala regionale .....	41
3.4.1.3. Focus meteorologico a scala locale.....	44
3.4.2. Qualità dell’aria .....	48
3.5. Caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche .....	50
3.6. Sistemi di terre, caratteri pedologici e uso del suolo .....	52
3.7. Idrografia di superficie e sistema idraulico/idrologico .....	56
3.7.1. Stato qualitativo dei corpi idrici superficiali.....	61
3.7.2. Stato qualitativo dei corpi idrici sotterranei.....	64
3.8. Componenti naturalistiche ed ecosistemiche .....	67
3.8.1. Inquadramento faunistico della Provincia di Vercelli .....	68
3.8.2. Inquadramento floristico-vegetazionale e flora locale .....	76

3.9.	Componenti storiche, artistiche e paesaggistiche .....	90
3.10.	Componenti archeologiche.....	91
3.11.	Inquadramento acustico .....	94
3.11.1.	Rilievi fonometrici <i>Ante-Operam</i> .....	96
3.11.2.	Previsione di impatto acustico – Fase di cantiere .....	98
3.11.3.	Previsione di impatto acustico – Fase di esercizio .....	100
3.11.4.	Interventi di mitigazione degli effetti .....	102
3.12.	Cumulo con altri progetti .....	102
3.13.	Analisi dello scenario di base (ipotesi zero) e ipotesi alternative.....	106
3.13.1.	Ipotesi zero.....	106
3.13.2.	Ipotesi alternative .....	107
3.13.3.	Valutazioni comparative ipotesi zero e alternative .....	111
4.	Ambiti di tutela e valorizzazione ambientale .....	113
4.1.	Analisi vincolistica .....	113
4.2.	Valutazioni conclusive .....	124
5.	Quadro progettuale agrivoltaico .....	134
5.1.	La componente agricola di progetto .....	135
5.1.1.	L'agricoltura in Piemonte e focus in ambito vercellese.....	135
5.1.2.	Sinergie agro-energetiche ed elementi chiave di progettazione.....	136
5.1.2.1.	Semina di erbaio da foraggio .....	138
5.1.2.2.	Coltivazioni erbacee di pieno campo.....	140
5.1.2.3.	Attività apistica .....	141
5.1.2.4.	Allevamento elicicolo.....	142
5.1.3.	Coerenza del progetto con le “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici” ...	143
5.2.	La componente energetica di progetto .....	146
5.2.1.	Descrizione dell'impianto fotovoltaico .....	146

5.2.1.1. Moduli fotovoltaici e strutture di sostegno .....	148
5.2.1.2. Inverter .....	149
5.2.1.3. Locali tecnici: unità di trasformazione .....	150
5.2.1.4. Locali tecnici: locale quadro MT e sala di controllo .....	151
5.2.1.5. Sistema di accumulo e relativa componentistica .....	153
5.2.1.6. Cablaggi elettrici CC/CA, messa a terra e cavidotto di connessione.....	154
5.2.1.7. Accessi ai siti, recinzione, sistema di videosorveglianza e illuminazione .....	156
5.2.1.8. Viabilità interna all'area di impianto .....	159
6. Studio degli impatti/ricadute dell'opera in progetto .....	160
6.1. Dal pannello al grande impianto di produzione: LCA e analisi di processo .....	161
6.1.1. Fase di produzione dei pannelli e analisi LCA del fotovoltaico.....	163
6.1.2. Fasi cantieristiche: costruzione /smantellamento .....	168
6.1.3. Fase di esercizio .....	168
6.1.4. Fase di fine vita del prodotto (decommissioning) .....	169
6.2. Impatti/ricadute sulle componenti atmosferiche e climatiche .....	173
6.2.1. Focus sul livello di traffico indotto sulle reti provinciali .....	176
6.2.2. Analisi quantitativa delle emissioni in atmosfera .....	178
6.2.2.1. Modelli di calcolo delle emissioni diffuse di PM <sub>10</sub> .....	180
6.2.2.2. Modelli di calcolo delle emissioni diffuse di PM <sub>10</sub> .....	182
6.2.2.3. Stima delle emissioni di polveri in fase di dismissione .....	187
6.2.2.4. Valutazione della significatività delle emissioni diffuse.....	189
6.3. Impatti/ricadute sulle componenti geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche	192
6.3.1. Analisi quantitativa dei fabbisogni idrici dell'impianto .....	193
6.4. Interazioni dell'impianto con le forzanti meteorologiche e relativi impatti/ricadute	196
6.4.1. Interazioni dell'impianto con le forzanti meteorologiche .....	196

6.4.2.	Impatti/ricadute sulle temperature dei suoli .....	196
6.4.3.	Impatti/ricadute sulla PAR (Radiazione fotosinteticamente attiva) .....	198
6.4.4.	Impatti/ricadute sulle precipitazioni e sul ciclo idrologico .....	201
6.5.	Impatti/ricadute sulla componente idraulica di superficie .....	206
6.5.1.	Invarianza idraulica .....	207
6.5.1.1.	Gestione delle acque meteoriche .....	207
6.5.1.2.	Adempimenti in materia di invarianza idraulica .....	211
6.6.	Impatti/ricadute sulle componenti pedologiche e sull'uso dei suoli.....	214
6.6.1.	Il suolo e le sue forme di degradazione.....	214
6.6.2.	Analisi degli impatti dell'opera sulla risorsa suolo .....	215
6.7.	Impatti/ricadute sulle componenti biotiche (flora, fauna), sulla biodiversità e sugli ecosistemi.....	218
6.8.	Impatti/ricadute sulle componenti paesaggistiche .....	223
6.9.	Impatti/ricadute sulle componenti archeologiche e artistico-culturali.....	230
6.10.	Impatti/ricadute sulle componenti acustiche e vibrazioni.....	231
6.11.	Impatti/ricadute sulle componenti sanitarie e sulla salute delle popolazioni.....	232
6.11.1.	Focus fenomeni di abbagliamento .....	234
7.	Valutazioni conclusive .....	244
7.1.	Interventi di mitigazione/inserimento ambientale.....	244
7.2.	Smantellamento e ripristino dell'area .....	253
8.	Bibliografia .....	254

# Preambolo

La società **EnviCons S.r.l.** - sede legale in **Lungo Po Antonelli n° 21**, Torino, P.I. 10189620015 - ha ricevuto incarico dalla società Enfinity Solare S.r.l. - in rappresentanza della EG EDO S.r.l. Sede legale: via dei Pellegrini, 22, 20122 Milano (MI), partita iva e codice fiscale 11616350960 - per la **redazione di uno Studio di Impatto Ambientale inerente alla realizzazione di un progetto di produzione agro-energetica sostenibile (c.d. Agrivoltaico)** denominato “e-VerGREEN” con le seguenti caratteristiche:

- Potenza picco: 76.6 MWp
- Superficie catastale interessata: 140.53 ha
- Superficie recintata dell'impianto: 103.07 ha
- Superficie destinata alle attività agricole: **107.93 ha\***
- Tipologia di installazione: impianto a terra
- Ubicazione: Regione Piemonte; Provincia di Vercelli;  
Comune di Santhià → area di impianto e parte delle opere di rete;  
Comune di Carisio → parte delle opere di rete.
- Particelle superficie catastale disponibile: F.7 P.1, 2, 10, 45 – F.8 P.1, 25, 27, 28, 70, 82, 105, 121, 134, 154, 162 – F.9 P.9, 21, 165, 166, 168, 169, 170, 176, 177 – F.10 P.1, 2, 86, 88, 90 – F.12 P.285, 294
- Particelle superficie di impianto recintata: F.7 P.1 – F.8 P.1, 25, 70, 82, 121, 134, 154, 162 – F.9 P.21, 169 – F.10 P.1, 2, 86, 88, 90
- Ditta proponente: EG EDO S.r.l.

\* Rispetto alla superficie destinata alle attività agricole precedentemente stimata in assenza di criteri e metodi “ufficiali” – tenuto conto dell'assenza di indicazioni ai tempi della prima sottomissione del progetto - (cfr. FTV22CP05-AMB-R-13-Relazione\_agronomica), in applicazione alle “*Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici*” pubblicate dal MiTE il 27 giugno 2022 è stata computata una superficie per l'attività agricola al netto delle aree di ingombro dei moduli fotovoltaici (ancorchè le medesime saranno in gran parte coltivate) e delle tare di progetto.

**L'obiettivo del presente studio consiste nella realizzazione di un'approfondita *analisi multicanale degli impatti e delle ricadute che il progetto potrà comportare sugli elementi agro-forestali, paesaggistici e ambientali (sia biotici, sia abiotici) insistenti nelle aree interessate, con attenzione anche per gli aspetti socio-sanitari delle popolazioni.***

Il presente studio, nel pieno rispetto della normativa vigente, mira a soddisfare le richieste riportate nella Direttiva 2011/92/UE, così come modificata dalla Direttiva 2014/52/UE “*Linee guida per la predisposizione dello Studio di Impatto Ambientale*”<sup>1</sup>.

In particolare, nei requisiti informativi dello studio e, più nello specifico, ai fini della “Descrizione dei fattori ambientali che potrebbero essere interessati dal progetto”, viene dapprima effettuata un'analisi dello scenario di base prendendo in considerazione lo stato attuale dei luoghi e di “tutti quei fattori ambientali pertinenti” riferiti all'area di occupazione e di un suo congruo intorno. Allo stesso modo vengono presentati tutti i tratti somatici del progetto tecnico-ingegneristico al fine di “investigarne gli effetti sui diversi fattori ambientali effettuando ogni ragionevole sforzo per dimostrarne (o quanto meno ipotizzarne) le conseguenze (siano esse positive o negative)”. L'obiettivo finale è quello di **valutare le variazioni indotte dall'opera sul sito di progetto al fine di identificare opportune opere di mitigazione delle esternalità negative e compensare gli eventuali impatti residui.**

**Per una ottimale chiave di lettura, il progetto qui proposto prevede un connubio virtuoso tra la produzione energetica e le attività agricole, unitamente alla realizzazione di un progetto di apicoltura e di elicicoltura e ad un miglioramento delle componenti ambientali locali (e.g. fasce boscate a valenza percettiva ed ecologica; micro-habitat per la fauna locale), al fine di soddisfare - in termini di**

<sup>1</sup> Rese disponibili dal Ministero dell'Ambiente in lingua italiana nel mese di gennaio del 2020 nell'ambito del progetto “CREIAMO PA: Competenze e reti per l'integrazione ambientale e per il miglioramento delle organizzazioni della Pubblica Amministrazione” – <https://va.minambiente.it/it-IT/Comunicazione/DettaglioDirezione/1995>

sostenibilità -, la salvaguardia dei servizi ecosistemici, il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in ottica agro-ambientale locale.

- La presente **Rev#1 dello Studio di Impatto Ambientale** integra e sostituisce la precedente versione agli atti. L'attuale versione integra i contenuti delle richieste di chiarimento/integrazione formulate in sede di Conferenza di servizi in modalità asincrona.

**NOTA→ Si evidenzia che l'impianto in oggetto sarà connesso in antenna a 132 kV alla futura Stazione Elettrica di trasformazione 380/132 kV "CARISIO" del Gestore di Rete Terna (nel seguito SE) attraverso la realizzazione di una stazione elettrica utente a 132 kV, denominata punto di raccolta "CASCINA BARAGGIA" (nel seguito PR). La nuova stazione Terna, da realizzarsi nel Comune di Carisio (VC), sarà funzionale a connettere alla rete elettrica nazionale diversi produttori di energia da fonte rinnovabile, tra i quali la Società EG EDO S.r.l. proponente della presente iniziativa. La SE sarà collegata in configurazione entra-esce all'elettrodotto 380 kV esistente RONDISSONE – TURBIGO STAZIONE. In corrispondenza del PR, sarà invece previsto un punto di trasformazione MT/AT, in grado di i) recepire l'energia elettrica prodotta dall'impianto EG EDO S.r.l. alla tensione di 30 kV, ii) trasformare tale energia alla tensione di 132 kV e iii) convogliarla tramite cavo AT interrato da 1600 mm<sup>2</sup> alla limitrofa futura stazione AT "CARISIO".**

**Trattandosi di opere comuni con altri produttori, la procedura di validazione delle opere di rete relative alla realizzazione della Stazione Elettrica di trasformazione 380/132 kV "CARISIO", del punto di raccolta "CASCINA BARAGGIA" e del relativo collegamento in cavo AT interrato da 1600 mm<sup>2</sup> è stata affidata alla società Juwi Development 09 Srl, titolare di un progetto di impianto fotovoltaico ubicato nel Comune di Buronzo (VC) (vedi procedura di Valutazione Impatto Ambientale (PNIEC-PNRR) codice ID VIP/ID MATTM 8264) con il quale sono stati condivisi i medesimi elaborati di progetto delle opere di rete (editi dalla società Brulli Service - progettista delle opere). A tal riguardo si rappresenta che con protocollo Terna n. 65511 del 22/06/2023 il Gestore di Rete TERNA ha trasmesso il suo benestare in merito alla documentazione progettuale relativa agli impianti di rete.**

# 1. Nota introduttivo-metodologica

Necessità sempre più pressanti, legate a fabbisogni energetici in continuo aumento, impongono **l'adozione di tecnologie sostenibili per la produzione di energia da fonti rinnovabili e/o a basso impatto ambientale. Eticità, armonia e utilizzo consapevole delle risorse sono (e dovranno essere sempre di più) presupposti concreti per qualunque sviluppo progettuale infrastrutturale**, in coerenza con le linee di indirizzo politico-normative deputate all'identificazione delle trasformazioni ammissibili, e con i piani strategici dei vari livelli (Comunitari, Nazionali, Locali).

Secondo tale filosofia, **l'impianto oggetto di studio è stato ideato e progettato in un tavolo di lavoro condiviso tra esperti dei vari settori. Agronomia, ambiente e paesaggio sono stati trattati come elementi imprescindibili di progettazione alla stregua dell'ingegneria impiantistica, strutturale ed elettrica. L'attenta gestione delle variabili agro-paesaggistico-ambientali, inoltre, è stata approfondita come elemento essenziale dello sviluppo progettuale sia per garantire il rispetto e la tutela delle risorse attuali e future, sia per scongiurare l'insorgenza di criticità che potrebbero tradursi in fallimenti progettuali, o ancor peggio, in danni al territorio.**

Il risultato vorrebbe ambire ad un **bilanciamento ottimale tra le produzioni agricole, l'utilizzo della fonte solare ed il rispetto dell'ambiente** in ragione sia dei "Criteri Generali" previsti dai vari documenti normativi, sia delle c.d. "Buone Pratiche" capaci di minimizzare (e talvolta annullare) le esternalità negative.

**Si è, quindi, lavorato sul trinomio agricoltura-ambiente-energia, al fine di proporre un sistema di produzione agro-energetica sostenibile (i.e. "agrivoltaico") e un miglioramento delle componenti ambientali locali lavorando su elementi quali biodiversità, servizi ecosistemici e re-innesco di cicli trofici (il c.d. "giardino foto-ecologico"). Nella ricerca di un ragionevole sodalizio tra le produzioni agricole locali e le risorse energetiche in progetto, peraltro, proseguiranno (e verranno rafforzate) le attività tradizionali di conduzione agraria dei terreni attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo agro-energetico-ambientale.**

Fatta questa doverosa premessa (per fornire una idonea chiave di lettura del lavoro) ed entrando nel merito organizzativo dell'elaborato, si è scelto di impostare il presente studio suddividendolo l'elaborato in sei macroaree tematico-conoscitive (così come consigliato anche dalla normativa vigente). In particolare:

- A. Quadro politico-normativo;
- B. Quadro ambientale e territoriale;
- C. Quadro programmatico di tutela e valorizzazione ambientale;
- D. Quadro progettuale;
- E. Quadro impatti;
- F. Quadro valutativo.

## A) Quadro conoscitivo politico-normativo

L'analisi in oggetto è stata strutturata in relazione alle specifiche e alle "raccomandazioni" indicate nel sistema legislativo di inquadramento in materia energetica, autorizzativa e di impatto ambientale (con focus sul c.d. agrivoltaico) secondo:

1. la politica europea;
2. la normativa nazionale;
3. la normativa regionale;
4. **focus agrivoltaico.**

## B) Quadro ambientale

Sono state considerate le componenti territoriali ed ambientali generalizzate, in accordo con i quadri normativi e programmatici, prendendo in considerazione:

1. elementi territoriali, demografici e produttivi;
2. ambiente atmosferico e climatico;
3. ambiente geologico e geomorfologico;
4. ambiente pedologico ed uso del suolo;

5. componenti idrologiche e idrauliche;
6. componenti naturalistiche (flora e fauna) ed ecosistemiche;
7. sistemi del paesaggio: componenti storiche, artistiche e paesaggistiche;
8. emissioni acustiche ed elettromagnetiche;
9. componenti antropiche: cumulo con infrastrutture analoghe.

#### C) Quadro programmatico di tutela e valorizzazione ambientale

Attraverso tale inquadramento è stata messa in relazione l'opera con gli strumenti di pianificazione e programmazione territoriale in linea con le "raccomandazioni" e le prescrizioni Legislative Comunitarie, Nazionali, Regionali e Comunali. È stato, quindi, eseguito uno *screening* panoramico delle principali norme in materia ambientale, estrapolando le diverse disposizioni contenute nei diversi ambiti / piani di tutela e valorizzazione ambientale:

1. Piano Territoriale Regionale (PTR);
2. Piano Paesaggistico Regionale (PPR);
3. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Provincia di Vercelli (PTCP);
4. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI);
5. Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA);
6. Aree naturali protette;
7. Aree sottoposte a vincolo idrogeologico;
8. Pianificazione urbanistica comunale (PRGC).

#### D) Quadro progettuale

Al fine di consentire un'analisi completa, senza entrare nel dettaglio specialistico progettuale (per i quali si rimanda agli elaborati dedicati) sono state chiarite le principali caratteristiche dell'opera e le motivazioni delle scelte tecniche, tecnologiche ed agro-zootecniche.

#### E) Quadro degli impatti

Particolare attenzione è stata volta ai fattori di pressione attraverso la valutazione accurata dei potenziali impatti generati dall'impianto sulle componenti biotiche ed abiotiche, evidenziate nel quadro ambientale sopracitato. In particolare, il rischio di impatti è stato valutato secondo criteri temporali di realizzazione dell'opera (*Ante-Operam*, *Corso d'Opera* e *Post-Operam*) evidenziando gli impatti e le ricadute sulla/e:

1. componenti atmosferiche e climatiche;
2. componenti geologiche e geomorfologiche;
3. forzanti meteorologiche;
4. componenti idrologiche e idrauliche;
5. pedologia e sull'uso dei suoli;
6. componenti biotiche ed ecosistemiche;
7. componenti paesaggistiche;
8. componenti archeologiche e artistico culturali;
9. componenti acustiche e vibrazioni;
10. salute e le popolazioni.

#### F) Quadro valutativo

In relazione agli approfondimenti svolti e sulla base delle diverse criticità ambientali riscontrate, sia quelle già presenti sul territorio che quelle introducibili a seguito della realizzazione dell'impianto, sono state studiate tutte le necessarie misure atte a mitigare i potenziali impatti prodotti e garantire un corretto inserimento delle opere (oltre che i necessari interventi di compensazione ambientale per gli impatti residui).

**L'obiettivo preposto è quello di preservare l'ambiente nella sua specificità e ricchezza naturalistica attraverso interventi il più possibile aderenti al contesto territoriale generalizzato favorendo, nel contempo, la migliore gestione delle produzioni agroenergetiche per uno sviluppo locale, sociale ed economico sostenibile.**

## 2. Contestualizzazione di progetto e quadro politico-normativo

Nel 2017 la concentrazione di CO<sub>2</sub> in atmosfera ha raggiunto livelli mai registrati in precedenza nella storia recente dell'umanità (i.e. 410 ppm - parti per milione -, Murphy-Marsical *et al.*, 2018). Parallelamente, nel 2018, la temperatura globale media è stata di 0.60 ± 0.09°C sopra la media delle temperature rilevate nella serie storica 1961–1990. Tale “primato” lo rende il quarto anno più caldo mai registrato che, insieme al 2015, al 2016 e al 2017 risultano i più caldi della serie di 169 anni (Kennedy *et al.*, 2019).

In questo contesto, numerosi studi scientifici affermano come **lo sviluppo dell'energia da fonti rinnovabili (FER), in particolar modo quella solare, permetta di evitare (o quanto meno contenere) gli impatti ambientali negativi, riducendo notevolmente le emissioni di inquinanti atmosferici e di gas ad effetto serra, rispetto alla generazione di elettricità da combustibili fossili (Yang *et al.*, 2018).**

Tuttavia la diffusione delle energie rinnovabili non è né rapida e né semplice rispetto a quanto si possa pensare.

Per combattere le emissioni di “gas serra”, mitigare gli impatti dei cambiamenti climatici e ridurre la dipendenza da risorse limitate, si sono sviluppati diversi programmi di sostegno allo sviluppo delle produzioni energetiche da FER. In quest’ottica **occorre uniformare i target italiani alle politiche EU ed internazionali, cercando di renderli coerenti con gli impegni fissati dall’Accordo di Parigi (COP 21-2015), tra i quali obiettivi sono previsti il contenimento dell’innalzamento delle temperature (+ 1.5 °C) e il raggiungimento (auspicabilmente entro il 2050) di un sistema economico a “emissioni nette zero”<sup>2</sup>.**

Nei successivi paragrafi è illustrato un quadro riassuntivo dei riferimenti normativi a livello europeo, nazionale e regionale (specifici per il settore delle rinnovabili) utilizzati ai fini della stesura del presente documento. Le misure evidenziate riguardano essenzialmente la politica energetica, il quadro autorizzativo-incentivante e le indicazioni circa le aree inidonee ad ospitare progetti di generazione elettrica da FER.

### 2.1. La politica Europea in materia di FER

A partire dalla direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio sul c.d. “Energy Mix” e sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, ci sono state innumerevoli modifiche, integrazioni, e direttive. La Tabella 1 ricostruisce sinteticamente i principali tratti somatici della recente politica energetica EU in materia di FER attraverso la definizione dei principali obiettivi da raggiungere entro il 2030.

Si evidenziano, inoltre, gli aspetti autorizzativi più recenti delineando i requisiti necessari che le valutazioni di impatto ambientale devono includere per procedere alla realizzazione del progetto.

**Tabella 1.** Contesto normativo europeo in materia di FER.

	Misura	Focus
Politica energetica	«Energia pulita per tutti gli europei» (COM(2016)0860) del 30/11/2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>Potenziamento del ruolo dell’Unione Europea nel campo mondiale delle FER.</li> <li>Obiettivo di impiego FER pari al 27% del totale dell’energia consumata entro il 2030 in UE.</li> </ul>
	«Direttiva RED II» Direttiva 2018/2001/UE del 11/12/2018	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promozione dell’uso delle FER.</li> <li>Obiettivo vincolante di impiego FER del 32% del consumo finale lordo di energia entro il 2030 in UE.</li> </ul>

<sup>2</sup> Comuni rinnovabili, 2019. LEGAMBIENTE - [www.comunirinnovabili.it](http://www.comunirinnovabili.it)

	<p>«Un pianeta pulito per tutti» (COM (2018) 773) del 28/11/2018</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rispetto degli obiettivi dell'accordo di Parigi.</li> <li>• Contenimento della temperatura mondiale entro i 2°C e prosecuzione degli sforzi per mantenere tale valore sotto gli 1.5°C.</li> <li>• Riduzione delle emissioni di gas climalteranti entro il 2050 con strategie che vanno da un minimo del -80% (rispetto al 1990) alla completa decarbonizzazione.</li> </ul>
	<p>«Relazione sull'avanzamento dei lavori in materia di energie rinnovabili» (COM(2019) 225) del 09/04/2019</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Raggiungimento nel 2017 del 17.5% di impiego FER rispetto all'obiettivo del 20% per il 2020 → trend positivo.</li> <li>• Fattori trainanti: calo costo energia fotovoltaica (-75%), riduzione costi del capitale, maggior efficienza energetica, miglioramenti nell'approvvigionamento e procedure per i regimi di sostegno.</li> </ul>
	<p>«Green Deal» Europeo (COM(2019) 640 final) del 11/12/2019</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborazione, per ogni Stato membro, del PNIEC (piano nazionale integrato per l'energia e il clima) per il periodo 2021-2030.</li> <li>• Rendicontazione biennale dei progressi compiuti.</li> </ul>
	<p>«Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza» (PNRR) dell'Italia Approvato il 13/07/2021 con Decisione di esecuzione del Consiglio Europeo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il Piano si sviluppa intorno a tre assi strategici condivisi a livello europeo: digitalizzazione e innovazione, transizione ecologica, inclusione sociale. Si tratta di un intervento che intende riparare i danni economici e sociali della crisi pandemica, contribuire a risolvere le debolezze strutturali dell'economia italiana, e accompagnare il Paese su un percorso di transizione ecologica e ambientale.</li> <li>• Il Piano prevede 6 missioni, di cui la n. 2 riguarda la "Rivoluzione Verde" e la "Transizione ecologica" con gli obiettivi principali di migliorare la sostenibilità e la resilienza del sistema economico e assicurare una transizione ambientale equa e inclusiva. Nello specifico il PNRR focalizza l'attenzione sull'incremento della quota di energie rinnovabili con interventi su: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ gli impianti <i>utility scale</i> con riforme sui meccanismi autorizzativi;</li> <li>➤ il segmento agro-voltaico, arrivando a 1,04 GW di potenza installata (con 1.1 Mld € stanziati);</li> <li>➤ lo sviluppo di Comunità energetiche ed impianti distribuiti di piccola taglia anche in abbinamento a sistemi di accumulo.</li> </ul> </li> <li>• Le soluzioni innovative, impianti offshore e a biometano.</li> </ul>
<b>Autorizzazione</b>	<p>«Direttiva VIA» Direttiva 2014/52/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16/04/2014</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifica della direttiva 2011/92/UE concernente la VIA di determinati progetti pubblici e privati.</li> <li>• Introduzione requisiti minimi per i progetti soggetti a valutazione (obblighi dei committenti, contenuto della valutazione, partecipazione autorità competenti e pubblico, e contribuisce a garantire un livello elevato di protezione dell'ambiente e della salute umana).</li> </ul>

	<p>Regolamento (UE) 2022/2577 del Consiglio dell'Unione Europea del 22/12/2022</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In materia di “Procedura di pianificazione e autorizzazione”, gli Stati membri considerano prioritari i progetti relativi alla costruzione e all'esercizio degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili, qualora riconosciuti come d'interesse pubblico prevalente (art. 3).</li> <li>• Durata iter autorizzatorio in caso di incremento di potenza:             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Non superiore a sei mesi nel caso in cui la revisione della potenza determini un aumento della capacità (art. 5).</li> <li>➢ Non superiore a tre mesi nel caso in cui la revisione della potenza NON determini un aumento della capacità dell'impianto di produzione di energia elettrica superiore al 15 %, a meno che non sussistano problemi giustificati di sicurezza o un'incompatibilità tecnica.</li> </ul> </li> <li>• Nel caso in cui la revisione di potenza non comporti spazio supplementare e rispetti le misure di mitigazione, il progetto è esonerato "dall'obbligo, se del caso, di essere oggetto di una determinazione se il progetto richiede una valutazione dell'impatto ambientale a norma dell'articolo 4 della direttiva 2011/92/UE" (art. 5).</li> <li>• Possibilità, degli Stati membri di esentare i progetti di energia rinnovabile, nonché quelli di stoccaggio dell'energia e relative opere di rete, dalla Valutazione dell'impatto ambientale (art. 2, Direttiva 2011/92/UE) e dalle valutazioni di protezione delle specie (art. 12, Direttiva 92/43/CEE e art. 5 Direttiva 2009/147/CE), a condizione che:             <ul style="list-style-type: none"> <li>➢ il progetto sia ubicato in una zona dedicata alle energie rinnovabili nel caso in cui gli Stati membri abbiano stabilito zone dedicate alle energie rinnovabili o alla rete,</li> <li>➢ che la zona sia stata oggetto di una valutazione ambientale strategica ai sensi della direttiva 2001/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio,</li> <li>➢ siano applicate misure di mitigazione adeguate e qualora tali misure non siano disponibili, l'autorità competente provvede affinché “l'operatore corrisponda una compensazione pecuniaria per i programmi di protezione delle specie al fine di garantire o migliorare lo stato di conservazione delle specie interessate” (art. 6).</li> </ul> </li> </ul>
--	--	---

Come definito nella Direttiva 2018/2001/UE (e ulteriormente ripreso dal “Green Deal” Europeo (COM(2019) 640 final)<sup>3</sup> nel settembre 2020), **il contributo delle energie rinnovabili nel 2030 dovrà coprire almeno il 32% dei consumi finali di energia.** Ad oggi si tratta di un obiettivo ambizioso ma non impossibile, considerando che nel 2017 il trend di adozione di FER ha raggiunto il 17,5% di impegno FER rispetto all'obiettivo del 20% per il 2020. Tuttavia, questa decisione europea richiede un balzo qualitativo nella stesura dei piani nazionali per l'energia e il clima degli stati membri (de Santoli *et al.*, 2019). **Ogni stato, dunque, deve integrare - nei propri piani - programmi incentivanti per riuscire a raggiungere il traguardo dettato dalla direttiva. Tale integrazione, peraltro, andrebbe fatta in un contesto di “business as usual”, ovvero**

<sup>3</sup> [https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0006.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0006.02/DOC_1&format=PDF)

senza utilizzare la leva della riduzione dei consumi elettrici dovuta alla crisi economica come denominatore numerico al fine di ottenere indici percentuali fittiziamente maggiorati.

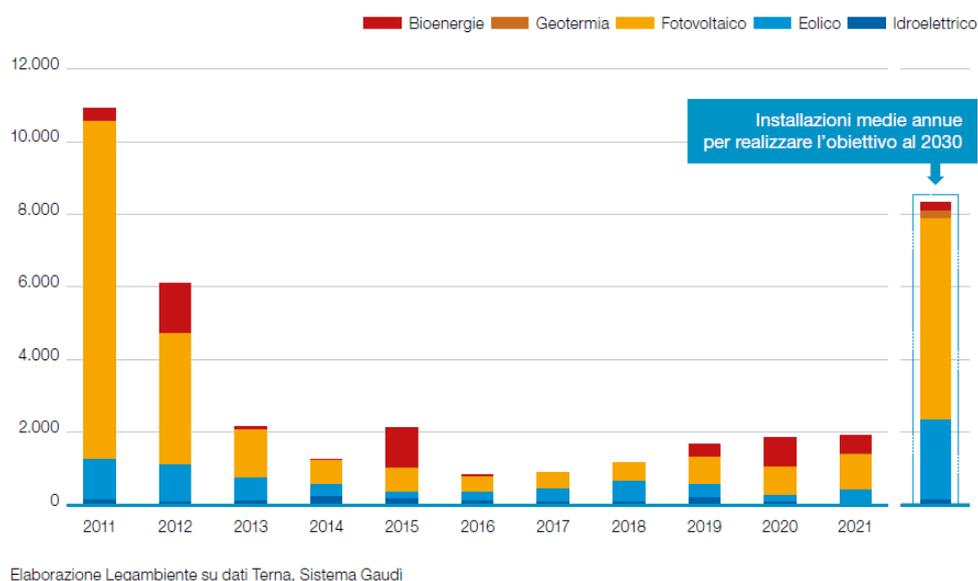
## 2.2. Quadro FER italiano e normativa nazionale

Considerando l'attuale situazione italiana, il consumo di elettricità totale annuo è pari a 323 TW/h (Capros et al., 2016), mentre, nello scenario di evoluzione **alla fine del prossimo decennio, è previsto un aumento della richiesta di rete fino a 356 TW/h** (Anie, 2017). Questa impennata della domanda di elettricità si pensa sia dovuta, principalmente, alla diffusione dei veicoli elettrici (Fischer et al., 2019) e delle pompe di calore (Haakana et al., 2018).

**Finora l'Italia si è impegnata a mantenere gli obiettivi previsti per il 2020 sull'adozione delle FER.** Se si guarda il totale dell'installato nel territorio nazionale, la tecnologia in maggiore crescita è il fotovoltaico, che ha raggiunto i **22.1 GW** (di cui **541 MW** installati nel 2021), piazzandosi al sesto posto nella classifica mondiale.

La fonte con la maggior potenza complessiva è ancora l'idroelettrico, seguita dal fotovoltaico, dall'eolico, dalle bioenergie e dalla geotermia<sup>4</sup>.

Altri fattori che hanno permesso il traguardo italiano sono da identificare nella significativa riduzione dei consumi energetici (dovuta alla crisi economica), e nel programma di incentivazione promosso tra il 2008 e 2012 per l'installazione di nuovi impianti eolici, fotovoltaici e termoelettrici alimentati da bioenergie, come riportato in Figura 1. Appare, però, evidente un rallentamento delle installazioni tra il 2016 e il 2021 a cui hanno contribuito, oltre ai fattori economici, anche la complessità burocratica degli iter autorizzativi in continua evoluzione e, non ultima, la crisi pandemica.



**Figura 1.** Installazioni annue e obiettivi al 2030 (MW) (Fonte: comunirinnovabili.it - dossier 2022).

Tuttavia, **per raggiungere i nuovi ambiziosi obiettivi europei entro il 2030 (e, ancora di più, quelli al 2050), si rende necessaria una rinnovata coscienza di sviluppo tecnico e progettuale volta ad una migliore integrazione dei progetti (specie dei grandi impianti) nel territorio.** De Santoli et al. (2019) ci ricorda, infatti, come l'aumento della realizzazione di impianti da FER deve necessariamente passare per un'approfondita analisi del contesto territoriale e per un generalizzato aumento della consapevolezza collettiva

<sup>4</sup> Comuni rinnovabili, 2022. LEGAMBIENTE - [www.comunirinnovabili.it](http://www.comunirinnovabili.it)

(consumi energetici e approvvigionamenti, in *primis*) al fine di limitare le resistenze delle Comunità locali e tutelare le porzioni di territorio più sensibili o pregiate soggette a vincolistica e/o restrizioni.

In quest'ottica, in Tabella 2, si riporta un quadro sintetico delle norme in vigore che hanno permesso (e promosso) la diffusione delle FER, secondo aspetti di politica energetica, di incentivazione e di processo autorizzativo, comprovando il raggiungimento del virtuoso *trend* italiano.

**Tabella 2.** Politica nazionale energetica e quadro autorizzativo-incentivante in vigore.

	Misura	Focus
Politica energetica	D. Lgs n. 28 del 03/03/11	<ul style="list-style-type: none"> <li>Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.</li> <li>Definizione delle modalità per il raggiungimento della quota complessiva di energia da FER sul consumo finale lordo di energia, pari al 17% per l'Italia (art. 3).</li> <li>Costruzione ed esercizio degli impianti disciplinati secondo procedure amministrative semplificate, accelerate, proporzionate e adeguate, sulla base delle specifiche caratteristiche di ogni singola applicazione (art. 4).</li> </ul>
	DM 15 marzo 2012 del 15/3/2012 «Burden Sharing»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definizione/qualificazione degli obiettivi per ciascuna Regione e Provincia Autonoma fino al 2020 in materia di quota complessiva di energia da FER sul consumo finale lordo di energia.</li> <li>Definizione modalità di gestione per mancato raggiungimento degli obiettivi da parte delle regioni e delle provincie autonome.</li> </ul>
Quadro autorizzativo - incentivazione	D. Lgs. n. 152 del 03/04/06 «Norme in materia ambientale»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definizione di Studio di Impatto Ambientale (art. 27) ed elementi che lo costituiscono. (<i>descrizione del progetto; misure per evitare/ridurre gli effetti negativi rilevanti; effetti sull'ambiente e sul patrimonio culturale; descrizione delle alternative es. "azione zero"; costi-benefici del progetto dal punto di vista ambientale, economico e sociale</i>).</li> </ul>
	DM 10 settembre 2010 «Linee guida nazionali»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.</li> <li>Pubblicizzazione (da parte di Regioni o Province delegate) delle informazioni circa il regime autorizzatorio di riferimento (a seconda della tipologia, della potenza dell'impianto e della localizzazione, ...), e predisposizione di apposita modulistica per i contenuti dell'istanza di autorizzazione unica.</li> <li>Identificazione delle aree non idonee all'installazione degli impianti alimentati da FER.</li> </ul>
	D. Lgs n. 104 del 16/06/17	<ul style="list-style-type: none"> <li>Attuazione della direttiva 2014/52/UE.</li> <li>Modifica del D. Lgs 152/2006, per la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.</li> <li>Introduzione "Procedimento Autorizzatorio Unico Regionale" (PAUR), onnicomprensivo per ottenere l'autorizzazione per la realizzazione e l'esercizio dell'impianto (tra cui l'Autorizzazione unica) e tutte le ulteriori autorizzazioni (VIA e VA).</li> <li>Se attivazione del PAUR, l'Autorizzazione unica confluisce nel procedimento, comprensivo di VIA (approvata preliminarmente).</li> </ul>
	DM 4 luglio 2019 «Decreto FER» del 04/07/19	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definizione/aggiornamento meccanismi per incentivazione dell'energia elettrica prodotta da FER.</li> <li>Suddivisione degli impianti in base alla tipologia, alla fonte energetica rinnovabile e alla categoria di intervento (e.g. nuova costruzione, potenziamento, rifacimento (di potenza &lt; 1 MW).</li> <li>Previsti 7 bandi per la partecipazione ai Registri e/o alle Aste (dal 30/09/19 al 30/10/21).</li> </ul>

Regolamento Operativo iscrizione Registri e Aste DM 4 luglio 2019 del 23/08/19	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definizione puntuale delle caratteristiche di impianto e dell'intervento utile ai fini dell'accesso agli incentivi.</li> <li>Definizione meccanismi per impianti di potenza &lt; 1 MW → iscrizione ai Registri.</li> <li>Definizione meccanismi per impianti di potenza &gt; 1 MW → iscrizione Aste.</li> </ul>
Regolamento Operativo accesso incentivi DM 4 luglio 2019 del 27/09/19	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fotovoltaico: accesso agli incentivi riservato agli impianti risultanti nelle graduatorie dei rispettivi Registri o Aste.</li> <li>Chiarimenti e dettagli su procedure di accesso, modalità di calcolo ed erogazione degli incentivi.</li> </ul>
D.Lgs. n. 76 del 16/07/2020 «Decreto Semplificazioni»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Istituzione della Commissione Tecnica PNIEC per lo svolgimento delle procedure di valutazione ambientale di competenza statale dei progetti.</li> <li>Semplificazioni procedurali e riduzione dei tempi per l'espletamento della procedura di assoggettabilità a VIA.</li> </ul>
D.L n.77 del 31/5/2021 «Governance del Piano nazionale di rilancio e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semplificazioni procedurali (applicazione della Procedura Abilitativa Semplificata), per l'attività di costruzione ed esercizio di impianti fotovoltaici di potenza sino a 10 MW connessi alla rete elettrica di media tensione e localizzati in area a destinazione industriale, produttiva o commerciale.</li> <li>Modifica delle soglie di cui all'Allegato IV, punto 2, lettera b), alla Parte seconda del D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006, per la procedura di verifica di assoggettabilità alla valutazione di impatto ambientale di cui all'art. 19 del medesimo decreto, che si intendono elevate a 10 MW, per la tipologia di impianti sopra richiamati.</li> <li>Trasferimento allo Stato della competenza in merito agli impianti di potenza &gt; 10 MW (Art. 31).</li> </ul>
PNRR del 13/7/2021 «Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza dell'Italia»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Semplificazione delle procedure di autorizzazione per gli impianti rinnovabili, ad esempio tramite: <ul style="list-style-type: none"> <li>→ l'omogeneizzazione delle procedure autorizzative su tutto il territorio nazionale.</li> <li>→ la semplificazione delle procedure di impatto ambientale.</li> <li>→ la condivisione a livello regionale di un piano di identificazione di aree adatte a fonti rinnovabili.</li> <li>→ l'incentivazione di investimenti pubblici e privati.</li> </ul> </li> </ul>
L. n. 113 del 6/8/2021 «Conversione in legge, con modificazioni del D.L. n. 80 del 9/06/2021»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Trasferimento allo Stato della competenza in merito agli impianti di potenza &gt;10 MW per istanze presentate a partire dal 31/7/2021.</li> </ul>
L. n. 108 del 29/7/2021 «Conversione in legge, con modificazioni, del D.L. n. 77 del 31 maggio 2021»	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificazione delle misure di semplificazione per l'applicazione del PNRR, tra le quali: <ul style="list-style-type: none"> <li>→ innalzamento della soglia minima ai fini dell'assoggettabilità a screening VIA degli impianti fotovoltaici (da 1 a 10 MW).</li> <li>→ innalzamento della soglia minima ai fini dell'assoggettabilità degli impianti fotovoltaici a AU (da 20 a 50 MW).</li> <li>→ possibilità di procedere con Procedura Abilitativa Semplificata (PAS), per impianti fotovoltaici fino a 20 MW (se localizzati in discariche, cave dismesse, in aree a destinazione commerciale, produttiva o industriale).</li> <li>→ istituzione di una Commissione tecnica Via per lo svolgimento delle procedure di valutazione ambientale di competenza statale.</li> </ul> </li> </ul>
D.L. n. 199 dell'8/11/2021 «Attuazione della direttiva (UE)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definizione di strumenti, meccanismi, incentivi e quadro istituzionale, finanziario e giuridico per il raggiungimento degli obiettivi europei di decarbonizzazione del sistema energetico al 2030 e di completa decarbonizzazione al 2050. Nello specifico prevede:</li> </ul>

	<p>2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili»</p>	<p>→ aumento del limite di potenza degli impianti ammessi ai meccanismi di incentivazione (da 200 kW a 1 MW).          → promozione dell'abbinamento delle fonti rinnovabili con i sistemi di accumulo di energia.          → regolamentazione degli incentivi differenziata per i grandi impianti (potenza pari o superiore a 1 MW) e gli impianti di piccola taglia (potenza &lt; a 1 MW).          → semplificazione dei procedimenti autorizzativi e amministrativi necessari per l'installazione di impianti di produzione da FER.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Introduzione della Disciplina per l'individuazione di superfici e aree idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili e nello specifico stabilisce (art. 20):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ c.1. di adottare entro centottanta giorni (dalla data di entrata in vigore del decreto) principi e criteri per l'individuazione delle superfici e delle aree idonee e non idonee all'installazione di impianti a fonti rinnovabili.</li> <li>→ c.1 lett. a) di dettare i criteri per l'individuazione delle aree idonee all'installazione della potenza eolica e fotovoltaica indicata nel PNIEC (per il raggiungimento degli obiettivi di sviluppo delle FER).</li> <li>→ c.1 lett. b) di indicare le modalità per individuare superfici, aree industriali dismesse e altre aree compromesse, aree abbandonate e marginali idonee alla installazione di impianti a fonti rinnovabili.</li> <li>→ c.8 che, nelle more dell'individuazione delle aree idonee, sono considerate aree idonee:                 <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ i siti ove sono già installati impianti della stessa fonte e in cui vengono realizzati interventi di modifica non sostanziale;</li> <li>▪ le aree dei siti oggetto di bonifica individuate ai sensi del Titolo V, Parte quarta, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;</li> <li>▪ le cave e miniere cessate, non recuperate o abbandonate o in condizioni di degrado ambientale.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
	<p>D.L. n. 17 dell'1/03/2022 «Misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifiche alla regolamentazione del fotovoltaico in aree agricole, con introduzione del limite del 10% della superficie agricola aziendale occupata dall'impianto fotovoltaico.</li> <li>• È consentito l'accesso agli incentivi statali (di cui al decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28) per gli impianti fotovoltaici in aree agricole con moduli collocati a terra, a condizione che occupino una superficie complessiva non superiore al 10% della superficie agricola aziendale.</li> <li>• È, inoltre, consentito l'accesso agli incentivi statali agli impianti agrivoltaici in aree agricole che, pur non adottando soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, prevedano la realizzazione dei sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture ai fini della verifica e della attestazione della continuità dell'attività agricola e pastorale sull'area interessata e occupino una superficie complessiva non superiore al 10 per cento della superficie agricola aziendale.</li> <li>• Nei procedimenti di autorizzazione di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili su aree idonee, ivi inclusi quelli per l'adozione del provvedimento di valutazione di impatto ambientale, l'autorità competente in materia paesaggistica si esprime con parere obbligatorio non vincolante. Decorso inutilmente il termine per l'espressione del parere non vincolante, l'amministrazione competente provvede comunque sulla domanda di autorizzazione.</li> </ul>
	<p>L. n. 34 del 27/04/2022 «Conversione in legge, con modificazioni, del</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Per gli impianti solari fotovoltaici di potenza fino a 10 MW, comprese le opere funzionali alla connessione alla rete elettrica, collocati in modalità flottante sullo specchio d'acqua di invasi e di bacini idrici, compresi gli invasi idrici nelle cave dismesse, o installati a copertura dei canali di</b></li> </ul>

	<p>decreto-legge 1° marzo 2022, n. 17, recante misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali»</p>	<p>irrigazione, si applica la procedura abilitativa semplificata (PAS) di cui all'articolo 6, comma 1, del decreto legislativo 3 marzo 2011, n. 28.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• In deroga agli strumenti urbanistici comunali e agli indici di copertura esistenti, nelle aree a destinazione industriale è consentita l'installazione di impianti solari fotovoltaici e termici che coprano una superficie non superiore al 60% dell'area industriale di pertinenza.</li> <li>• Modifiche alla regolamentazione del fotovoltaico in aree agricole, con soppressione del limite del 10% della superficie agricola aziendale occupata dall'impianto fotovoltaico.</li> <li>• Per gli impianti solari fotovoltaici di potenza fino a 20 MW (localizzati in aree a destinazione industriale, produttiva o commerciale nonché in discariche o lotti di discarica chiusi e ripristinati ovvero in cave o lotti di cave non suscettibili di ulteriore sfruttamento) si applica la PAS. Le medesime disposizioni si applicano agli impianti agrivoltaici che distino non più di 3 chilometri da aree a destinazione industriale, artigianale e commerciale.</li> <li>• Nei procedimenti di autorizzazione di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili su aree idonee, ivi inclusi quelli per l'adozione del provvedimento di valutazione di impatto ambientale, l'autorità competente in materia paesaggistica si esprime con parere obbligatorio non vincolante. Decorso inutilmente il termine per l'espressione del parere non vincolante, l'amministrazione competente provvede comunque sulla domanda di autorizzazione.</li> </ul>
	<p>D.L. n. 50 del 17/05/2022 «Misure urgenti in materia di politiche energetiche nazionali, produttività delle imprese e attrazione degli investimenti, nonché in materia di politiche sociali e di crisi ucraina»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199, sono apportate le seguenti modificazioni: <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Al comma 8, dopo la lettera c-ter) è aggiunta la seguente: <i>“c-quater) fatto salvo quanto previsto alle lettere a), b), c), c-bis) e c-ter), le aree che non sono ricomprese nel perimetro dei beni sottoposti a tutela ai sensi del D.Lgs. 42/2004, né ricadono nella fascia di rispetto dei beni sottoposti a tutela ai sensi della parte seconda oppure dell'articolo 136 del medesimo decreto legislativo. Ai soli fini della presente lettera, la fascia di rispetto è determinata, considerando una distanza dal perimetro di beni sottoposti a tutela di sette chilometri per gli impianti eolici e di un chilometro per gli impianti fotovoltaici. Resta ferma l'applicazione dell'art. 30 del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito, con modificazioni, dalla legge 29 luglio 2021, n. 108”.</i></li> </ul> </li> </ul>
	<p>L. n. 51 del 20/05/2022 «Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 21 marzo 2022, n. 21, recante misure urgenti per contrastare gli effetti economici e umanitari della crisi ucraina»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• I progetti di impianti fotovoltaici con potenza superiore a 10 MW, per i quali le istanze siano state presentate alla regione competente prima del 31 luglio 2021, rimangono in capo alle medesime regioni anche nel caso in cui, nel corso del procedimento di valutazione regionale, il progetto subisca modifiche sostanziali.</li> <li>• Il limite relativo agli impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW, di cui al punto 2) dell'allegato II alla parte seconda del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e il limite di cui alla lettera b) del punto 2 dell'allegato IV alla medesima parte seconda del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per il procedimento di verifica di assoggettabilità alla valutazione di impatto ambientale di cui all'articolo 19 del medesimo decreto, sono elevati a 20 MW per queste tipologie di impianti.</li> <li>• Sono considerate aree idonee all'installazione di impianti fotovoltaici, anche con moduli installati a terra, le seguenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>a) i siti ove sono già installati impianti della stessa fonte e in cui vengono realizzati interventi di modifica non sostanziale ai sensi dell'articolo 5, commi 3 e seguenti, del decreto legislativo 3 marzo 2011 n. 28, nonché', per i soli impianti solari fotovoltaici, in siti in cui, alla data di entrata in vigore della presente disposizione, sono presenti impianti fotovoltaici sui quali, senza variazione dell'area occupata o comunque con variazioni dell'area occupata nei limiti di cui alla lettera c-ter), numero 1), sono eseguiti interventi di modifica sostanziale per rifacimento,</li> </ul> </li> </ul>

		<p>potenziamento o integrale ricostruzione, anche con l'aggiunta di sistemi di accumulo di capacità non superiore a 3 MWh per ogni MW di potenza dell'impianto fotovoltaico;</p> <p><b>b)</b> le aree dei siti oggetto di bonifica individuate ai sensi del Titolo V, Parte quarta, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;</p> <p><b>c)</b> le cave e miniere cessate, non recuperate o abbandonate o in condizioni di degrado ambientale.</p> <p><b>c-bis)</b> i siti e gli impianti nelle disponibilità delle società del gruppo Ferrovie dello Stato italiane e dei gestori di infrastrutture ferroviarie nonché delle società concessionarie autostradali;</p> <p><b>c-ter)</b> esclusivamente per gli impianti fotovoltaici, anche con moduli a terra, in assenza di vincoli ai sensi della parte seconda del codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42:</p> <p>1) le aree classificate agricole, racchiuse in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri da zone a destinazione industriale, artigianale e commerciale, compresi i siti di interesse nazionale, nonché le cave e le miniere;</p> <p>2) le aree interne agli impianti industriali e agli stabilimenti, questi ultimi come definiti dall'articolo 268, comma 1, lettera h), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, nonché le aree classificate agricole racchiuse in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri dal medesimo impianto o stabilimento;</p> <p>3) le aree adiacenti alla rete autostradale entro una distanza non superiore a 300 metri;</p> <p><b>c-quater)</b> fatto salvo quanto previsto alle lettere a), b), c), c-bis) e c-ter), le aree che non sono ricomprese nel perimetro dei beni sottoposti a tutela ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, né ricadono nella fascia di rispetto dei beni sottoposti a tutela ai sensi della parte seconda oppure dell'articolo 136 del medesimo decreto legislativo. Ai soli fini della presente lettera, la fascia di rispetto è determinata considerando una distanza dal perimetro di beni sottoposti a tutela di sette chilometri per gli impianti eolici e di un chilometro per gli impianti fotovoltaici. Resta ferma l'applicazione dell'articolo 30 del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito, con modificazioni, dalla legge 29 luglio 2021, n. 108.</p>
	<p>L. n. 108 del 05/08/2022 «Disposizioni urgenti per la sicurezza e lo sviluppo delle infrastrutture, dei trasporti e della mobilità sostenibile, nonché in materia di grandi eventi e per la funzionalità del Ministero delle infrastrutture e della mobilità sostenibili»</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aggiornamento dell'art. 20 del D.Lgs. n. 199 dell'8/11/2021, con inserimento del punto c-bis.1), che include tra le aree idonee "ope legis": → “[...] i siti e gli impianti nella disponibilità delle società di gestione aeroportuale all'interno del perimetro di pertinenza degli aeroporti delle isole minori [...], ferme restando le necessarie verifiche tecniche da parte dell'Ente nazionale per l'aviazione civile (ENAC).”</li> </ul>
	<p>L. n. 118 del 05/08/2022 «Legge annuale per il mercato e la</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Il Governo è delegato ad adottare, entro dodici mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge, uno o più decreti legislativi in materia di fonti energetiche rinnovabili, anche ai fini dell'adeguamento della normativa vigente al diritto dell'Unione europea, della razionalizzazione,</li> </ul>

<p>concorrenza del 2021»</p>		<p>del riordino e della semplificazione della medesima normativa, della riduzione degli oneri regolatori a carico dei cittadini e delle imprese e della crescita di competitività del Paese (art. 26).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• I decreti legislativi di cui al punto precedente sono adottati nel rispetto dei seguenti principi e criteri direttivi:             <ol style="list-style-type: none"> <li>a) ricognizione e riordino della normativa vigente in materia di fonti energetiche rinnovabili, al fine di conseguire una significativa riduzione e razionalizzazione delle disposizioni legislative e regolamentari e di assicurare un maggior grado di certezza del diritto e di semplificazione dei procedimenti, in considerazione degli aspetti peculiari della materia;</li> <li>b) coordinamento, sotto il profilo formale e sostanziale, delle disposizioni legislative vigenti in materia di fonti energetiche rinnovabili, anche di attuazione della normativa dell'Unione europea, apportando le modifiche necessarie a garantire o a migliorare la coerenza della normativa medesima sotto il profilo giuridico, logico e sistematico;</li> <li>c) assicurare l'unicità, la contestualità, la completezza, la chiarezza e la semplicità della disciplina in materia di fonti energetiche rinnovabili concernente ciascuna attività o ciascun gruppo di attività;</li> <li>d) semplificazione dei procedimenti amministrativi nel settore delle fonti energetiche rinnovabili, anche mediante la soppressione dei regimi autorizzatori, razionalizzazione e accelerazione dei procedimenti e previsione dei termini certi per la conclusione dei procedimenti, con l'obiettivo di agevolare, in particolare, l'avvio dell'attività economica nonché l'installazione e il potenziamento degli impianti, anche a uso domestico;</li> <li>e) aggiornamento delle procedure, prevedendo la più estesa e ottimale utilizzazione della digitalizzazione, anche nei rapporti con i destinatari dell'azione amministrativa;</li> <li>f) adeguamento dei livelli di regolazione ai livelli minimi richiesti dalla normativa dell'Unione europea.</li> </ol> </li> <li>• Inoltre, il Governo è delegato ad adottare, entro un anno dalla data di entrata in vigore di ciascuno dei decreti di cui ai punti precedenti, uno o più decreti legislativi recanti disposizioni integrative e correttive, nel rispetto dei principi e criteri direttivi riportati sopra.</li> </ul>
<p>D.L. n. 13 del 24/02/2023 «Disposizioni urgenti per l'attuazione del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e del Piano nazionale degli investimenti complementari al PNRR (PNC), nonché per l'attuazione delle politiche di coesione e della politica agricola comune»</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Art. 19.</u> Aggiornamento dell'art. 25 del D.Lgs. n. 152 del 03/04/2006 con inserimento del comma 2-sexies, che in riferimento alla verifica di impatto ambientale stabilisce che:             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ “[...] <i>In ogni caso l'adozione del parere e del provvedimento di VIA non è subordinata alla conclusione delle attività di verifica preventiva dell'interesse archeologico ai sensi dell'articolo 25 del decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 o all'esecuzione dei saggi archeologici preventivi prevista dal decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42.</i>”</li> </ul> </li> <li>• <u>Art. 47.</u> Aggiornamento dell'art. 20, comma 8 del D.Lgs. n. 199 dell'8/11/2021 – relativo alle aree considerate <u>idonee</u> - come di seguito:             <ul style="list-style-type: none"> <li>→ lett. c-bis.1) <i>“i siti e gli impianti nella disponibilità delle società di gestione aeroportuale all'interno dei sedimenti aeroportuali, ivi inclusi quelli all'interno del perimetro di pertinenza degli aeroporti delle isole minori [...]”.</i></li> <li>→ lett. c-quater) le aree non ricomprese nel perimetro dei beni tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004 e che non ricadono in fascia di rispetto dei beni sottoposti a tutela ai sensi della parte II o dell'art. 136 del medesimo decreto “[...] <i>Ai soli fini della presente lettera, la fascia di rispetto è determinata considerando una distanza dal perimetro dei beni sottoposti a tutela di <b>tre chilometri per gli impianti eolici e di cinquecento metri per gli impianti fotovoltaici. Resta ferma, nei procedimenti autorizzatori, la competenza del Ministero della cultura a esprimersi in relazione ai soli</b></i></li> </ul> </li> </ul>

		<p><b>progetti localizzati in aree sottoposte a tutela secondo quanto previsto all'articolo 12, comma 3-bis, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387."</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Art. 47.</b> Aggiornamento dell'art. 22 del D.Lgs. n. 199 dell'8/11/2021 con inserimento dell'articolo 22-bis, che in riferimento alle procedure semplificate per l'installazione di impianti fotovoltaici stabilisce che: <ul style="list-style-type: none"> <li>→ "1. L'installazione, con qualunque modalità, di impianti fotovoltaici su terra e delle relative opere connesse e infrastrutture necessarie, ubicati nelle zone e nelle aree a destinazione industriale, artigianale e commerciale, nonché in discariche o lotti di discarica chiusi e ripristinati ovvero in cave o lotti o porzioni di cave non suscettibili di ulteriore sfruttamento, è considerata attività di manutenzione ordinaria e non è subordinata all'acquisizione, permessi, autorizzazioni o atti di assenso comunque denominati.</li> <li>2. Se l'intervento di cui al comma 1 ricade in zona sottoposta a vincolo paesaggistico, il relativo progetto è previamente comunicato alla competente soprintendenza.</li> <li>3. La soprintendenza competente, accertata la carenza dei requisiti di compatibilità di cui al comma 2, adotta, nel termine di trenta giorni dal ricevimento della comunicazione di cui al medesimo comma, un provvedimento motivato di diniego alla realizzazione degli interventi di cui al presente articolo."</li> </ul> </li> <li>• <b>Art. 47.</b> Aggiornamento dell'art. 30 del D.L. n. 77 del 31/05/2022 come di seguito: <ul style="list-style-type: none"> <li>→ "Gli impianti fotovoltaici ubicati in aree agricole, se posti al di fuori di aree protette o appartenenti a Rete Natura 2000, previa definizione delle aree idonee di cui all'articolo 20, comma 1, del decreto legislativo 8 novembre 2021, n. 199, e nei limiti consentiti dalle eventuali prescrizioni ove posti in aree soggette a vincoli paesaggistici diretti o indiretti, sono considerati manufatti strumentali all'attività agricola e sono liberamente installabili se sono realizzati direttamente da imprenditori agricoli o da società a partecipazione congiunta con i produttori di energia elettrica alle quali è conferita l'azienda o il ramo di azienda da parte degli stessi imprenditori agricoli ai quali è riservata l'attività di gestione imprenditoriale salvo che per gli aspetti tecnici di funzionamento dell'impianto e di cessione dell'energia e ricorrono le seguenti condizioni: a) i pannelli solari sono posti sopra le piantagioni ad altezza pari o superiore a due metri dal suolo, senza fondazioni in cemento o difficilmente amovibili; b) le modalità realizzative prevedono una loro effettiva compatibilità e integrazione con le attività agricole quale supporto per le piante ovvero per sistemi di irrigazione parcellizzata e di protezione o ombreggiatura parziale o mobile delle coltivazioni sottostanti ai fini della contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio, da attuare sulla base di linee guida adottate dal Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, in collaborazione con il Gestore dei servizi energetici (GSE). L'installazione è in ogni caso subordinata al previo assenso del proprietario e del coltivatore, a qualsiasi titolo purché oneroso, del fondo."</li> </ul> </li> </ul>
--	--	--

In ultimo, ma non meno importante, si ricorda che a dicembre 2019, il Ministero dello Sviluppo Economico, in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, e con il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, ha messo a punto e inviato alla Commissione Europea, il **Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC)**, comprendente le nuove disposizioni individuate dal Decreto Legge sul Clima e le indicazioni sugli investimenti contenute nella Legge di Bilancio 2020, per il Green New Deal.

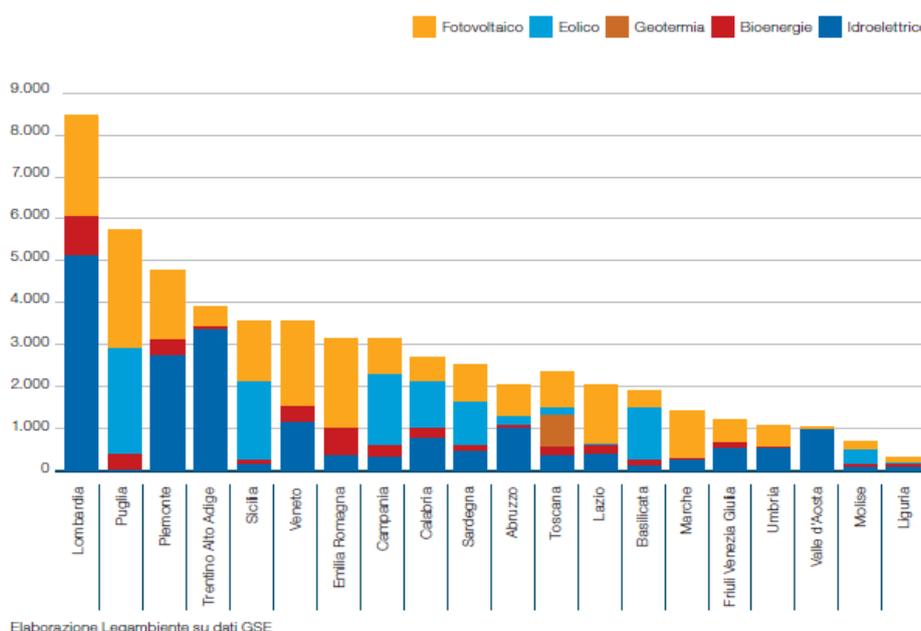
Attraverso il PNIEC l'Italia elenca gli obiettivi da raggiungere entro il 2030 e le modalità strategiche da mettere in campo per garantirne l'esito positivo in termini di efficienza energetica, di potenziamento della produzione di energia da fonti rinnovabili e di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

In particolare, al fine di conseguire al 2030 l'obiettivo di copertura (32%) del consumo finale lordo da fonti rinnovabili, il Piano Nazionale Integrato Energia Clima (PNIEC) ha definito un percorso di sviluppo sostenibile delle fonti energetiche rinnovabili (FER) che prevede l'implementazione di una serie di misure atte a favorire tale crescita verso l'obiettivo nazionale di 33 Mtep all'orizzonte temporale dato.

**Nell'ambito del contributo delle FER al soddisfacimento dei consumi finali lordi al 2030 viene confermato il ruolo trainante del settore elettrico con una quota-obiettivo pari al 55%, seguito dal settore termico e da quello dei trasporti.**

## 2.3. Quadro FER Regione Piemonte e normativa regionale

Entrando nel merito del contesto regionale, **il Piemonte - con un contributo pari a 9.762.7 GWh (rif. Statistiche Regionali Terna, 2021<sup>5</sup>) - si attesta tra le prime regioni italiane (dopo la Lombardia e la Puglia) con la più elevata concentrazione di potenza installata di impianti FER per la produzione elettrica (Comunità Rinnovabili, 2021). A tal proposito, in Figura 2 si riporta il confronto tra le Regioni italiane rispetto alla diffusione delle FER.**



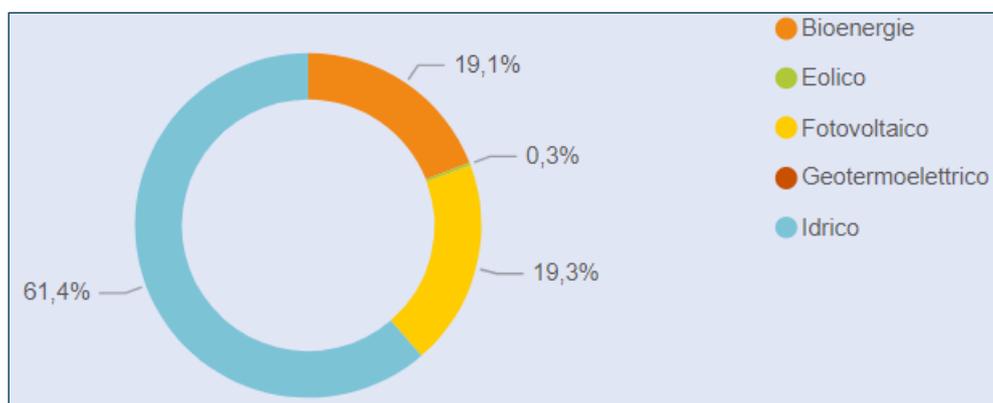
**Figura 2.** Diffusione delle FER nelle regioni italiane per fonte (MW) (Fonte: comunirinnovabili.it – Dossier 2021).

Sulla base dei report aziendali pubblicati da Terna, nel 2021 si è registrata una produzione elettrica lorda pari a 30'019.9 GWh, a fronte di una energia richiesta a livello regionale di 25'088.9 GWh, con un superamento della produzione rispetto alla richiesta pari a +14.1 % (rif. Pubblicazione statistiche Terna 2021 "Dossier l'elettricità nelle regioni" e "Dossier Produzione").

Analizzando nello specifico, invece, le fonti energetiche rinnovabili, come sopra anticipato, la produzione elettrica lorda prodotta nel 2021 è stata pari a 9'762.7 GWh grazie al contributo degli impianti idroelettrici (61.4%), seguiti poi dal fotovoltaico (19.3%), dalle bioenergie (19.1%) e, infine, dall'eolico (0.3%)<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/pubblicazioni-statistiche>

<sup>6</sup> <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/pubblicazioni-statistiche>



**Figura 3.** Percentuali di produzione lorda, per fonte rinnovabile (Fonte: Statistiche Regionali 2021, Terna).

Tra le varie province piemontesi, **Torino** si attesta al primo posto per la produzione di energia elettrica da FER con 3'452.2 GWh, mentre **Vercelli** solamente al quinto posto con 468.7 GWh.

Regione	Eolico	Fotovoltaico	Geotermoelettrico	Idrico	Termoelettrico	Totale
<b>Piemonte</b>	<b>28,0</b>	<b>1.883,6</b>	<b>0,0</b>	<b>5.989,5</b>	<b>1.861,5</b>	<b>9.762,7</b>
Alessandria	0,0	324,2	0,0	110,1	279,8	<b>714,1</b>
Asti	0,0	97,1	0,0	14,6	20,7	<b>132,5</b>
Biella	0,0	104,1	0,0	71,1	45,1	<b>220,4</b>
Cuneo	27,9	641,3	0,0	958,5	361,4	<b>1.989,1</b>
Novara	0,0	108,3	0,0	155,5	108,0	<b>371,9</b>
Torino	0,1	488,0	0,0	2.158,1	806,0	<b>3.452,2</b>
Verbano-Cusio-Ossola	0,0	18,4	0,0	2.391,4	4,0	<b>2.413,8</b>
Vercelli	0,0	102,1	0,0	130,1	236,4	<b>468,7</b>
<b>Totale</b>	<b>28,0</b>	<b>1.883,6</b>	<b>0,0</b>	<b>5.989,5</b>	<b>1.861,5</b>	<b>9.762,7</b>

**Figura 4.** Produzione lorda (GWh) regionale/provinciale per fonte rinnovabile (Fonte: terna.it).

In Piemonte la crescita delle rinnovabili è stata, negli ultimi anni, piuttosto elevata, sia per quantitativo di potenza installata, sia per produzione di energia. Dal 2010 al 2016 si è passati da 2,9 GW a 4,7 GW di potenza installata da FER, con un complessivo +62%. Anche la produzione di energia di questi anni è sempre stata in crescita a parte una lieve riduzione del 5% nell'idroelettrico. In generale, tutte le tecnologie hanno incrementato la loro produzione di energia elettrica. Il dato impressionante, in accezione positiva, rimane quello del fotovoltaico (+1289%) passando da circa 122GWh/anno (266 MW) del 2010 ai 1.688GWh/anno (1556 MW) del 2016; a seguire le bioenergie (+317%) e l'eolico (+41%).

Al fine di conseguire al 2030 l'obiettivo di copertura (30%) del consumo finale lordo da fonti rinnovabili, il Piano Nazionale Integrato Energia Clima (PNIEC) ha definito un percorso di sviluppo sostenibile delle fonti energetiche rinnovabili (FER) che prevede l'implementazione di una serie di misure atte a favorire tale crescita verso l'obiettivo nazionale di 33 Mtep all'orizzonte temporale dato. Nell'ambito del contributo delle FER al soddisfacimento dei consumi finali lordi al 2030, viene confermato il ruolo trainante del settore elettrico con una quota-obiettivo pari al 55%, seguito dal settore termico e da quello dei trasporti. In coerenza con gli scenari nazionali di sviluppo delle FER, il nuovo **Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR), approvato con D.C.R. n. 200-5472 del 15 marzo 2022**, prevede una crescita regionale altrettanto sfidante (27,6% del consumo finale lordo da fonti rinnovabili), dove, in prima linea, si colloca la fonte fotovoltaica con una previsione di raddoppio della produzione (306 ktep) e della potenza installata (3 GWp) all'orizzonte temporale del 2030.

**Dal punto di vista autorizzativo**, ai sensi del D.Lgs. 112/98 recepito dalla Regione Piemonte tramite la L.R. n. 44 del 16 aprile 2000, **l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti per la produzione di energia elettrica al di fuori della competenza statale, ivi inclusi gli impianti alimentati a fonti rinnovabili, è delegata alle Province**. Tale procedura è regolata secondo i disposti del D.Lgs. 387/03 e s.m.i. e del D.Lgs. n. 28 del 3 marzo 2011 e s.m.i. Sono, inoltre, delegate alle stesse province, in forza alla **Legge Regionale n. 40 del 14 dicembre 1998**, le procedure relative alla verifica di compatibilità ambientale dei progetti di cui agli

allegati A2 “Progetti di competenza della provincia, sottoposti alla fase di valutazione” e B2 “Progetti di competenza della provincia, sottoposti alla fase di verifica quando non ricadono, neppure parzialmente, in aree protette e sottoposti alla fase di valutazione quando - nel caso di opere o interventi di nuova realizzazione - ricadono, anche parzialmente, in aree protette, sempreché la realizzazione sia consentita dalla legge istitutiva dell'area protetta interessata”. Con **Delibera Regionale n. 5-3314 del 30 gennaio 2012** “Indicazioni procedurali in ordine allo svolgimento del procedimento unico di cui all'articolo 12 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, relativo al rilascio dell'autorizzazione alla costruzione ed esercizio di impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile” sono state definite, a livello regionale, le norme per il procedimento unico relativo al rilascio dell'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti. Con la **L.R. n. 23 del 29 ottobre 2015** “Riordino delle funzioni amministrative conferite alle Province in attuazione della legge 7 aprile 2014, n. 56 (Disposizioni sulle città metropolitane, sulle province, sulle unioni e fusioni di comuni)” sono state confermate, in capo alle Province, tutte le funzioni amministrative loro conferite in materia di autorizzazione degli impianti di produzione di energia elettrica da FER.

Si evidenzia, in ultimo, che con il **D. Lgs n. 104 del 16 giugno 2017 - art. 27-bis** è stato introdotto il nuovo Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR) che sta iniziando a trovare la sua applicazione anche tra le amministrazioni provinciali della Regione Piemonte. Il PAUR include tutti i titoli autorizzativi necessari alla costruzione e all'esercizio dell'opera, oltre a quelli ambientali, e permette alcune semplificazioni procedurali grazie all'accorpamento della fase decisionale all'interno di una unica conferenza di servizi. Inoltre i tempi procedurali vengono stabiliti tramite l'individuazione di “termini determinati con natura perentoria” (Tabella 3).

**Tabella 3.** Quadro autorizzativo in vigore in Piemonte.

	Misura	Focus
<b>Quadro autorizzativo</b>	Legge Regionale del 14 dicembre 1998, n. 40	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione.</li> </ul>
	Legge Regionale del 16 aprile 2000, n. 44	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disposizioni normative per l'attuazione del decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del Capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59.</li> </ul>
	D.G.R. 14 Dicembre 2010, n. 3-1183	<ul style="list-style-type: none"> <li>Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione di impianti fotovoltaici a terra ai sensi del paragrafo 17.3. delle "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" di cui al decreto ministeriale del 10 settembre 2010.</li> </ul>
	D.G.R. Piemonte del 30 gennaio 2012, n. 5-3314	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indicazioni procedurali in ordine allo svolgimento del procedimento unico di cui all'articolo 12 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, relativo al rilascio dell'autorizzazione alla costruzione ed esercizio di impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile.</li> </ul>
	L.R. n. 23 del 29 ottobre 2015	<ul style="list-style-type: none"> <li>Riordino delle funzioni amministrative conferite alle Province in attuazione della legge 7 aprile 2014, n. 56 (Disposizioni sulle città metropolitane, sulle province, sulle unioni e fusioni di comuni).</li> </ul>
	D.G.R. Piemonte del 11 dicembre 2020, n. 16-2528	<ul style="list-style-type: none"> <li>Attuazione del Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC). Disposizioni ed indirizzi di governance per l'individuazione delle “aree idonee” o “a vocazione energetica” per la localizzazione degli impianti di generazione elettrica da fonti energetiche rinnovabili (FER).</li> <li>Avvio, in attuazione del PNIEC, del processo di individuazione - nel territorio regionale - delle “aree idonee” o “a vocazione energetica” per la localizzazione degli impianti di produzione di energia elettrica da FER e, tra questi, in sede di prima applicazione, degli impianti solari fotovoltaici, al fine di contribuire al conseguimento dell'obiettivo di sviluppo delle fonti rinnovabili al 2030 individuato dalla proposta di PEAR nell'ambito degli obiettivi nazionali del PNIEC.</li> </ul>

Nell'Allegato 3 delle Linee Guida nazionali (**DM 10 settembre 2010**) sono, inoltre, **definite le aree non idonee alla realizzazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili** (Tabella 4). Come da decreto, “[...] l'individuazione delle aree non idonee dovrà essere effettuata dalle Regioni, con propri provvedimenti tenendo conto dei pertinenti strumenti di pianificazione ambientale, territoriale e paesaggistica”.

**La Regione Piemonte ha emanato le proprie linee guida, ai sensi della D.G.R. n. 3-1183 del 14 dicembre 2010, per individuare le aree inidonee (e quelle di attenzione) all'installazione di impianti fotovoltaici, sulla**

falsa riga del DM 10 settembre 2010<sup>7</sup>. Per il presente progetto, sono state, pertanto, considerate le disposizioni relative alle aree non idonee previste dalla regolamentazione regionale, riportate nella successiva Tabella 5.

Si cita, infine, la **D.G.R. Piemonte del 11 dicembre 2020, n. 16-2528 “Attuazione del Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC). Disposizioni ed indirizzi di governance per l’individuazione delle “aree idonee” o “a vocazione energetica” per la localizzazione degli impianti di generazione elettrica da fonti energetiche rinnovabili (FER)”**, che, in virtù dell’ambizioso obiettivo nazionale di conseguire al 2030 la copertura pari al 30% del consumo finale lordo da fonti rinnovabili, **ha confermato, a livello regionale, il ruolo trainante del settore elettrico.**

In coerenza con i paragrafi 17.1 e 17.2 del D.M. 10 settembre 2010 recante “Linee Guida per l’autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili” e con Deliberazione n.3-1183 del 14.12.2010 (e successiva D.G.R. n. 6-3315 del 30.01.2012 dedicata agli impianti alimentati da biomasse solide, liquide e gassose), la Giunta regionale ha provveduto a fornire indirizzi localizzativi per gli impianti fotovoltaici a terra, proponendo la definizione di specifiche “aree inidonee” e di “aree di attenzione”. Al fine di contribuire al conseguimento dell’obiettivo di sviluppo delle fonti rinnovabili al 2030, individuato dalla proposta di PEAR nell’ambito degli obiettivi nazionali del PNIEC, risulta necessario [...] *dare avvio al processo di individuazione nel territorio regionale delle “aree a vocazione energetica” per la localizzazione degli impianti di produzione di energia elettrica da FER, e tra questi, in sede di prima applicazione, degli impianti solari fotovoltaici*”.

**Tabella 4.** Aree non idonee definite dal DM 10 settembre 2010.

<b>Aree non idonee previste dal DM 10 settembre 2010</b>	
1.	Aree legate a obiettivi di tutela ambientale;
2.	siti inseriti nella lista del patrimonio mondiale dell'UNESCO; aree ed i beni di notevole interesse culturale di cui alla Parte seconda del D. Lgs. n.42/2004; immobili e le aree dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi dell'articolo 136 dello stesso decreto legislativo;
3.	zone all'interno di coni visuali la cui immagine è storicizzata e identifica i luoghi, anche in termini di notorietà internazionale, di attrattività turistica;
4.	zone situate in prossimità di parchi archeologici e nelle aree contermini ad emergenze di particolare interesse culturale, storico e/o religioso;
5.	aree naturali protette ai diversi livelli (nazionale, regionale, locale) istituite ai sensi della legge 394/1991 ed inserite nell'elenco ufficiale delle Aree Naturali Protette, con particolare riferimento alle aree di riserva integrale e di riserva generale orientata di cui all'articolo 12, comma 2, lettere a) e b) della legge 394/1991 ed equivalenti a livello regionale;
6.	zone umide di importanza internazionale designate ai sensi della Convenzione di Ramsar;
7.	aree incluse nella Rete Natura 2000 designate in base alla direttiva 92/143/Cee (i.e. SIC - Siti di Importanza Comunitaria) ed alla direttiva 79/409/Cee (i.e. ZPS - Zone di protezione speciale);
8.	aree di rilevanza per l'avifauna identificate come “Important Bird Areas” (IBA);
9.	aree non comprese in quelle di cui ai punti precedenti ma che svolgono funzioni determinanti per la conservazione della biodiversità (fasce di rispetto o aree contigue delle aree naturali protette); istituendo aree naturali protette oggetto di proposta del Governo, ovvero di disegno di legge regionale approvato dalla Giunta; aree di connessione e continuità ecologico-funzionale tra i vari sistemi naturali e seminaturali; aree di riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette; aree in cui è accertata la presenza di specie animali e vegetali soggette a tutela dalle convenzioni internazionali (Berna, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e dalle Direttive comunitarie (79/409/Cee e 92/43/Cee), specie rare, endemiche, vulnerabili, a rischio di estinzione;
10.	aree agricole interessate da produzioni agricolo-alimentari di qualità (produzioni biologiche, produzioni DOP, IGP, STG, DOC, DOCG, produzioni tradizionali) e/o di particolare pregio rispetto al contesto paesaggistico-culturale, in coerenza e per le finalità di cui all'articolo 12, comma 7, del decreto legislativo 387/2003 anche con riferimento alle aree, se previste dalla programmazione regionale, caratterizzate da un'elevata capacità d'uso del suolo;

<sup>7</sup> “Regolazione regionale della generazione elettrica da fonti rinnovabili” - Aggiornamento al 31/12/2021 (GSE)

11.	aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idrogeologico perimetrate nei Piani di Assetto Idrogeologico (PAI) adottati dalle competenti Autorità di Bacino ai sensi del DI 180/1998 e s.m.i.;
12.	zone individuate ai sensi dell'articolo 142 del D. Lgs. n.42/2004 valutando la sussistenza di particolari caratteristiche che le rendano incompatibili con la realizzazione degli impianti.

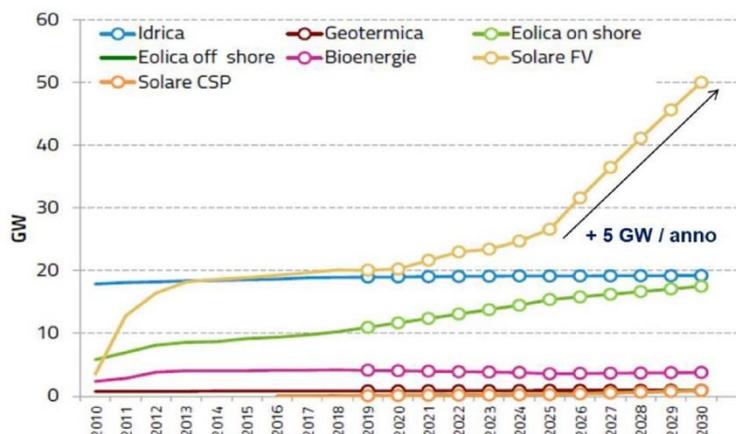
**Tabella 5.** Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione di impianti fotovoltaici a terra ai sensi della D.G.R. 14 dicembre 2010, n. 3-1183.

AMBITI DI INTERESSE	PRINCIPALI DISPOSIZIONI DI TUTELA E CRITERI DI SALVAGUARDIA	RIFERIMENTI CARTOGRAFICI
<b>Siti inseriti nel patrimonio mondiale dell'UNESCO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Art. 135 e art. 143 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e s.m.i.</li> <li>- Art. 33, comma 5, lettere a) e b) "<i>Norme per i siti inseriti nella lista del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO</i>" del Piano Paesaggistico Regionale adottato con deliberazione della Giunta regionale 4 agosto 2009, n. 53-11975.</li> </ul>	<p><a href="http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/paesaggio/ppr.htm">http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/paesaggio/ppr.htm</a>  P.P.R. Tavola P2 Beni Paesaggistici Perimetrazioni Ministero per i Beni e le Attività Culturali</p>
<b>Siti UNESCO – candidature in atto – Core zone</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- D.G.R. 16 marzo 2010, n. 87-13582 "<i>Determinazioni in merito al Progetto di candidatura UNESCO dei Paesaggi vitivinicoli di Langhe, Roero e Monferrato</i>".</li> <li>- D.G.R. 5 luglio 2010, n. 32-287 "<i>Integrazioni alla D.G.R. n. 83- 13582 del 13.03.2010</i>";</li> <li>- D.D. n. 460 del 20 luglio 2010.</li> </ul>	<p><a href="http://www.paesaggivitivinicoli.it/">http://www.paesaggivitivinicoli.it/</a></p>
<b>Beni culturali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Art. 10, "<i>Beni culturali</i>" lettere f), g) ed l) del d.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42.</li> </ul>	<p><a href="http://www.beniarchitetonicipiemonte.it/">http://www.beniarchitetonicipiemonte.it/</a></p>
<b>Beni paesaggistici</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Art. 136, "<i>Immobili ed aree di notevole interesse pubblico</i>" comma 1, lettere a) e b) del d.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42; artt. 17 e 26 del Piano Paesaggistico Regionale "<i>Ville parchi giardini aree ed impianti per il loisir ed il turismo</i>" adottato con deliberazione della Giunta regionale 4 agosto 2009, n. 53-11975.</li> </ul>	<p><a href="http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/paesaggio/ppr.htm">http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/paesaggio/ppr.htm</a>  P.P.R. Tavola P2 Beni Paesaggistici (perimetrazioni di maggior dettaglio sono disponibili al sito <a href="http://151.1.141.125/sitap/index.html">http://151.1.141.125/sitap/index.html</a> del MiBAC, nonché presso gli uffici tecnici comunali interessati).</p>
<b>Vette e crinali montani e pedemontani</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Art. 13, "<i>Aree di montagna</i>", del Piano Paesaggistico Regionale adottato con deliberazione della Giunta regionale 4 agosto 2009, n. 53-11975.</li> </ul>	<p><a href="http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/paesaggio/ppr.htm">http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/paesaggio/ppr.htm</a>  P.P.R. Tavola P4</p>
<b>Tenimenti dell'Ordine Mauriziano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Art. 33, comma 7 – Allegato C – "<i>Luoghi ed elementi identitari</i>" del Piano Paesaggistico Regionale adottato con deliberazione della Giunta regionale 4 agosto 2009, n. 53-11975.</li> </ul>	<p><a href="http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/paesaggio/ppr.htm">http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/pianifica/paesaggio/ppr.htm</a>  P.P.R. Allegato C alle Norme di Attuazione del Piano.</p>
<b>Aree protette nazionali e regionali, nonché Siti di importanza comunitaria nell'ambito della Rete Natura 2000</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Direttiva 1992/43/CEE del 21 maggio 1992.</li> <li>- R.D.L. 3 dicembre 1922, n. 1584, convertito nella legge 17 aprile 1925, n. 473 (Costituzione di un "Parco nazionale" presso il gruppo del "Gran Paradiso" nelle Alpi Graie).</li> <li>- D.P.R. 8 settembre 1997, n. 357 e s.m.i. (Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche).</li> <li>- Legge 6 dicembre 1991, n. 394 (Legge quadro sulle aree protette).</li> <li>- D.M. 2 marzo 1992 (Istituzione del Parco nazionale della Val Grande).</li> </ul>	<p><a href="http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/parchi/retenatura2000.htm">http://www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/parchi/retenatura2000.htm</a></p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L.R. 22 marzo 1990 (Nuove norme in materia di aree protette).</li> <li>- L.R. 22 giugno 2009, n. 19 (Testo unico sulla tutela delle aree naturali e della biodiversità).</li> </ul>	
<p><b>Terreni classificati dai PRGC vigenti a destinazione d'uso agricola e naturale ricadenti nella prima e seconda classe di capacità d'uso del suolo</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L.R. 5 dicembre 1977, n 56 e s.m.i. "<i>Tutela ed uso del suolo</i>".</li> <li>- Piano Territoriale Regionale approvato con deliberazione n. 30-1375 del 14 novembre 2005 e n. 17-1760 del 13 dicembre 2005.</li> <li>- Piano Paesaggistico Regionale adottato con deliberazione della Giunta regionale 4 agosto 2009, n. 53-11975, articolo 20.</li> <li>- Deliberazione della Giunta regionale 8 febbraio 2010 n. 88- 13271, di approvazione dei Manuali Operativo e di campagna e della Scheda da utilizzare per la valutazione della Capacità d'uso dei suoli a scala aziendale.</li> <li>- Deliberazione della Giunta regionale 30 novembre 2010 n. 75-1148, di adozione della "<i>Carta della Capacità d'uso dei suoli del Piemonte</i>" quale strumento cartografico di riferimento per la specifica tematica relativa alla capacità d'uso dei suoli.</li> </ul>	<p>(<a href="http://www.regione.piemonte.it/agri/suoli_terreni/suoli1_50/carta_suoli.htm">http://www.regione.piemonte.it/agri/suoli_terreni/suoli1_50/carta_suoli.htm</a>)</p> <p>(<a href="http://www.regione.piemonte.it/agri/suoli_terreni/suoli1_250/carta_suoli.htm">http://www.regione.piemonte.it/agri/suoli_terreni/suoli1_250/carta_suoli.htm</a>)</p>
<p><b>Aree agricole destinate alla produzione di prodotti D.O.C.G. e D.O.C.</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Regolamento (CE) n. 510/2006 del Consiglio del 20 marzo 2006 relativo alla protezione delle indicazioni geografiche e delle denominazioni d'origine dei prodotti agricoli ed alimentari.</li> <li>- Regolamento (CE) n. 1234/2007 del Consiglio del 22 ottobre 2007 recante organizzazione comune dei mercati agricoli e disposizioni specifiche per taluni prodotti agricoli (regolamento unico OCM).</li> <li>- Decreto Legislativo 8 aprile 2010, n. 61 (Tutela delle denominazioni di origine e delle indicazioni geografiche dei vini, in attuazione dell'articolo 15 della legge 7 luglio 2009, n. 88).</li> <li>- Piano Paesaggistico Regionale adottato con deliberazione della Giunta regionale 4 agosto 2009, n. 53-11975, articoli 20 e 32.</li> </ul>	<p><a href="http://www.regione.piemonte.it/agri/oss_er_vitivin/vit_difficile/doc.htm">http://www.regione.piemonte.it/agri/oss_er_vitivin/vit_difficile/doc.htm</a></p>
<p><b>Terreni agricoli irrigati con impianti irrigui a basso consumo idrico realizzati con finanziamento pubblico</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Piano irriguo nazionale di cui alla deliberazione CIPE n. 41 del 14 giugno 2002 "<i>Linee guida per il Programma nazionale per l'approvvigionamento idrico in agricoltura e per lo sviluppo dell'irrigazione</i>" e all'art. 4 commi 31-37 della legge 350/2003 (Finanziaria 2004).</li> <li>- Legge Regionale 9 agosto 1999, n. 21 "<i>Norme in materia di bonifica e d'irrigazione</i>".</li> </ul>	
<p><b>Aree in dissesto idraulico e idrogeologico</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 maggio 2001, "<i>Approvazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Po</i>".</li> <li>- Deliberazione della Giunta Regionale n. 45-6656 del 15 luglio 2002, come modificata dalla deliberazione della Giunta regionale 2-11830 del 28 luglio 2009.</li> </ul>	<p><a href="http://www.adbpo.it/">http://www.adbpo.it/</a></p> <p><a href="http://www.regione.piemonte.it/disuw/main.php">http://www.regione.piemonte.it/disuw/main.php</a></p>

## 2.4. Focus normativo sul c.d. “agrivoltaico”

Come ampiamente rappresentato, le FER (e il fotovoltaico in particolare), stanno rivestendo un **ruolo chiave nella c.d. “transizione energetica” volta al contenimento del *Global warming* e alla necessaria progressiva decarbonizzazione nel processo di produzione di energia** - Figura 5.



**Figura 5.** Stima prospettica dell’incremento atteso di installazione di impianti di produzione energetica da FER. Fonte: PNIEC.

A livello internazionale **lo sviluppo di impianti agrivoltaici viene presentato, per la prima volta, tra le linee di azione di Agenda 2030, adottata dall’ONU (nel 2015) e recepita immediatamente dall’Unione Europea.** L’Unione Europea ha, finora, incentivato notevolmente l’utilizzo dei pannelli fotovoltaici per produrre energia “pulita”, ma non esistono – allo stato attuale - direttive o regolamenti che normino o diano indicazioni tecniche precise riferite agli impianti agrivoltaici. La Commissione europea, inoltre, **con l’intenzione di attuare iniziative di sostegno all’interno della strategia biodiversità europea (al fine di accelerare la transizione a un nuovo sistema alimentare sostenibile), ha già proposto di integrare l’agrivoltaico nella Climate Change Adaptation Strategy<sup>8</sup>** e risultano varie proposte per il suo inserimento nelle Agende europee in materia di transazione energetica (Unitus, 2021).

Inoltre, per contrastare i cambiamenti climatici, arrestare le emissioni di gas effetto serra e contrastare la crisi energetica, attraverso la rapida diffusione delle energie rinnovabili (al centro del piano REPowerEU<sup>9</sup>), nella comunicazione COM(2022) 221 final “Strategia dell’UE per l’energia solare”, la UE promuove forme innovative di diffusione e usi molteplici dello spazio, specificando che “[...] *in determinate condizioni, l’uso agricolo dei terreni può essere combinato con la produzione di energia solare nel cosiddetto agrivoltaico (o agrifotovoltaico). Tra le due attività si possono instaurare sinergie, in quanto gli impianti fotovoltaici possono contribuire a proteggere le colture e a stabilizzare la resa senza intaccare l’uso primario della superficie, che rimane agricolo. Gli Stati membri dovrebbero prendere in considerazione incentivi per lo sviluppo dell’agrifotovoltaico in sede di elaborazione dei piani strategici nazionali per la politica agricola comune nonché dei quadri di sostegno all’energia solare (ad esempio integrando l’agrifotovoltaico nelle gare d’appalto per le energie rinnovabili). È opportuno ricordare che, nel settore agricolo, le norme in materia di aiuti di Stato autorizzano la concessione di aiuti per gli investimenti nell’energia sostenibile [...]*”.

Per quanto riguarda l’Italia, come validamente sintetizzato dal Report di Elettricità Futura e Confagricoltura (2021)<sup>10</sup>, “nell’ipotesi quindi di dover installare 50 GW di nuova potenza fotovoltaica in meno di nove anni (rispetto ai 21,6 GW realizzati in circa quindici anni), è ragionevole supporre che lo sviluppo atteso dovrà

<sup>8</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52021DC0082&from=EN>

<sup>9</sup> REPowerEU - [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-eu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe\\_it](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repower-eu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_it)

<sup>10</sup> Elettricità Futura e Confagricoltura, 2021. Impianti FV in aree rurali: sinergie tra produzione agricola ed energetica.

essere assicurato soprattutto dagli impianti a terra, mentre le installazioni su coperture continueranno presumibilmente a crescere con lo stesso ritmo riscontrato ad oggi<sup>11</sup>.

A tal proposito, inoltre, viene ulteriormente fatto presente come “la crescita attesa del fotovoltaico al 2030 dovrà prevedere un più ampio coinvolgimento degli agricoltori e dovrà valutare l’inserimento a terra, su aree agricole, degli impianti FV soprattutto attraverso soluzioni impiantistiche in grado di integrare la produzione di energia in ambito agricolo e di contribuire, se ne ricorrano le condizioni, a rilanciarne l’attività nei terreni abbandonati non utilizzabili o non utilizzati in ambito rurale”.



**Figura 6.** Esempi di progetti agro-fotovoltaici a differente valenza (i.e. zootecnica, ortofrutticola, foraggera e mellifera).

Questo importante risultato sancisce finalmente **due elementi essenziali** quanto controversi (e spesso inopportunamente strumentalizzati):

1. gli impianti fotovoltaici utility-scale non comportano forme di “consumo” del suolo (intesa come funzione di abitabilità e nutrizione), al punto che il suolo è in grado di mantenere e addirittura migliorare la propria fertilità;
2. la filiera agricola e quella energetica non sono in contrapposizione ma possono divenire fattori sinergici in cui la componente energetica funge da motore di sviluppo rurale e di crescita/stabilità di comparti a maggior fragilità.

Tali elementi sono, inoltre, confermati dalla pubblicazione “*Linee Guida per l’applicazione dell’agro-fotovoltaico in Italia*”<sup>12</sup>, edita dall’Università degli Studi della Tuscia (in collaborazione con diversi *partner* di rilievo - pubblici e privati - dei settori agricoltura, energia e ricerca), nelle quali viene riportato che per raggiungere l’obiettivo di “[...] *garantire in futuro l’integrazione del fotovoltaico con l’agricoltura*” devono essere necessariamente rispettate determinate condizioni per l’installazione dei moduli fotovoltaici, tra le quali: “[...] *presenza della figura agricola come imprescindibile nel processo; mantenimento del fondo a carattere agricolo principale; integrazione di reddito tra produzione di energia e produzione agricola; il posizionamento delle strutture portanti ad altezze maggiori [...]; aumento della forza lavoro in seguito ai processi di manutenzione del campo fotovoltaico oltre il mantenimento della forza lavoro agricola*”.

Facendo un breve excursus sul recente *framework* normativo sull’agrivoltaico, prima dell’emanazione delle Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici - elaborate da un gruppo di lavoro coordinato dal MiTE e pubblicate il 27 giugno 2022 -, benché non sussistesse una definizione condivisa e ufficiale di impianto “agrivoltaico” e/o “agro-voltaico”, l’argomento veniva trattato, ancorché in modo non esaustivo, in numerosi documenti di carattere normativo. Tra i principali:

- il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), nella sua versione definitiva trasmessa alla UE, prevede stanziamenti superiori al miliardo di euro per “progetti agri-voltaici” (e relativi monitoraggi), che mirino a rendere più competitivo il settore agricolo. Inoltre, inserisce l’agrivoltaico (se in possesso di determinati requisiti) tra le produzioni di energia rinnovabile incentivabili e comincia a dare indicazioni rispetto alle caratteristiche che deve avere un progetto per essere definito tale.
- Il DL 77/2021 (i.e. “Decreto Semplificazione”, convertito successivamente in legge - L. n. 108/2021) al c. 1-*quater* prevede che “*Il comma 1 (n.d.r. dell’Art.65 del DL 24 gennaio 2012, n.1, convertito, con*

<sup>11</sup> Si consideri che al 2030, in una ipotesi di ubicazione su suolo di 35 GW di impianti solari, si renderà necessaria una superficie complessiva inferiore allo 0.5% della superficie agricola totale nazionale.

<sup>12</sup> Unitus (2021). *Linee Guida per l’Applicazione dell’Agro-fotovoltaico in Italia*. ISBN 978-88-903361-4-0. [www.unitus.it/it/dipartimento/dafne](http://www.unitus.it/it/dipartimento/dafne)

modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 27) non si applica agli impianti agrivoltaici che adottino soluzioni integrative innovative con montaggio dei moduli elevati da terra, anche prevedendo la rotazione dei moduli stessi e comunque in modo da non compromettere la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale, anche consentendo l'applicazione di strumenti di agricoltura digitale e di precisione”<sup>13</sup>.

- La L. n. 34 del 27 aprile 2022 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 1° marzo 2022, n. 17, recante misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali” prevede l'estensione della Procedura Abilitativa Semplificata (PAS) agli impianti “agro-voltaici [...] che distino non più di 3 chilometri da aree a destinazione industriale, artigianale e commerciale” oltre che “[...] Per l'attività di costruzione ed esercizio di impianti fotovoltaici di potenza fino a 20 MW e delle relative opere di connessione alla rete elettrica di alta e media tensione localizzati in aree a destinazione industriale, produttiva o commerciale nonché in discariche o lotti di discarica chiusi e ripristinati ovvero in cave o lotti di cave non suscettibili di ulteriore sfruttamento, e delle relative opere connesse e infrastrutture necessarie, per i quali l'autorità competente al rilascio dell'autorizzazione abbia attestato l'avvenuto completamento delle attività di recupero e di ripristino ambientale previste nel titolo autorizzatorio nel rispetto delle norme regionali vigenti, si applicano le disposizioni di cui al comma 1 [...]”.

In riferimento, invece, **agli indicatori minimi necessari a qualificare come tale un “sistema AGRO-FV”**, nel “**Position Paper - Sistemi AGRO-FOTOVOLTAICI**”<sup>14</sup>, sottoscritto da ANIE Rinnovabili, Elettricità Futura e Italia Solare pubblicato il 02/03/2022, sono state date le prime indicazioni in merito. Nello specifico, in base al documento sopracitato, un impianto per essere etichettato come “agrivoltaico” doveva rispettare tre **specifiche condizioni, di seguito sintetizzate:**

1. la fattibilità dell'attività agricola del sistema deve essere asseverata da parte di un tecnico competente, sia in fase autorizzativa, sia annualmente.
2. l'esecuzione del monitoraggio ed il controllo dei fattori della produzione, le cui modalità devono essere scelte in base alla tipologia di attività esercitata.
3. il limitare la superficie non utilizzabile ai fini agricoli (ovvero le porzioni di suolo non più disponibili dopo l'installazione dei moduli, come ad esempio quelle occupate dalle strutture di sostegno) a non più del 30% della superficie totale del progetto.

Lo stesso documento, inoltre, contribuisce a definire alcuni criteri incrementali definiti “*Plus*”, che misurano un più elevato livello di integrazione dell'attività di produzione di energia da fonte fotovoltaica sulle superfici vocate alla produzione primaria, quali ad esempio:

- l'utilizzo di strumenti digitali facenti parte della sfera dell'agricoltura di precisione (o agricoltura 4.0);
- il miglioramento dell'utilizzo della risorsa idrica mediante accorgimenti tecnico-agronomici che si traduca in un aumento del valore d'uso del suolo;
- l'utilizzo di misure di mitigazione ambientali atti a favorire un miglior inserimento dell'impianto nel contesto agricolo e rurale;
- la tutela della biodiversità, delle specie di interesse agrario, del suolo dai fenomeni erosivi e l'uso di colture identitarie del territorio o specie zootecniche autoctone.

Infine, il 27 giugno 2022 sono state pubblicate le “**Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici**” elaborate e condivise da un gruppo di lavoro coordinato dal Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) e composto dai seguenti Enti e/o Società:

<sup>13</sup> Per completezza di trattazione occorre citare che il medesimo DL al c.1-quinquies prevede come “L'accesso agli incentivi per gli impianti di cui al comma 1-quater è inoltre subordinato alla contestuale realizzazione di sistemi di monitoraggio che consentano di verificare l'impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate” e al c.1-sexies che “Qualora dall'attività di verifica e controllo risulti la violazione delle condizioni di cui al comma 1-quater, cessano i benefici fruiti”.

<sup>14</sup> [www.italiasolare.eu/wp-content/uploads/2022/03/AR-EF-IS-Position-Paper-Agrovoltaico.pdf](http://www.italiasolare.eu/wp-content/uploads/2022/03/AR-EF-IS-Position-Paper-Agrovoltaico.pdf)

- Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA);
- Gestore dei servizi energetici S.p.A (GSE);
- Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile (ENEA);
- Ricerca sul sistema energetico S.p.A. (RSE).

Come si legge nell'introduzione, le Linee Guida hanno lo scopo di “[...] di chiarire quali sono le caratteristiche minime e i requisiti che un impianto fotovoltaico dovrebbe possedere per essere definito agrivoltaico, sia per ciò che riguarda gli impianti più avanzati, che possono accedere agli incentivi PNRR, sia per ciò che concerne le altre tipologie di impianti agrivoltaici, che possono comunque garantire un’interazione più sostenibile fra produzione energetica e produzione agricola”.

A tal proposito il documento da un lato elenca alcune definizioni chiave (i.e. impianto fotovoltaico, impianto agrivoltaico, impianto agrivoltaico avanzato, etc.), dall’altro stabilisce caratteristiche e requisiti dei sistemi agrivoltaici e del sistema di monitoraggio. Nello specifico, l’art. 1.1 Parte I delle Linee Guida riporta una definizione aggiornata di “impianto agrivoltaico”, inteso come **“agrivoltaico (o agrovoltaico, o agrofotovoltaico): impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione”**.

Inoltre, l’art. 2.3 Parte II del documento riporta le “Caratteristiche e requisiti degli impianti agrivoltaici” elencando le seguenti specifiche:

“[...]”

- ✓ **REQUISITO A:** Il sistema è progettato e realizzato in modo da adottare una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, tali da consentire l’integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi;
- ✓ **REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell’attività agricola e pastorale;
- ✓ **REQUISITO C:** L’impianto agrivoltaico adotta soluzioni integrate innovative con moduli elevati da terra, volte a ottimizzare le prestazioni del sistema agrivoltaico sia in termini energetici che agricoli;
- ✓ **REQUISITO D:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che consenta di verificare l’impatto sulle colture, il risparmio idrico, la produttività agricola per le diverse tipologie di colture e la continuità delle attività delle aziende agricole interessate;
- ✓ **REQUISITO E:** Il sistema agrivoltaico è dotato di un sistema di monitoraggio che, oltre a rispettare il requisito D, consenta di verificare il recupero della fertilità del suolo, il microclima, la resilienza ai cambiamenti climatici”.

Il medesimo articolo, inoltre, stabilisce quali e quanti requisiti debbano essere rispettati per rientrare (o meno) in una determinata definizione di “agrivoltaico” (rif. Art. 1.1. Parte I delle Linee Guida). Nello specifico:

“[...]”

- Il rispetto dei requisiti A, B è necessario per definire un impianto fotovoltaico realizzato in area agricola come “agrivoltaico 15”. Per tali impianti dovrebbe inoltre essere previsto il rispetto del requisito D.2.
- Il rispetto dei requisiti A, B, C e D è necessario per soddisfare la definizione di “impianto agrivoltaico avanzato 16” e, in conformità a quanto stabilito dall’articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, classificare l’impianto come meritevole dell’accesso agli incentivi statali a valere sulle tariffe elettriche.
- Il rispetto dei requisiti A, B, C, D ed E sono pre-condizione per l’accesso ai contributi del PNRR, fermo restando che, nell’ambito dell’attuazione della misura Missione 2, Componente 2, Investimento 1.1 “Sviluppo del sistema agrivoltaico”, come previsto dall’articolo 12, comma 1, lettera f) del decreto legislativo n. 199 del 2021, potranno essere definiti ulteriori criteri in termini di requisiti soggettivi o tecnici, fattori premiali o criteri di priorità”.

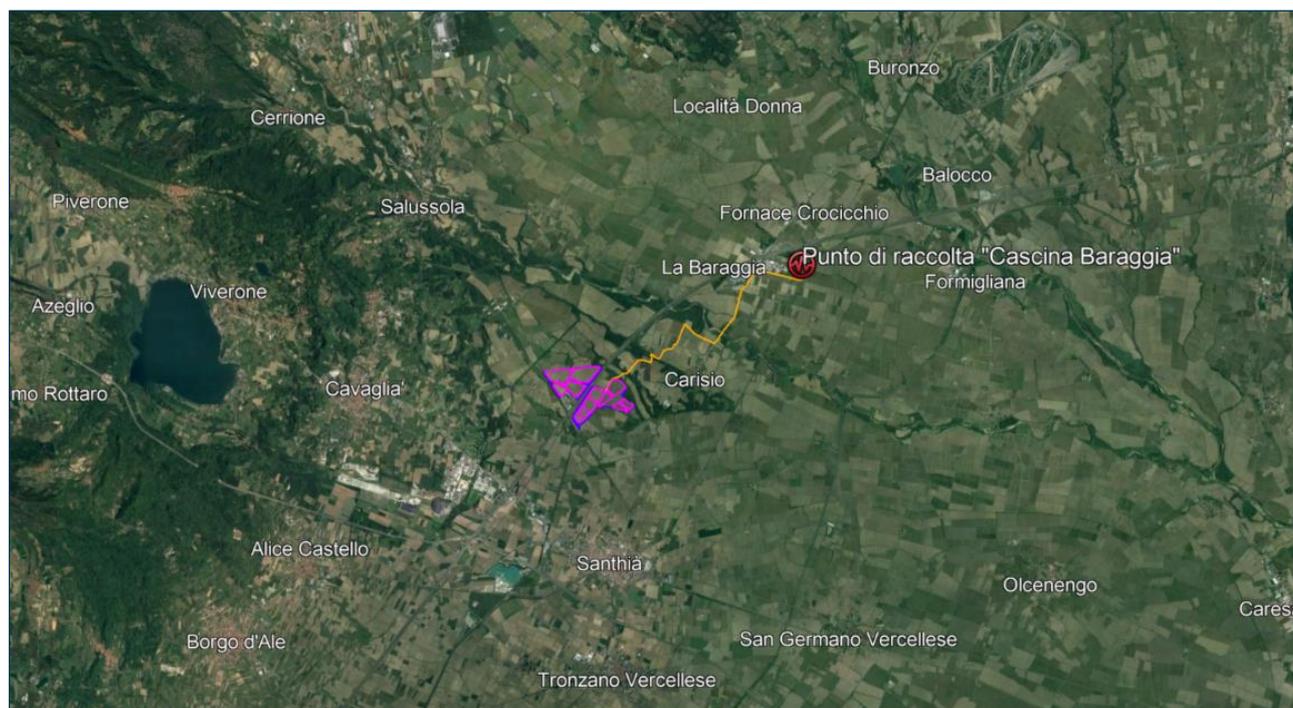
<sup>15</sup> Impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione (rif. Art. 1.1 lett. d) – Linee Guida).

<sup>16</sup> Impianto agrivoltaico in conformità a quanto stabilito dall’articolo 65, comma 1-quater e 1-quinquies, del decreto-legge 24 gennaio 2012, n. 1, e ss. mm. (rif. Art. 1.1 lett. e) – Linee Guida).

# 3. Quadro ambientale e territoriale

## 3.1. Inquadramento territoriale - geografico del sito

L'area identificata per l'installazione dell'impianto agrivoltaico "e-VerGREEN" è localizzata nel comune di Santhià, località S. Alessandro, in provincia di Vercelli. Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico installato a terra, con perpetrazione dell'uso agricolo delle superfici, la cui localizzazione spaziale si evince dalla Figura 7 (coord. 45°24'17.07"N e 8°09'54.20"E).



**Figura 7.** Localizzazione dell'area di intervento su foto satellitare: linea blu= superficie catastale; linea fucsia= area di impianto; linea arancione= cavidotto di connessione; puntalino rosso= punto di raccolta "Cascina Baraggia" – (Fonte cartografica di base: Google Earth).

L'area catastale disponibile per il progetto ha un'estensione pari a 140.53 ha, mentre l'area di impianto, delimitata dalla recinzione perimetrale, misura 103.07 ha e si trova, in linea d'aria (rispetto agli abitati più prossimi), a circa: 4.3 km Nord-Ovest dal centro abitato di Santhià; 8.2 km Nord-Est dal Comune di Alice Castello; 5.6 km Est dal centro di Cavaglia; 5.7 km Sud-Est dall'abitato di Dorzano; 6.4 km Sud/Sud-Est da Salussola; 2 km Sud-Ovest dall'abitato di Carisio; 10.4 km Ovest dal Comune di Casanova Elvo; 9 km Nord-Ovest da San Germano Vercellese; 9 km Nord/Nord-Ovest dal Comune di Crova; 7 km Nord dall'abitato di Tronzano Vercellese.

Dal punto di vista viabilistico, a livello sovralocale, l'area di impianto è raggiungibile dalla Strada Provinciale 143 (SP143), dalla Strada Provinciale 230 (SP230) e dall'Autostrada Serenissima (A4); a livello locale, il sito di impianto è, invece, facilmente accessibile dalla viabilità secondaria connessa alla Strada Provinciale 54 (SP54), alla Strada Provinciale 322 (SP322) e alla Strada Provinciale 3 (SP3). Data la presenza di diverse aree recintate che costituiscono la parte energetica di progetto nel suo complesso, sono presenti n° 12 accessi, uno per ciascuna area recintata. Interessante rilevare anche come l'area risulti già dotata di una efficace viabilità interna, in buona parte anche asfaltata e in ottime condizioni.

**Entrando nel merito del contesto territoriale, l'area di progetto si inserisce in uno scenario pianeggiante, in una compagine territoriale dove la componente agricola, tipica della zona, è costituita principalmente da risaie alternate a seminativi in aree non irrigue, boschi di latifoglie e aree a destinazione d'uso industriale e/o commerciale. L'area di progetto, nello specifico, oggi è adibita alla coltivazione di erbacee di pieno campo, attività agricola che sarà perpetuata anche ad impianto**

**realizzato** (ancorchè con variazione di coltivo, da riso a soia). Il lotto designato per la produzione energetica solare (ad eccezione del margine Est - adiacente a un'area boscata - e del margine Ovest - adiacente, in parte, alla ferrovia Biella-Santhià e, in parte, all'azienda farmaceutica Sicor Srl), si trova in un contesto periurbano a densità abitativa medio/bassa e confina quasi integralmente con altri campi agricoli. Nelle vicinanze di progetto, tuttavia, si distinguono alcuni fabbricati industriali e rurali e alcune preesistenze di edilizia residenziale.

Infine, si segnala che le aree di impianto risultano inframmezzate dall'Autostrada A4 (Torino-Trieste) e, a Sud-Est, dalla linea 380kV "Rondissone-Turbigo".

**L'impianto di produzione energetica sarà collegato alla rete di Terna attraverso la costruzione di una cabina di consegna, collegata al futuro punto di raccolta "Cascina Baraggia" - dove sarà previsto un punto di trasformazione MT/AT che convoglierà l'energia elettrica prodotta dal presente impianto alla limitrofa futura Stazione Elettrica "Carisio" (cfr. Par. 5.2.1) -, tramite la realizzazione di nuove linee MT, in cavo interrato, passanti in traccia, interamente al di sotto della viabilità esistente.**

Nella Tabella 6 si riassumono le informazioni catastali relative all'area disponibile identificata per la realizzazione del progetto agrivoltaico.

**Tabella 6.** Informazioni catastali relative all'impianto.

COMUNE	IMPIANTO	FOGLIO	PARTICELLA	SUPERFICIE (ha. are. ca)
Santhià (VC)	e-VerGREEN	7	1	00.52.00 11.14.40 14.23.00
		7	2	00.46.20
		7	10	00.49.60
		7	45	00.52.80
		8	1	13.28.10
		8	25	02.15.30
		8	27	00.11.10
		8	28	00.08.50
		8	70	02.91.00 00.39.70
		8	82	11.01.86
		8	105	00.00.48
		8	121	21.46.53
		8	134	00.06.00 00.12.90
		8	154	07.31.89
		8	162	11.60.20
		9	9	00.13.50
		9	21	15.63.70
		9	165	00.05.30
		9	166	00.05.50
		9	168	00.01.10
		9	169	01.98.70
		9	170	00.17.80
		9	176	00.26.40
		9	177	00.09.10
		10	1	14.13.10
		10	2	00.65.00
		10	86	07.09.90
		10	88	01.24.30
10	90	00.01.00 00.00.30		
12	285	00.72.60		
12	294	00.34.16		
<b>SUPERFICIE TOTALE CATASTALE</b>				<b>140.53.02</b>

Nello specifico, le aree strettamente funzionali alla parte energetica del progetto, delimitate dalla recinzione perimetrale, hanno una estensione complessiva pari a **103.07 ha**.

### 3.2. Criteri di scelta del sito e contestualizzazione dell'opera in progetto

Lo studio delle cartografie tecniche/tematiche, unitamente ad un'analisi di carattere bibliografico-normativo, ha permesso di identificare, dapprima in via preliminare e poi in versioni progressivamente più dettagliate e approfondite, le caratteristiche generali delle superfici designate alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico, così da poter **procedere a forme di verifica di carattere vincolistico e ambientale utili a evitare ipotesi progettuali irrealizzabili, insensate, sfavorevoli, o dannose**. Il sito identificato, pertanto, è frutto di una valutazione preliminare che ne ha sancito la fattibilità tecnico-autorizzativa in accordo con la normativa vigente e con le legittime proprietà dei terreni, cui è seguita un'attenta progettazione ingegneristico-ambientale (secondo criteri di piena sostenibilità) e una positiva verifica di allaccio alla Rete Elettrica Nazionale.

Per la consultazione puntuale delle risultanze dell'analisi vincolistica e dello studio degli impatti/mitigazioni paesaggistico-ambientali, si rimanda alle successive parti di elaborato, mentre per i particolari cartografici e fotografici si possono consultare le tavole allegate (e sintetizzate al successivo Cap. 4).

Ad ogni buon conto, è possibile specificare sin d'ora come il sito qui identificato presenti numerosi **punti di forza** tra cui:

- l'area di progetto risulta facilmente accessibile, con una buona esposizione solare;
- i proprietari del fondo hanno manifestato un forte interesse al rafforzamento dell'attività agricola preesistente, trovando forte sinergia con il progetto;
- **sussiste una limitata presenza di c.d. "recettori sensibili di prossimità";**
- l'area di progetto si colloca in una zona periurbana a bassa densità abitativa e caratterizzata da un assetto morfologico di tipo pianeggiante (categoria topografica T1<sup>17</sup> - con forme legate all'azione geomorfica esercitata (attualmente e nel recente passato) dal reticolo idrografico);
- l'area selezionata per l'impianto non è soggetta a rischi idraulici. Le indagini effettuate non hanno rilevato la presenza di sorgenti/risorgive e le acque di falda freatica, connesse al reticolo idrografico esistente, non vengono in alcun modo intercettate dalle opere in progetto. Allo stesso modo, non sono stati rilevati fenomeni morfogenici dissestivi in atto (o potenziali) di particolare entità e sussiste un basso rischio sismico (zona sismica 4);
- rispetto agli aggregati urbani, localizzati nelle immediate vicinanze, l'area di intervento risulta già parzialmente schermata dalla presenza di fasce boscate lungo i margini Est e Ovest del sito (il che rappresenta una prima base di partenza, da implementare, per le mitigazioni/compensazioni ambientali, da adottare in fase di progetto);
- nell'area di progetto destinata alla parte energetica non vengono evidenziati elementi di particolare interesse artistico, storico e/o architettonico e non sono presenti vincoli ambientali e/o vincoli di rilevanza non superabile. Inoltre, l'area selezionata per la realizzazione dell'impianto energetico non è soggetta a vincoli di carattere paesaggistico e la stessa non rientra nell'elenco delle aree protette (SIC, ZPS, Natura 2000).

Tuttavia, essendo utopico immaginare di avere solo elementi di forza, è necessario evidenziare i seguenti **punti di debolezza**, oggetto di opportuno approfondimento e progettazione:

- Le opere di connessione dell'impianto di produzione energetica al punto di raccolta "Cascina Baraggia" - dove sarà previsto un punto di trasformazione MT/AT che convoglierà l'energia elettrica prodotta dal presente impianto alla limitrofa futura Stazione Elettrica "Carisio" (cfr. Par. 5.2.1) -, oltre a seguire un percorso di lunghezza non trascurabile (circa 7.4 km), attraversano o lambiscono aree tutelate o soggette a vincolo (come approfondito nel successivo capitolo 4.1) e numerosi fossi, canali e corsi d'acqua.
  - ➔ La soluzione tecnica scelta prevede il posizionamento del cavidotto, per tutta la sua estensione, in soluzione interrata lungo le sedi stradali esistenti.
  - ➔ In corrispondenza degli attraversamenti del cavidotto di alcuni canali/corsi d'acqua (**e tubazioni esistenti**), sarà previsto (in accordo con il gestore di Rete) un passaggio in Trivellazione

<sup>17</sup> Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ .

Orizzontale Controllata (T.O.C.), ovvero in staffaggio all'impalcato dei ponti stradali esistenti sul paramento di valle al di sopra della quota dell'intradosso.

Tali soluzioni (opportunamente dettagliate - per ciascun attraversamento – negli elaborati “FTV22CP05-TEC-R-59-Relazione descrittiva modalità di attraversamento” e “FTV22CP05-TEC-R-60-Documentazione fotografica attraversamenti”), consentono di NON interferire con il naturale deflusso delle acque e con gli alvei dei corsi d'acqua, escludendo forme di impatto anche nei confronti di vegetazione ed ecosistemi ripariali locali, a tutto vantaggio degli equilibri tra le componenti biotiche ed abiotiche presenti nel tratto considerato. Dal punto di vista visivo-percettivo, inoltre, tali soluzioni consentono di considerare trascurabili gli impatti in quanto sotterranee oppure scarsamente visibili dalle sedi stradali.

- In prossimità dell'area di progetto sono presenti diversi recettori sensibili (i.e. nuclei urbanizzati, edificati sparsi di tipo residenziale/rurale).
  - ➔ Al fine di mitigare gli eventuali impatti percettivi derivanti dall'installazione dell'impianto in progetto, per ciascun fabbricato sono state condotte approfondite analisi dei margini visivi (cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-08b), il cui output ha consentito di definire i necessari interventi di mitigazione visiva. Nel caso specifico è stata prevista la piantumazione localizzata di fasce vegetate – con funzione di filtro visivo –, che unitamente alla vegetazione esistente, consentiranno una diminuzione dell'impatto percettivo generato dall'opera.
- Entro un raggio di circa 10 km, sono stati individuati i principali centri abitati - Santhià, Tronzano Vercellese, Alice Castello, Cavaglià, Roppolo, Viverone, Dorzano, Salussola, Cerrione, Massazza, Villanova Biellese, Formigliana, Casanova Elvo, Carisio, San Germano Vercellese e Crova - e luoghi di interesse - il **Castello Avogadro nel Comune di Carisio, il Castello di Casanova Elvo nell'omonimo Comune, il Castello di Balocco nel Comune di Balocco, il Castello di Buronzo nell'omonimo Comune, il Castello di Roppolo nell'omonimo Comune, il Castello degli Avogadro della Motta nel Comune di Massazza, la Chiesa cimiteriale di Santa Maria di Babilone nel Comune di Cavaglià, la Chiesa di San Nicolao Vescovo e il Castello nel comune di Alice Castello, la Torre di Teodolinda e il Castello di Vettignè nel Comune di Santhià** - quali potenziali recettori visivi a scala sovralocale.
  - ➔ Per ciascun nucleo urbano e luogo di interesse sono state condotte approfondite analisi della visibilità (cfr. Elaborati FTV22CP05-AMB-R-08b e FTV22CP05-AMB-R-08b.2), da cui è emerso che il sito di impianto **non risulta visibile da nessun abitato e/o luogo di interesse** in considerazione della morfologia del territorio e della distanza tra tali luoghi e l'area di impianto.

#### Ulteriori **elementi utili per una chiave di lettura ottimale del progetto:**

- l'area di impianto ricade, secondo il Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) di Santhià, in “Zona EE/b – Area agricola diversificata”, sottozona delle zone agricole EE per le quali le Norme Tecniche specificano che comprendono “[...] *quelle parti del territorio comunale a prevalente destinazione agricola poste all'esterno dell'ambito urbano ed al suo margine. Su tale parte del territorio sono consentite le attività e le opere destinate all'esercizio ed allo sviluppo della produzione agraria, e sono vietate quelle incompatibili con la produzione stessa e con la funzione propria di tale parte di territorio. È altresì consentito, nei casi ed alle condizioni disciplinari delle seguenti norme, il permanere di singoli insediamenti non agricoli, che non rechino danno all'attività agricola prevalente*”. Nello specifico, per la sottozona EE/B “[...] *il PRGC individua le aree che costituiscono ambiti agricoli qualificati in quanto caratterizzate dalla presenza di ecosistemi diversificati. Dovranno essere limitate le modificazioni di carattere morfologico originarie, così da non alterare la percezione dei luoghi e l'assetto idrogeologico del territorio*”<sup>18</sup>.
  - ➔ Il progetto proposto prevede, da una parte, l'applicazione di un **modello innovativo finalizzato ad un uso plurimo delle terre, attraverso l'integrazione della generazione fotovoltaica con l'agricoltura, e, dall'altra, un miglioramento delle componenti ambientali locali, lavorando su elementi quali biodiversità, re-innesco di cicli trofici e servizi ecosistemici** (piantumazioni di fasce vegetate a valenza naturalistica, micro-habitat per la fauna locale, apicoltura ed elicicoltura). Inoltre, in un'ottica di valorizzazione delle risorse esistenti (e storicamente consolidate), **proseguiranno le attività tradizionali di conduzione agraria dei fondi attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo agro-energetico, come meglio descritto e approfondito nella Relazione agronomica.**

<sup>18</sup> Art. 46 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) del Comune di Santhià.

### 3.3. Elementi territoriali, demografici e produttivi

La provincia di Vercelli si sviluppa su una superficie di circa 2'087 km<sup>2</sup>, con una popolazione di 166'584 abitanti<sup>19</sup>, di cui 45'425 solo nel capoluogo. **Gli elementi dominanti il territorio della Provincia sono le distese di risaie, caratterizzanti l'attività economica (ed ancor di più il paesaggio del vercellese), e la presenza di numerosi comuni (diversificati per dimensione e consistenza);** la densità abitativa dell'area si attesta intorno agli 81.4 abitanti/km<sup>2</sup><sup>20</sup>, permettendo di **inquadrare la macroarea come "rurale"** (in quanto non supera la soglia dei 150 abitanti/km<sup>2</sup>). In particolare, la Provincia di Vercelli risulta essere la penultima, a livello regionale, per numero di residenti e la quinta per superficie<sup>21</sup>. Per quanto concerne il Comune di Santhià, la superficie risulta pari a 53.13 km<sup>2</sup> con una popolazione di 8'122 abitanti<sup>22</sup>.

Santhià è collegata al capoluogo di provincia Vercelli attraverso la SP 143 *Vercellese* e la SP11 *Padana Superiore*; al capoluogo di Regione Torino mediante l'Autostrada A4 *Serenissima* e a Novara e Biella mediante altrettante Strade Provinciali.

**Dal punto di vista economico, i dati aggiornati a marzo 2022 della Camera di Commercio Monte Rosa Laghi Alto Piemonte, nata dall'accorpamento degli enti camerali di Biella, Vercelli, Novara e del Verbanico-Ossola, evidenziano per la macroarea un recupero dell'attività industriale rispetto ai livelli pre-Covid, seppur rallentato nel trimestre ottobre-dicembre principalmente a causa della scarsità di alcune materie prime e di semilavorati, nonché al rincaro di trasporti ed energia<sup>23</sup>.** A tal proposito, infatti, risulta interessante evidenziare come - a livello provinciale -, **il valore aggiunto pro-capite** (il cui ultimo dato disponibile risale però al 2019), **sia solo di poco inferiore alla media nazionale** (25'320 € a Vercelli rispetto ai 26'000 € italiani)<sup>24</sup>. I fattori principali di questo buon posizionamento sono riconducibili alle caratteristiche e alle vocazioni del sistema produttivo locale, alla conformazione territoriale e urbanistica, alla dotazione infrastrutturale, nonché alla localizzazione geografica. Infatti, dal punto di vista del sistema produttivo, **l'economia locale presenta una significativa concentrazione in attività manifatturiere;** in particolare, **nel quarto trimestre del 2021** (i.e. periodo ottobre-dicembre) **la variazione della produzione industriale rispetto allo stesso trimestre del 2020 ha fatto segnare un buon +4.8%** (poco al di sotto della media regionale (+6.8%)). In particolare, poi, **il settore del tessile-abbigliamento è stato quello che ha mostrato la crescita più dinamica**, con un aumento del 10.2% della produzione rispetto al 2020, **seguito dal settore metalmeccanico (+9.4%) e dalle altre industrie manifatturiere (+3.5%),** mentre **il settore alimentare è rimasto sostanzialmente stabile (+0.5%).** L'unico settore a registrare una lieve riduzione della produzione è stato quello della chimica (-1.8%)<sup>25</sup>. Dal punto di vista occupazionale, la Provincia di Vercelli, nel corso del 2019, si è attestata ad un tasso di disoccupazione del 7.9%, in leggero aumento rispetto all'anno precedente (7.2%) e ad un tasso di occupazione del 46.8%, inferiore rispetto al 2018 (47.7%)<sup>26</sup>. Va, infine, sottolineato come nel 2021 le esportazioni della Provincia siano aumentate del +13.6%, attestandosi di quasi due punti percentuali sopra il valore del 2019. Nello specifico, risulta essere il settore manifatturiero a coprire quasi in esclusiva la quota dell'export provinciale, segnando, nel suo insieme, un aumento del +13.4% dei volumi di vendite all'estero<sup>27</sup>.

Tra i punti di forza dell'economia provinciale, tre in particolare risultano i più rilevanti:

<sup>19</sup> Vercelli: Dato Istat - Popolazione residente al 1° gennaio 2021

<sup>20</sup> <https://ugeo.urbistat.com/AdminStat/it/it/demografia/dati-sintesi/vercelli/2/3>

<sup>21</sup> <http://www.comuni-italiani.it/01/province.html>

<sup>22</sup> Santhià: Dato Istat - Popolazione residente al 1° gennaio 2021

<sup>23</sup> Comunicato Stampa 10/2022 – Indagine industria manifatturiera” – Camera di Commercio Monte Rosa Laghi Alto Piemonte [https://www.pno.camcom.it/sites/default/files/contenuto\\_redazione/Comunicati%20stampa/Comunicati%20stampa%202022/10\\_Congiuntura\\_Industriale\\_IVtrim2021.pdf](https://www.pno.camcom.it/sites/default/files/contenuto_redazione/Comunicati%20stampa/Comunicati%20stampa%202022/10_Congiuntura_Industriale_IVtrim2021.pdf)

<sup>24</sup> <http://dati.istat.it/index.aspx?queryid=11483>

<sup>25</sup> Comunicato Stampa 10/2022 – Indagine industria manifatturiera” – Camera di Commercio Monte Rosa Laghi Alto Piemonte [https://www.pno.camcom.it/sites/default/files/contenuto\\_redazione/Comunicati%20stampa/Comunicati%20stampa%202022/10\\_Congiuntura\\_Industriale\\_IVtrim2021.pdf](https://www.pno.camcom.it/sites/default/files/contenuto_redazione/Comunicati%20stampa/Comunicati%20stampa%202022/10_Congiuntura_Industriale_IVtrim2021.pdf)

<sup>26</sup> “Piano Strategico 2021-2025” – Camera di Commercio Monte Rosa Laghi Alto Piemonte [http://images.vc.camcom.it/studiostatistica/UfficioStudi2020/10/10657\\_CCIAAVC\\_3072021.pdf](http://images.vc.camcom.it/studiostatistica/UfficioStudi2020/10/10657_CCIAAVC_3072021.pdf)

<sup>27</sup> “Comunicato Stampa 8/2022 – Le esportazioni del Piemonte Nord Orientale” – Camera di Commercio Monte Rosa Laghi Alto Piemonte [https://www.pno.camcom.it/sites/default/files/contenuto\\_redazione/Comunicati%20stampa/Comunicati%20stampa%202022/8\\_Esportazioni\\_Alto\\_Piemonte\\_2021.pdf](https://www.pno.camcom.it/sites/default/files/contenuto_redazione/Comunicati%20stampa/Comunicati%20stampa%202022/8_Esportazioni_Alto_Piemonte_2021.pdf)

1. **La manifattura 4.0, che ha saputo fornire un impulso al rinnovamento del capitale tecnologico**, con un interesse prevalentemente orientato alle innovazioni legate allo sfruttamento dei dati ottenuti lungo tutta la catena produttiva<sup>28</sup>.
2. **L'eccellenza e l'unicità di alcuni prodotti agricoli e le relative lavorazioni, in particolare il riso e i vini DOCG e DOC**, storicamente costituiscono un punto di forza del territorio. Infatti, il Vercellese è il territorio italiano in cui è presente la maggiore ricchezza varietale di risi al mondo, grazie anche all'istituzione, nel 1908, della Stazione Sperimentale di Riscoltura.
3. **L'aumento degli introiti forniti dal comparto turistico**, che risente della diversificazione di attrazioni che il territorio provinciale può offrire; si può riscontrare, infatti, un turismo archeologico-artistico, localizzato principalmente a Vercelli, un turismo di tipo naturalistico, a cui si lega un turismo enogastronomico, concentrato nei territori della Bassa Vercellese, uno di tipo religioso, concentrato principalmente nella Valsesia, e un turismo invernale legato alla stagione sciistica in alta valle, principalmente ad Alagna.

## 3.4. Clima e qualità dell'aria

### 3.4.1. Clima

Ricerche scientifiche riferite allo studio dell'andamento della temperatura media in Italia dal 1961 al 2006 mostrano, per **il territorio italiano, un aumento delle temperature medie annue a partire dall'inizio del XX secolo, con un tasso più elevato dopo il 1980** (~+0.060 °C/anno – Aruffo e Di Carlo, 2019). Un'ulteriore evidenza del lavoro mostra come i trend di innalzamento termico siano stati fortemente influenzati dal maggior riscaldamento riscontrato in estate e in primavera, rispetto a quello rilevato in inverno e autunno. A tal proposito, Fioravanti et al. (2016) indicano che, dal 1978 al 2011 l'Italia ha sperimentato ondate di calore crescenti a un ritmo medio di 7.5 giorni/decennio. Inoltre, Amendola et al. (2019) sottolineano come tale incremento medio (in Italia, e nei paesi del Mediterraneo in generale), sia superiore alla media globale.

Per quanto concerne le **precipitazioni**, inoltre, diversi studi hanno evidenziato come si verifichi, rispetto al passato, una **riduzione del numero di eventi a intensità medio-bassa a parità di apporti medi annuali** (e.g. Brunetti et al., 2004; Todeschini, 2012). A tal proposito, il numero totale dei giorni di pioggia risulterebbe effettivamente diminuito, soprattutto negli ultimi 50 anni, con trend differenti rispetto alla localizzazione geografica (-6 giorni/secolo al Nord e -14 giorni/secolo per Centro e Sud). **Ne consegue una generale tendenza, per tutte le regioni italiane, a un aumento dell'intensità delle precipitazioni e a una riduzione della loro durata** (Brunetti et al., 2006).

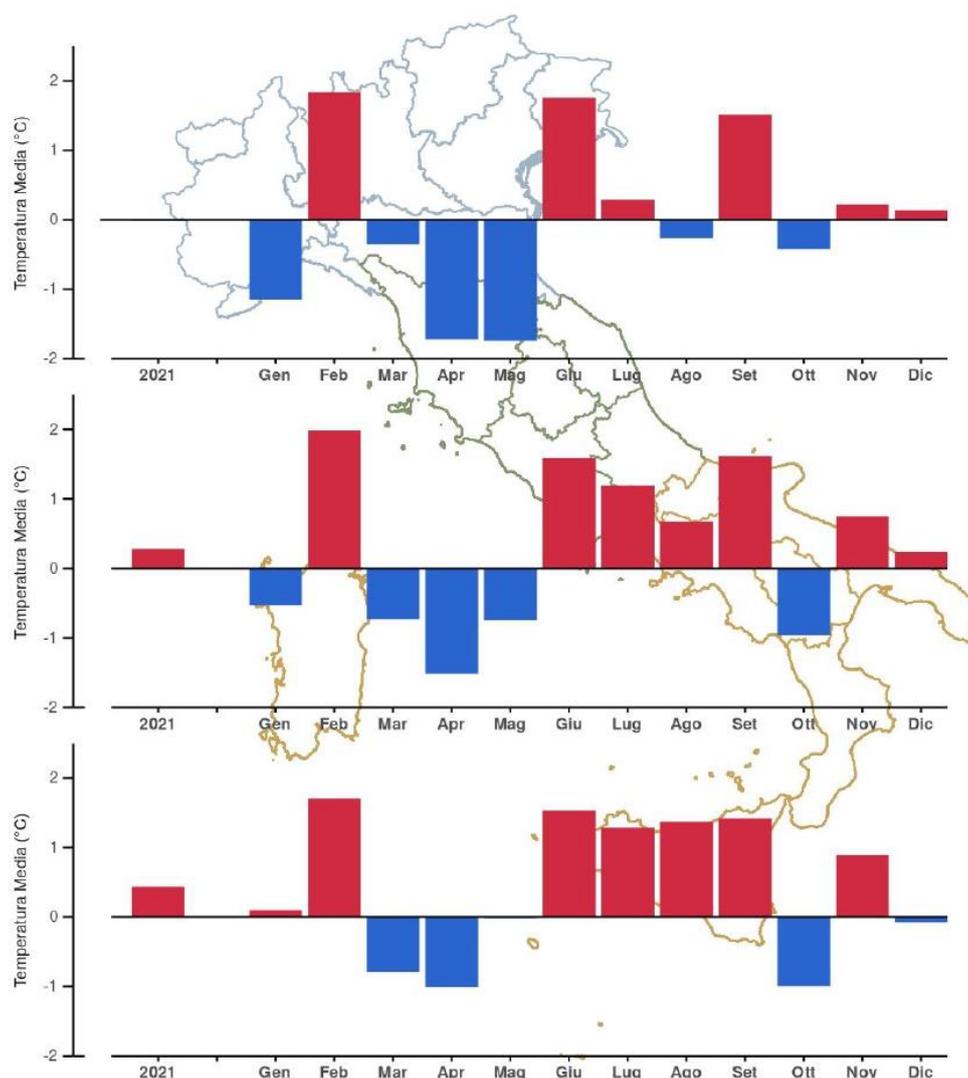
#### 3.4.1.1. Focus meteoclimatico a scala nazionale

Secondo quanto riportato dall'ISPRA<sup>29</sup>, *“il 2021 è stato in media un anno meno caldo dei precedenti, con anomalie mensile di segno opposto nel corso dell'anno; le precipitazioni sull'intero territorio nazionale sono state complessivamente del 7% inferiori alla media climatologica, scarse da febbraio a novembre”*.

Dall'analisi della **temperatura** media si può osservare come valori medi inferiori al valore normale 1991-2020 siano stati registrati nei mesi primaverili; gli altri mesi dell'anno sono, invece, stati più caldi della media. In particolare, la temperatura media annuale (Figura 8) è stata superiore alla media 1991-2020 al Sud e Isole (+0.44°C) e al Centro (+0.28°C), mentre prossima alla media al Nord (-0.01°C).

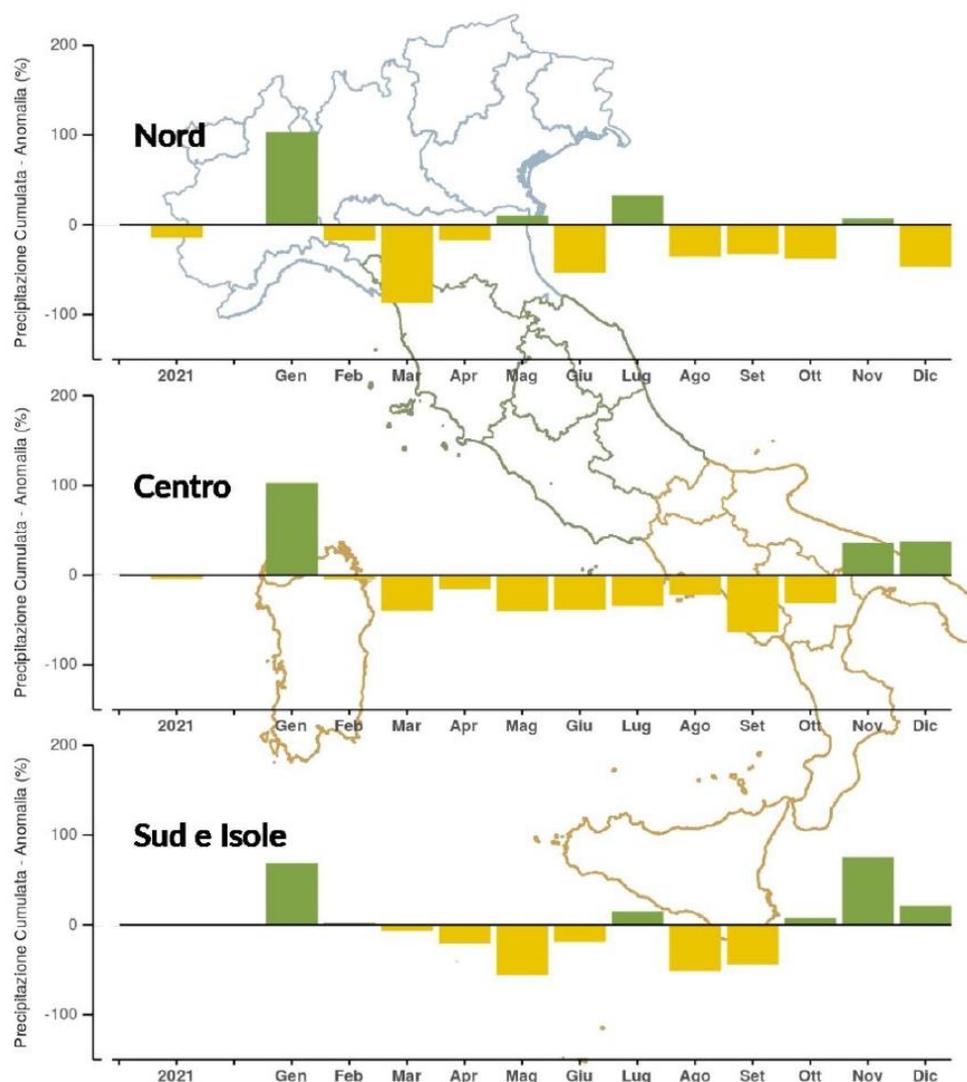
<sup>28</sup> [https://www.cdp.it/resources/cms/documents/L'economia\\_piemontese\\_le\\_5\\_eccellenze\\_da\\_cui\\_ripartire.pdf](https://www.cdp.it/resources/cms/documents/L'economia_piemontese_le_5_eccellenze_da_cui_ripartire.pdf)

<sup>29</sup> “Gli indicatori del clima in Italia nel 2021 – Anno XVII” (<https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/stato-dellambiente/gli-indicatori-del-clima-in-italia-nel-2021-2013-anno-xvii>)



**Figura 8.** Anomalia media 2021 (annuale e mensile) della temperatura media rispetto al valore normale 1991-2020 – Nord, Centro, Sud e Isole.

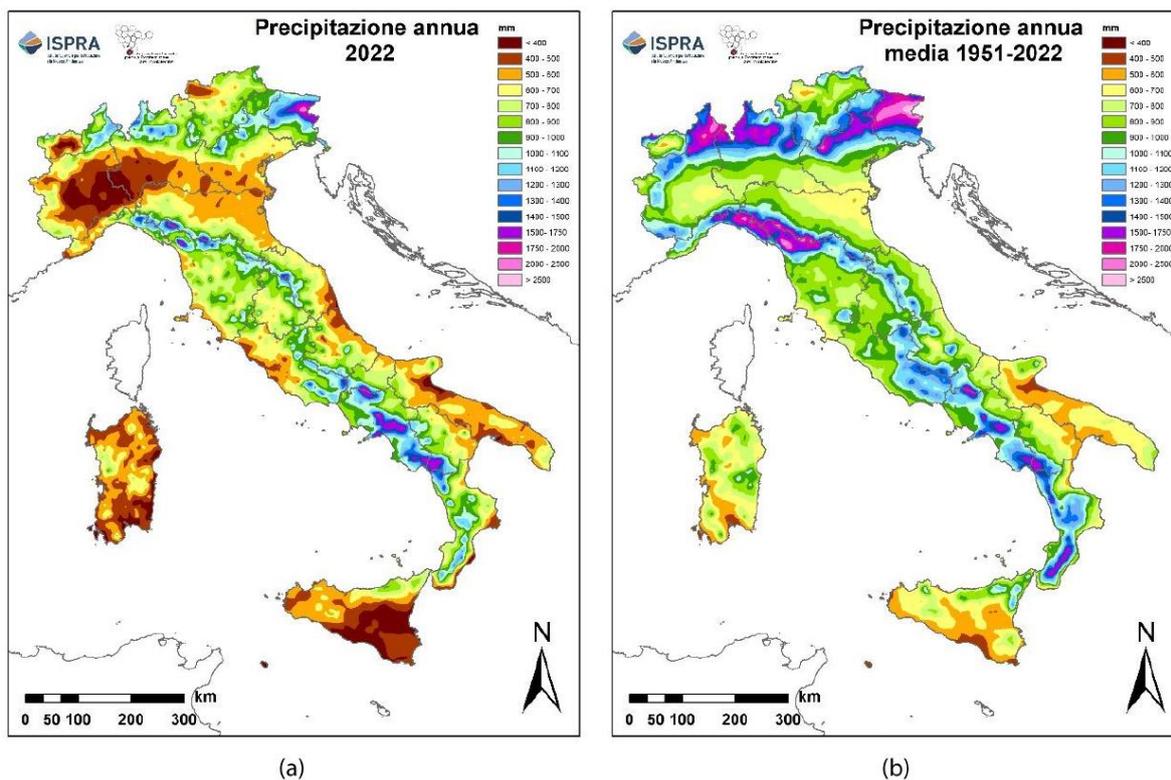
Analizzando, invece, l'andamento delle **precipitazioni**, quelle cumulate annuali nel 2021 sono state complessivamente inferiori alla media climatologica del 7% circa; infatti, quasi tutti i mesi hanno fatto registrare precipitazioni inferiori alla norma. In particolare, la precipitazione cumulata annuale (Figura 9) ha fatto registrare anomalie negative al Nord (-14%) e al Centro (-4%), mentre è stata prossima alla norma al Sud e Isole.



**Figura 9.** Anomalia media mensile ed annuale 2021, espressa in valori percentuali, della precipitazione cumulata Nord, Centro, Sud e Isole, rispetto al valore normale 1991-2020.

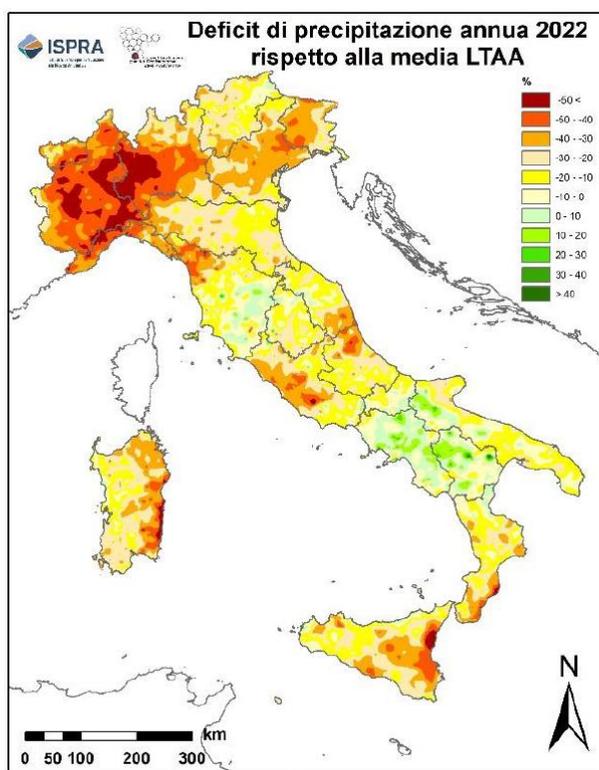
Inoltre, recenti studi<sup>30</sup> condotti a livello nazionale dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) mostrano come il **2022 sia stato l'anno in cui la precipitazione totale annua, ragguagliata al territorio nazionale, abbia fatto registrare il valore minimo dal 1951** (Figura 10 (a)). I 719.1 mm di precipitazione totale annua del 2022, rapportati ai 949.9 mm corrispondenti al valore medio annuo per il periodo 1951-2022 (Figura 10 (b)), presentano una **riduzione o deficit di precipitazione di circa il -24%**.

<sup>30</sup> Braca, G., Mariani, S., Lastoria, B., Piva, F., Archi, F., Botto, A., Casaioli, M., Forte, T., Marchetti, G., Peruzzi, C., Tropeano, R., Vendetti, C., Bussetini, M. (2023) "Bilancio idrologico nazionale: focus su siccità e disponibilità naturale della risorsa idrica rinnovabile. Aggiornamento al 2022" ([https://www.isprambiente.gov.it/files2023/pubblicazioni/rapporti/rapporto\\_388\\_2023\\_siccita\\_2022.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files2023/pubblicazioni/rapporti/rapporto_388_2023_siccita_2022.pdf))



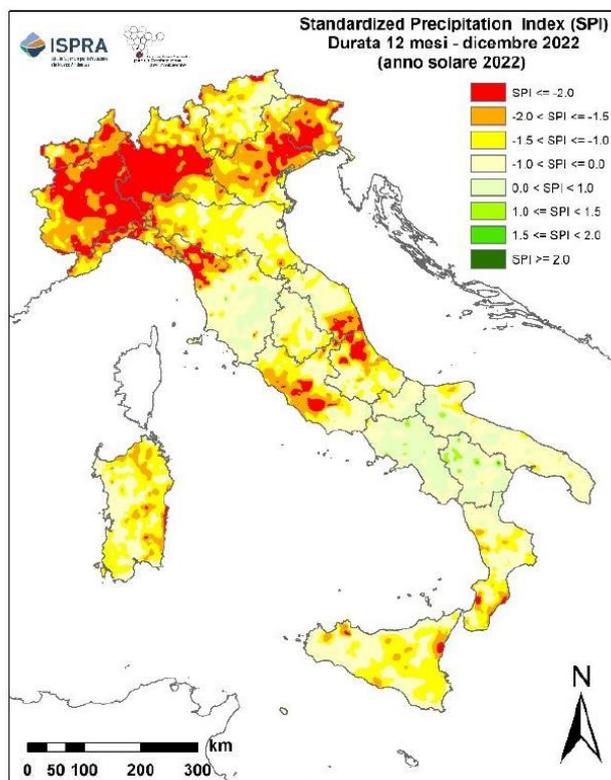
**Figura 10.** Mappe di precipitazione: (a) precipitazione annua per il 2022; (b) precipitazione annua media su lungo periodo 1951-2022. Elaborazione ISPRA su dati degli uffici idro-meteorologici regionali e delle province autonome e su dati storici del soppresso SIMN.

Tuttavia, il deficit di precipitazione annua ha interessato il territorio nazionale in maniera diversificata: nello specifico, **l'area più colpita è stata quella del Nord-Ovest**, dove, in vaste porzioni di territorio, si sono raggiunti valori di deficit anche inferiori a -50% (Figura 11).



**Figura 11.** Mappa del deficit percentuale di precipitazione annua nel 2022 rispetto alla media di lungo periodo 1951-2022 con la suddivisione in Regioni. Elaborazioni ISPRA su dati degli uffici idro-meteorologici regionali e delle province autonome e su dati storici del soppresso SIMN.

Passando, poi, ad analizzare la **siccità** a scala annuale tramite lo *Standardized Precipitation Index (SPI)*<sup>31</sup>, si può osservare che, sull'anno solare, mentre la percentuale di territorio in condizioni di siccità severa o moderata si è mantenuta elevata (41%), quella relativa al territorio in condizioni di siccità estrema è risultata di poco più del 13% (Figura 12). In particolare, in riferimento all'anno solare, **la siccità estrema a scala annuale ha riguardato i territori del Piemonte e della Lombardia e alcune aree più limitate del Veneto e del Friuli Venezia Giulia.**

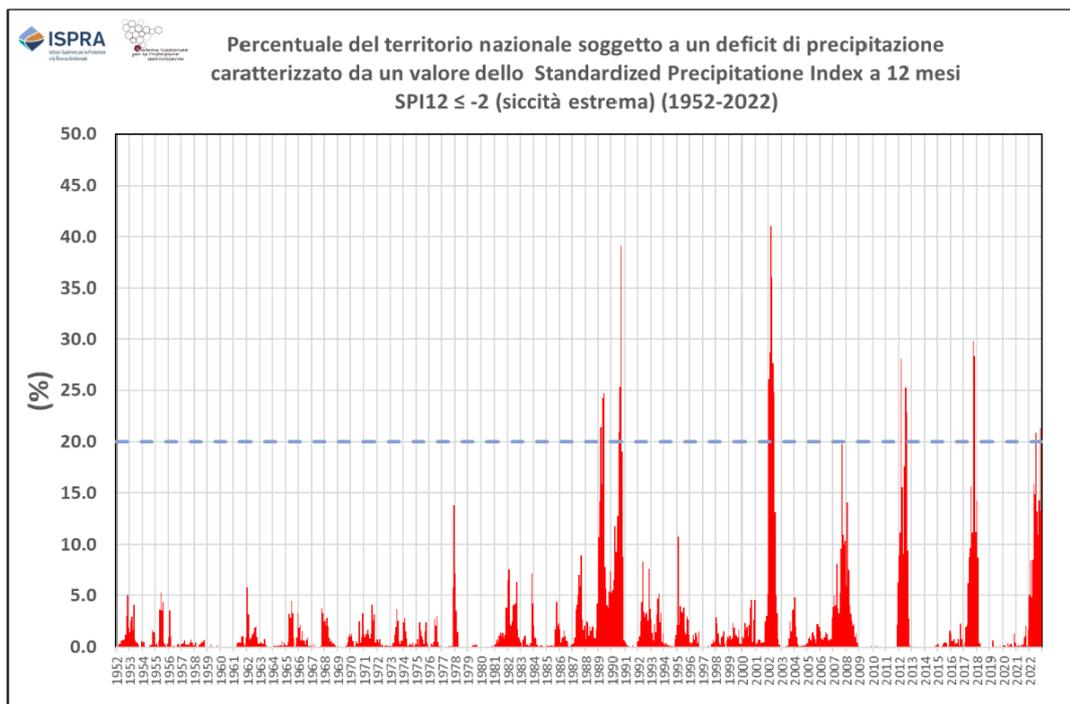


**Figura 12.** Mappa dello *Standardized Precipitation Index (SPI)* di durata 12 mesi per il mese di dicembre 2022 (anno solare). Elaborazione ISPRA su dati degli uffici idro-meteorologici regionali e delle province autonome e su dati storici del soprasso SIMN.

Per quanto riguarda, invece, la serie storica delle percentuali di territorio nazionale affette da condizioni di siccità estrema ( $SPI_{12} \leq -2$ ), si può osservare come sono essenzialmente 5 i periodi in cui la condizione di siccità estrema ha interessato più del 20% del territorio nazionale: 1989-1990, 2002, 2012, 2017, 2022 (Figura 13).

Ciò sembrerebbe evidenziare un incremento nella frequenza degli episodi suddetti, verosimilmente da attribuire al cambiamento climatico.

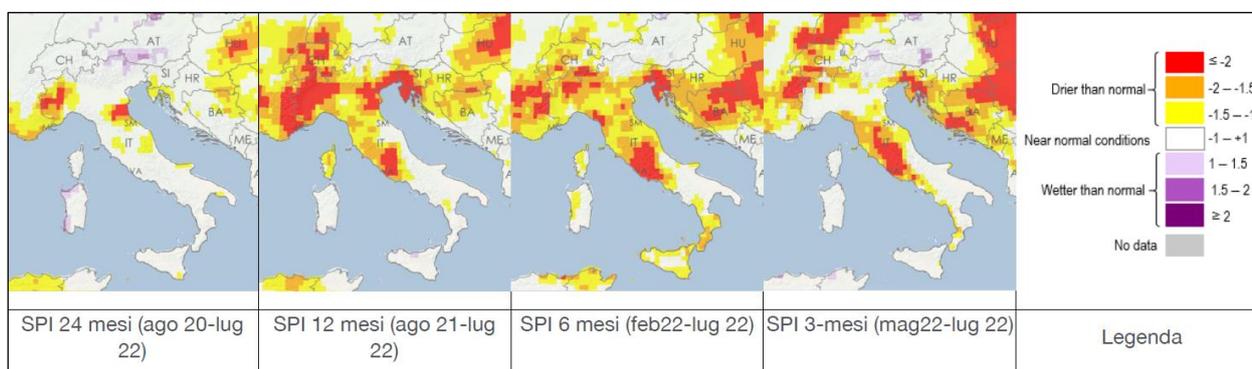
<sup>31</sup> Indice standardizzato che valuta lo scostamento della precipitazione cumulata su diverse durate (scale temporali) rispetto alla climatologia dell'area in esame, i cui valori possono indicare un eccesso o surplus di precipitazioni rispetto alla mediana della serie, mentre valori negativi ne indicano un deficit, ossia condizioni siccitose. Una condizione di siccità estrema si ha per valori di  $SPI \leq -2$ ; condizioni di siccità severa si hanno per valori superiori a -2.0 e minori o uguali a -1.5, mentre si parla di siccità moderata per valori superiori a -1.5 e minori o uguali a -1.0 (WMO, 2012).



**Figura 13.** Serie storica dal 1952 al 2022 delle percentuali di territorio nazionale soggetto a condizioni di siccità estrema (SPI- Standardized Precipitation Index con durata 12 mesi inferiori o uguali a -2) e soglia del 20%. Elaborazione ISPRA su dati degli uffici idro-meteorologici regionali e delle province autonome e su dati storici del soppresso SIMN.

In particolare, secondo quanto riportato dalla Società Idrologica Italiana<sup>32</sup> il perdurare del fenomeno siccitoso a partire dall’inizio dell’anno scorso, specie sull’Italia centro-settentrionale, associato anche a scarse precipitazioni nevose e ad alte temperature superiori alle medie del periodo, ha avuto un impatto rilevante sulla disponibilità di risorsa idrica per i diversi usi e per il sostentamento degli ecosistemi. Come si evince dalle mappe disponibili all’interno del servizio Copernico “EDO-European Drought Observatory” della Commissione Europea, sviluppato dal Joint Research Centre (JRC-EC)<sup>33</sup>, l’indice SPI mostra lo scostamento, rispetto ai valori climatologici di riferimento del trentennio 1990-2020, delle precipitazioni cumulate rispettivamente sui 24, 12, 6 e 3 mesi precedenti ottenute dai dati di rianalisi ERA5. A titolo di esempio, è riportato in Figura 14 l’indice SPI relativo a luglio 2022.

Come si può osservare da tale figura, passando da SPI 24 mesi a SPI 3 mesi il deficit di precipitazione di lungo periodo (legato alle scarse precipitazioni degli ultimi 24 mesi rispetto alla media) interessa soprattutto le regioni settentrionali, e in particolare la zona occidentale del bacino del Po.



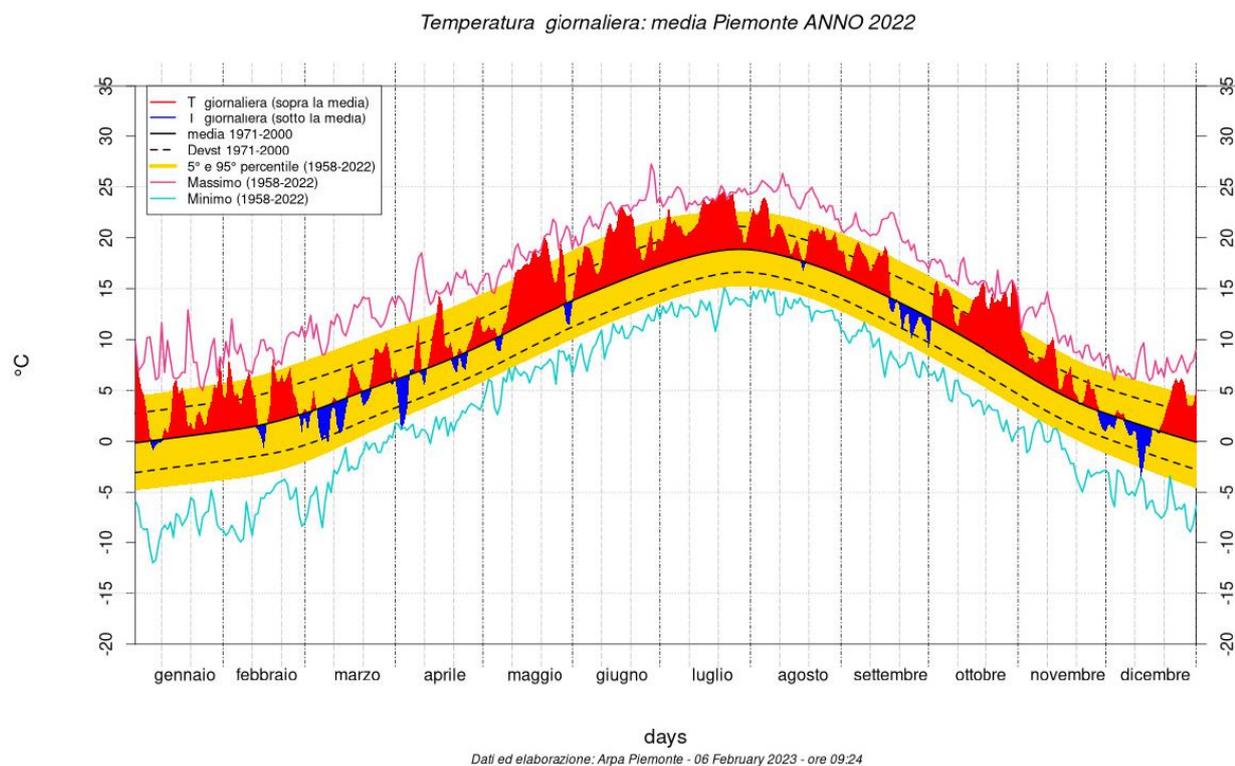
**Figura 14.** Indice SPI dell’European Drought Observatory del JRC-EC basato sulle rianalisi di precipitazione ERA5 del Centro europeo per le previsioni meteorologiche a medio termine (ECMWF).

<sup>32</sup> “Alcune considerazioni della Società Idrologica Italiana sulla grave siccità dell’estate 2022” ([http://www.sii-ihis.it/files/allegatiFile/Riflessioni%20della%20SII%20sulla%20Siccita%CC%80%20del%202022\\_28sett\\_Finale.pdf](http://www.sii-ihis.it/files/allegatiFile/Riflessioni%20della%20SII%20sulla%20Siccita%CC%80%20del%202022_28sett_Finale.pdf))  
<sup>33</sup> <https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000>

### 3.4.1.2. Focus meteorologico a scala regionale

A livello regionale l'Arpa (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale) redige ogni anno un rapporto climatico; secondo l'ultimo pubblicato, il 2022 è risultato l'anno più caldo e il secondo meno piovoso dell'intera serie storica dal 1958<sup>34</sup>.

Rispetto al trentennio di riferimento 1991-2020, la **temperatura** media annuale registrata è stata al di sopra della norma, con uno scostamento superiore a 4 deviazioni standard (Figura 15).



**Figura 15.** Andamento della temperatura media giornaliera sul Piemonte per l'anno 2022 (valori riferiti ad un punto medio posto a 900 m di quota).

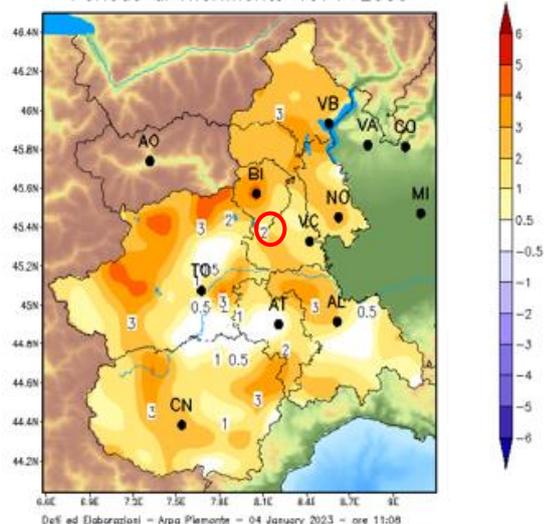
Analizzando la figura sopra riportata si desume come in 68 giornate si siano osservate temperature medie superiori al 95° percentile della norma 1971-2020 (ovvero circa 1 su 5), delle quali 19 sono state giornate da record assoluto giornaliero, ossia sono state le più calde dell'intera serie storica.

La caratteristica termica principale dell'annata 2022 è stata, quindi, quella di una temperatura frequentemente e quasi costantemente al di sopra della norma climatica.

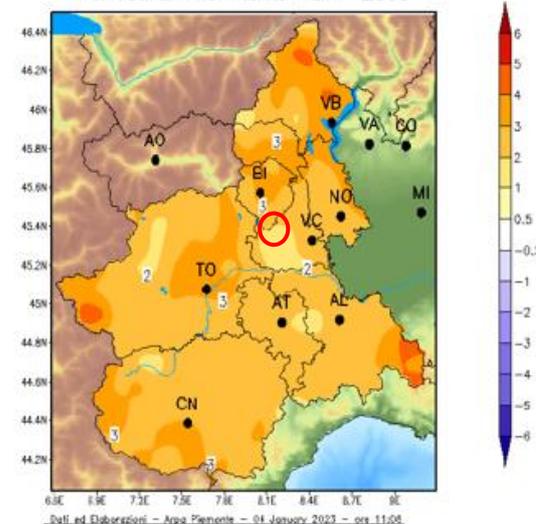
L'analisi della distribuzione spaziale delle anomalie di temperatura (Figura 16) evidenzia come le temperature medie, minime e massime siano risultate ovunque superiori alla norma del periodo 1971-2020 con scostamenti più marcati in prossimità dei rilievi; solo per le temperature minime sono presenti locali valori prossimi alla climatologia sui settori pianeggianti del Torinese e del basso Piemonte.

<sup>34</sup> [https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/tematismi/clima/rapporti-di-analisi/annuale\\_pdf/anno\\_2022.pdf](https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/tematismi/clima/rapporti-di-analisi/annuale_pdf/anno_2022.pdf)

Anomalie annuali di T minima (°C) anno 2022  
Periodo di riferimento 1971–2000

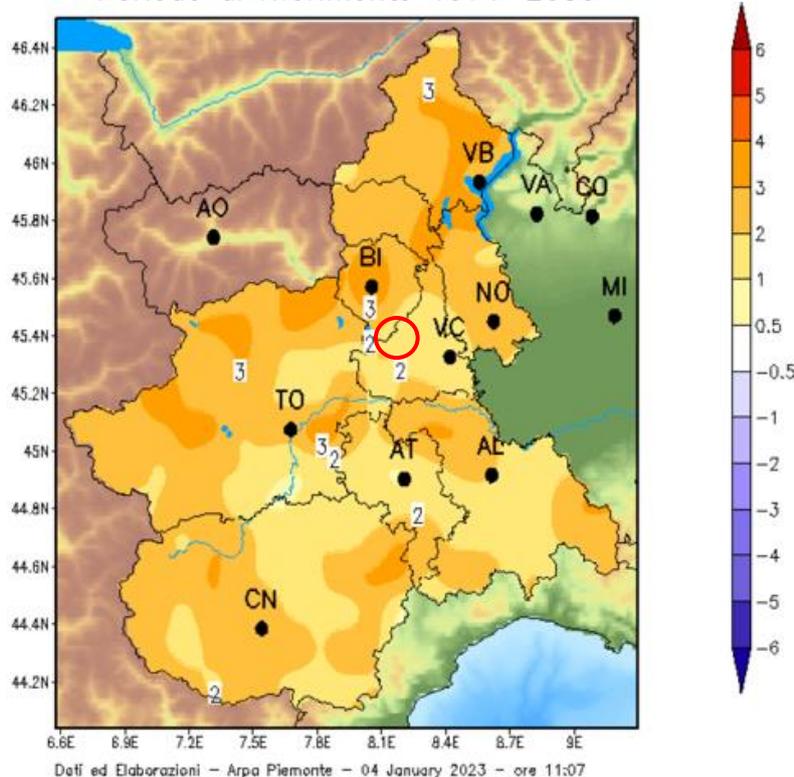


Anomalie annuali di T massima (°C) anno 2022  
Periodo di riferimento 1971–2000



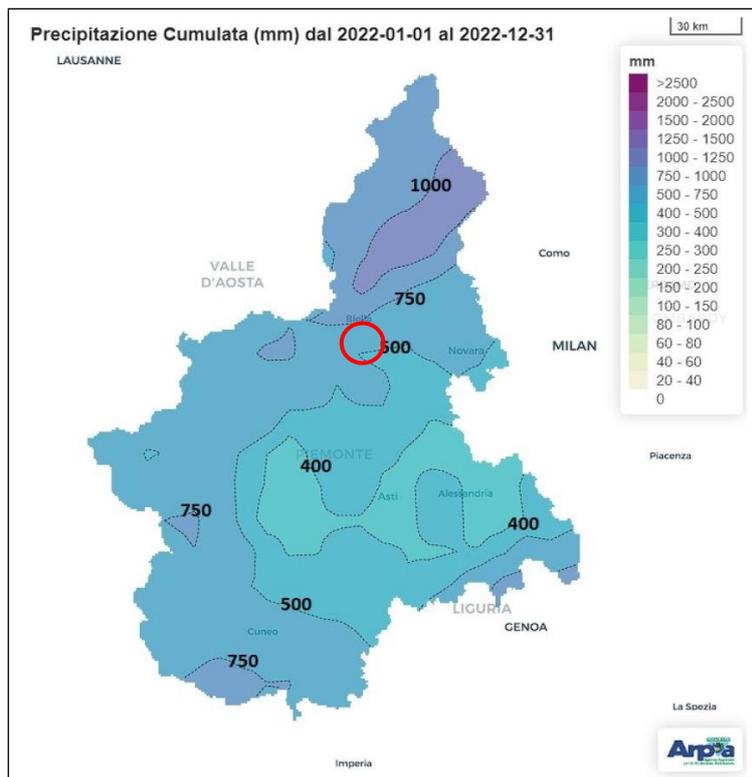
Anomalie annuali di T media (°C) anno 2022

Periodo di riferimento 1971–2000



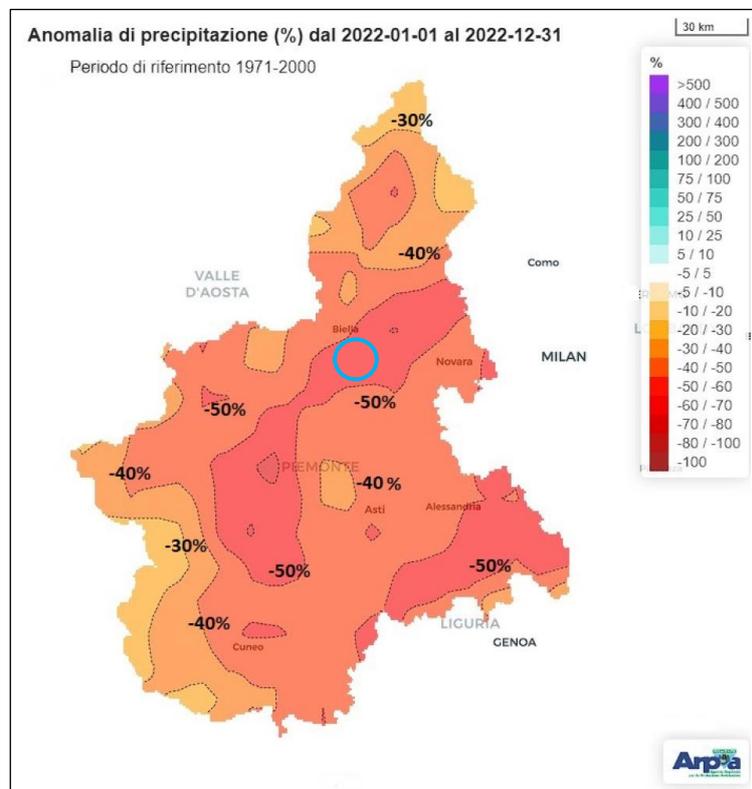
**Figura 16.** Anomalia della temperatura minima (in alto a sinistra), massima (in alto a destra) e media (in basso) nell'anno 2022 rispetto alla media del periodo 1971-2000. In rosso è cerchiata l'area di progetto.

Per quanto riguarda, invece, la **precipitazione cumulata annuale**, riportata in Figura 17, si può osservare come le zone che hanno ricevuto la maggiore quantità di pioggia annua sono state il Verbanco, i settori settentrionali delle province di Vercelli e Biella e l'Appennino alessandrino, mentre i settori pianeggianti del Torinese e del basso Piemonte hanno registrato i valori cumulati più bassi di precipitazione.



**Figura 17.** Precipitazione totale nell'anno 2022 in Piemonte. In rosso è cerchiata l'area di progetto.

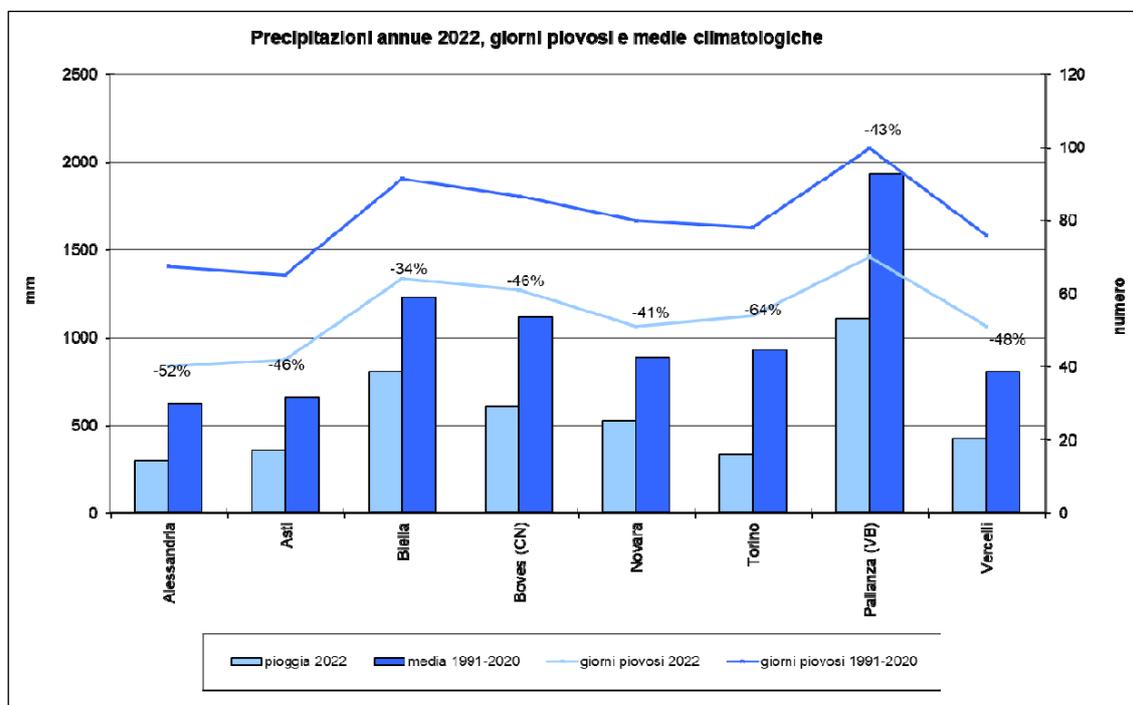
Tale distribuzione territoriale risulta ricorrente; infatti, la mappa con l'anomalia percentuale di precipitazione rispetto alla media del periodo 1971-2000 (Figura 18) evidenzia un deficit pluviometrico diffuso su tutta la regione, con scarti negativi generalmente compresi tra il 30 e il 50% con carenza maggiore sulla città di Torino.



**Figura 18.** Anomalia percentuale della precipitazione nell'anno 2022 rispetto alla media del periodo 1971-2000 (elaborazione ARPA Piemonte). In azzurro è cerchiata l'area di progetto.

Per l'analisi, invece, delle precipitazioni nei capoluoghi di provincia il periodo climatico considerato è più recente, 1991-2020, in quanto vengono utilizzati i dati rilevati dalle stazioni pluviometriche della rete ARPA Piemonte che sono state attivate mediamente 30 anni fa.

In particolare, dalla Figura 19 si può osservare come in tutti i capoluoghi di provincia le precipitazioni sono state sensibilmente inferiori ai valori climatologici, con un'anomalia percentuale che varia tra il 34% in meno a Biella fino al 64% in meno a Torino. Inoltre, in tutti i capoluoghi il numero totale di giorni piovosi è risultato minore rispetto ai valori medi del periodo 1991-2020.



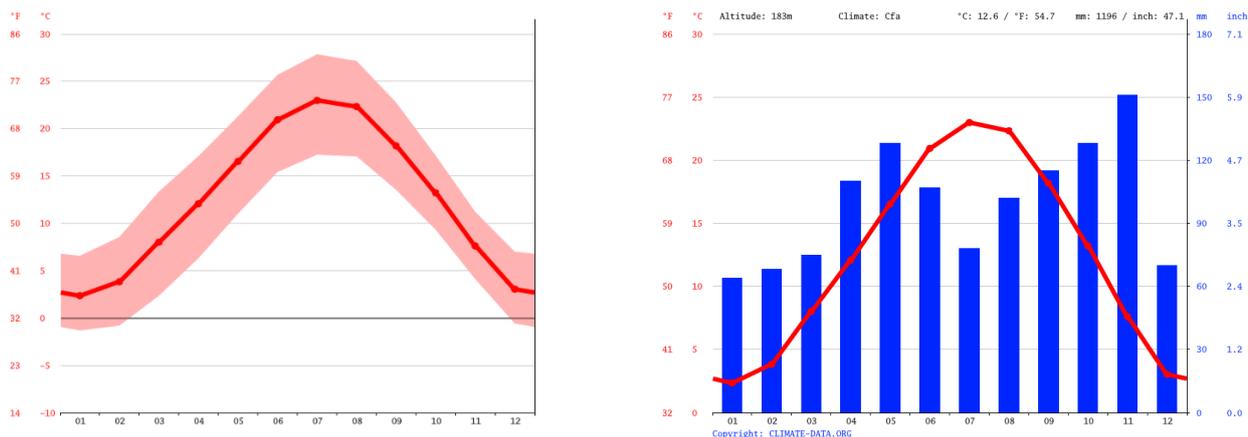
**Figura 19.** Andamento della precipitazione cumulata annua e del numero di giorni piovosi nei capoluoghi di provincia del Piemonte (in celeste chiaro) rispetto alla media 1991-2020 (in blu). Si specifica che per Verbania e Biella il periodo di riferimento è 2000-2020.

### 3.4.1.3. Focus meteorologico a scala locale

Passando ad analizzare i dati relativi al comune di Santhià, è possibile sintetizzare quanto segue: **i)** la temperatura media annuale è pari a 12.6 °C, **ii)** gennaio è il mese più freddo (T media 2.4 °C) **iii)** luglio è il mese più caldo dell'anno, con una temperatura media di 23.0 °C, infine **iv)** gennaio è anche il mese più secco, con 64 mm di pioggia<sup>35</sup>. In termini di precipitazioni, invece, il cumulato medio annuale si attesta normalmente sui 1196 mm, con una distribuzione mensile maggiore in autunno e in primavera e un minimo nel periodo estivo.

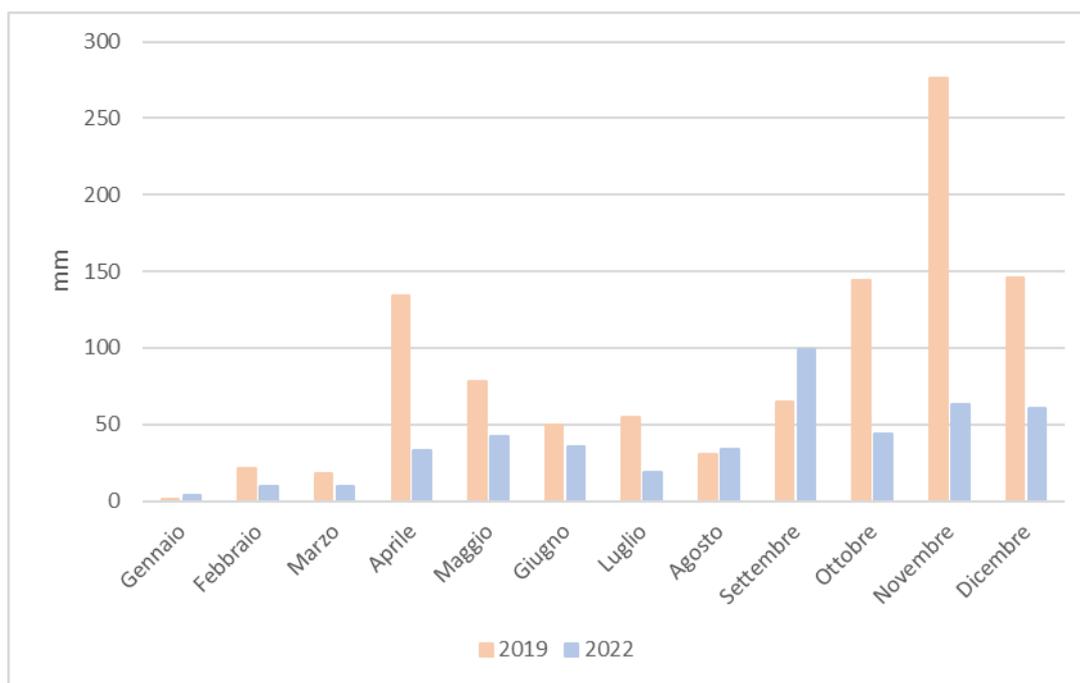
Il dettaglio delle temperature e delle precipitazioni viene riportato nella Figura 20.

<sup>35</sup> <https://it.climate-data.org/europa/italia/piemonte/santhia-13539/>



**Figura 20.** Temperature e precipitazioni medie mensili a Santhià (VC).

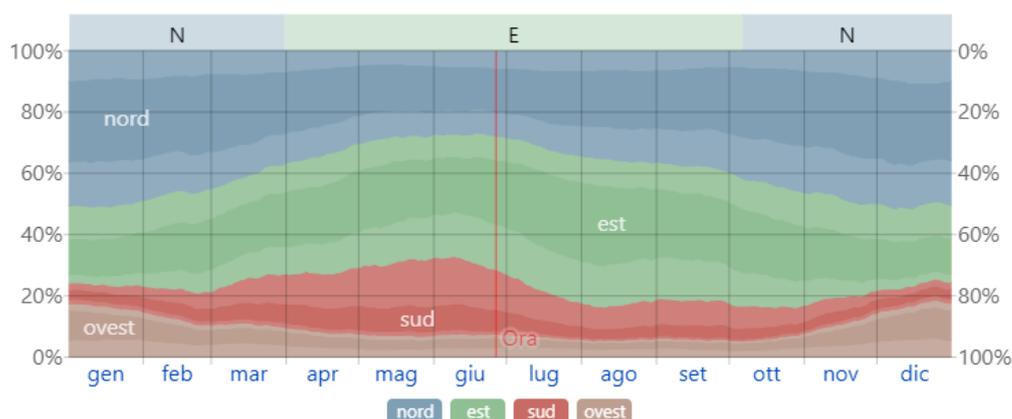
Dall'analisi della localizzazione delle stazioni elettroniche costituenti la rete meteorologica del Piemonte<sup>36</sup>, nel comune di Santhià non risulta essere presente nessuna stazione; tuttavia, a circa 7 km Nord, nel Comune di Massazza, è presente una stazione in località Cascina Artiglia (codice stazione 272), i cui dati sono stati utilizzati, come rappresentativi, per la caratterizzazione del clima. In particolare, nel 2022, **i giorni piovosi totali dell'anno sono stati 59**, mentre **il quantitativo pluviometrico giornaliero massimo assoluto è stato registrato in data 08/09, con 39.6 mm**<sup>37</sup>. Di seguito, in Figura 21, si riporta il confronto tra l'andamento delle precipitazioni del 2019 - anno piovoso - e il 2022 per la stazione di Massazza.



**Figura 21.** Andamento delle precipitazioni registrate nel 2019 e nel 2022 presso la stazione del Comune di Massazza.

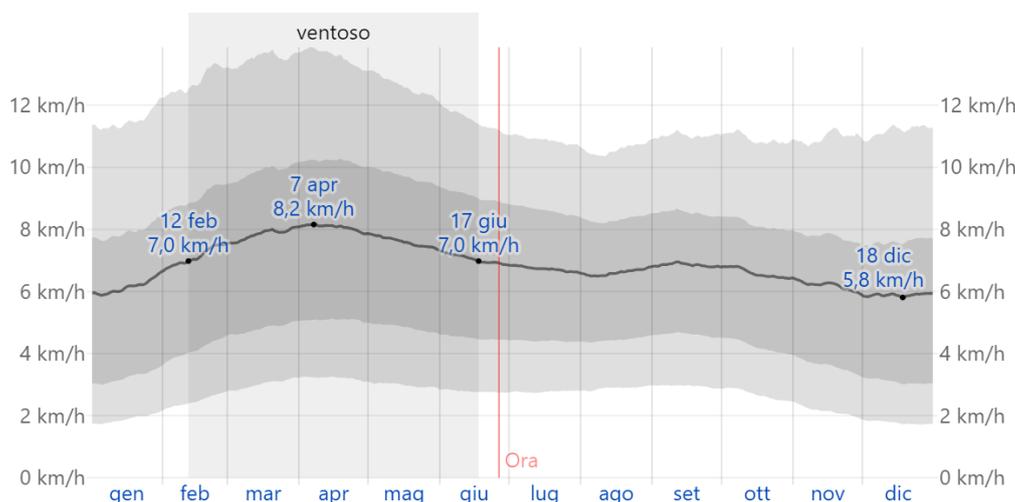
**Ulteriore parametro meteo-climatico preso in considerazione è il dato anemometrico.** Nella Figura 22, viene riportata la direzione oraria media del vento di Santhià, che presenta una provenienza prevalente da Est nel periodo primaverile-estivo e da Nord nel periodo autunno-invernale. Il grafico trascura le ore in cui la velocità media del vento è inferiore a 1.6 km/h.

<sup>36</sup> [https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali\\_meteoidrologici/annali-meteo-idro/banca-dati-meteorologica.html](https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali_meteoidrologici/annali-meteo-idro/banca-dati-meteorologica.html)  
<sup>37</sup> [https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali\\_meteoidrologici/annali-meteo-idro/banca-dati-meteorologica.html](https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali_meteoidrologici/annali-meteo-idro/banca-dati-meteorologica.html)



**Figura 22.** Direzione oraria media del vento di Santhià. Le aree del grafico a colorazione attenuata sono la percentuale di ore passate nelle direzioni intermedie implicite (Nord-Est, Sud-Est, Sud-Ovest e Nord-Ovest)<sup>38</sup>.

In termini quantitativi, invece, il grafico in Figura 23 fornisce il dettaglio, su base giornaliera, dei valori medi orari di velocità del vento e dei relativi percentili: 25°-75° e 10°-90° (su tre fasce di diversa gradazione di grigio). Si può osservare come la velocità oraria media del vento a Santhià subisca moderate variazioni stagionali durante l'anno.



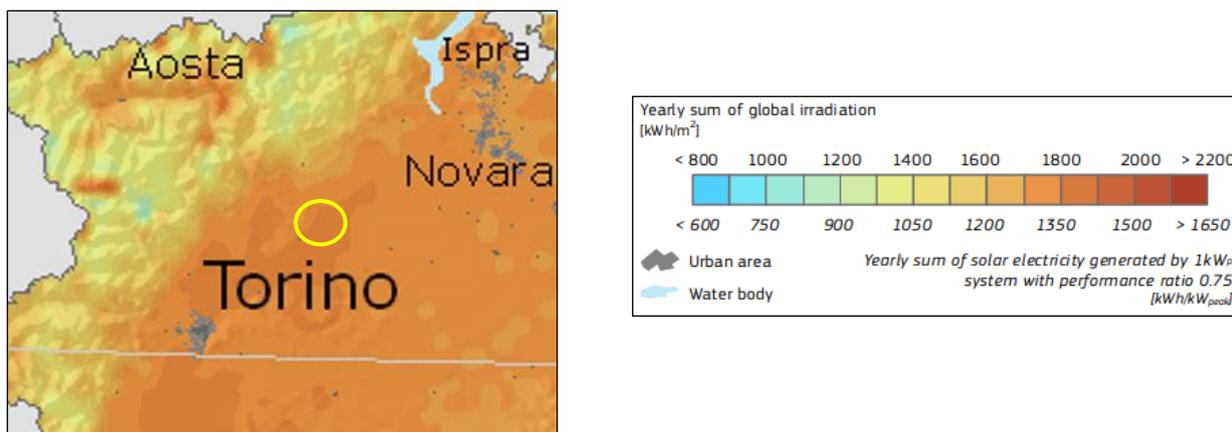
**Figura 23.** Medie delle velocità orarie del vento su matrice giornaliera. La riga nera rappresenta il valor medio, mentre le fasce a diversa tonalità di grigio sono i diversi percentili: 25°-75° e 10°-90°.

**Non sono stati reperiti, invece, dati riferiti alle massime velocità di raffica registrate nella zona.**

In termini di irraggiamento, **le aree designate per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico godono di una buona insolazione**, come, peraltro, gran parte della Regione Piemonte (Figura 24), dove la maggior parte dei territori beneficiano di un irraggiamento solare annuo cumulato con valori superiori ai 1700 kWh/m<sup>2</sup> (Joint Research Center, 2021)<sup>39</sup>.

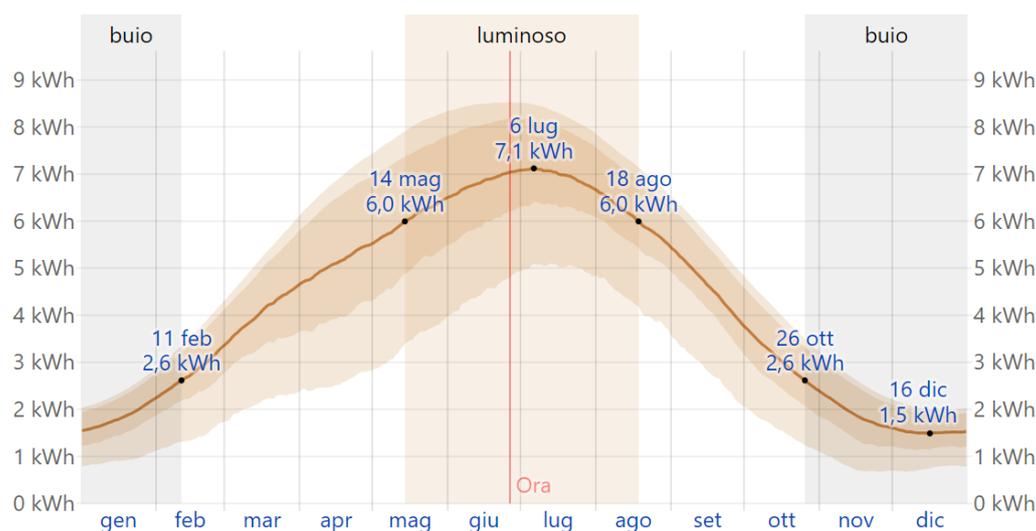
<sup>38</sup> <https://it.weatherspark.com/y/59383/Condizioni-meteorologiche-medie-a-Santhi%C3%A0-Italia-tutto-l'anno>

<sup>39</sup> Joint Research Centre (2021). <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=en&map=europe>.



**Figura 24.** Irraggiamento solare globale nella Regione Piemonte – sommatoria annua (kWh/m<sup>2</sup>)<sup>40</sup>.

In Figura 25 si riporta l'energia solare a onde corte incidente totale giornaliera che raggiunge la superficie del suolo in un'ampia area, tenendo in considerazione le variazioni stagionali nella lunghezza del giorno, l'elevazione del sole sull'orizzonte e l'assorbimento da parte delle nuvole e altri elementi atmosferici. La radiazione delle onde corte include luce visibile e raggi ultravioletti. Si evince che **a Santhià il periodo più luminoso dell'anno dura circa 3 mesi, con un'energia a onde corte incidente giornaliera media per metro quadrato superiore a 6 kWh.**



**Figura 25.** Energia solare a onde corte incidente media (kWh/m<sup>2</sup>) nel comune di Santhià<sup>41</sup>.

Volendo, infine, addivenire a una classificazione climatica è possibile definire il clima di Santhià (secondo la classificazione di Köppen e Geiger – Kottke et al., 2006) come **caldo e temperato, con estate umida e temperatura media del mese più caldo superiore a 22 °C.**

Un altro riscontro climatico è rappresentato dalla **Regione fitoclimatica che caratterizza il Piemonte** (Blasi *et al.*, 2007) evidenziate in Figura 26. Il territorio in cui si localizza il Comune di Santhià ricade nella “**Regione temperata subcontinentale**”, caratterizzata da un “**termotipo supratemperato inferiore**” con “**ombrotipo umido inferiore**” (parametro derivante dal rapporto tra la somma delle precipitazioni dei mesi estivi e la somma delle temperature medie dei mesi estivi - indice ombrotermico)<sup>42</sup>.

<sup>40</sup> Joint Research Centre (2021). [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_download/map\\_index.html](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_download/map_index.html)

<sup>41</sup> <https://it.weatherspark.com/y/59383/Condizioni-meteorologiche-medie-a-Santhi%C3%A0-Italia-tutto-l'anno>

<sup>42</sup> <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17445647.2014.891472>

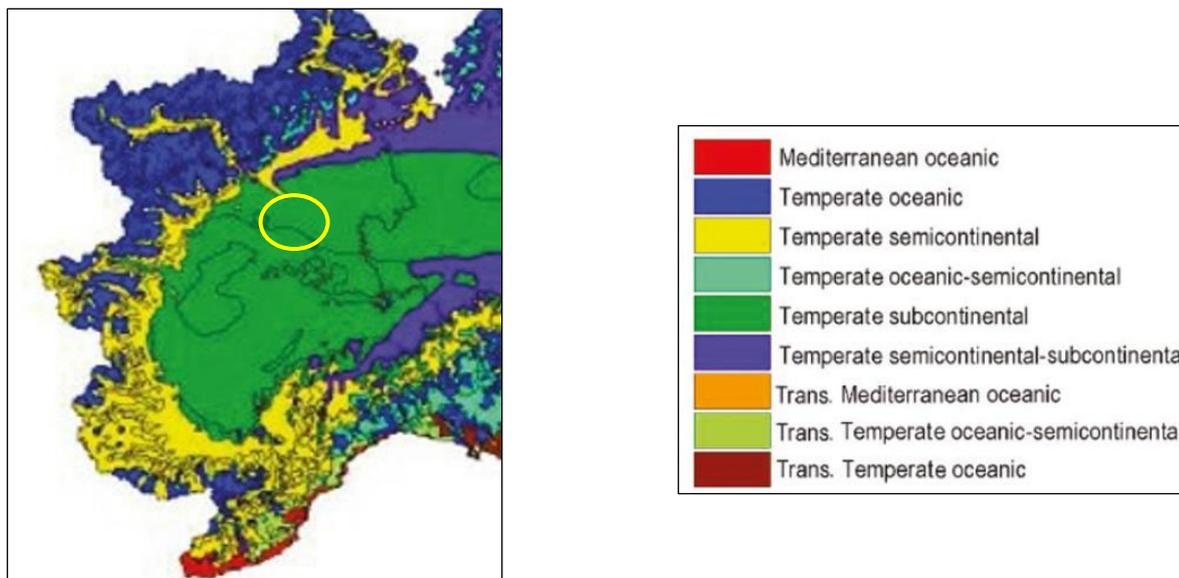


Figura 26. Carta fitoclimatica d'Italia - Piemonte (Blasi et al., 2007).

Ne risulta, quindi, che la macroarea di progetto sia caratterizzata da un clima per lo più caldo e temperato con buoni apporti pluviometrici (e una buona ritenzione idrica dei suoli come successivamente descritto).

### 3.4.2. Qualità dell'aria

L'origine dell'inquinamento atmosferico è da identificarsi sia in cause naturali, sia in attività di origine antropica. Tra le prime si elencano l'erosione eolica, che movimentata il pulviscolo, le esalazioni vulcaniche, la decomposizione del materiale organico, gli incendi e la combustione (di materiale vegetale). Quelle causate dall'uomo sono invece riconducibili, per lo più, all'impiego di combustibili fossili e carburanti, alle attività industriali e agricole, all'estrazione di minerali, all'incenerimento di rifiuti, e ai trasporti.

Nel quantificare il "grado di inquinamento" atmosferico occorre definire, in primis, il significato di emissioni e di concentrazioni di sostanze inquinanti. Per "**emissione**" si intende la quantità di sostanza introdotta in atmosfera, da una certa fonte inquinante e in un determinato arco di tempo. Per "**concentrazione**", invece, si intende la quantità di sostanza inquinante presente in atmosfera per unità di volume (espressa in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ed impiegata per spiegare valori di qualità dell'aria. Invece, per classificare i principali inquinanti si sono proposti diversi metodi: considerando la composizione chimica (da zolfo, azoto, carbonio), sulla base dello stato fisico (gassoso, liquido o solido) o in base alla reattività in atmosfera (sostanze primarie o secondarie).

Ne risulta che **le principali sostanze considerate inquinanti atmosferiche sono:**

- **il biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ );**
- **gli ossidi di azoto ( $\text{NO}_x$ );**
- **le polveri sottili ( $\text{PM}_{10}$  e  $\text{PM}_{2.5}$ );**
- **il monossido di carbonio ( $\text{CO}$ );**
- **l'ozono ( $\text{O}_3$ );**
- **il benzene;**
- **gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA);**
- **il piombo.**

Di seguito (in Figura 27) sono elencati gli inquinanti, il periodo di mediazione, i limiti per la protezione della salute umana e il numero di superamenti consentiti, definiti nel D. Lgs. n. 155/2010.

Inquinante	Indicatore normativo	Periodo mediazione	Valore stabilito	Numero superamenti consentiti
SO <sub>2</sub>	Valore limite protezione salute umana	1 ora	350 µg/m <sup>3</sup>	24
	Valore limite protezione salute umana	24 ore	125 µg/m <sup>3</sup>	3
NO <sub>2</sub>	Valore limite protezione salute umana	1 ora	200 µg/m <sup>3</sup>	18
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-
PM <sub>10</sub>	Valore limite protezione salute umana	24 ore	50 µg/m <sup>3</sup>	35
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	40 µg/m <sup>3</sup>	-
PM <sub>2,5</sub>	Valore obiettivo	anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	-
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	25 µg/m <sup>3</sup>	-
	Valore limite protezione salute umana	anno civile	Da stabilire con successivo decreto*	-
CO	Valore limite protezione salute umana	massima media su 8h consecutive	10 mg/m <sup>3</sup>	-
O <sub>3</sub>	Valore obiettivo protezione della salute umana	massima media su 8h consecutive nell'anno	120 µg/m <sup>3</sup>	da non superare per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni
	Obiettivo a lungo termine protezione della salute umana	massima media su 8h consecutive nell'anno	120 µg/m <sup>3</sup>	-
	Soglia di informazione	1 ora	180 µg/m <sup>3</sup>	-
	Soglia di allarme	1 ora	240 µg/m <sup>3</sup>	-
Benzene	Valore limite protezione salute umana	anno civile	5 µg/m <sup>3</sup>	-

**Figura 27.** Principali inquinanti e relativi limiti per la salute definiti dal D. Lgs. 155/10 (\*Il D.Lgs. 155/2010 prevede che dal 01/01/2020 il limite normativo venga rivalutato e stabilito con successivo decreto ai sensi dell'art. 22, comma 6. Il nuovo decreto non è ancora stato emanato).

Nella Tabella 7 sono riportati i dati di superamento degli inquinanti nell'anno 2020, indicati dalle caselle di colore rosso, risultanti dall'analisi della rete di monitoraggio di qualità dell'aria dell'ARPA Piemonte costituita da 58 postazioni sul territorio regionale. I valori limite per la protezione della salute umana fanno riferimento al D.Lgs. n. 155/2010 (Figura 27).

**Tabella 7.** Elenco dei superamenti dei principali inquinanti nel 2020 in Piemonte (limiti definiti dal D.Lgs. 155/10)<sup>43</sup> (**rosso** = superamenti rispetto ai limiti, **verde** = rispetto dei limiti).

Provincia	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	CO	O <sub>3</sub>	Benzene
Alessandria	Verde	Verde	Rosso	Verde	Verde	Rosso	Verde
Asti	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rosso	Verde
Biella	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rosso	Verde
Cuneo	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rosso	Verde
Novara	Verde	Verde	Rosso	Verde	Verde	Rosso	Verde
Torino	Verde	Rosso	Rosso	Verde	Verde	Rosso	Verde
Vercelli	Verde	Verde	Rosso	Verde	Verde	Rosso	Verde
Verbano-Cusio-Ossola	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rosso	Verde

Il Comune di Santhià si trova all'interno della Provincia di Vercelli, dove si registrano superamenti dei valori limite relativi al PM<sub>10</sub> e all'ozono. L'eccesso di O<sub>3</sub> negli strati bassi dell'atmosfera è provocato usualmente dai motori (veicoli in genere), dalle industrie, e dai solventi chimici, e si verifica soprattutto quando le temperature sono più elevate. Per la salute umana, l'ozono in grandi concentrazioni può provocare disturbi respiratori, mentre gli effetti più dannosi vengono registrati per i vegetali, che subiscono necrosi delle foglie e alterazioni della fotosintesi. Il PM<sub>10</sub>, invece, è originato prevalentemente sia da cause naturali (e.g. erosione dei venti, autocombustione di boschi) sia da fattori antropici (per lo più combustione di fonti fossili in motori a scoppio, riscaldamento e attività produttive).

**Si può, pertanto, concludere che la macro-area di progetto goda di un'aria relativamente salubre in cui non mancano, tuttavia, gli ordinari superamenti tipici della pianura padana che soffre, più di altre zone, di fenomeni di stagnazione.**

### 3.5. Caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche

L'area oggetto d'indagine ricade nel territorio comunale di Santhià, nella Pianura Padana. Essa è compresa nella cartografia ufficiale nelle sezioni 115\_140 e 115\_150 della Carta Tecnica Regionale della Regione Piemonte, alla scala 1:10'000. **La zona interessata dall'intervento ha come principale caratteristica, dal punto di vista geomorfologico, quella di formare un ambiente di pianura alluvionale, con forme legate all'azione geomorfica esercitata nel recente passato (ed attualmente) dal reticolo idrografico.**

Per quanto concerne gli aspetti geomorfologici, geolitologici, idrologici e idrogeologici legati alla località di progetto, **è stata svolta una specifica indagine ad opera di un professionista abilitato**, la cui relazione finale è parte integrante del presente studio e alla quale si rimanda per ogni approfondimento. Per completezza di esposizione si riporta una sintesi delle conclusioni, riassumendo i principali passaggi della stessa:

- il sito interessato dalle opere agrivoltaiche in progetto ricade nel comune di Santhià (VC), in un'area posta alla quota media di circa 205 m s.l.m., poco antropizzata e a destinazione prevalente agricola. L'area in oggetto è localizzata nel settore settentrionale del territorio comunale, a circa 4.5 km Nord (da baricentro a baricentro) dal centro abitato;
- nell'area non sono state riscontrate sorgenti e il sito non mostra segni di instabilità morfologica; si segnalano, però, alcuni punti di captazione di acque sotterranee (pozzi). L'area in oggetto è da ritenersi complessivamente stabile, escludendo, al momento dell'indagine, fenomeni morfogenici disestivi in atto (o potenziali) di particolare entità;
- i terreni presenti nell'area d'intervento presentano le caratteristiche di un acquifero in grado di ospitare una falda di tipo freatico, in quanto i litotipi di origine alluvionale sono caratterizzati da un grado di permeabilità medio - elevato. In superficie si riconosce la presenza di una coltre di copertura argilloso - limoso - sabbiosa, avente spessore compreso tra 2 e 3 m, moderatamente consistente, con locali riporti antropici eterogenei, mentre al di sotto della suddetta coltre si ritrovano i termini fluvio-glaciali

<sup>43</sup> <http://relazione.ambiente.piemonte.it/2020/it/aria/stato/rete-di-monitoraggio>

aventi granulometria in genere grossolana (sabbie ghiaiose con ciottoli), aventi grado d'addensamento mediamente crescente in funzione della profondità;

- nella classificazione sismica regionale il territorio comunale di Santhià rientra nella Zona 4, a cui è associata una accelerazione sismica al *bedrock*  $< a 0,05 \text{ Ag/g}$ , e categoria del sottosuolo "B"; tali dati sono stati accertati mediante l'esecuzione di n. 4 prove sismiche di tipo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves);
- i parametri geotecnici, dedotti da n. 24 prove penetrometriche eseguite nell'area di progetto e ritenuti sicuri in sede di progettazione preliminare, sono i seguenti:

					VALORI DI PROGETTO		
Unità litologica	Litologia	N <sub>spt</sub>	Tipo	Classificazione A.G.I.	$\gamma_d$	$\varphi'_d$	Cu <sub>d</sub>
					t/m <sup>3</sup>	°	kg/cm <sup>2</sup>
1	Coltre superficiale	< 10	Coesivo	Mod. consistente	1,8	17	0,4
2	Depositi fluvioglaciali grossolani	> 15	Incoerente	Da mod. addensato ad addensato	2,1	27	0,0

dove:

N<sub>spt</sub>: numero colpi riferibili ad una prova SPT;

$\gamma_d$ : peso di volume;

Cu<sub>d</sub>: coesione non drenata;

$\varphi'_d$ : angolo di attrito interno drenato.

**Alla luce di quanto sopra indicato, nonché valutata la natura dell'intervento in progetto, si attesta la fattibilità geologico – tecnica dell'intervento in progetto.**

Stante quanto indicato sopra, si riportano alcune prescrizioni da seguire obbligatoriamente in fase di progettazione esecutiva e di realizzazione lavori.

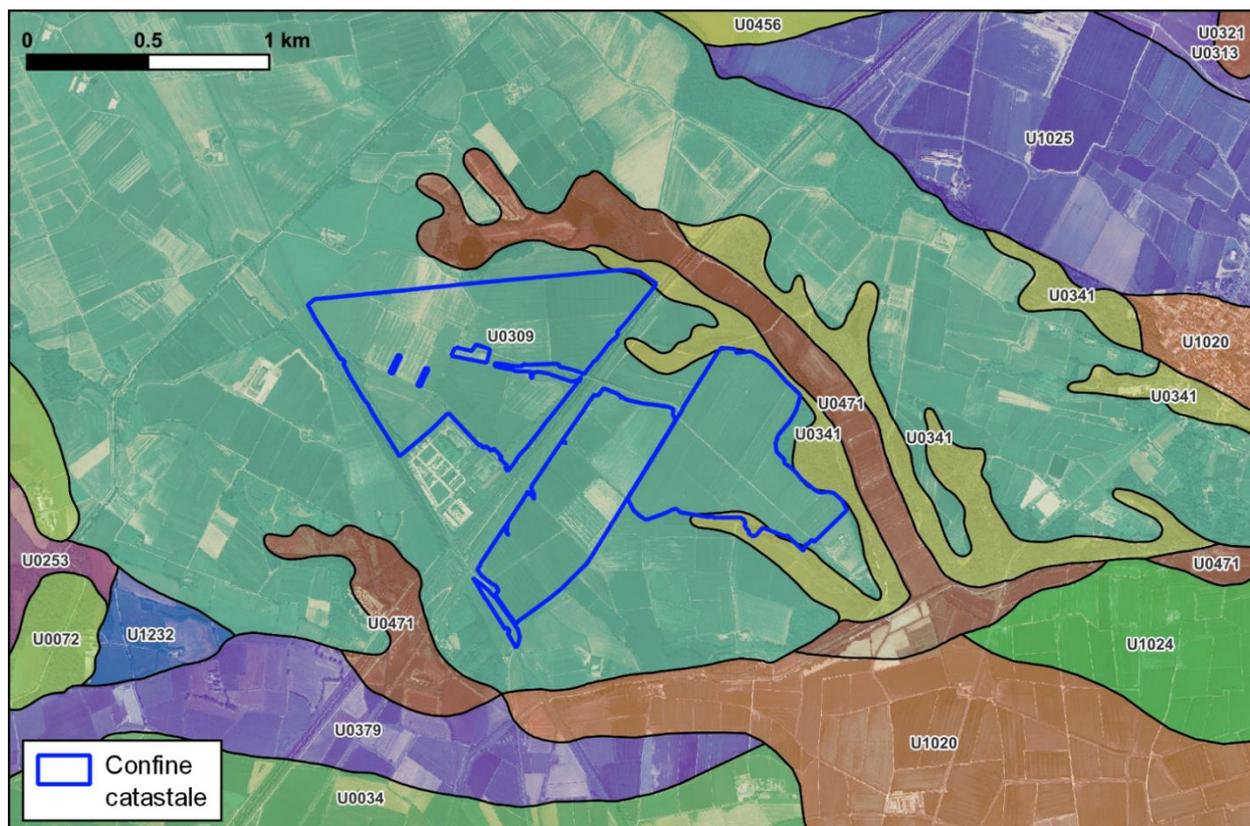
- **A supporto della progettazione esecutiva andrà realizzata una campagna d'indagini in situ e in laboratorio**, atta a definire nel dettaglio il modello geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico del sito d'intervento. Tale indagine dovrà prevedere l'esecuzione delle seguenti attività:
  - esecuzione pozzetti esplorativi - spinti fino ad almeno 3 m di profondità -, con densità di almeno 2 pozzetti per ettaro;
  - esecuzione di prove penetrometriche dinamiche pesanti, spinte fino a rifiuto o almeno 10 m di profondità, con densità di almeno 2 prove per ettaro;
  - esecuzione di prove penetrometriche dinamiche medie, spinte fino a rifiuto o almeno 3 m di profondità, con densità pari ad almeno 1 prova ogni 3 ettari;
  - esecuzione di tomografie geoelettriche all'interno del lotto d'intervento, sia in direzione del massimo allungamento che della larghezza di questo;
  - esecuzione di prove CBR e proctor su campioni prelevati in sito, atti a determinare le caratteristiche meccaniche dei materiali superficiali;
  - esecuzione di prove geotecniche e chimiche di laboratorio sui campioni di terreno prelevati nei pozzetti esplorativi.
- **In fase esecutiva, andrà prevista, quando necessario, la figura del Geologo**, al fine di:
  - valutare eventuali problematiche di carattere geologico – tecnico ed idrogeologico emerse, non previste in fase progettuale, fornendone le adeguate soluzioni tecniche;
  - valutare, mediante apposite prove sui fronti di scavo e/o sul piano di fondazione, i caratteri geologici e geotecnici dei litotipi ricadenti nel volume significativo di terreno dei manufatti in costruzione, ai fini delle verifiche strutturali di questi;

- supportare la D.L. circa possibili varianti resesi necessarie in corso d'opera;
  - valutare la corretta esecuzione di tutte le attività coinvolgenti la componente geologica I.s.;
  - effettuare un'attenta analisi visiva del terreno di fondazione per accertare la presenza di eventuali disomogeneità dello stesso e, se rilevate, fornire adeguate soluzioni esecutive atte a garantire il buon esito dell'intervento in oggetto.
- **Evitare fenomeni di appoggio differenziato su porzioni di terreno a diverso grado d'addensamento e consolidamento, il tutto al fine di evitare cedimenti o dissesti.**
  - Al di sotto delle fondazioni, ove previste, dovrà essere gettato in opera un "magrone" di sottofondo in ghiaia o misto granulare anidro, ben costipato e livellato, od eventualmente in cls, di adeguato spessore ed estensione, con eventuale rete elettrosaldata.
  - **Ogni fronte aperto - anche non previsto da progetto, ma resosi necessario in fase operativa - dovrà essere adeguatamente contrastato e sostenuto dalle necessarie opere controterra**, sia di tipo provvisorio **sia - laddove divenuto necessario - di tipo definitivo**, al fine di garantire la sicurezza in fase esecutiva ed a lavori ultimati dell'area d'intervento e di un suo congruo intorno. Nel caso si verificano situazioni di disomogeneità, sarà necessario procedere a sistemazioni differenziate.
  - **I lavori di scavo dovranno essere eseguiti a campioni di ridotte dimensioni ed in periodi di scarse precipitazioni**, ponendo l'usuale attenzione per le pareti verticalizzate, specie in coltre, ove potrebbero verificarsi dei dissesti, evitando lunghe esposizioni dei fronti di scavo.
  - **I riporti, temporanei e/o definitivi, andranno depositati in aree la cui stabilità, puntuale e del loro intorno, sia stata oggetto di attenta verifica in fase esecutiva**, al fine di garantire la sicurezza dei luoghi nel tempo.
  - **Osservare** attentamente, da parte dell'Impresa esecutrice, sotto il controllo del Responsabile della sicurezza e della D.L., l'assoluto rispetto delle **norme in materia di sicurezza nei cantieri**.
  - **Andranno posti in essere, tutti gli interventi, gli accorgimenti e le cautele atte a garantire la sicurezza dei luoghi.**

### 3.6. Sistemi di terre, caratteri pedologici e uso del suolo

Sulla base della "Carta dei suoli e carte derivate del Piemonte" (1:250.000) la macroarea oggetto di studio appartiene all'"Unità cartografica 00054" costituita da quattro principali delineazioni: il terrazzo di Rovasenda – situato al confine delle provincie di Biella e Vercelli, tra i fiumi Sesia e Cervo; i terrazzi posti rispettivamente in sinistra e in destra idrografica del fiume Cervo - nei pressi degli abitati di Cossato (BI) e Villanova Biellese (BI) e in ultimo il terrazzo di Carisio (VC) in destra idrografica del fiume Elvo. Il paesaggio si presenta costituito da antichi terrazzi fortemente ondulati ed incisi, in direzione nord-sud, da corsi d'acqua minori che nel tempo si sono via via approfonditi rispetto al piano principale. Le aree che lo costituiscono si sono evolute su depositi fluvio-glaciali antichi, ghiaiosi in profondità, limosi e argillosi in superficie. L'uso prevalente dei suoli è la risicoltura a cui si affiancano praticoltura e cerealicoltura (con grano e orzo). In tale contesto, fortemente orientato alle attività agricole, permangono zone residuali di bosco planiziale costituite da specie come la farnia, il frassino e il ciliegio. A sua volta l'Unità cartografica è costituita da tre principali sottogruppi: "Aquic Fraglossudalf" (Identificativo codice 5342\_01) – costituisce il 50% dei suoli dell'intera Unità, "Oxyaquic Fragiudalf" (Identificativo codice 5332\_01) – costituisce il 40% delle superfici presenti nell'Unità (tra cui l'area di progetto) ed infine "Altri suoli" – rappresentano il 10% della superficie totale.

Ad un livello di maggiore dettaglio, secondo la "Carta dei Suoli del Piemonte" (1:50.000), l'area di progetto ricade all'interno dell'"Unità Cartografica U0309" (Figura 28) costituita da un'unica delineazione posta nella pianura biellese sud occidentale, in destra orografica del fiume Elvo, che si estende da Salussola (BI) fino all'abitato di Carisio (VC). In particolare è caratterizzata da un terrazzo antico uniforme (di origine alluvionale), sopraelevato di 15-20 m rispetto al livello della pianura principale in quanto risparmiato dai processi erosivi operati dallo stesso corso d'acqua.



**Figura 28.** Estratto della “Carta dei Suoli del Piemonte” 1:50:000. Evidenziata dalla linea continua blu l’area catastale oggetto di intervento.

I suoli che costituiscono l’Unità - depositi di limi e argille non calcarei - sono molto antichi e mostrano un elevato grado di evoluzione pedogenetica con eluviazione dell’argilla dagli orizzonti superficiali a quelli più profondi. L’uso del suolo è per la maggior parte costituito dalla risicoltura e, secondariamente, dalla praticoltura. All’interno dell’Unità sono presenti infatti due distinte fasi di suolo determinate dalla diversa destinazione d’uso degli stessi terreni:

1. La fase **CARISIO anthraquica – CRS<sub>2</sub>** (costituisce il 70% delle superfici presenti nell’Unità) → è costituita da suoli sui quali viene effettuata la coltura per sommersione del riso. Tale modalità di coltivazione determina un ristagno idrico superficiale che dà luogo al manifestarsi di caratteri di idromorfia entro i primi 40 cm di profondità del suolo;
2. La fase **CARISIO tipica – CRS<sub>1</sub>** (30% delle superfici che caratterizzano l’Unità) → si trova sugli appezzamenti non coltivati a riso ma adibiti a prato o a colture alternative. Non presenta, invece, idromorfia superficiale.

Nell’area di studio, i suoli sono ascrivibili agli “**Alfisuoli dei terrazzi antichi non idromorfi**” (Classificazione Soil Taxonomy: Oxyaquic Fragiudalf, fine-silty, mixed, nonacid, mesic) e sono rilevabili caratteristiche di entrambe le fasi sopra identificate. In particolare, la fase *Carisio anthraquica* CRS<sub>2</sub> è costituita da suoli profondi con una profondità utile limitata, a circa 50 cm, dalla presenza di condizioni di idromorfia che si vengono a creare per il ristagno idrico superficiale dovuto alla coltura per sommersione del riso. Nei subsoil sono inoltre presenti accumuli di concrezioni di Ferro-Manganese che possono formare un orizzonte estremamente resistente e che limita fortemente l’ulteriore approfondimento degli apparati radicali. La disponibilità di ossigeno è imperfetta e la permeabilità bassa, il drenaggio è mediocre. La falda profonda non ha una influenza diretta sul profilo del suolo. Il profilo tipico è caratterizzato da topsoil di colore da bruno olivastro a bruno giallastro chiaro con screziature di colore giallo brunastro e grigie, tessitura franca o franco limosa, assenza di scheletro, reazione acida ed assenza di carbonato di calcio e da subsoil di colore dominante da bruno olivastro chiaro a bruno giallastro con screziature in percentuale variabile dal 20 al 50 % di colore sia grigio che bruno. Tali screziature evidenziano l’alternanza dei processi di ossido riduzione nel profilo che si verificano stagionalmente a seguito di ristagno idrico dovuto alla bassa permeabilità dei suoli. La tessitura infine varia da

franco limosa a franca, lo scheletro è assente, la reazione è subacida con assenza di carbonato di calcio. Sono inoltre evidenti elementi caratteristici del frangipan.

La fase *Carisio tipica* CRS<sub>1</sub> è invece costituita da suoli profondi con una profondità utile limitata, a circa 120 cm, dall'accumulo di concrezioni di Ferro-Manganese, che formano un orizzonte estremamente resistente e che limita l'ulteriore approfondimento degli apparati radicali. La disponibilità di ossigeno è moderata e la permeabilità bassa, il drenaggio è mediocre. Anche in questo caso la falda è profonda e non ha una influenza diretta sul profilo del suolo. Il profilo tipico presenta topsoil di colore da bruno olivastro a bruno giallastro chiaro, privi di screziature, con tessitura franco-limosa, privi di scheletro, reazione acida ed assenza di carbonato di calcio e subsoil caratterizzati da un colore dominante bruno giallastro scuro, con screziature in percentuale variabile dal 20 al 50% di colore sia grigio che bruno. Anche in questo caso le screziature evidenziano l'alternanza dei processi di ossido riduzione nel profilo che si verificano stagionalmente a seguito di ristagno idrico dovuto alla bassa permeabilità dei suoli. Come per i suoli CRS<sub>2</sub>, la tessitura varia da franco-limosa a franca, lo scheletro è assente, la reazione è subacida con assenza di carbonato di calcio e sono infine evidenti elementi caratteristici del frangipan.

In entrambe le fasi, la tipica sequenza degli orizzonti è Ap-E-Btx-Bts. La profondità dell'orizzonte con abbondanza di concentrazioni di Ferro-Manganese è variabile come anche la percentuale di volume delle concrezioni che in alcuni casi può raggiungere anche il 60%.

**In generale tali suoli sono utilizzati per coltivazioni risicole in relazione alla loro bassa permeabilità che consente fasi colturali di irrigazione per sommersione.**

**Tali pratiche, tuttavia, contribuiscono ad una acidificazione superficiale dei suoli, con progressiva riduzione della fertilità (ed esigenza di interventi correttivi tramite calcitazioni, ammendamenti e fertilizzazioni - minerali ed organiche).**

**Pratiche abituali, pertanto, risultano essere le rotazioni colturali, meglio se effettuate con leguminose (e.g. soia) o con forme di set-aside seguite da sovescio.**

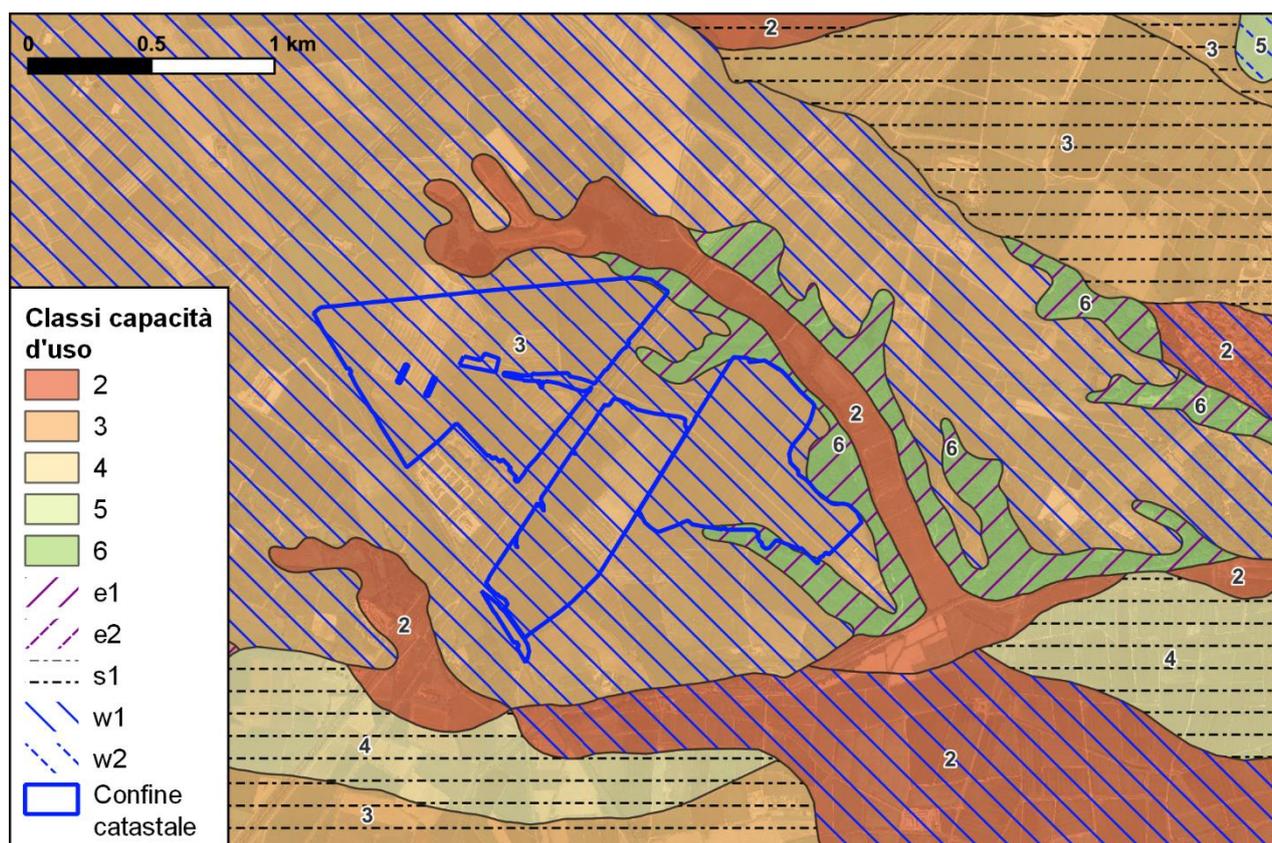
Secondo la "Carta della Capacità d'Uso dei Suoli" (1:50.000 - Figura 29), derivata dalla "Carta dei Suoli" al fine di differenziare le terre a seconda delle potenzialità produttive delle diverse tipologie pedologiche<sup>44</sup>, l'area di studio rientra interamente all'interno della Classe III ossia "Suoli con alcune limitazioni che riducono la scelta e la produzione delle colture agrarie", con limitazioni di tipo "w1" ovvero "Limitazione idrica: disponibilità di ossigeno per le piante".

<sup>44</sup> Le classi che definiscono la capacità d'uso dei suoli sono otto. Le classi da 1 a 4 sono rappresentate da suoli adatti alla coltivazione e ad altri usi; le classi da 5 a 8, identificano suoli diffusi in aree non adatte alla coltivazione. Nello specifico:

- Classe 1 Limitazioni all'uso scarse o nulle. Ampia possibilità di scelte colturali e usi del suolo.
- Classe 2 Limitazioni moderate che riducono parzialmente la produttività o richiedono alcune pratiche conservative.
- Classe 3 Evidenti limitazioni che riducono le scelte colturali, la produttività e/o richiedono speciali pratiche conservative.
- Classe 4 Limitazioni molto evidenti che restringono la scelta delle colture e richiedono una gestione molto attenta per contenere la degradazione.
- Classe 5 Limitazioni difficili da eliminare che restringono fortemente gli usi agrari. Praticoltura, pascolo e bosco sono usi possibili insieme alla conservazione naturalistica.
- Classe 6 Limitazioni severe che rendono i suoli generalmente non adatti alla coltivazione e limitano il loro uso al pascolo in alpeggio, alla forestazione, al bosco o alla conservazione naturalistica e paesaggistica.
- Classe 7 Limitazioni molto severe che rendono i suoli non adatti alle attività produttive e che restringono l'uso alla praticoltura d'alpeggio, al bosco naturaliforme, alla conservazione naturalistica e paesaggistica.
- Classe 8 Limitazioni che precludono totalmente l'uso produttivo dei suoli, restringendo gli utilizzi alla funzione ricreativa e turistica, alla conservazione naturalistica, alla riserva idrica e alla tutela del paesaggio.

La sottoclasse è il secondo livello gerarchico nel sistema di classificazione della capacità d'uso dei Suoli. I codici "e", "w", "s", e "c" sono utilizzati per l'indicazione sintetica delle sottoclassi di capacità d'uso. Nello specifico:

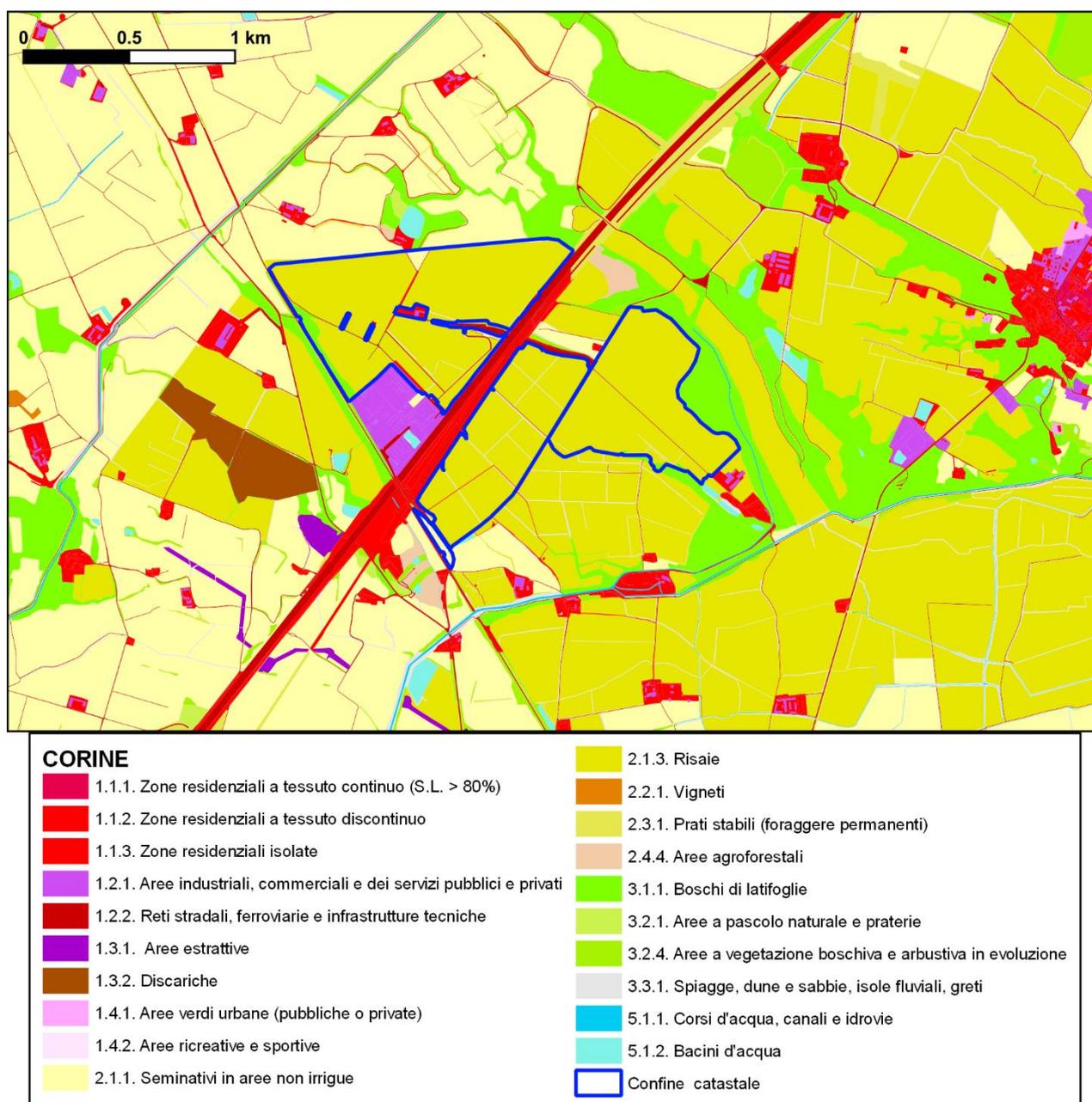
- Sottoclasse "e" è concepita per suoli sui quali la suscettibilità all'erosione e i danni pregressi da erosione sono i principali fattori limitanti.
- Sottoclasse "w" è concepita per suoli in cui il drenaggio del suolo è scarso e l'elevata saturazione idrica o la falda superficiale sono i principali fattori limitanti.
- Sottoclasse "s" è concepita per tipologie pedologiche che hanno limitazioni nella zona di approfondimento degli apparati radicali, come la scarsa profondità utile, pietrosità eccessiva o bassa fertilità difficile da correggere.
- Sottoclasse "c" è concepita per suoli per i quali il clima (temperatura e siccità) è il maggiore rischio o limitazione all'uso.



**Figura 29.** Estratto della carta della capacità d'uso dei suoli della Regione Piemonte. Evidenziata dalla linea continua blu l'area catastale oggetto di intervento.

Secondo la classificazione Corine<sup>45</sup> (Figura 30), così come confermato dai sopralluoghi in situ, le aree sono adibite alla coltivazione di erbacee di pieno campo, prevalentemente riso o soia secondo criteri di opportunità/convenienza/mercato.

<sup>45</sup> Programma CORINE (COoRdination of INformation on the Environment – Decisione 85/338/EEC)



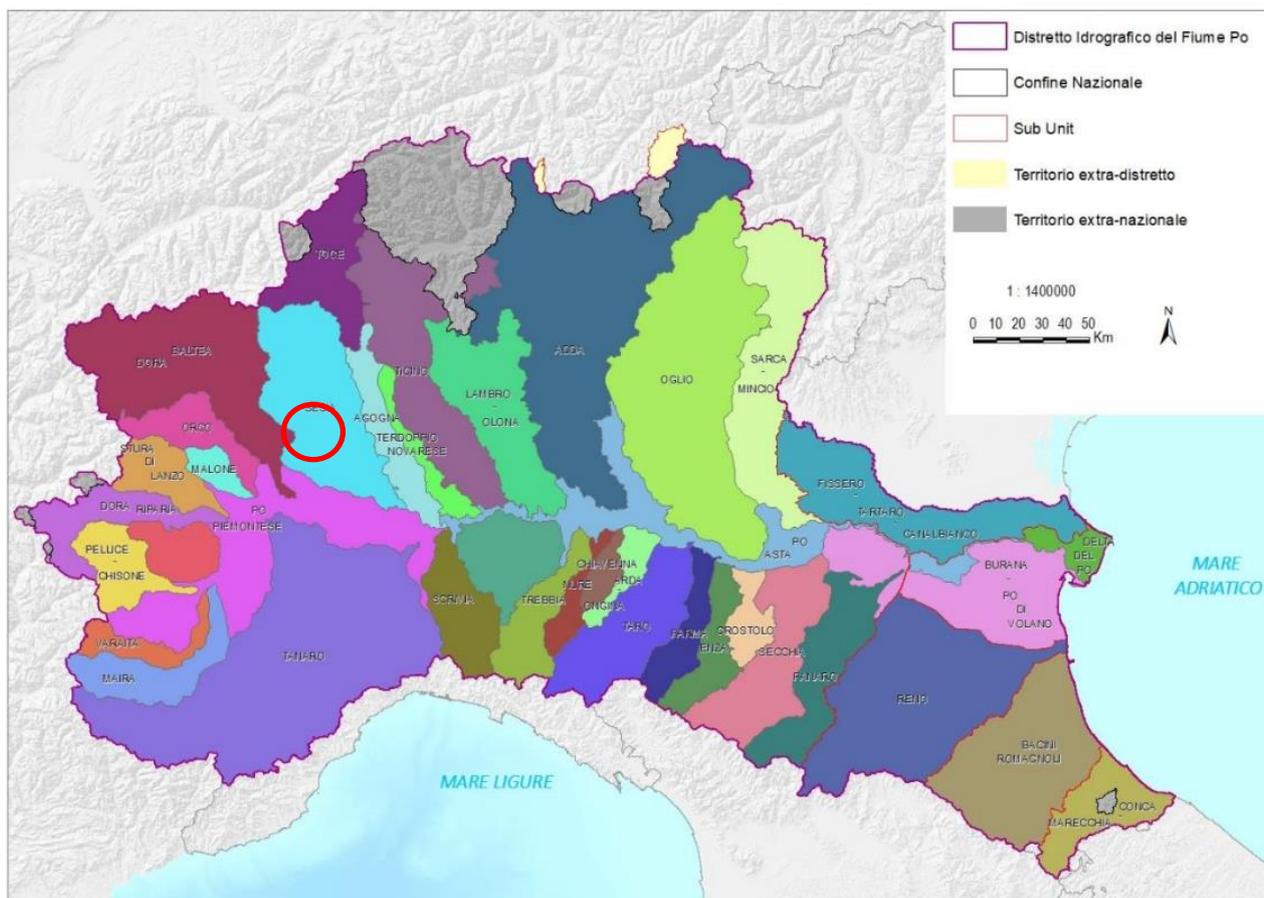
**Figura 30.** Tipo di uso del suolo secondo la classificazione CORINE relativa all'area oggetto di studio (evidenziata dalla linea continua blu).

**In relazione alla destinazione d'uso agraria l'orizzonte pedologico superficiale risulta indubbiamente antropizzato, con rimescolamenti e destrutturazione fino alla profondità cui giungono le lavorazioni tipiche (40-60 cm).** Infatti, le lavorazioni meccaniche effettuate sugli orizzonti superficiali al fine di ridurre la permeabilità dei suoli, comportano un rimescolamento e una conseguente compattazione degli stessi.

### 3.7. Idrografia di superficie e sistema idraulico/idrologico

L'area di progetto ricade all'interno del territorio gestito dall'**Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po**, la quale, a seguito delle modifiche introdotte con la L. 221/2015, oltre al bacino del fiume Po presiede alla gestione dei Bacini interregionali del Reno, del Fissero-Tartaro-Canalbiano, del Conca-Marecchia e i Bacini regionali Romagnoli. Nel suo complesso, il distretto idrografico del fiume Po interessa il territorio delle regioni Liguria, Piemonte, Valle d'Aosta, Emilia-Romagna, Toscana, Lombardia, Provincia Autonoma di Trento,

Marche, Veneto e si estende anche in alcune porzioni di territorio francese e svizzero (Figura 31), estendendosi su una superficie complessiva di 83.000 km<sup>2</sup> articolata in 39 sottobacini principali (di cui 35 afferenti al solo bacino del fiume Po).



**Figura 31.** Bacini idrografici gestiti dall’Autorità di Bacino Distrettuale del fiume Po (Piano di gestione del distretto idrografico del fiume Po).

Oltre che sulla base dei bacini idrografici dei corpi idrici di superficie, il territorio del distretto è anche suddiviso in 5 Unità di Gestione (*Sub-Unit*): Po, Reno, Fissero-Tartaro-Canalbianco, Bacini Romagnoli, Conca-Marecchia, mostrate di seguito nella Tabella 8.

**Tabella 8.** Elenco delle Sub Unit del distretto idrografico del fiume Po e delle loro rispettive superfici.

Codice	Denominazione	Area (km <sup>2</sup> )
ITN008	Po	70.311
ITI021	Reno	4.913
ITI026	Fissero-Tartaro-Canalbianco	2.880
ITI081	Bacini Romagnoli	3414
ITR01319	Conca - Marecchia	1.248

Nello specifico, **le opere in progetto si collocano** nella parte piemontese del bacino del fiume Po (*Sub-Unit* ITN008), e più precisamente nella **parte di pianura del sottobacino del fiume Sesia**, il quale ha una superficie complessiva di circa 3075 km<sup>2</sup> (di cui circa la metà in ambiente montano).

I territori in cui si trovano i bacini del Sesia e dei suoi affluenti, in termini di precipitazioni, si collocano nella zona con le maggiori precipitazioni di tutta la regione padana, sia come quantità sia come massima intensità. Questo regime pluviometrico, unito alla bassissima permeabilità dei substrati nella parte montana, determina un regime dei deflussi contraddistinto da frequenti stati di piena con elevati valori delle portate al colmo. Le

precipitazioni medie variano da 900 mm/anno in pianura a circa 2000 mm/anno nella parte mediana e pedemontana.

Il fiume Sesia si origina dai ghiacciai di Bors, delle Piode e delle Vigne sul massiccio del monte Rosa ed è caratterizzato da un regime idrologico di tipo prevalentemente torrentizio. A fronte di un deflusso medio annuo di circa 70 m<sup>3</sup>/s, durante i periodi estivi questo può essere soggetto a forti periodi di magra (con portate anche di pochi m<sup>3</sup>/s), causati soprattutto dagli intensi prelievi idrici a fini irrigui, mentre al verificarsi di fenomeni piovosi di particolare intensità può dare origine a eventi di piena anche molto intensi (fino a 5'000-6'000 m<sup>3</sup>/s).

L'asta fluviale del Sesia scorre attraverso la Val Grande e sbocca in pianura all'altezza di Romagnano dopo aver ricevuto le acque in destra dei suoi affluenti Vogogna, Arroghna, Sorba, Sessera e in sinistra i torrenti Sermenza, Mastellone, Civiasco e Strona di Valduggia. In pianura, poco a monte di Vercelli, confluiscono i suoi due affluenti principali, il torrente Cervo e il torrente Elvo, il quale drena i deflussi provenienti dalla zona pre-alpina del Biellese.

- Il torrente **Cervo** ha un bacino idrografico caratterizzato nella parte più alta da una morfologia montana, con quote anche superiori ai 2.000 m, caratterizzata da valli strette con versanti molto inclinati e prevalentemente boscati. Nel primo tratto il torrente e i suoi affluenti sono molto incisi, ma proseguendo verso valle si allargano progressivamente, fino ad assumere una morfologia terrazzata, con un andamento che passa da ramificato nel tratto superiore (fino al ponte di Cossato - SS 232) a monocursale sinuoso.
- Il torrente **Elvo** confluisce all'interno dell'asta fluviale del Cervo, in destra idrografica, poco a monte dell'immissione di quest'ultimo nel Sesia. La morfologia dell'alveo è prevalentemente di tipo monocursale sinuoso, mentre nella parte di valle sono presenti tratti pluricursali. Il bacino è caratterizzato, nella sua parte settentrionale, da una morfologia tipicamente montana, scorrendo in una stretta valle di origine con pendii acclivi e prevalentemente boscati. Nella parte medio - bassa il territorio assume, invece, una morfologia pedemontana/collinare in cui il fondovalle è attraversato da terrazzati con dislivelli di qualche metro.

Sulla base alle caratteristiche morfologiche, morfometriche e del loro comportamento idraulico, ogni asta principale (Sesia, Cervo ed Elvo) può essere classificata in due distinte tipologie:

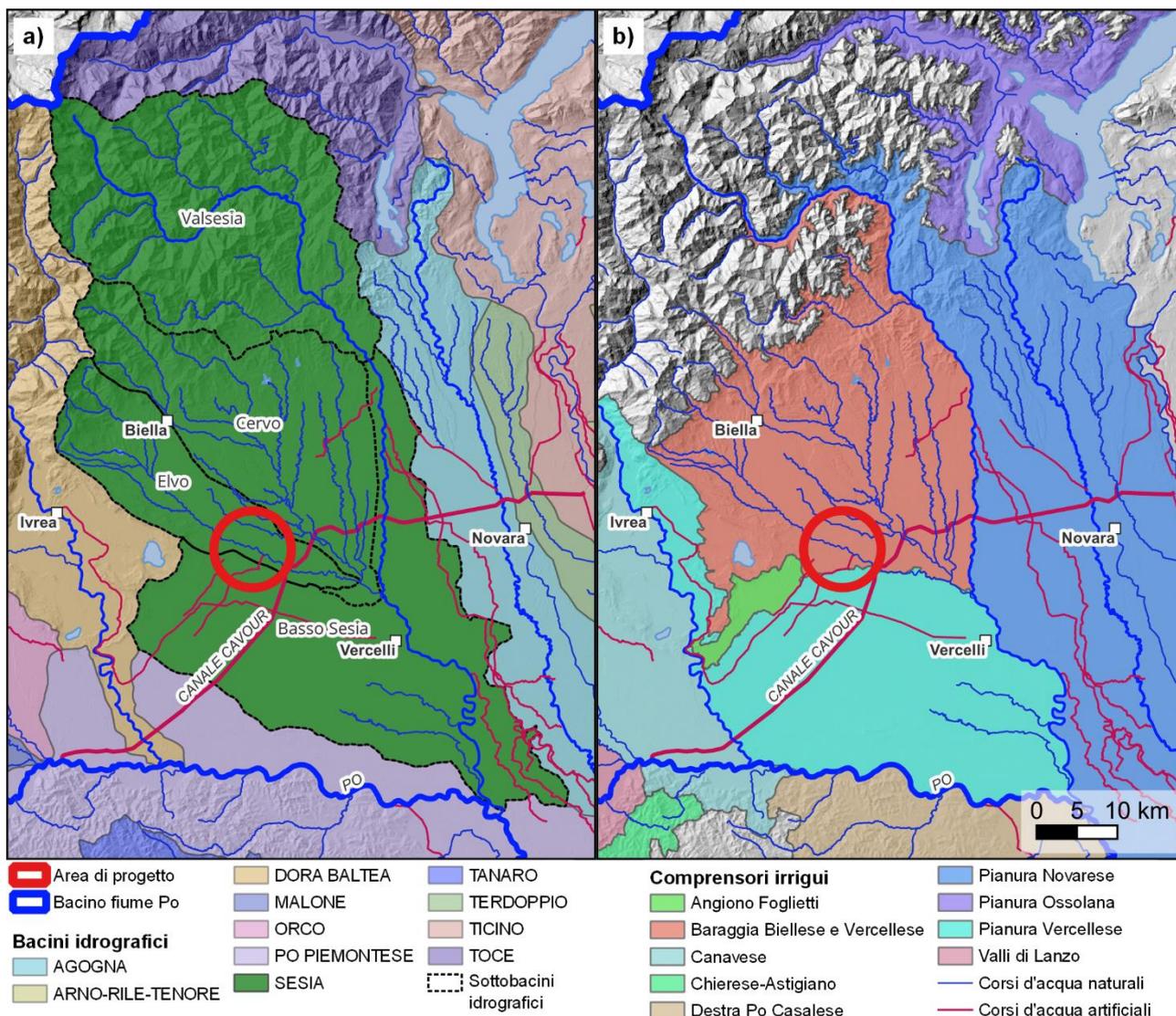
- il tratto montano del Sesia, dalla sorgente a Romagnano Sesia, per una lunghezza di circa 65 km, che sottende i sottobacini degli affluenti alpini, e il tratto di pianura, di lunghezza pari a circa 74 km, fino alla confluenza in Po, che sottende il sottobacino (in destra) del Cervo;
- il tratto montano del Cervo, dalla sorgente a Biella, per una lunghezza di circa 12 km, e il tratto di pianura, per una lunghezza di circa 43 km fino alla confluenza in Sesia, che sottende il sottobacino dell'Elvo in destra;
- il tratto montano dell'Elvo, dalla sorgente a Occhieppo Inferiore e il tratto di pianura, che si sviluppa per una lunghezza di circa 40 km fino alla confluenza in Cervo.

Oltre ai sopracitati affluenti, nel Sesia confluiscono anche buona parte degli scoli provenienti dalla fitta rete di canali irrigui che caratterizzano l'assetto della pianura vercellese.

Nello specifico, **l'area di progetto si trova a cavallo tra il sottobacino del torrente Elvo e quello del basso Sesia**, all'interno della pianura piemontese, in una zona agricola fortemente vocata alla risicoltura all'interno del comprensorio irriguo delle Baraggia Biellese e Vercellese (Figura 32). La gestione delle infrastrutture irrigue e la loro manutenzione fa capo alla **Associazione d'Irrigazione Ovest Sesia**.

Il paesaggio agrario della macroarea è caratterizzato prevalentemente dalla risicoltura, introdotta durante il periodo medievale grazie ai monaci benedettini e cistercensi. La realizzazione delle prime opere irrigue risale al basso medioevo, ma è stato solamente con l'avvento del XIX° secolo che i principali corsi d'acqua di pianura sono stati collegati con grandi canali di derivazione, i quali consentono di alimentare la fittissima rete di canali minori.

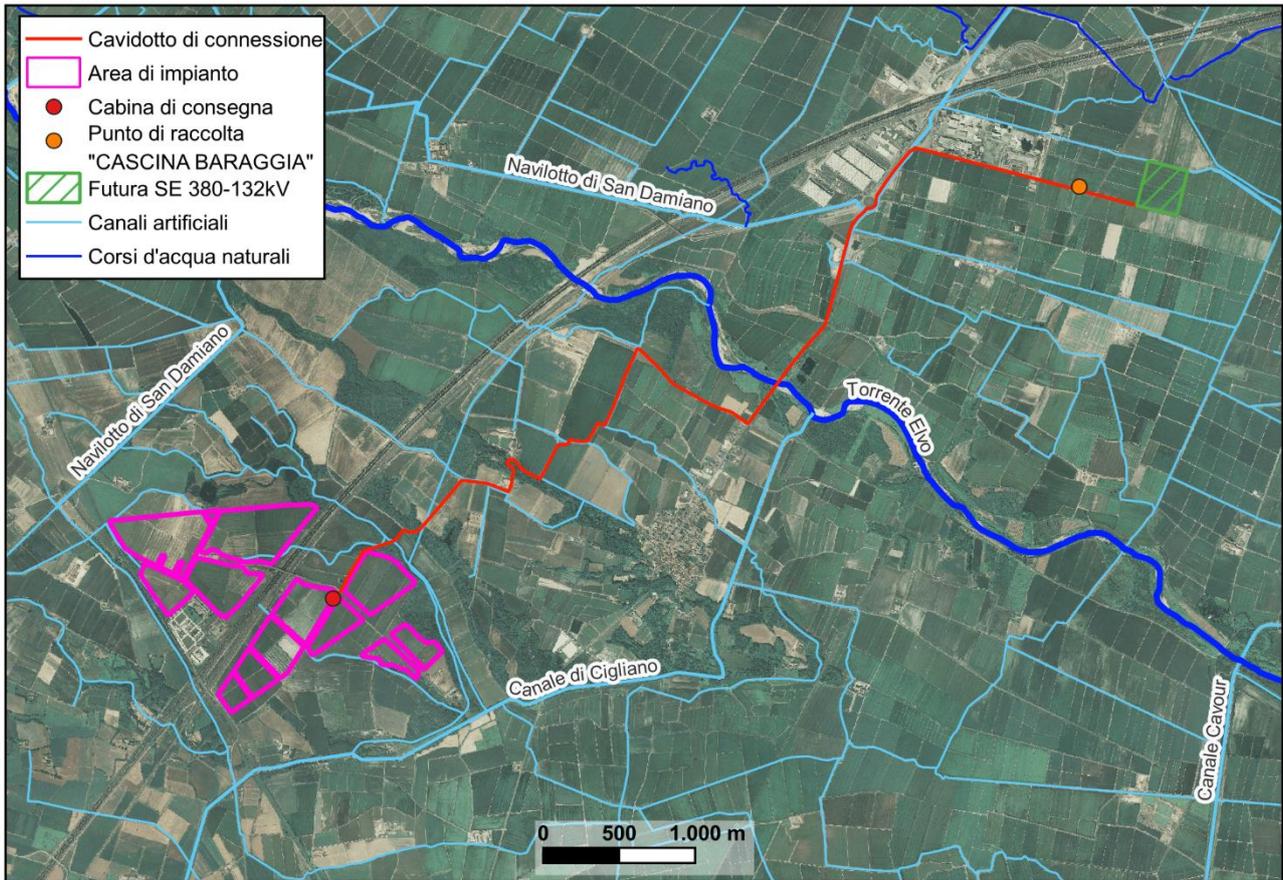
In particolare, la realizzazione di importanti opere idrauliche quali il Canale Cavour, realizzato tra il 1863 ed il 1866, e successivamente del Diramatore Quintino Sella e del Canale Regina Elena ha rappresentato un importante punto di svolta per tutto il sistema irriguo della pianura vercellese e novarese, consentendo di irrigare nel suo complesso un'area di circa 500'000 ha.



**Figura 32. a)** Suddivisione del territorio in bacini e sottobacini idrografici; **b)** suddivisione del territorio rispetto ai compensori irrigui.

Analizzando in dettaglio la situazione idrografica del sito in esame (Figura 33), questo si trova all'interno del comune di Santhià, in destra idrografica del torrente Elvo, mentre il cavidotto di connessione si sviluppa verso Nord-Est e termina nel comune di Carisio.

Attualmente l'area è adibita alla coltivazione di erbacee di pieno campo (prevalentemente riso o soia, secondo criteri di opportunità/convenienza), ed il piano di campagna presenta la tipica sistemazione "a camere" necessarie per la tecnica culturale della sommersione (Figura 34). Inoltre, è presente una fitta rete di canali irrigui, tra cui il Navilotto di San Damiano - che scorre a Nord-Ovest dell'area di progetto - ed il Canale di Cigliano - a Sud-Est.



**Figura 33.** Dettaglio del reticolo idrografico superficiale nell'intorno dell'area di progetto.



**Figura 34.** Aspetto del piano di campagna e della sistemazione del terreno a camere irrigue all'interno delle aree di progetto.

### 3.7.1. Stato qualitativo dei corpi idrici superficiali

Lo stato qualitativo dei corpi idrici superficiali della Regione Piemonte è monitorato da una rete di 315 stazioni, distribuite su 306 corpi idrici rilevati nel sessennio 2014-2019, nel quale è stato monitorato circa il 51% dei corpi idrici individuati in Piemonte. Nel 2019 si è concluso il secondo sessennio di monitoraggio delle acque superficiali, in applicazione della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro sulle Acque – DQA) e della normativa nazionale di recepimento e di attuazione. Nel 2020 l’Autorità Bacino Distrettuale del Fiume Po (AdBD\_Po) ha avviato la predisposizione del 3° Piano di Gestione (PdG\_Po 2021), relativo al ciclo di pianificazione per il sessennio 2021-2027. Arpa Piemonte ha elaborato i dati del sessennio sopracitato.

La Direttiva 2000/60/CE prevede una modalità piuttosto articolata di classificazione dello stato di qualità dei corpi idrici che deriva dal valore più basso attribuito allo **Stato Chimico** e allo **Stato Ecologico**.

**Lo Stato Chimico (SC)** è definito sulla base della rilevazione di un elenco di sostanze inquinanti considerate prioritarie a scala europea (Allegato 10° della DQA). Per queste sostanze, la Direttiva 2013/39/UE, recepita in Italia con il D.Lgs. 172/2015 stabilisce degli Standard di Qualità ambientale (SQA). L’elenco delle sostanze da monitorare per la valutazione dello Stato Chimico è riportato nella tabella 1/A del D.Lgs.172/2015, all’interno della quale, gli SQA di ogni inquinante sono espressi come valore medio annuo (SQA\_MA) o come concentrazione massima ammissibile (SQA\_CMA).

La classe di Stato Chimico viene espressa secondo 2 classi di qualità contrassegnate da 2 specifici colori:

	Buono
	Mancato conseguimento dello stato Buono

**Figura 35.** Classi di qualità di stato chimico.

**Lo Stato Ecologico (SE)** è definito in base alla combinazione di diversi indicatori Elementi di Qualità (EQ), brevemente descritti nel seguito:

- **Elementi di Qualità Biologica (EQB):** viene elaborato sulla base delle comunità di macroinvertebrati bentonici, diatomee, macrofite e della fauna ittica. Lo stato delle comunità biologiche monitorate viene valutato in base al grado di scostamento tra i valori osservati e quelli riferibili a situazioni prossime alla naturalità. Lo scostamento è espresso come Rapporto di Qualità Ecologica (RQE) tra i valori osservati e quelli di riferimento. I singoli EQB vengono espressi attribuendo una classificazione che consiste in 5 classi di qualità (Figura 36).
  - **Macroinvertebrati:** per i fiumi guadabili si utilizza l’indice STAR\_ICMi (*Standardisation of River Classifications Intercalibration Multimetric Index*). Si tratta di un indice multimetrico, composto da 6 parametri che forniscono informazioni in merito ai principali aspetti che la DQA chiede di considerare per l’analisi delle comunità macrobentoniche quali: composizione e abbondanza, rapporto tra taxa sensibili e tolleranti, diversità. Per i fiumi Non Guadabili è previsto il calcolo dell’Indice Multimetrico Substrati Artificiali (ISA). Il valore annuale dell’indice STAR\_ICMi è dato dalla media dei valori delle campagne effettuate nell’anno di monitoraggio.
  - **Diatomee:** per i fiumi guadabili e non, si adotta l’indice ICMi (*Intercalibration Common Metric Index*). Si tratta di un indice multimetrico che deriva dalla combinazione dell’Indice di Sensibilità agli Inquinanti (IPS) e dell’Indice Trofico (TI), i quali prevedono l’attribuzione alle diverse specie diatomee di un valore di sensibilità all’inquinamento organico e ai livelli di trofia. Il valore annuale dell’indice ICMi è dato dalla media dei valori rilevati delle campagne di misura effettuate nell’anno di monitoraggio.
  - **Macrofite:** per i fiumi guadabili viene applicato l’indice IBMR (*Indice Biologiche Macrofitique en Rivière*). Si tratta di un indice finalizzato alla valutazione dello stato trofico dei CI che si basa sull’uso di una lista floristica di taxa indicatori ad ognuno dei quali è associato un valore indicatore di sensibilità ad alti livelli di trofia. Il valore annuale dell’indice IBMR è dato dalla media dei valori delle campagne effettuate nell’anno di monitoraggio.

- **Fauna ittica:** per i fiumi guadabili viene applicato l'indice NISECI (*Nuovo Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche*). Si tratta di un indice multimetrico che valuta la naturalità della comunità ittica (intesa come completezza della composizione in specie indigene attese in relazione al quadro zoogeografico ed ecologico) e la condizione biologica delle popolazioni presenti (quantificata positivamente per le specie indigene attese e negativamente per le aliene), in termini di abbondanza e struttura di popolazione. Il valore annuale dell'indice NISECI è dato dalla media dei valori delle campagne effettuate nell'anno di monitoraggio.

- **Elementi Chimico-fisici a sostegno – inquinanti specifici:** comprendono una serie di parametri chimici necessari per la valutazione delle condizioni di ossigenazione, di temperatura, di disponibilità trofica, di acidificazione e di salinità.

Alcuni di questi (ossigeno e nutrienti) rientrano nella classificazione attraverso l'indice multimetrico LIMeco (Livello Inquinamento Macrodescrittori per lo Stato Ecologico), gli altri vengono utilizzati per l'interpretazione del dato biologico e nella valutazione degli impatti idromorfologici. Tale indice considera i parametri: Ossigeno in % di saturazione, Azoto ammoniacale, Azoto nitrico, Fosforo totale. La procedura di calcolo prevede l'attribuzione di un punteggio, sulla base della concentrazione osservata dei parametri previsti, per ogni campionamento effettuato. Come per gli Itri EQB, il valore del LIMeco è dato dalla media dei valori osservati nei singoli campionamenti effettuati nell'anno di monitoraggio. Nel caso di monitoraggio operativo, l'indice su base triennale deriva dalla media dei valori medi annuali.

- **Elementi Idromorfologici:** la DQA prevede l'analisi del regime idrologico come quantità e variazione del regime delle portate e connessione con il corpo idrico sotterraneo; della continuità fluviale sia longitudinale che laterale; delle condizioni morfologiche (portate solide, variazione della profondità e della larghezza del corso d'acqua, struttura e substrato dell'alveo, struttura della zona ripariale). Le metriche di classificazione sono gli indici IQM (Indice di Qualità Morfologica) e IARI (Indice di Alterazione del Regime Idrologico). La classificazione si basa sul confronto fra le condizioni morfologiche e idrologiche attuali e quelle di riferimento ed è ottenuta dalla combinazione dello stato definito dagli indici IARI e IQM secondo quanto riportato in tabella 4.1.3/c del Decreto 260/2010.

Qualora venga anche valutato l'indice IQH, lo stato idromorfologico complessivo è ottenuto dalla combinazione della classe ottenuta dal confronto fra indici IARI e IQM (e quella ottenuta con l'IQH) secondo quanto riportato in tabella 4.1.3/f del Decreto 260/2010 riportato nello schema seguente:

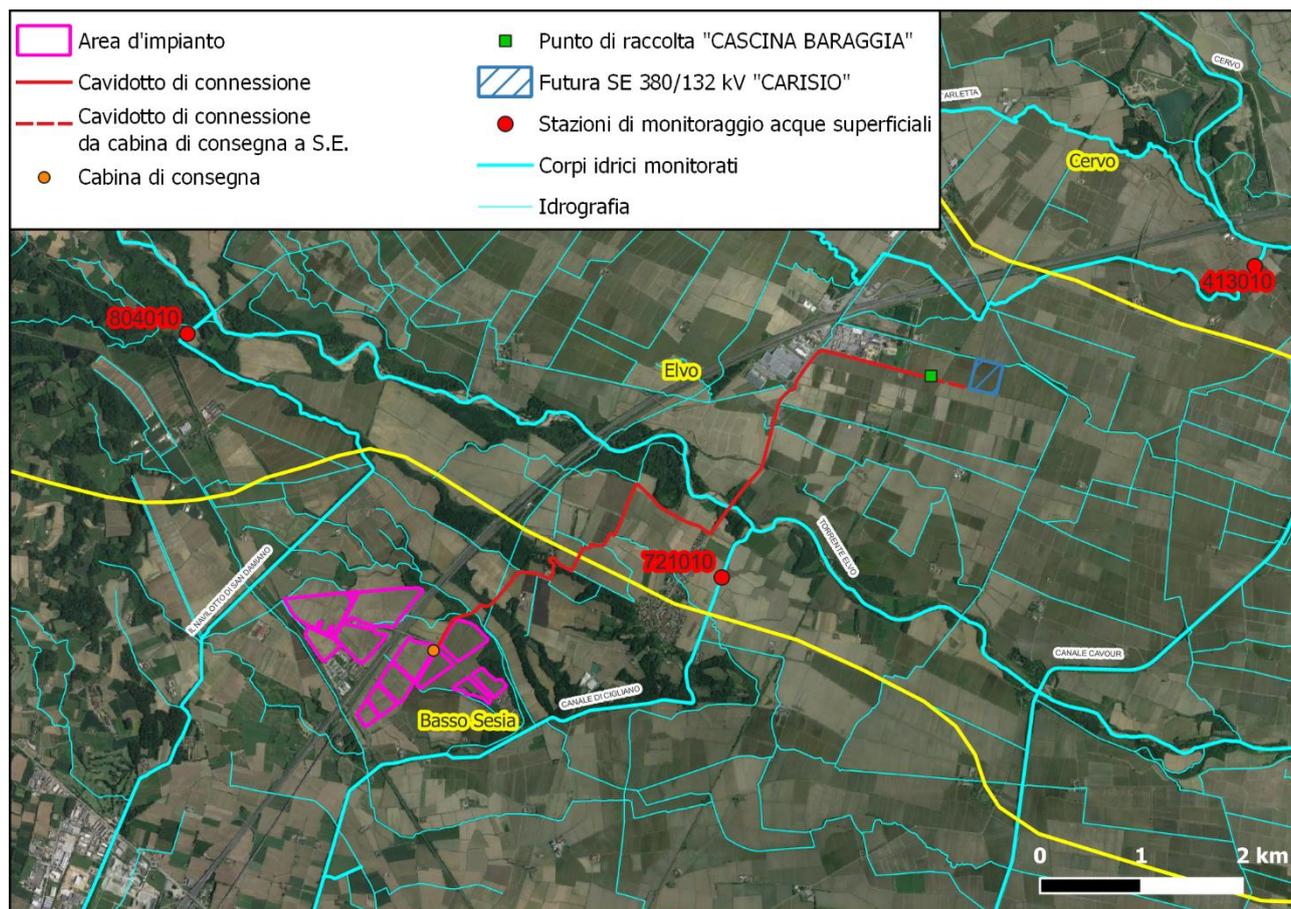
Nella classificazione dello Stato Ecologico, la valutazione degli elementi idromorfologici concorre solo alla conferma della classe di Stato Ecologico Elevato per tutti gli EQ monitorati. Sono previste 2 classi: "Elevato" e "Non Elevato". Se lo stato idromorfologico risulta Non Elevato, il corpo idrico è classificato Buono.

La classe di Stato Ecologico viene espressa secondo 5 classi di qualità (Figura 36) contrassegnate da 5 specifici colori:

Classe di qualità	Colore convenzionale
Elevato	
Buono	
Sufficiente	
Scarso	
Cattivo	

**Figura 36.** Classi di Qualità Ecologica e loro corrispondente codifica cromatica.

Con riferimento ai corpi idrici superficiali, **le opere in progetto sono interamente localizzate nei sottobacini "Basso Sesia" ed "Elvo" (Figura 37)**. Le stazioni di monitoraggio più rappresentative si trovano lungo l'asta del Canale di Cigliano - Carisio a Nord-Est (cod. 721010) e a Nord-Ovest dell'area di studio (cod. 804010) lungo il Navilotto – Salussola. Ulteriore punto di prelievo rappresentativo è situato sul Torrente Elvo, ovvero la stazione "ELVO – Casanova Elvo" (cod. 007030).



**Figura 37.** Localizzazione delle opere in progetto rispetto ai bacini idrografici dei corpi idrici fluviali ed alla posizione dei punti di monitoraggio delle acque superficiali.

I risultati del monitoraggio svolto nell'ambito del 3° Aggiornamento del Piano di Gestione del Distretto del Po, unitamente alla valutazione complessiva lungo il sessennio 2014-2019, del loro Stato Chimico ed Ecologico sono riportati rispettivamente in **Tabella 9 e Tabella 10**, dalle quali si evince come **il torrente Elvo, dal punto di vista Chimico, risulti essere in stato "non buono"** a causa della presenza di Cadmio disciolto, la cui concentrazione, il 7 maggio 2018 ha visto un significativo innalzamento che ha portato a tale classificazione, raggiungendo un picco di 0.57 µg/L contro concentrazioni usuali pressoché nulle.

**Tabella 9.** Classificazione dello Stato Chimico delle stazioni di misura presenti nell'intorno delle opere in progetto.

Corpo idrico	Punto di prelievo	Stato chimico 2009-2011	Stato chimico 2012-2014	Stato chimico 2014-2019	Superamenti 2014-2019
Il Navilotto di San Damiano	804010	Buono	Non Buono	Buono	-
Canale di Cigliano	721010	Non Buono	Buono	Buono	-
Torrente Elvo	007030	Buono	Buono	Non Buono	Cadmio disciolto

**Lo Stato Ecologico dei corpi idrici considerati rivela, invece, una situazione complessivamente discreta**, con il Torrente Elvo che si attesta stabilmente ad uno stato ecologico "Sufficiente". Il Navilotto ha visto un peggioramento dal precedente triennio passando da uno stato "Buono" ad uno "Sufficiente" ed infine per quanto concerne il Canale di Cigliano, durante il sessennio di monitoraggio si può osservare un mantenimento di condizioni ecologiche "Buone" a partire dal 2012.

**Tabella 10.** Classificazione dello Stato Ecologico delle stazioni di misura presenti all'interno dei sottobacini interessati dalle opere in progetto.

Corpo idrico	Punto di prelievo	Stato ecologico 2009-2011	Stato ecologico 2012-2014	Stato ecologico 2014-2019
Il Navilotto	804010	Sufficiente	Buono	Sufficiente
Canale di Cigliano	721010	Sufficiente	Buono	Buono
Torrente Elvo	007030	Sufficiente	Sufficiente	Sufficiente

Nello specifico, il Torrente Elvo nell'ultimo triennio ha evidenziato un indice di alterazione del regime idrologico (IARI) "Non Buono", pur registrando un giudizio "Buono" relativamente ai singoli indici microbiologici (diatomee, macrofite e macrobenthos).

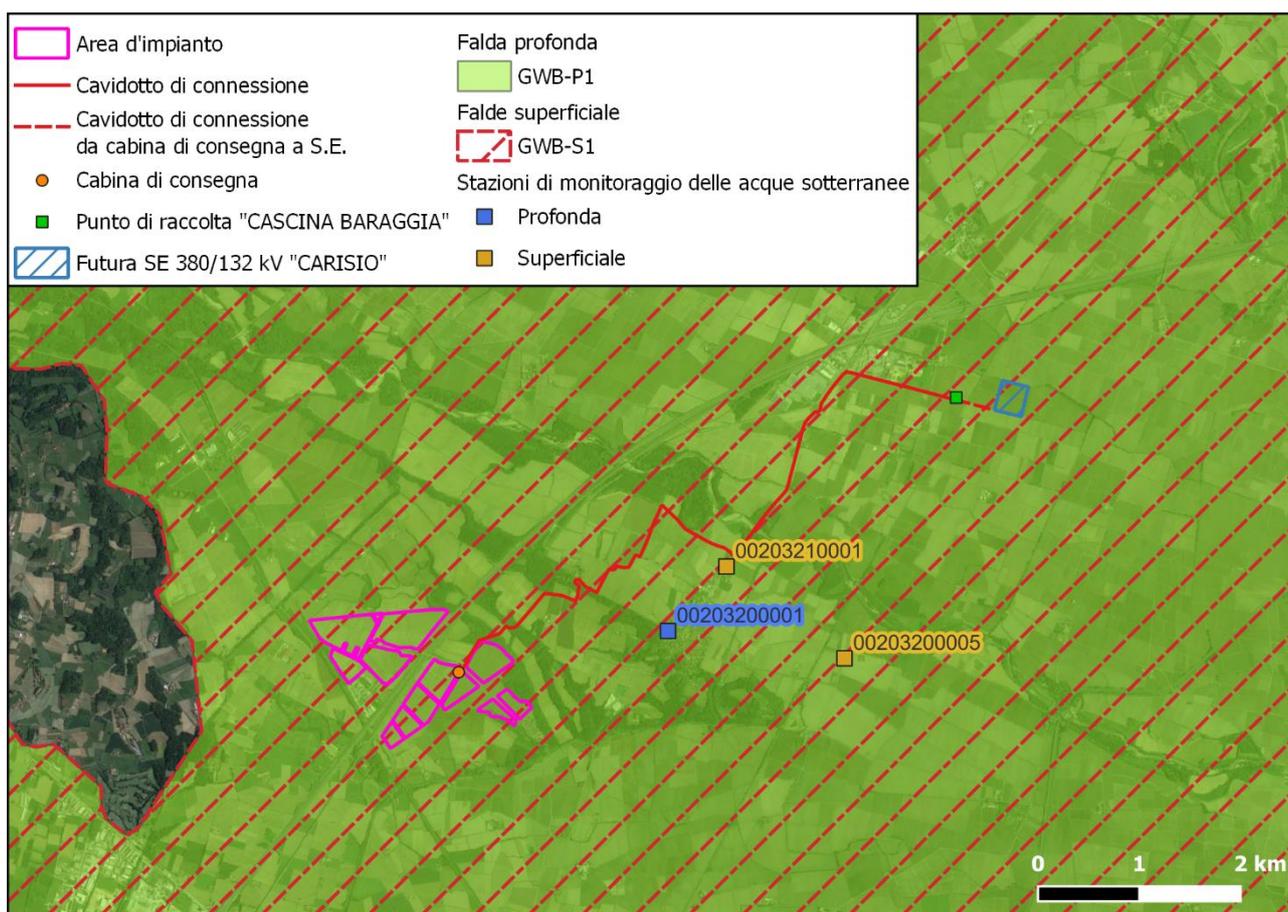
### 3.7.2. Stato qualitativo dei corpi idrici sotterranei

Le acque sotterranee costituiscono una riserva di acque dolci di grande importanza, ma sono anche molto vulnerabili alle pressioni antropiche e ambientali. Per questo le disposizioni normative vigenti dispongono di indagare lo stato chimico e lo stato quantitativo mediante il loro campionamento periodico.

Con riferimento agli acquiferi del Piemonte, la Rete di Monitoraggio Regionale delle Acque Sotterranee (RMRAS), ai sensi del D.L.vo 30/2009 e della DGR 22/02/2010 n° 48-13386, è composta da 600 punti di misura quali-quantitativi distribuiti su: 13 Corpi Idrici Sotterranei appartenenti al Sistema Acquifero Superficiale di Pianura (400 punti di misura), 4 Corpi Idrici Sotterranei relativi ai principali Fondovalle Alpini/Appenninici e 6 Corpi Idrici Sotterranei afferenti al Sistema Acquifero Profondo di Pianura (200 punti di misura). La frequenza di campionamento ed i parametri da rilevare nell'ambito dell'attività di monitoraggio (Sorveglianza, Operativo e Operativo-puntuale), secondo i presupposti della normativa vigente, sono definiti in base all'analisi dei rischi e delle pressioni sui corpi idrici piemontesi.

La rete di monitoraggio è attiva dall'anno 2000 e con l'emanazione del D.Lgs 30/2009, che recepisce le direttive 2000/60/CE e 2006/118/CE, a partire dal 2009, risulta adeguata, anche da un punto di vista formale, ai succitati provvedimenti europei. La rete di stazioni di misurazione consiste in 605 pozzi, per lo più privati (rete manuale), tra cui 119 piezometri (rete automatica) strumentati per il rilevamento in continuo del livello di falda, 116 dei quali utilizzati anche per il monitoraggio qualitativo; la rete delle sorgenti prevede invece (attualmente) 17 stazioni.

Nella seguente **Figura 38** sono state localizzate le stazioni di monitoraggio presenti nell'intorno dell'area di studio. Nello specifico, sono presenti 2 punti di prelievo della falda superficiale (cod. 00203210001 e cod. 00203200005) ed uno della falda più profonda (cod. 00203200001), situati ad una distanza inferiore di 4 km dalla area di progetto.



**Figura 38.** Localizzazione delle opere in progetto rispetto ai corpi idrici sotterranei ed alla posizione dei punti di monitoraggio.

In accordo con gli obiettivi dell'articolo 4 della Direttiva Quadro sulle Acque (Water Framework Directive), la quale mira a conseguire un "buono" stato delle acque sotterranee, sia quantitativo sia qualitativo (sotto il profilo chimico), i singoli corpi idrici sotterranei vengono classificati attribuendo loro un giudizio "Buono" o "Scarso". Nello specifico, ai fini della valutazione dello Stato Chimico, vengono adottati gli standard di qualità ambientale individuati a livello comunitario e i valori soglia individuati a livello nazionale, indicati, rispettivamente, dalle Tabelle 2 e 3 della parte A, dell'allegato 1, del D.M. 260/2010.

L'area di studio ricade all'interno della falda superficiale "GWB-S1" e nella falda profonda "GWB-P1": il GWB-S1 (area novarese-vercellese) è l'acquifero maggiormente interessato da intrusione di pesticidi, conseguenza delle cospicue pressioni di tipo agricolo, principalmente legate alla pratica risicola. Tuttavia a partire dal 2017 si osserva un miglioramento dello Stato chimico, come indicato nella Tabella 11:

**Tabella 11.** Stato chimico del sessennio 2014-2019 dei GWB afferenti al sistema acquifero superficiale e profondo.

GWB	Anno 2014	Anno 2015	Anno 2016	Anno 2017	Anno 2018	Anno 2019	Classificazione Sessennio 2014-2019
GWB-S1	Scarso	Scarso	Scarso	Buono	Buono	Buono	BUONO
GWB-P1	Buono						

Consultando i dati del monitoraggio delle acque sotterranee (Tabella 12) relativo alle 3 stazioni più vicine all'area di studio, sono emersi i seguenti dati:

**Tabella 12.** Punti di monitoraggio situati nelle vicinanze dell'area di progetto e relativo stato chimico dal 2014 al 2021.

Codifica/Nome	Falda	STATO CHIMICO							
		2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
00203210001 - PII15 Carisio	Superficiale	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono
00203200005 - C.na Nuova delle Chiappine	Superficiale	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Scarso	Scarso	Scarso
00203200001 - Pozzo Acquedotto	Profonda	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono	Buono

Al fine di ottenere un quadro più completo ed esaustivo in merito ai corpi idrici sotterranei, si riporta un inquadramento dell'area di progetto rispetto alle **Zone Vulnerabili dai Nitrati di origine agricola (ZVN)**. Dal punto di vista sanitario, nell'organismo umano lo ione nitrato è responsabile di disfunzioni fisiologiche, mentre dal punto di vista ambientale il problema principale è il fenomeno dell'eutrofizzazione delle acque. La consapevolezza dell'esistenza della problematica a livello sovranazionale è stata formalizzata nella direttiva 91/676/CEE ("Direttiva nitrati"), la quale stabilisce un valore massimo di 50 mg/l e mira sia a ridurre l'inquinamento idrico causato direttamente o indirettamente dai nitrati di origine agricola, sia a prevenire qualsiasi ulteriore inquinamento di questo tipo.

In Italia la direttiva europea è stata recepita dal D.Lgs. 152/1999 e s.m.i. Per quanto riguarda la Regione Piemonte, la designazione delle zone vulnerabili ai nitrati di origine agricola (ZVN) è avvenuta in più fasi successive, con l'utilizzo di approcci metodologici differenziati, nel rispetto dei criteri stabiliti dalla direttiva Nitrati. Nel 2002 con il Regolamento Regionale 9/R sono stati designati i territori sovrastanti i corpi idrici sotterranei compromessi, cioè i corpi idrici del sistema acquifero superficiale che nel biennio 2000-2001 risultavano avere una concentrazione media di nitrati uguale o superiore a 50 mg/l e, cautelativamente, anche i territori sovrastanti gli acquiferi che risultavano avere una concentrazione media di nitrati uguale o superiore a 40 mg/l. Sono stati così individuati circa 220000 ha, nelle province di Torino, Cuneo, Biella, Alessandria ed Asti.

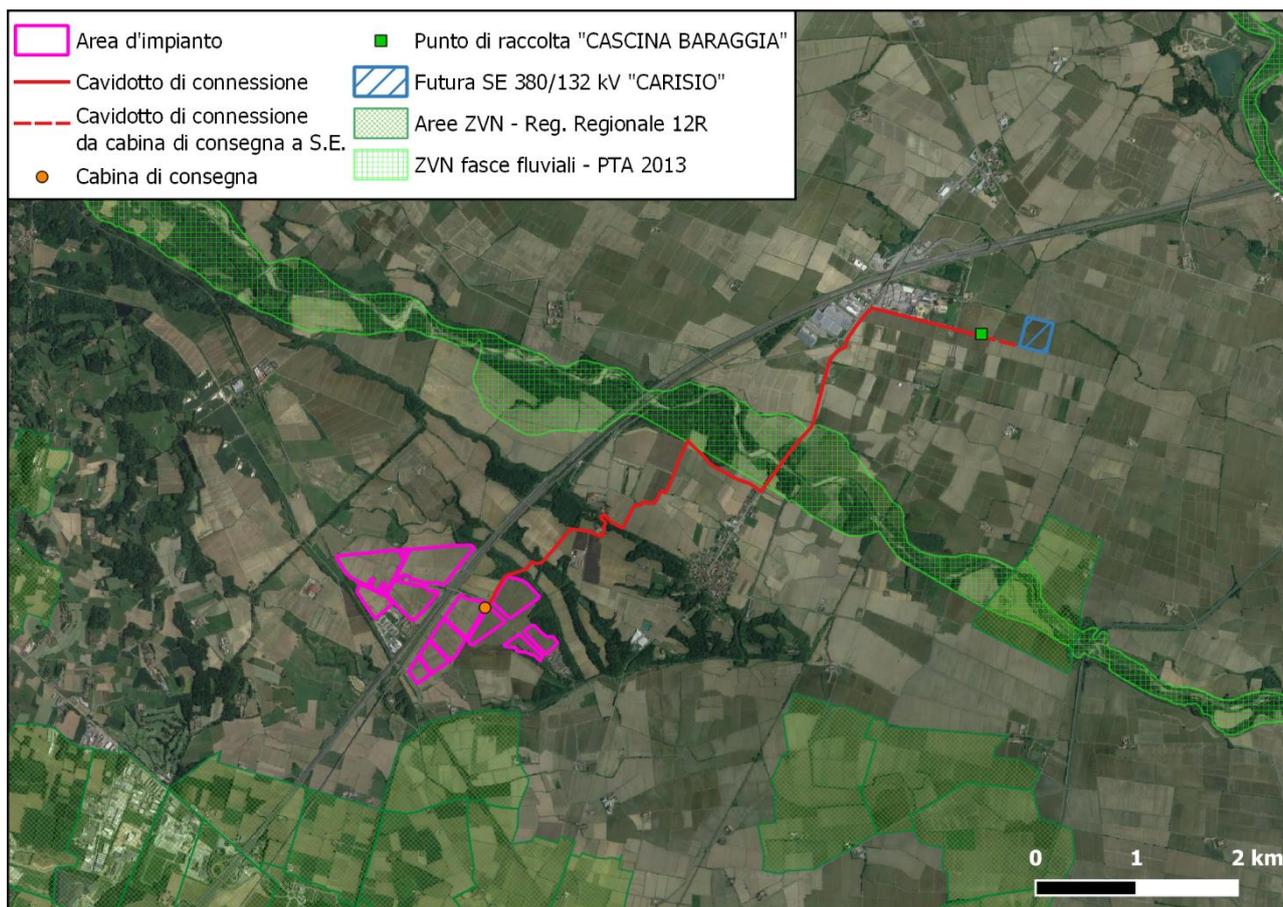
Nel 2006, con il Piano di Tutela delle Acque sono stati designati i territori ricadenti all'interno delle fasce esondabili A e B dei corsi d'acqua, definite dal Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI), con l'obiettivo di prevenire eventuali fenomeni di ruscellamento e contenere il trasporto di inquinanti, tra cui anche l'azoto. Sono stati così designati ulteriori 54000 ha, ricadenti in tutte le Province piemontesi.

Successivamente, nel 2007 con l'introduzione del Regolamento Regionale 12/R sono stati designati ulteriori 128000 ha, nelle province di Torino, Cuneo, Biella, Alessandria, Novara e Vercelli, classificate come potenzialmente vulnerabili ai nitrati di origine agricola.

Tra il 2019 e il 2020 con l'aggiornamento del Regolamento Regionale 12/R sono stati designati ulteriori 16000 ha nelle province di Asti, Biella, Cuneo e Torino. La designazione ha risposto all'addebito sollevato nei confronti del Piemonte dalla Procedura d'Infrazione UE 2018/2249, relativo ad alcuni punti di monitoraggio delle acque non conformi.

Attualmente, in Piemonte il 45% della superficie agricola utilizzata (SAU), pari all'55% della superficie di pianura risulta ricadere nelle ZVN.

Come rappresentato in **Figura 39**, l'area di impianto non ricade in zone vulnerabili. Il cavidotto di connessione, invece, attraversa una zona ZVN, in corrispondenza di un breve tratto del suo tracciato. In relazione alla tipologia di opera in progetto – cavidotto interrato posizionato su strade esistenti - non si evidenziano elementi in contrasto con la sua realizzazione.



**Figura 39.** Localizzazione dell'area di progetto rispetto alle Zone Vulnerabili ai Nitrati (ZVN) (Geoportale Piemonte).

### 3.8. Componenti naturalistiche ed ecosistemiche

La normativa Nazionale, sin dal D.P.C.M. 27/12/1988 “Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale”<sup>46</sup> e, ancor più, la Direttiva 2014/52/UE, richiama l’attenzione sul concetto della biodiversità e della sua tutela, anche tenuto conto di quanto stabilito dalle Direttive “Habitat” e “Uccelli”<sup>47</sup>, relative alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna selvatiche.

La biodiversità è stata definita dalla **Convenzione sulla Diversità Biologica**<sup>48</sup> **come la variabilità di tutti gli organismi viventi inclusi negli ecosistemi acquatici, terrestri e marini e nei complessi ecologici di cui essi sono parte. Le interazioni tra gli organismi viventi e l’ambiente fisico danno luogo a relazioni funzionali, che caratterizzano i diversi ecosistemi, garantendo la loro resilienza, il loro mantenimento in un buono stato di conservazione e la fornitura dei cosiddetti servizi ecosistemici**<sup>49</sup>. I servizi ecosistemici e gli stock di risorse che la natura fornisce costituiscono, dunque, il nostro **capitale naturale**, tanto indispensabile al nostro benessere, quanto il suo valore spesso viene non considerato o sottovalutato.

<sup>46</sup> D.P.C.M. 27 dicembre 1988 “Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale”.

<sup>47</sup> Direttiva Habitat 92/43/CEE del 21/05/1992 e Direttiva Uccelli 2009/147/CE del 30/11/2009.

<sup>48</sup> Trattato internazionale del maggio 1992 (Nairobi - Kenya) adottato al fine di tutelare: i) la diversità biologica (o biodiversità), ii) l'utilizzazione durevole dei suoi elementi e iii) la ripartizione giusta dei vantaggi derivanti dallo sfruttamento delle risorse genetiche.

<sup>49</sup> I **servizi ecosistemici**, dall'inglese "ecosystem services", sono, secondo la definizione data dalla *Millennium Ecosystem Assessment*, (2005), "i benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano". Vengono identificate 4 categorie, a iniziare dai più importanti: i) supporto alla vita (e.g. ciclo dei nutrienti, formazione del suolo), ii) approvvigionamento (e.g. produzione di cibo, acqua potabile, materiali o combustibile), iii) regolazione (e.g. regolazione del clima e delle maree, depurazione dell'acqua, impollinazione e controllo delle infestazioni), e iv) valori culturali (e.g. servizi estetici, spirituali, educativi e ricreativi).

Per garantire una reale integrazione tra gli obiettivi di sviluppo del Paese e la tutela del suo inestimabile patrimonio di biodiversità<sup>50</sup>, il Ministero dell’Ambiente ha predisposto, nel 2010, la **Strategia Nazionale per la Biodiversità**, di cui nel 2016 è stata prodotta la **Revisione Intermedia della Strategia fino al 2020** (attualmente in fase di nuova revisione). La Strategia e la sua prima Revisione - in attesa dell’aggiornamento post 2020, anche alla luce della nuova Strategia UE al 2030<sup>51</sup> - costituiscono uno strumento di integrazione delle esigenze di conservazione e uso sostenibile delle risorse naturali nelle politiche nazionali di settore, in coerenza con gli obiettivi previsti dalla Strategia Europea per la Biodiversità. La Struttura della Strategia è articolata su tre tematiche, cardine: 1) Biodiversità e servizi ecosistemici, 2) Biodiversità e *climate change*, 3) Biodiversità e politiche economiche.

In accordo con quanto previsto dalle linee di indirizzo e dalla normativa sopra elencata, nel presente studio si è proceduto alla **caratterizzazione delle componenti vegetazionali, floristiche, faunistiche (in ottica ecosistemica), per l’analisi delle quali ci si è avvalsi sia di fonti bibliografiche sia di rilevamenti fotografici**. Per l’acquisizione dei dati ambientali e territoriali necessari all’indagine ci si è invece rivolti alle fonti istituzionalmente preposte alla raccolta degli stessi e, più in generale, all’analisi della pubblicistica in materia.

Per le aree interessate dal progetto, sia in modo diretto che indiretto, **nella parte di analisi degli impatti è stato dato ampio risalto all’aspetto naturalistico ed ecosistemico sia al fine di valutare le eventuali variazioni indotte dall’opera sullo stato ambientale preesistente, sia al fine di studiarne efficaci strategie di minimizzazione degli effetti negativi per far leva, invece, sugli aspetti positivi e creare un volano di biodiversità e di servizi ecosistemici** (spostando il concetto da semplice progetto energetico a terra ai più interessanti “parco agrivoltaico” e al c.d. “giardino fotoecologico” (secondo le interessanti intuizioni di Semeraro et al., 2018)).

### 3.8.1. Inquadramento faunistico della Provincia di Vercelli

La fauna selvatica, in relazione al dinamismo stesso che la contraddistingue, presenta spesso interrelazioni con quella tipica di zone limitrofe, arricchendosi - grazie agli interscambi - con le regioni vicine. Per una corretta analisi, quindi, occorre non limitarsi al mero perimetro di progetto, ma estendere l’esame alla macroarea di riferimento (anche in ottica di potenziale reintegro di comunità allontanate).

***“I dati sulla biodiversità in Piemonte evidenziano che il territorio piemontese è caratterizzato da una grande varietà di specie animali e vegetali: nonostante il livello elevato di urbanizzazione e la presenza antropica diffusa, il territorio piemontese, trovandosi al confine tra tre diverse aree biogeografiche (alpina, continentale e mediterranea), presenta una buona varietà di habitat ed un buon livello di biodiversità oltre che la presenza di numerose specie rare ed endemiche”***<sup>52</sup>.

L’analisi della componente faunistica è stata effettuata essenzialmente sulla base della documentazione bibliografica disponibile, relativa alla situazione locale ed al contesto geografico regionale.

La situazione relativa alla fauna presso il sito in esame è fortemente condizionata dall’intervento antropico: nelle immediate vicinanze sono presenti infatti infrastrutture viarie (Autostrada A4, Strade Provinciali SP3 e SP322), insediamenti urbani e industriali e aree coltivate con metodo intensivo (in particolare riso).

La presenza diffusa delle risaie fa sì che, almeno in un determinato periodo dell’anno, la coltura sia effettuata in sommersione: in questo periodo ospiterà specie animali legate ad ecosistemi di tipo palustre.

<sup>50</sup> Rispetto al totale di specie presenti in Europa, in Italia si contano oltre il 30% di specie animali e quasi il 50% di quelle vegetali, il tutto su una superficie di circa 1/30 di quella del continente.

<sup>51</sup> La tutela della biodiversità è al centro della politica della Commissione Europea che, a maggio 2020, ha adottato la nuova Strategia UE per la Biodiversità al 2030 “*Bringing nature back into our lives*” ( 20.5.2020 COM(2020) 380 final), contenente un piano operativo a beneficio della natura, con obiettivi ambiziosi da raggiungere, tra i quali l’istituzione di aree protette, per almeno i) il 30% del mare e ii) il 30% della terra (in Europa), anche mediante lo stanziamento di ingenti fondi (i.e. 20 miliardi/anno).

<sup>52</sup> “Programma degli interventi nel servizio idrico integrato per il periodo 2014-2017 e per l’aggiornamento fino al 2023 del Piano degli investimenti di cui al Piano d’Ambito vigente - Rapporto ambientale” – Autorità d’Ambito n° 2 “Biellesse, Vercellese, Casalese”.

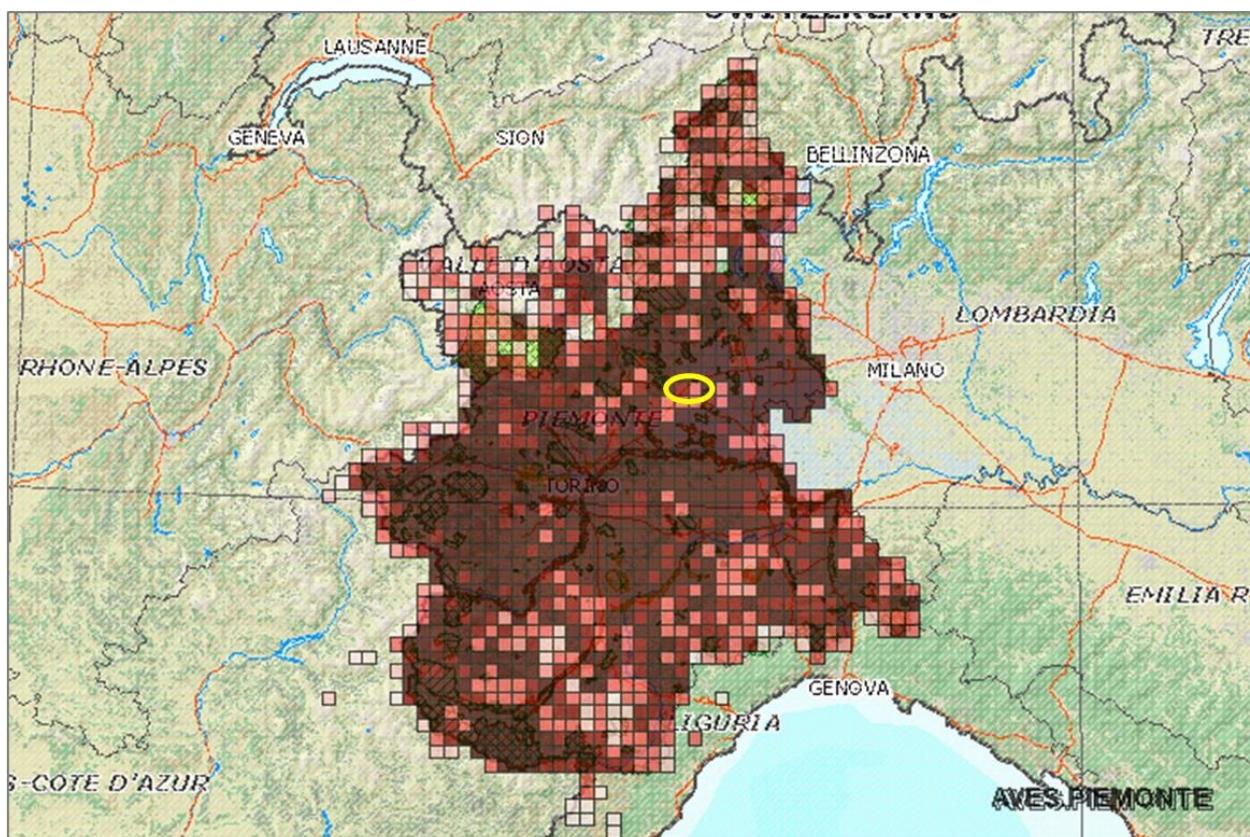
La presenza diffusa di colture intensive e le moderne tecniche gestionali hanno delineato un progressivo impoverimento della fauna presente, causato anche dalla riduzione delle formazioni a siepe e dei filari che connotavano la pianura in tempi passati.

Le formazioni forestali relitte, legate al corso dei fiumi e dei torrenti (Sesia e affluenti), rappresentano le ultime porzioni di territorio della pianura vercellese in grado di ospitare biocenosi caratterizzanti i boschi planiziali della pianura padana.

L'analisi della situazione faunistica è stata effettuata sulla base della Banca Dati Naturalistica della Regione Piemonte<sup>53</sup>, mediante la consultazione dell'Archivio VERtebrati Subalpino (AVES Piemonte<sup>54</sup>), per il settore di interesse. Occorre, tuttavia, tenere presente che tali osservazioni fanno riferimento ad un territorio più ampio, quello dei due quadranti di osservazione dell'archivio AVES (cfr. Figura 40), ciascuno di lato pari a 5 km, dove è ricompresa l'area di progetto, comprendenti anche una porzione della Riserva Naturale della Garzaia di Carisio.

Per quanto riguarda l'avifauna e l'erpetofauna, si è fatto riferimento anche alle specie indicate nei Dataform e negli studi faunistici dei Siti Natura 2000 prossimi all'area di studio.

Infine, per quanto riguarda l'ittiofauna, si è fatto riferimento alla documentazione del PSR 2007-2013 relativa agli interventi a favore della biodiversità nelle risaie (Bovero e Candioto, 2009).



**Figura 40.** Quadranti di osservazione dell'archivio AVES interessati dall'area di progetto.

Vengono di seguito riportati i principali raggruppamenti di cui sono stati reperiti i dati.

### 1. Mammalofauna

Per quanto riguarda i mammiferi, il paesaggio della pianura vercellese oggetto di studio è frequentato soprattutto da specie di ampia valenza ecologica, in primis la volpe (*Vulpes vulpes*), seguita dal cinghiale (*Sus scrofa*) e da alcuni mustelidi, come la donnola (*Mustela nivalis*), il tasso (*Meles meles*) e la faina (*Martes faina*).

<sup>53</sup> <http://www.regione.piemonte.it/bdnol/InItAction.do>

<sup>54</sup> <https://www.regione.piemonte.it/aves/>

Tra i roditori, oltre alla Nutria (*Myocastor coypus*), sono segnalate specie in gran parte ubiquitarie e quindi piuttosto comuni: il toporagno comune (*Sorex araneus*), la lepre comune (*Lepus europaeus*) e la minilepre (*Sylvilagus floridanus*).

Sono inoltre presenti specie come il riccio (*Erinaceus europaeus*), lo scoiattolo rosso (*Sciurus vulgaris*) e specie tipicamente frequentatrici delle zone umide, quali il toporagno d'acqua (*Neomys fodiens*), l'arvicola terrestre (*Arvicola terrestris*) ed il topolino delle risaie (*Micromys minutus*).

## 2. Avifauna

L'analisi della situazione avifaunistica è stata effettuata sulla base della Banca Dati Naturalistica della Regione Piemonte, mediante la consultazione dell'Archivio VERtebrati Subalpino (AVES Piemonte), che evidenzia le specie osservate nel territorio compreso nei quadranti in cui è situata l'area in esame.

Sono state, inoltre, considerate potenzialmente presenti le specie avifaunistiche riportate nei Dataform dei Siti Natura 2000 più prossimi all'area di studio: la ZSC/ZPS "Garzaia di Carisio" - codice identificativo IT1120005 (distanza di circa 2 km Nord/Nord-Est) e la ZSC/ZPS "Garzaia del Rio Druma" - codice identificativo IT1120014 (distanza di circa 12 km Nord-Est).

L'avifauna segnalata viene nel seguito suddivisa in base all'habitat di elezione di ciascuna specie, riferendosi alle tipologie di ambienti che sono presenti all'interno dell'area di interesse.

- **Avifauna con nidificazione segnalata**

Le specie per cui è stata segnalata nell'archivio AVES sia la presenza che la nidificazione all'interno dei due quadranti che comprendono l'area di interesse, sono:

- airone cenerino (*Ardea cinerea* - Fam. *Ardeidae*);
- capinera (*Sylvia atricapilla* - Fam. *Sylviidae*);
- civetta (*Athene noctua* - Fam. *Strigidae*);
- merlo (*Turdus merula* - Fam. *Turdidae*);
- nitticora (*Nycticorax nycticorax* - Fam. *Ardeidae*);
- picchio nero (*Dryocopus martius* - Fam. *Picidae*);
- picchio verde (*Picus viridis* - Fam. *Picidae*);
- quaglia (*Coturnix coturnix* - Fam. *Phasianidae*);
- usignolo (*Luscinia megarhynchos* - Fam. *Muscicapidae*).

- **Avifauna con presenza segnalata**

L'ambiente a prevalente vegetazione erbacea, specialmente laddove è intervallato da zone umide o da risaie, risulta particolarmente adatto ad un elevato numero di specie.

Nel settore di interesse le aree a vegetazione erbacea sono rappresentate da seminativi, quasi totalmente costituiti da risaie e, sporadicamente, da coltivazioni di mais.

Tra le specie presenti, legate alla presenza di habitat aperti con forte associazione per i terreni agricoli, per le praterie e per gli incolti con presenza di cespugli o alberi isolati, troviamo:

- allodola (*Alauda arvensis* - Fam. *Alaudidae*), specie stanziale, nidificante;
- saltimpalo (*Saxicola torquata* - Fam. *Muscicapidae*), specie migratrice, nidificante, svernante;
- airone guardabuoi (*Bubulcus ibis* - Fam. *Ardeidae*), specie migratrice, nidificante, svernante;
- averla piccola (*Lanius collurio* - Fam. *Laniidae*), specie migratrice, nidificante;
- ballerina bianca (*Motacilla alba* - Fam. *Motacillidae*), specie migratrice, nidificante, svernante;
- calandro maggiore (*Anthus richardi* - Fam. *Motacillidae*), specie migratrice, nidificante;
- cicogna bianca (*Ciconia ciconia* - Fam. *Ciconiidae*), specie migratrice, svernante, nidificante/estivante;
- cornacchia grigia (*Corvus corone cornix* - Fam. *Corvidae*), specie stanziale;
- corvo comune (*Corvus frugilegus* - Fam. *Corvidae*), specie stanziale;

- fanello (*Carduelis cannabina* – Fam. *Fringillidae*), specie migratrice, nidificante, svernante;
- gabbiano comune (*Chroicocephalus ridibundus* – Fam. *Laridae*), specie stanziale, svernante, nidificante/estivante;
- gazza (*Pica pica* – Fam. *Corvidae*), specie stanziale;
- ghiandaia marina (*Coracias garrulus* - Fam. *Coraciidae*), specie migratrice, nidificante;
- gruccione (*Merops apiaster* – Fam. *Meropidae*), specie migratrice, nidificante;
- passera d'Italia (*Passer italiae* – Fam. *Passeridae*), specie stanziale;
- passera mattugia (*Passer montanus* - Fam. *Passeridae*), specie stanziale;
- pavoncella (*Vanellus vanellus* – Fam. *Charadriidae*), specie stanziale, svernante, nidificante;
- pispola (*Anthus pratensis* – Fam. *Motacillidae*), specie migratrice, svernante e possibile nidificante;
- rondine comune (*Hirundo rustica* – Fam. *Hirundinidae*), specie migratrice e nidificante;
- rondone maggiore (*Apus melba* – Fam. *Apodidae*), specie migratrice e nidificante;
- storno (*Sturnus vulgaris* – Fam. *Sturnidae*), specie migratrice parziale, stanziale;
- taccola (*Corvus monedula* – Fam. *Corvidae*), specie stanziale;
- tottavilla (*Lullula arborea* – Fam. *Alaudidae*), specie migratrice, parzialmente svernante, nidificante;
- succiacapre (*Caprimulgus europaeus* – Fam. *Caprimulgidae*), specie migratrice.

Le sezioni boschive presenti all'interno dell'area di interesse sono rappresentate da una prima area boscata ubicata nella porzione orientale, percorsa longitudinalmente dal Canale Vanoni, e da una seconda area presente lungo il confine occidentale, tagliata longitudinalmente dalla ferrovia e dal canale Sesia Elvo.

Tra le specie presenti nell'area di interesse, legate alla presenza degli ambienti boschivi, collinari o pianeggianti, troviamo:

- cardellino (*Carduelis carduelis* – Fam. *Fringillidae*), specie migratrice, svernante, nidificante;
- cinciallegra (*Parus major* – Fam. *Paridae*), specie migratrice, svernante, nidificante;
- cinciarella (*Cyanistes caeruleus* – Fam. *Paridae*), specie sedentaria;
- codibugnolo (*Aegithalos caudatus* – Fam. *Aegithalidae*), specie stanziale;
- codiroso spazzacamino (*Phoenicurus ochruros* – Fam. *Muscicapidae*), specie migratrice, svernante e nidificante;
- colombaccio (*Columba palumbus* – Fam. *Columbidae*), specie stanziale, nidificante;
- fringuello (*Fringilla coelebs* – Fam. *Fringillidae*), specie migratrice, nidificante;
- ghiandaia (*Garrulus glandarius* – Fam. *Corvidae*), specie stanziale;
- lucherino (*Spinus spinus* – Fam. *Fringillidae*), specie migratrice, svernante e nidificante;
- peppola (*Fringilla montifringilla* - Fam. *Fringillidae*), specie migratrice e svernante;
- pettirosso (*Erithacus rubecula* – Fam. *Muscicapidae*), specie nidificante e svernante;
- picchio muratore (*Sitta europaea* – Fam. *Sittidae*), specie stanziale, nidificante;
- rampichino comune (*Certhia brachydactyla* – Fam. *Certhiidae*), specie stanziale;
- tortora dal collare (*Streptopelia decaocto* – Fam. *Columbidae*), specie sedentaria, nidificante;
- zigolo muciatto (*Emberiza cia* – Fam. *Emberizidae*), specie migratrice, svernante e nidificante;
- zigolo giallo (*Emberiza citrinella* – Fam. *Emberizidae*), specie migratrice;
- ortolano (*Emberiza hortulana* – Fam. *Emberizidae*), specie migratrice, nidificante;
- picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major* – Fam. *Picidae*), specie sedentaria;
- picchio rosso minore (*Dendrocopos minor* – Fam. *Picidae*), specie sedentaria.

L'area di interesse vede la presenza di diverse aree umide, rappresentate da piccoli laghetti o stagni, interconnessi da un sistema a fitta rete di canali che svolgono la funzione di alimentazione del tessuto irriguo e si vanno a connettere con il Torrente Elvo: il laghetto dimensionalmente più rilevante è ubicato

al confine settentrionale dell'area di progetto, mentre all'estremo sud-orientale sono presenti una serie di laghetti interconnessi tra loro (nelle vicinanze della Cascina Biancella). Infine, è presente un laghetto nella porzione sud-occidentale, in vicinanza ad alcune cascate.

Tra le specie presenti che trovano nei piccoli stagni, laghetti naturali/artificiali, ambienti paludosi e nelle risaie, l'habitat d'elezione, sono stati segnalati:

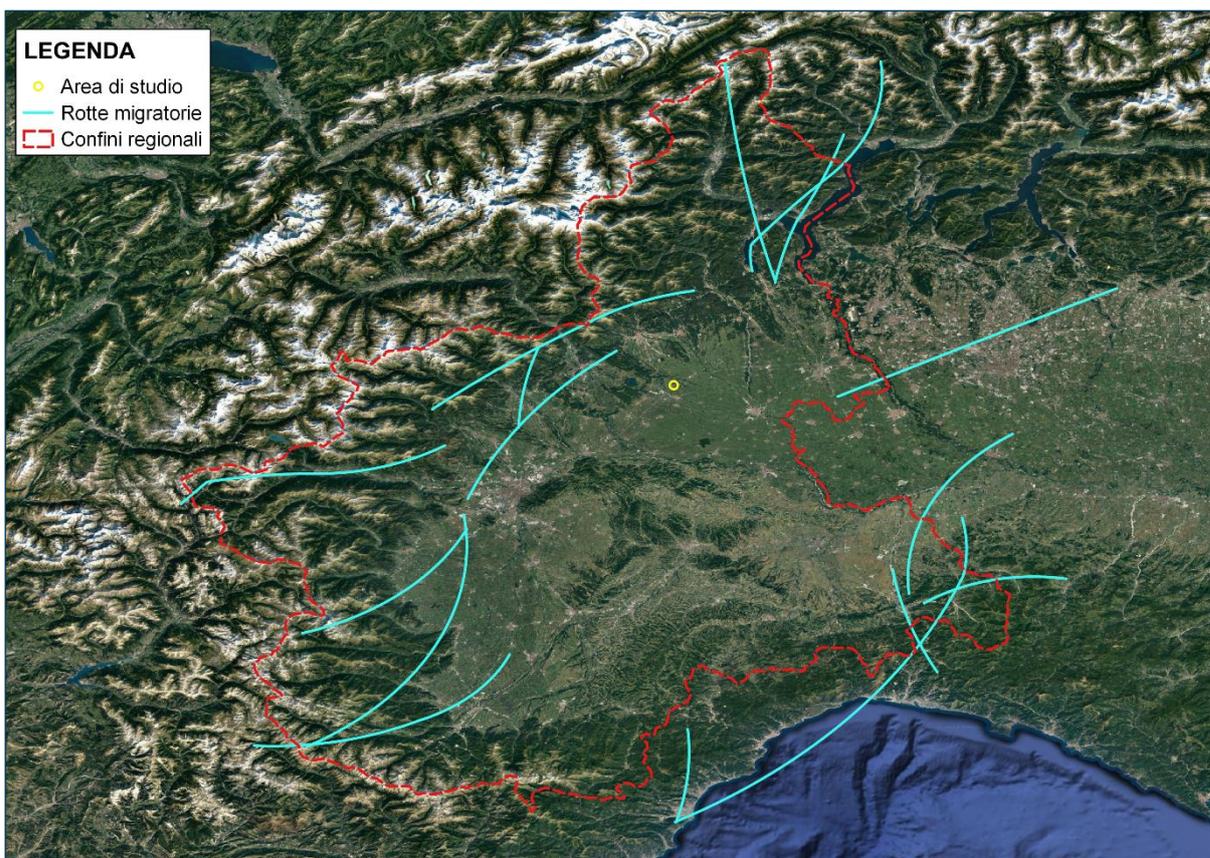
- migliarino di palude (*Emberiza schoeniclus* – Fam. *Emberizidae*), specie migratrice, svernante e nidificante;
- cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus* – Fam. *Charadriidae*), specie migratrice, nidificante/estivante;
- combattente (*Philomachus pugnax* – Fam. *Scolopacidae*), specie migratrice;
- cormorano (*Phalacrocorax carbo* – Fam. *Phalacrocoracidae*), specie migratrice, nidificante/estivante, svernante, stanziale;
- gallinella d'acqua (*Gallinula chloropus* – Fam. *Rallidae*), specie stanziale;
- germano reale (*Anas platyrhynchos* – Fam. *Anatidae*), specie nidificante sedentario, migratrice e svernante;
- ibis sacro (*Threskiornis aethiopicus* – Fam. *Threskiornithidae*), specie migratrice, stanziale, svernante, nidificante/estivante;
- martin pescatore (*Alcedo atthis* – Fam. *Alcedinidae*), specie nidificante sedentario, migratrice e svernante;
- moretta (*Aythya fuligula* – Fam. *Anatidae*), specie migratrice, svernante;
- pantana (*Tringa nebularia* – Fam. *Scolopacidae*), specie migratrice;
- piro piro boschereccio (*Tringa glareola* - Fam. *Scolopacidae*), specie migratrice;
- piro piro culbianco (*Tringa ochropus* - Fam. *Scolopacidae*), specie migratrice;
- scricciolo (*Troglodytes troglodytes* – Fam. *Troglodytidae*), specie nidificante, migratrice e svernante;
- spioncello (*Anthus spinoletta* – Fam. *Motacillidae*), specie migratrice, svernante e nidificante;
- tarabusino (*Ixobrychus minutus* – Fam. *Ardeidae*), specie migratrice, nidificante;
- sgarza ciuffetto (*Ardeola ralloides* – Fam. *Ardeidae*), specie migratrice;
- garzetta (*Egretta garzetta* – Fam. *Ardeidae*), specie migratrice.

Nell'area di studio sono presenti alcuni cascinali/fattorie (in uso o abbandonati) che possono costituire habitat ideale per la nidificazione di rondini (*Hirundo rustica* – Fam. *Hirundinidae*) e rondoni (*Apus melba* – Fam. *Apodidae*).

Tra i numerosi rapaci osservati risultano essere di principale interesse:

- albanella reale (*Circus cyaneus* – Fam. *Accipitridae*), specie migratrice, svernante;
- gheppio comune (*Falco tinnunculus* – Fam. *Falconidae*), specie nidificante, migratrice e svernante;
- nibbio bruno (*Milvus migrans* – Fam. *Accipitridae*), specie migratrice, svernante e nidificante;
- poiana (*Buteo buteo* – Fam. *Accipitridae*), specie migratrice, stanziale, svernante;
- gufo comune (*Asio otus* – Fam. *Strigidae*), specie sedentaria e nidificante, migratrice regolare e svernante.

In riferimento all'avifauna migratrice, la Tavola P.5 "Rete di connessione paesaggistica" del Piano Paesaggistico Regionale (Figura 41) non individua significative rotte migratorie per l'ambito geografico analizzato. Tuttavia, considerando la variabilità stagionale delle rotte, è stato condotto uno specifico approfondimento in merito alle potenziali interferenze che l'opera in progetto potrebbe determinare sull'avifauna (migratrice e stanziale). Pertanto, si rimanda alla consultazione del par. 6.7 del presente Studio.



**Figura 41.** Estratto Tav. P.5 del PPR con individuazione delle principali rotte migratorie.

### 3. Erpetofauna

L'analisi dell'erpetofauna è stata effettuata sulla base della Banca Dati Naturalistica della Regione Piemonte, mediante la consultazione dell'Archivio VERtebrati Subalpino (AVES Piemonte), che evidenzia le specie osservate nel territorio compreso nei quadranti in cui è situata l'area in esame. Anche in questo caso sono state, inoltre, considerate potenzialmente presenti le specie riportate nel Dataform del Sito Natura 2000 (ZSC/ZPS) "Garzaia di Carisio" e le specie riportate negli studi faunistici relativi al Sito Natura 2000 (ZSC/ZPS) "Garzaia del Rio Druma".

In linea generale, l'erpetofauna trova un habitat ottimale nelle aree più densamente vegetate (querco-carpineti) o in quelle costeggianti i rii, i canali o i ristagni d'acqua temporanei.

Per quanto riguarda gli anfibi, sono state segnalate le comuni rane verdi appartenenti al sistema ibrido genetico Lessonae/Esculenta (*Pelophylax lessonae/esculentus*), presenti sia nelle zone boscate relitte della pianura vercellese che nelle zone di risaia, la rana agile (*Rana dalmatina*), la raganella comune (*Hyla arborea*) e la raganella italiana (*Hyla intermedia*), il rospo smeraldino (*Bufo viridis*) ed occasionalmente il tritone crestato italiano (*Triturus carnifex*).

Tra le specie di rettili si segnalano la natrice dal collare (*Natrix natrix*), legata ad ambienti umidi come corsi d'acqua, stagni e laghetti dove preda gli anfibi, il biacco (*Hierophis viridiflavus*), il più comune serpente italiano, ubiquitario, che preda un'ampia varietà di gruppi animali (e.g. lucertole e loro uova, scoiattoli, pipistrelli, micromammiferi, uccelli e loro uova, anfibi, insetti e serpenti), il colubro di Esculapio o saettone (*Zamenis longissimus*), serpente comune che vive ai margini di boschi, radure e prati cespugliati e si nutre di piccoli mammiferi, uccelli, uova e sauri, il ramarro occidentale (*Lacerta bilineata*) e la lucertola muraiola (*Podarcis muralis*).

#### 4. Entomofauna

L'analisi dell'entomofauna è stata effettuata sulla base della Banca Dati Naturalistica della Regione Piemonte, mediante la consultazione dell'Archivio VERtebrati Subalpino (AVES Piemonte), che evidenzia le specie osservate nel territorio compreso nei quadranti in cui è situata l'area in esame.

La componente faunistica appartenente all'entomofauna che caratterizza l'area di interesse è rappresentata principalmente dagli insetti tipici delle risaie. Le comunità faunistiche di risaia si presentavano, in passato, ricche e ben differenziate: erano molte le specie che riuscivano a portare a termine il proprio ciclo vitale durante il periodo di sommersione. Ad oggi è possibile osservare nelle risaie molti insetti, alcuni dei quali compiono l'intero ciclo vitale in acqua, altri sono invece strettamente dipendenti dall'acqua solo durante il periodo larvale.

Tra gli insetti acquatici che popolano la risaia troviamo una vasta gamma di Coleotteri. Essi hanno un'alimentazione molto varia: si osservano infatti specie carnivore, predatrici anche di insetti più grandi di loro, così come specie onnivore ed erbivore. Sia le larve che gli adulti dei coleotteri presenti nelle risaie sono acquatici. Tra le specie segnalate per l'area di interesse troviamo *Diachromus germanus*, *Paratachys bisulcatus*, *Perileptus areolatus*, *Princidium punctulatum*.

Un altro gruppo di organismi che vive in risaia è rappresentato dalle libellule (Odonati): insetti di medie o grandi dimensioni, caratterizzati da occhi grandissimi, due paia di lunghe ali percorse da una ricca rete di nervature, addome molto allungato e colorazioni spesso vivaci. Sono predatori voraci sia negli stadi giovanili che in quello adulto. La loro vita è legata all'ambiente acquatico, in cui vengono deposte le uova e si svolge l'intero sviluppo larvale. Tra le specie segnalate per l'area di interesse troviamo: il dragone spettro (*Boyeria irene*), il dragone occhiblu (*Aeshna affinis*), il codazzurra minore (*Ischnura pumilio*), la libellula panciapiatta (*Libellula depressa*), la frecciazzurra puntabianca (*Orthetrum albistylum*), la frecciazzurra minore (*Orthetrum coerulescens*), la smeralda maculata (*Somatochlora flavomaculata*), l'invernina delle brughiere (*Sympecma paedisca*).

Un ulteriore gruppo di insetti che troviamo ben segnalato nell'area di interesse è rappresentato dai Lepidotteri, con specie legate alle paludi ed in generale alle zone umide di pianura. Vengono segnalate nell'area le seguenti specie: *Apatura ilia*, ninfa minore (*Coenonympha pamphilus*), *Euclidia glyphica*, *Helicoverpa armigera*, *Issoria lathonia*, *Maniola jurtina*, cavolaia minore (*Pieris rapae*), *Pyrgus malvoides*, piccolo argus (*Celastrina argiolus*), argo bronzeo (*Lycaena phlaeas*), argo azzurro (*Polyommatus icarus*), atalanta (*Vanessa atalanta*).

Ultimo gruppo ben rappresentato nell'area è quello degli Ortotteri, che presenta specie caratteristiche di habitat umidi e dunque normalmente frequenti nell'ambiente di risaia. Sono state segnalate nell'area le seguenti specie: *Aiolopus strepens*, *Anisoptera fusca*, *Glyptobothrus biguttulus* sp., *Mecostethus parapleurus*, *Omocestus rufipes*, conocefalo grosso (*Ruspolia nitidula*).

#### 5. Ittiofauna

Il riferimento bibliografico considerato per identificare l'ittiofauna potenzialmente presente nelle risaie e nelle opere di canalizzazione ad esse associate, ai laghetti e alle peschiere presenti all'interno dell'area di progetto, è il quadro conoscitivo relativo alle comunità ittiche di risaia nella Regione Piemonte delineato mediante gli studi condotti per il PSR 2007-2013, Misura 214 – azione 9: Interventi a favore della biodiversità nelle risaie (Bovero e Candioto, 2009).

Le risaie costituiscono, infatti, habitat semi-artificiali popolati da diverse specie ittiche autoctone ed alloctone. Il sistema di canalizzazione ad esse associate rappresenta un corridoio biologico sfruttato dalle specie ittiche per spostarsi durante le migrazioni stagionali riproduttive e/o trofiche o per la fase di dispersione giovanile.

Per il quadro relativo all'ittiofauna non sono stati condotti, in questa sede, rilevamenti specifici: vengono dunque prese in considerazione le specie ittiche rilevate presso le stazioni vercellesi nel corso dei campionamenti ittiografici condotti nell'ambito della ricerca citata sopra.

- **Specie autoctone**

Le specie autoctone rilevate sono le seguenti:

- alborella (*Alburnus arborella*);
- barbo comune (*Barbus plebejus*);
- cavedano (*Squalius squalus*);
- cobite comune (*Cobitis bilineata*);
- cobite mascherato (*Sabanejewia larvata*);
- lampreda (*Lampetra fluviatilis*);
- persico reale (*Perca fluviatilis*);
- sanguinerola (*Phoxinus phoxinus*);
- scardola (*Scardinius hesperidicus*);
- triotto (*Rutilus aula*);
- vairone (*Telestes muticellus*);
- ghiozzo (*Padogobius bonelli*).

- **Specie alloctone**

Le specie alloctone rilevate sono le seguenti:

- carpa (*Cyprinus carpio*);
- persico sole (*Lepomis gibbosus*);
- rodeo (*Rhodeus amarus*);
- pseudorasbora (*Pseudorasbora parva*);
- gobione europeo (*Gobio gobio*);
- barbo europeo (*Barbus barbus*);
- carassio (*Carassius carassius*);
- persico trota (*Micropterus salmoides*);
- misgurno (*Misgurnus anguillicaudatus*);
- gambusia (*Gambusia affinis*);
- gardon (*Rutilus rutilus*).

**Al netto di questa preziosa varietà, nell'area oggetto di indagine non si rilevano né habitat oggetto di attenzione, né specie di pregio o minacciate.** La diversità animale, infatti, per essere compresa, deve essere necessariamente analizzata e interpretata sulla base delle attività umane che, volontariamente o involontariamente (e.g. caccia e ripopolamenti a fini venatori; agricoltura intensiva; cementificazione; etc.), potrebbero avere causato l'estinzione, la rarefazione locale o l'introduzione di competitori.

**Nel contesto in esame, la concentrazione di attività agricole ha portato ad una progressiva semplificazione degli ambienti naturali e ad una diminuzione delle aree rifugio (e.g. cespugli, alberi isolati, filari), relegate principalmente lungo i corsi d'acqua, causando una riduzione delle componenti vegetazionali e floristiche e conseguentemente un impoverimento della fauna locale in termini qualitativi e quantitativi.** Ne deriva una maggiore difficoltà nella riproduzione di specie vegetali, che sono alla base dell'alimentazione di numerose specie della ornitofauna locale. La riduzione delle popolazioni di questi uccelli (anche definiti "farming birds", per il loro stretto legame con gli agro-ecosistemi estensivi) è anche da correlare alla diminuzione delle aree di rifugio, come i cespugli, gli alberi isolati, le siepi ed i filari. Alcuni esempi sono l'averla piccola (*Lanius collurio*), l'upupa (*Upupa epops*) oltre che molti fringillidi, tra cui il cardellino (*Carduelis carduelis*), il verzellino (*Serinus serinus*), il verdone comune (*Carduelis chloris*) e il fanello (*Carduelis cannabina*).

### 3.8.2. Inquadramento floristico-vegetazionale e flora locale

Secondo quanto riportato all'interno del manuale tecnico-divulgativo n. 8 "Tipi forestali del Piemonte – 2° edizione"<sup>55</sup>, redatto dall'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (IPLA), il Piemonte è suddiviso in quattro ambiti geomorfologici (Figura 42) utili alla definizione dei tipi forestali presenti sul territorio regionale:

1. **Ambito planiziale**, dove si individuano due settori: uno a basse precipitazioni che interessa la maggior parte della pianura e uno ad alte precipitazioni che si estende dal Canavese al Novarese. Tali differenze di precipitazioni, unitamente a talune caratteristiche geomorfologiche e pedologiche, sono di fondamentale importanza per la distribuzione della vegetazione planiziale. Le formazioni riscontrabili in tale ambito sono le seguenti:
  - quercocarpineti (*Quercus* sp., *Carpinus* sp., *Ostrya* sp.);
  - robinieti (*Robinia pseudoacacia*);
  - saliceti (*Salix* sp.) e pioppeti (*Populus* sp.) ripari;
  - boscaglie pioniere d'invasione;
  - alneti planiziali a ontano nero (*Alnus glutinosa*);
  - castagneti (*Castanea sativa*);
  - arbusteti planiziali.
  
2. **Ambito collinare**, che comprende l'area delle colline interne del Po, del Monferrato, del Roero, delle Langhe e dei Colli tortonesi. I fattori che maggiormente influenzano la distribuzione della vegetazione sono il tipo di substrato, l'esposizione e la posizione sul versante. Le formazioni riscontrabili in tale ambito sono le seguenti:
  - saliceti e pioppeti ripari;
  - querceti di roverella (*Quercus pubescens*);
  - orno-ostrieti a prevalenza di orniello (*Fraxinus ornus*) e/o carpino nero (*Ostrya carpinifolia*);
  - querceti di rovere (*Quercus petraea*);
  - boscaglia pioniere d'invasione;
  - cerrete (*Quercus cerris*);
  - faggete (*Fagus sylvatica*).
  
3. **Ambito appenninico**, comprendente i rilievi appenninici che occupano la porzione sud-orientale del Piemonte, dal Colle di Cadibona al confine con l'Emilia-Romagna. Anche in questo caso, i fattori che maggiormente influenzano la distribuzione della vegetazione sono il tipo di substrato, l'esposizione e la posizione sul versante, a cui si aggiunge la quota. Le formazioni riscontrabili in tale ambito sono le seguenti:
  - orno-ostrieti a prevalenza di orniello e/o carpino nero;
  - pinete di pino marittimo (*Pinus pinaster*), localizzate in provincia di Alessandria al confine con la Liguria;
  - cerrete;
  - castagneti;
  - faggete.
  
4. **Ambito alpino**, dove si individuano due settori, endalpico (intrapino) e mesalpico, la cui distinzione può essere attuata in base alla verifica dell'assenza o presenza di talune specie indicatrici; fra queste, la più significativa, soprattutto per quanto riguarda le Alpi Occidentali, è risultata essere il faggio. Di conseguenza, il settore endalpico è caratterizzato dall'assenza del faggio, mentre il settore mesalpico presenta formazioni a faggio, ma si estende anche oltre il limite di tale specie. Le formazioni riscontrabili in tale ambito sono le seguenti:
  - orno-ostrieti a prevalenza di carpino nero, localizzati sulle Alpi Liguri e Marittime;
  - querceti di rovere;

<sup>55</sup> Camerano, P., Gottero, F., Terzuolo, P.G., Varese, P. - IPLA S.p.A., Tipi forestali del Piemonte. Regione Piemonte, Blu Edizioni, Torino 2008, pp. 216

- castagneti;
- pinete di pino silvestre (*Pinus sylvestris*);
- alneti montani a ontano bianco (*Alnus incana*);
- acero-tiglio-frassineti (*Acer* sp., *Tilia* sp., *Fraxinus* sp.);
- faggete;
- abetine (*Abies alba*);
- peccete (*Picea abies*);
- lariceti (*Larix decidua*) e cembrete (*Pinus cembra*);
- pinete di pino montano (*Pinus mugo*);
- arbusteti subalpini di ontano verde (*Alnus alnobetula*);
- arbusteti montani.

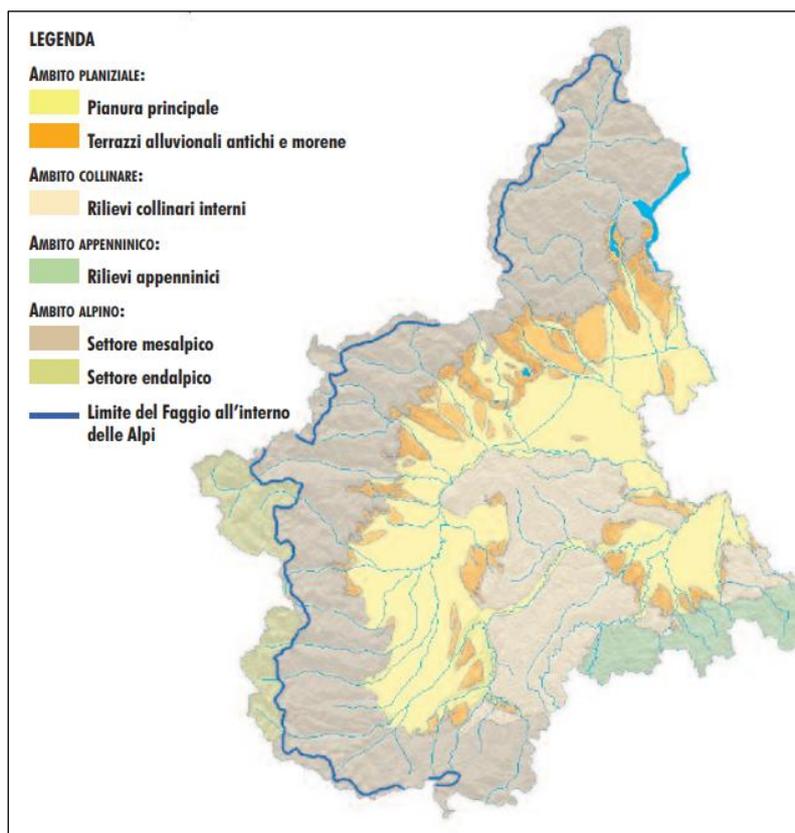


Figura 42. Individuazione a livello regionale degli ambiti geomorfologici<sup>56</sup>.

**L'area indagata è inquadrabile all'interno dell'ambito planiziale, in un contesto agrario vocato alla risicoltura.**

Il sito è, infatti, costituito in netta prevalenza da "camere" per la coltura risicola interconnesse fra loro da fossi e canali impiegati per l'irrigazione (periodi di sommersione e asciutta).

**Di minore rilevanza in termini di estensione sono alcune fasce boscate, presenti nelle parti più esterne all'area di progetto ovvero a NE e SO** (Figura 43); si rileva inoltre la presenza di bacini idrici artificiali (di cui uno di limitate dimensioni ricadente ai margini dell'area in progetto) le cui sponde presentano vegetazione igrofila localmente diffusa anche lungo i fossi di distribuzione idrica.

<sup>56</sup> Camerano, P., Gottero, F., Terzuolo, P.G., Varese, P. - IPLA S.p.A., Tipi forestali del Piemonte. Regione Piemonte, Blu Edizioni, Torino 2008, pp. 216.



**Figura 43.** Particolare di una camera per la coltura del riso e sullo sfondo parte della fascia boscata lungo il confine Nord dell'area di impianto.

L'ampia diffusione delle colture agrarie comporta una semplificazione in termini di ricchezza specifica della flora dell'area. **Come confermato dalle osservazioni di campo di dicembre 2021, le pratiche agricole** (e.g. lavorazioni del terreno, diserbi, irrigazioni, ecc) **determinano, all'interno delle camere, la presenza quasi esclusiva dell'essenza coltivata** ovvero il riso e, in minima parte, mais (piccola particella a nord dell'area in progetto) oltre, verosimilmente, alle classiche specie infestanti di tali colture non osservate in relazione al periodo di quiescenza invernale.

Le pratiche risicole, con particolare riferimento alle specifiche modalità di irrigazione, influenzano, tramite l'abbondante e costante presenza dell'acqua, la composizione floristica delle porzioni adiacenti a fossi e canali favorendo, per tali settori, una vegetazione caratterizzata da alcune specie di zone umide e di elevato pregio naturalistico come ad esempio *Typha latifolia*, *Lythrum salicaria* e diverse carici del genere *Carex*. Analogamente tali specie sono state rilevate nella parte meridionale dell'area di indagine, nell'area adiacente al bacino di approvvigionamento idrico, che costituisce un'area umida di interesse naturalistico per la diversificazione ecologica del tessuto agricolo di riferimento.

Qui **si rileva, perimetralmente, anche una formazione riconducibile a un siepe/filare arbustivo** così come indicato nella Carta Forestale del 2016 della Regione Piemonte<sup>57</sup>, costituito - nella porzione a bordo strada - da farnie, olmi campestri e rovi (Figura 44). I rovi risultano delimitare, sostanzialmente in purezza, gli altri confini del bacino.

<sup>57</sup> <https://www.geoportale.piemonte.it/visregpigo/>



**Figura 44.** Filare campestre con presenza di Farnia e Olmo e macchie di *Thypha latifolia* lungo le sponde del bacino.

In modo occasionale e sporadico si rilevano formazioni di piccoli gruppi di alberi o alberi singoli, con prevalenza di farnia e olmo, ma anche salici, pioppi e frassini oltre che robinia, sviluppatasi in corrispondenza dei confini tra le camere, prioritariamente nella scarpata di raccordo e a bordo dei fossi di adacquamento.



**Figura 45.** Esempolari isolati o in piccoli gruppi lungo i confini degli appezzamenti.

In adiacenza al sovrappasso dell'autostrada, sulle scarpate, si rileva invece una sostanziale presenza di sola robinia (*Robinia pseudoacacia*).



**Figura 46.** Sovrappasso e relativa vegetazione (*Robinia pseudoacacia*) di colonizzazione delle scarpate.

Per quanto riguarda gli ambienti più ruderali, corrispondenti alle scarpate e bordure delle strade interpoderali, la componente vegetale è limitata e poco estesa, ma con presenza di alcune specie esotico-invasive quali *Sorghum halepense* e *Solidago gigantea*. Tali specie, in relazione alla loro forte competitività e capacità di insediamento, rappresentano una minaccia per le formazioni più naturali rilevate lungo i fossi, i canali e delle zone umide indicate.

Le fasce boscate distribuite, come accennato, lungo alcune bordure dei coltivi, lungo la ferrovia a Ovest della A4 e nella porzione settentrionale dell'area di impianto, sono rappresentate da robinieti riconducibili al tipo forestale RB10B (Robinieta con latifoglie mesofile) così come effettivamente indicato nella Carta Forestale del 2016 della Regione Piemonte<sup>58</sup> (Figura 47).

<sup>58</sup> <https://www.geoportale.piemonte.it/visregpigo/>

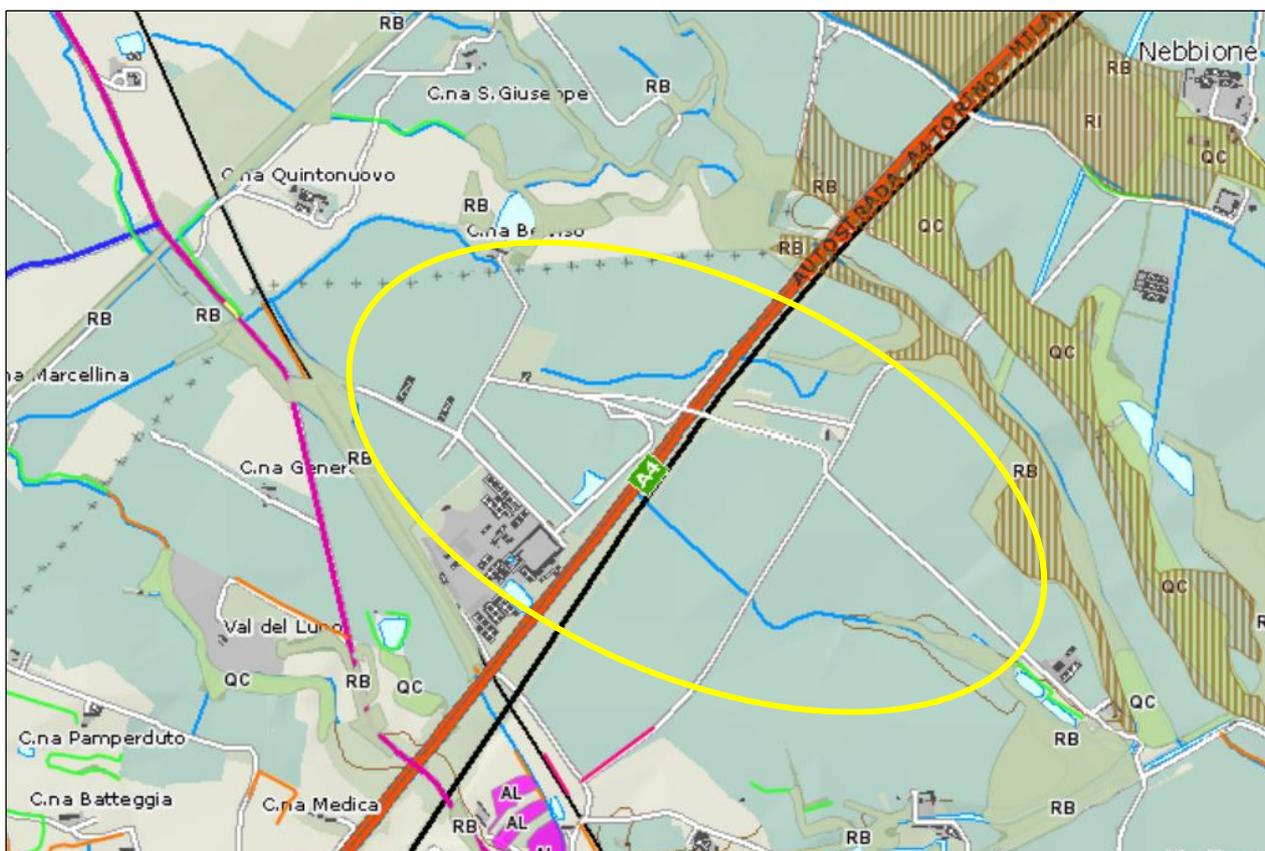


Figura 47. Estratto della Carta Forestale del 2016 con indicazione dell'area di impianto (cerchiata in giallo).

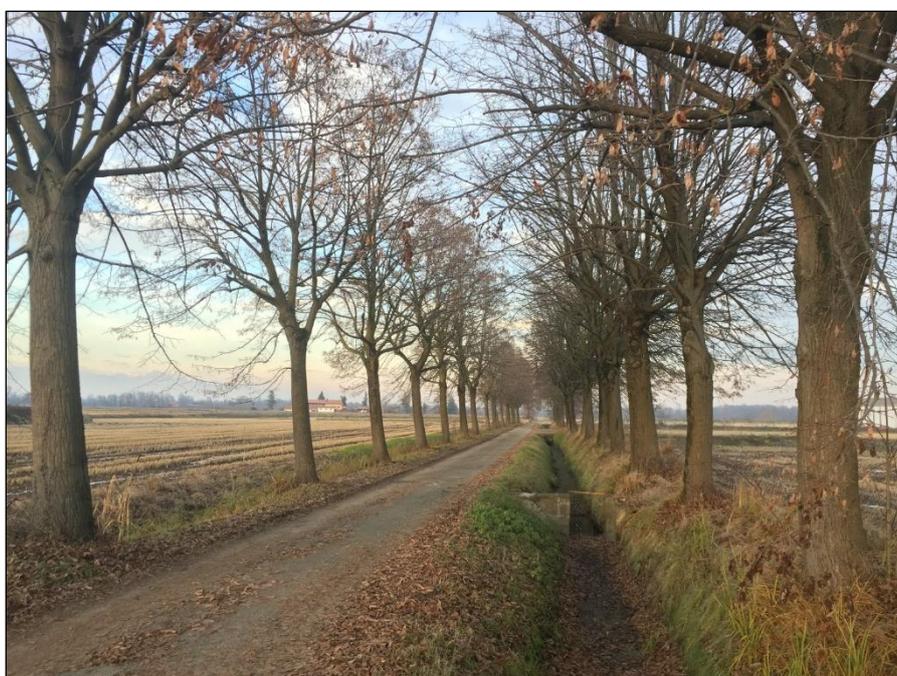
Di seguito si riportano le principali specie osservate:

<b>RB10X - RB10B</b> <b>(Robinetto con latifoglie mesofile)</b>
<p><u>Specie arboree</u></p> <p><i>Robinia pseudoacacia</i> L. - <i>Quercus robur</i> L. - <i>Fraxinus excelsior</i> L. - <i>Populus nigra</i> L. - <i>Prunus avium</i> L. - <i>Tilia cordata</i> Miller - <i>Carpinus betulus</i> L.</p>
<p><u>Specie arbustive</u></p> <p><i>Cornus sanguinea</i> L. - <i>Crataegus monogyna</i> Jacq. - <i>Euonymus europaeus</i> L. - <i>Ligustrum vulgare</i> L. - <i>Lonicera caprifolium</i> L. - <i>Sambucus nigra</i> L. - <i>Rubus</i> sp.</p>
<p><u>Specie erbacee</u></p> <p>Sottobosco erbaceo costituito da specie nitrofile e sinantropiche a carattere graminoido (<i>Holcus mollis</i>, <i>Elymus caninus</i> e <i>E. intermedius</i>)</p>



**Figura 48.** Area boscata a robinieto con latifoglie mesofile.

In ultimo pare opportuno segnalare la presenza di sporadici alberi con chioma espansa lungo la strada intepoderale a Ovest dell'A4 e ad essa parallela nonché un doppio filare di tiglio in prossimità dei due edifici uguali e in disuso (in passato adibite a stalle) sempre nella porzione a Ovest della A4.



**Figura 49.** Doppio filare alberato di Tiglio.

Tali osservazioni trovano riscontro con quanto riportato nello studio condotto da Blasi et al. (2018) sulle Ecoregioni Terrestri d'Italia, secondo il quale **il territorio comunale di Santhià è ricompreso nella Divisione Temperata, nella Provincia della Pianura del Po, nella Sezione della Pianura del Po e nella Sottosezione**

della Pianura centrale. Infatti, sotto il profilo fitosociologico, la vegetazione potenziale di tale area è rappresentata dalle foreste continentali con farnia, roverella e/o carpino bianco<sup>59</sup>, inquadrabile nella serie vegetazionale del *Carpinion betuli*<sup>60</sup>.

Al fine di individuare la potenziale presenza di eventuali specie di interesse conservazionistico e/o la presenza di specie esotiche invasive (IAS, Invasive Alien Species), che potrebbero rappresentare un problema gestionale in fase di cantiere e in *Post-Operam*, è stato condotto uno specifico approfondimento sulla caratterizzazione vegetazionale mediante la realizzazione di 4 rilievi floristici nel mese di luglio 2023 (Figura 50).



**Figura 50.** Localizzazione dei rilievi floristici rispetto all'area di impianto (perimetro in fucsia).

Le osservazioni di campo condotte confermano la presenza quasi esclusiva della coltura risicola, oltre alle classiche specie infestanti di tale coltura che colonizzano principalmente le aree marginali, quali fossi e canali. L'abbondante e costante presenza dell'acqua impiegata per la risicoltura favorisce la presenza secondaria di zone umide di pianura e di elevato pregio naturalistico caratterizzate dalla presenza di specie idrofite tipiche quali, ad esempio, *Typha latifolia*, *Juncus effusus*, *Lythrum salicaria* e diversi carici del genere *Carex* (cfr. rilievi floristici FLOR-2 e FLOR-4 riportati nel seguito).

Si conferma, inoltre, l'interesse per la zona umida che costituisce la fascia spondale del laghetto nell'area meridionale, con specie di elevato pregio naturalistico, come ad esempio *Alisma plantago-aquatica*, *Epilobium hirsutum*, *Typha latifolia*, *Juncus effusus*, *Phalaris arundinacea*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum salicaria* e diversi carici del genere *Carex* (cfr. rilievo floristico FLOR-1 riportato nel seguito). In tale ambito è stata però anche registrata una rilevante presenza di specie IAS come *Heteranthera limosa*, *Eleocharis*

<sup>59</sup> Blasi, C., Capotorti, G., Copiz, R., Mollo, B., Zavattero, L. (2017) "Potential Natural Vegetation Map of Italy" <https://sites.google.com/view/carlo-biasi-sapienza/pubblicazioni/cartografie>

<sup>60</sup> Blasi, C. (2010) "Carta delle Serie di Vegetazione d'Italia" (Scala 1:500.000), foglio 1 <https://sites.google.com/view/carlo-biasi-sapienza/pubblicazioni/cartografie>

*obtusa*, *Cyperus microiria* e *Solidago gigantea* e *Apios americana*, quest'ultima potenzialmente dannosa in termini naturalistici.

Per quanto riguarda gli ambienti più ruderali, corrispondenti alle scarpate e bordure delle strade ruderali, la componente vegetale è limitata e poco estesa, rappresentata principalmente da specie IAS come *Sorghum halepense* e *Solidago gigantea*, le quali rappresentano un elemento di minaccia per gli ambienti dei fossi, dei canali e delle aree di divisione dei campi agricoli (cfr. rilievo floristico FLOR-4 riportato nel seguito).

Infine, per quanto riguarda le fasce boschive presenti nell'area queste sono principalmente robinieti, talvolta frammisti a latifoglie mesofile con la presenza di specie autoctone come il *Fraxinus ornus*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Ulmus minor*, *Sambucus nigra* e *Cornus mas*, ma con la presenza di specie arboree IAS come *Robinia pseudoacacia* e *Ulmus pumila* (cfr. rilievo floristico FLOR-3 riportato nel seguito).

Nello specifico, in merito alle specie vegetali esotico invasive (IAS, Invasive Alien Species) segue una checklist delle specie IAS rilevate in luglio 2023.

Le specie IAS contrassegnate con <sup>(a)</sup> sono le specie generalmente riscontrate negli ambienti agricoli di pianura. Le specie a carattere più invasivo sono *Abutilon theophrasti*, *Ambrosia artemisiifolia* (la quale ha anche la criticità di essere un allergene per l'uomo), *Apios americana* (la quale è fortemente invasiva), *Erigeron canadensis*, *Solidago gigantea* e *Sorghum halepense*.

Le specie IAS contrassegnate con <sup>(b)</sup> sono le specie generalmente riscontrate negli ambienti agricoli di risicoltura e negli ambienti umidi di pianura. Tra queste specie vi sono *Apios americana*, *Reynoutria japonica*, *Cyperus* spp., *Eleocharis obtusa* ed *Heteranthera limosa* che rappresentano una minaccia per il grado di invasività (soprattutto come per *A. americana* e *R. japonica*) e per la riduzione della biodiversità sostituendosi alle specie autoctone.

Le specie IAS contrassegnate con <sup>(c)</sup> sono le specie generalmente riscontrate negli ambienti boschivi di pianura. Tra queste specie vi sono *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus pumila* e *Phytolacca americana*.

Le specie IAS contrassegnate con <sup>(d)</sup> sono le specie generalmente derivanti dalla spontaneizzazione di specie ornamentali, come per *Laurus cerasus*.

- *Abutilon theophrasti* <sup>(a)</sup>
- *Ambrosia artemisiifolia* <sup>(a)</sup>
- *Apios americana* <sup>(a)</sup> <sup>(b)</sup>
- *Artemisia verlotiorum* <sup>(a)</sup>
- *Bidens frondosa* <sup>(a)</sup>
- *Cyperus difformis* <sup>(b)</sup>
- *Cyperus microiria* <sup>(b)</sup>
- *Duchesnea indica* <sup>(c)</sup>
- *Eleocharis obtusa* <sup>(b)</sup>
- *Eleusine indica* <sup>(a)</sup>
- *Erigeron annuus* <sup>(a)</sup>
- *Erigeron canadensis* <sup>(a)</sup>
- *Heteranthera limosa* <sup>(b)</sup>
- *Juncus tenuis* <sup>(b)</sup>
- *Laurus cerasus* <sup>(d)</sup>
- *Lepidium virginicum* <sup>(a)</sup>
- *Oxalis stricta* <sup>(a)</sup>
- *Phytolacca americana* <sup>(c)</sup>
- *Portulaca oleracea* <sup>(a)</sup>
- *Reynoutria japonica* <sup>(b)</sup>
- *Robinia pseudoacacia* <sup>(c)</sup>
- *Rudbeckia laciniata* <sup>(d)</sup>
- *Solidago gigantea* <sup>(a)</sup> <sup>(b)</sup>
- *Sorghum halepense* <sup>(a)</sup>
- *Ulmus pumila* <sup>(c)</sup>
- *Vitis riparia* <sup>(a)</sup>

Nel seguito si riportano le schede dei rilievi floristici svolti.

Cod. RIL		FLOR-01			
<b>Data</b>		18/07/2023	<b>Rilevatore</b>		Ercole Enrico – Crosetto Stefano
<b>Località</b>		Santhià (VC)	<b>Quota</b>		208 m slm
<b>Coordinate GPS</b>	Inizio	<b>Precisione</b>		3 m	
	45.397785 N 8.162261 E	<b>Estensione area</b> transetto lineare 50 m con fascia di 10 m			
Fine	45.398376 N 8.163229 E				
<b>Ambiente</b>		<b>Cod. CORINE</b>		4.1. Zone umide interne	
Prato-pascolo		<b>Cod. NATURA 2000</b>		211 Pianura alluvionale principale	
<b>Vulnerabilità / Fattori di minaccia</b>		presenza di specie vegetali infestanti			
<b>Forme di gestione / Uso del suolo</b>					
<b>Ambienti agricoli</b>		<b>Ambienti prato/pascolivi</b>		<b>Boschi</b>	
Aratura	x	Sfalcio	x	Fustaia	
Irrigazione	x	Irrigazione		Ceduo	
Fertilizz.	x	Fertilizz.		Governo misto fustaia/ceduo	
Diserbo	x	Pascolo		Bosco di neoform.	
Incolto	x	Incolto	x	Bosco senza gestione	x
n° ID	Specie	Note	n° ID	Specie	Note
1	<i>Achillea millefolium</i> L.		31	<i>Humulus lupulus</i> L.	
2	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.		32	<i>Hypericum perforatum</i> L.	
3	<i>Agrostis stolonifera</i> L.		33	<i>Juncus effusus</i> L.	
4	<i>Alisma plantago-acquatica</i> L.		34	<i>Lolium perenne</i> L.	
5	<i>Allium vineale</i> L.		35	<i>Lotus corniculatus</i> L.	
6	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.		36	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	
7	<i>Apios americana</i> Medik.	Alien	37	<i>Lythrum salicaria</i> L.	
8	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl		38	<i>Medicago lupulina</i> L.	
9	<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult.		39	<i>Mentha pulegioides</i> L.	
10	<i>Brassica napus</i> L.		40	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	
11	<i>Bromus sterilis</i> L.		41	<i>Polygonum persicaria</i> L.	
12	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.		42	<i>Prunus avium</i> L.	
13	<i>Carex</i> sp. (presenza del solo apparato vegetativo)	Carici autoctoni di fossi e zone umide	43	<i>Quercus robur</i> L.	
14	<i>Chenopodium album</i> L.		44	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Alien
15	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.		45	<i>Rubus caesius</i> L.	
16	<i>Cornus mas</i> L.		46	<i>Rubus fruticosus</i> L.	
17	<i>Corylus avellana</i> L.		47	<i>Sambucus nigra</i> L.	
18	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		48	<i>Saponaria officinalis</i> L.	
19	<i>Cyperus microiria</i> Steud.	Alien	49	<i>Scutellaria galericulata</i> L.	
20	<i>Dactylis glomerata</i> L.		50	<i>Silene flos-cuculi</i> L.	
21	<i>Eleocharis obtusa</i> (Willd.) Schult.	Alien	51	<i>Solidago gigantea</i> Aiton.	Alien
22	<i>Epilobium hirsutum</i> L.		52	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	
23	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	Alien	53	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Alien
24	<i>Erigeron canadensis</i> L.	Alien	54	<i>Typha latifolia</i> L.	

25	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.		55	<i>Ulmus minor</i> Mill.	
26	<i>Fragaria vesca</i> L.		56	<i>Urtica dioica</i> L.	
27	<i>Galium aparine</i> L.		57	<i>Valeriana officinalis</i> L.	
28	<i>Galium mollugo</i> L.		58	<i>Verbena officinalis</i> L.	
29	<i>Hedera helix</i> L.		59	<i>Vicia cracca</i> L.	
30	<i>Heteranthera limosa</i> (Sw.) Willd.	Alien	60	<i>Vulpia myuros</i> Gmel.	

Cod. RIL		FLOR-02			
<b>Data</b>	18/07/2023	<b>Rilevatore</b>	Ercole Enrico – Crosetto Stefano		
<b>Località</b>	Santhià (VC)	<b>Quota</b>	205 m slm		
<b>Coordinate GPS</b>	Inizio 45.402187 N 8.167491 E	<b>Precisione</b>	3 m		
	Fine 45.402589 N 8.167775 E	<b>Estensione area</b>	trasetto lineare 50 m con fascia di 10 m		
<b>Ambiente</b> Prato-pascolo		<b>Cod. CORINE</b>	2.1.3. Risaie		
		<b>Cod. NATURA 2000</b>	211 Pianura alluvionale principale		
<b>Vulnerabilità / Fattori di minaccia</b>		presenza di specie vegetali infestanti			
<b>Forme di gestione / Uso del suolo</b>					
<b>Ambienti agricoli</b>		<b>Ambienti prato/pascolivi</b>		<b>Boschi</b>	
Aratura	x	Sfalcio	x	Fustaia	
Irrigazione	x	Irrigazione		Ceduo	
Fertilizz.	x	Fertilizz.		Governo misto fustaia/ceduo	
Diserbo	x	Pascolo		Bosco di neoform.	
Incolto	x	Incolto	x	Bosco senza gestione	
n° ID	Specie	Note	n° ID	Specie	Note
1	<i>Agropyron repens</i> (L.) Gould.		21	<i>Lycopus europaeus</i> L.	
2	<i>Agrostis stolonifera</i> L.		22	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	
3	<i>Alisma plantago-acquatica</i> L.		23	<i>Lythrum salicaria</i> L.	
4	<i>Allium vineale</i> L.		24	<i>Mentha pulegioides</i> L.	
5	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl		25	<i>Oxalis stricta</i> L.	Alien
6	<i>Bidens frondosa</i> L.	Alien	26	<i>Plantago lanceolata</i> L.	
7	<i>Brassica napus</i> L.		27	<i>Plantago media</i> L.	
8	<i>Bromus hordeaceus</i> L.		28	<i>Polygonum persicaria</i> L.	
9	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.		29	<i>Potentilla reptans</i> L.	
10	<i>Carex hirta</i> L.		30	<i>Rubus caesius</i> L.	
11	<i>Carex</i> sp. (presenza del solo apparato vegetativo)		31	<i>Rubus fruticosus</i> L.	
12	<i>Cichorium intybus</i> L.		32	<i>Rumex conglomeratus</i> Murray.	
13	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Carici autoctoni di fossi e zone umide	33	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	
14	<i>Dactylis glomerata</i> L.		34	<i>Silene flos-cuculi</i> L.	
15	<i>Daucus carota</i> L.		35	<i>Silene latifolia</i> Poir.	
16	<i>Erigeron canadensis</i> L.		36	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Alien

17	<i>Euphorbia cyparissias</i> L.		37	<i>Taraxacum officinale</i> (Weber) ex Wiggers	
18	<i>Galium aparine</i> L.	Alien	38	<i>Trifolium pratense</i> L.	
19	<i>Hypericum perforatum</i> L.		39	<i>Typha latifolia</i> L.	
20	<i>Lotus corniculatus</i> L.				

Cod. RIL		FLOR-03			
<b>Data</b>	18/07/2023	<b>Rilevatore</b>	Ercole Enrico – Crosetto Stefano		
<b>Località</b>	Santhià (VC)	<b>Quota</b>	200 m slm		
<b>Coordinate GPS</b>	Inizio 45.408604 N 8.173400 E	<b>Precisione</b>	3 m		
	Fine 45.408575 N 8.174680 E	<b>Estensione area</b>	trasetto lineare 100 m con fascia di 10 m		
<b>Ambiente</b> Prato-pascolo		<b>Cod. CORINE</b>	3.1. Zone boscate		
		<b>Cod. NATURA 2000</b>	211 Pianura alluvionale principale		
<b>Vulnerabilità / Fattori di minaccia</b>		presenza di specie vegetali infestanti			
<b>Forme di gestione / Uso del suolo</b>					
<b>Ambienti agricoli</b>		<b>Ambienti prato/pascolivi</b>	<b>Boschi</b>		
Aratura	x	Sfalcio	Fustaia		
Irrigazione	x	Irrigazione	Ceduo		
Fertilizz.	x	Fertilizz.	Governo misto fustaia/ceduo		
Diserbo	x	Pascolo	Bosco di neoform.		
Incolto	x	Incolto	x	Bosco senza gestione	
<b>n° ID</b>	<b>Specie</b>	<b>Note</b>	<b>n° ID</b>	<b>Specie</b>	<b>Note</b>
1	<i>Agropyron repens</i> (L.) Gould.		29	<i>Oxalis stricta</i> L.	Alien
2	<i>Agrostis stolonifera</i> L.		30	<i>Petrorhagia saxifraga</i> (L.) Link.	
3	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	Alien	31	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	
4	<i>Arctium lappa</i> L.		32	<i>Phytolacca americana</i> L.	Alien
5	<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P.Beauv.		33	<i>Plantago lanceolata</i> L.	
6	<i>Carex hirta</i> L.		34	<i>Plantago media</i> L.	
7	<i>Carpinus betulus</i> L.		35	<i>Poa trivialis</i> L.	
8	<i>Cichorium intybus</i> L.		36	<i>Portulaca oleracea</i> L.	Alien
9	<i>Corylus avellana</i> L.		37	<i>Potentilla reptans</i> L.	
10	<i>Crepis pulchra</i> L.		38	<i>Prunella vulgaris</i> L.	
11	<i>Dactylis glomerata</i> L.		39	<i>Prunus avium</i> L.	
12	<i>Dryopteris</i> sp.		40	<i>Quercus robur</i> L.	
13	<i>Duchesnea indica</i> (Jacks.) Th. Wolf	Alien	41	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	Alien
14	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	Alien	42	<i>Rubus caesius</i> L.	
15	<i>Erigeron canadensis</i> L.	Alien	43	<i>Rubus fruticosus</i> L.	
16	<i>Eupatorium cannabinum</i> L.		44	<i>Rudbeckia laciniata</i> L.	Alien
17	<i>Fraxinus ornus</i> L.		45	<i>Salix alba</i> L.	
18	<i>Galium mollugo</i> L.		46	<i>Salvia glutinosa</i> L.	
19	<i>Geum urbanum</i> L.		47	<i>Sambucus nigra</i> L.	
20	<i>Hedera helix</i> L.		48	<i>Scrophula nodosa</i> L.	
21	<i>Holcus lanatus</i> L.		49	<i>Solidago gigantea</i> Aiton.	Alien

22	<i>Humulus lupulus</i> L.		50	<i>Symphytum officinale</i> L.	
23	<i>Hypericum perforatum</i> L.		51	<i>Trifolium pratense</i> L.	
24	<i>Juncus effusus</i> L.		52	<i>Trifolium repens</i> L.	
25	<i>Lotus corniculatus</i> L.		53	<i>Ulmus minor</i> Mill.	
26	<i>Lycopus europaeus</i> L.		54	<i>Ulmus pumila</i> L.	Alien
27	<i>Lythrum salicaria</i> L.		55	<i>Verbena officinalis</i> L.	
28	<i>Oplismenus undulatifolius</i> (Ard.) P.Beauv.		56	<i>Viola</i> sp.	

Cod. RIL		FLOR-04			
<b>Data</b>		18/07/2023	<b>Rilevatore</b>		Ercole Enrico – Crosetto Stefano
<b>Località</b>		Santhià (VC)	<b>Quota</b>		212 m slm
<b>Coordinate GPS</b>	Inizio	45.406251 N 8.161210 E	<b>Precisione</b>		3 m
	Fine	45.406697 N 8.161266 E	<b>Estensione area</b>		trasetto lineare 50 m con fascia di 10 m
<b>Ambiente</b>		Prato-pascolo	<b>Cod. CORINE</b>		2.1.3. Risaie
			<b>Cod. NATURA 2000</b>		211 Pianura alluvionale principale
<b>Vulnerabilità / Fattori di minaccia</b>		presenza di specie vegetali infestanti			
<b>Forme di gestione / Uso del suolo</b>					
<b>Ambienti agricoli</b>		<b>Ambienti prato/pascolivi</b>		<b>Boschi</b>	
Aratura	x	Sfalcio	x	Fustaia	
Irrigazione	x	Irrigazione		Ceduo	
Fertilizz.	x	Fertilizz.		Governo misto fustaia/ceduo	
Diserbo		Pascolo		Bosco di neoform.	
Incolto	x	Incolto	x	Bosco senza gestione	
n° ID	Specie	Note	n° ID	Specie	Note
1	<i>Agropyron repens</i> (L.) Gould.		15	<i>Hypericum perforatum</i> L.	
2	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl		16	<i>Lolium multiflorum</i> Lam.	
3	<i>Artemisia verlotiorum</i> Lamotte	Alien	17	<i>Lolium perenne</i> L.	
4	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.		18	<i>Lythrum salicaria</i> L.	
5	<i>Carex hirta</i> L.		19	<i>Oryza sativa</i> L.	
6	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Tenore		20	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	
7	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.		21	<i>Polygonum persicaria</i> L.	
8	<i>Cyperus difformis</i> L.	Alien	22	<i>Potentilla reptans</i> L.	
9	<i>Digitaria ischaemum</i> (Schreb.) Muhl.		23	<i>Rubus caesius</i> L.	
10	<i>Eleocharis obtusa</i> (Willd.) Schult.		24	<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult.	
11	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaert.	Alien	25	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Alien
12	<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.		26	<i>Typha latifolia</i> L.	
13	<i>Euphorbia maculata</i> L.		27	<i>Vicia cracca</i> L.	
14	<i>Galium mollugo</i> L.				

Dal punto di vista dell'uso del suolo<sup>61</sup>, l'area di progetto risulta inserita in una zona a vocazione agricola caratterizzata dalla presenza di:

- risaie;
- seminativi in aree non irrigue;
- boschi di latifoglie;
- aree industriali e commerciali;
- zone residenziali a tessuto discontinuo;
- reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche.

Oggi il paesaggio agrario di pianura si presenta come un *continuum* per lo più dedito alla coltivazione di erbacee di pieno campo, prevalentemente riso o soia, diversificato, nel territorio comunale di Santhià, da boschi di latifoglie, seminativi in aree non irrigue e aree industriali. Come già citato, infine, anche l'area di progetto ed il suo intorno sono destinate alla risicoltura, alternate dalla presenza di boschi di latifoglie, aree industriali e commerciali e dalla viabilità (automobilistica e ferroviaria) (Figura 51).



**Figura 51.** Paesaggio agrario e vegetazione spontanea nell'area di progetto.

Infine, gli alvei del Torrente Sesia-Elvo, del Torrente Elvo, del Naviglio "Il Navilotto", del Canale Vanoni e dei diversi corsi d'acqua presenti sul territorio comunale, nonché le aree boscate poste lungo i corsi d'acqua, costituiscono importanti corridoi ecologici / aree rifugio per molte specie selvatiche, soprattutto uccelli. Tali aree naturali residue rappresentano un volano di biodiversità e variabilità ecologica che, come tale, deve essere tutelato e salvaguardato.

<sup>61</sup> <https://www.geoportale.piemonte.it/cms/progetti/land-cover-piemonte>

### 3.9. Componenti storiche, artistiche e paesaggistiche

**La presenza dell'uomo nell'area di Santhià risale all'Età del Bronzo**, come testimoniato da alcuni ritrovamenti archeologici. L'area fu successivamente abitata dai Liguri e dalle tribù celtiche dei Libici e dei Salassi; tra queste ultime vi era il dominio dei Vittimuli, o *Ictimuli*, che fondarono la città di *Victimulus*, primissimo insediamento dell'attuale Santhià. La città passò poi sotto il dominio romano alla fine del II secolo a.C. e il nome venne mutato in *Vicus Viae Longae*, col significato di "borgo posto sulla via lunga" (la via a cui si riferivano i Romani era quella che collegava Ivrea e Vercelli). Successivamente, dal 581 al 625 d.C., il borgo fu occupato dai Longobardi, come, del resto, l'intera zona del Vercellese. Fu probabilmente durante tale periodo, grazie alla conversione della regina Teodolinda al cristianesimo, che il nome della città fu mutato in *Oppidum Sanctae Agathae*, ossia città di Sant'Agata in onore della sua santa protettrice. Verso il 650 il borgo passò sotto il dominio dei Franchi, divenendo luogo di rifornimento e di ricovero per le truppe di passaggio. Nel 999 Ottone III cedette al Vescovo Leone di Vercelli alcuni beni e territori, tra i quali la città di *Sanctae Agathae*, che rimase sotto il dominio del Vescovo fino al 1377, quando passò ad Amedeo VI di Savoia, detto il Conte Verde, divenendo capoluogo del "Capitanato di Santhià". Da quest'ultimo nome, attraverso varie modificazioni (e.g. *Santeagathe*, *Santiate*) si è poi giunti all'attuale Santhià. In epoca rinascimentale e barocca Santhià, teatro di numerose battaglie tra francesi e spagnoli, fu occupata dai francesi nel 1554 e tornò ai Savoia solo nel 1559. Dal 1798 al 1814, durante il periodo della dominazione napoleonica, fu annessa alla Francia, con il resto del Piemonte. In particolare, durante tale periodo Santhià fu posta a capo del terzo circondario del Dipartimento della Sesia, divenendo sede di sottoprefettura, a cui erano soggetti 22 Comuni dell'area. Al ritorno dei re sabaudi (1814), Santhià divenne capoluogo di mandamento e appartenne al regno dei Savoia fino all'Unità d'Italia<sup>62</sup>.

**Il patrimonio storico e architettonico di Santhià è ricco di testimonianze, soprattutto di carattere monumentale, localizzate principalmente nel cuore della città. Prime fra tutte la Casa Turrita, conosciuta anche come "Torre di Teodolinda"**, situata all'interno di un cortile nel centro della città, **edificata in epoca longobarda. Degna di nota anche la Chiesa collegiata di Sant'Agata**, che, in origine, fu fatta edificare dalla regina Teodolinda che vi trasferì all'interno le reliquie della martire. La costruzione attuale fu realizzata, invece, tra il 1836 e il 1839 e consacrata nel 1841; la facciata neoclassica presenta un ampio pronao sorretto da sei colonne. **Il campanile, che si innalza al suo fianco, risalente al XII secolo e alto circa 35 metri, costituisce un punto di riferimento visivo per l'intera città**. Tra le grandi opere è doveroso citare il castello e il borgo di Vettignè, costruzione risalente al 1460 composta da una massiccia rocchetta munita di una torre cilindrica, di una piccola torretta quadrata e di un torrione.

In questa macro area pianeggiante, compresa tra il Parco Fluviale del Po, il Torrente Orco, le colline boscate del Canavese e il corso curvilineo della Dora Baltea, la protagonista indiscussa del paesaggio è l'aperta campagna, che si estende a perdita d'occhio, in un mosaico di campi coltivati. Qui, **il ripetitivo susseguirsi della texture campestre è interrotto, di quando in quando, da sporadici edifici rurali sparsi qua e là**, testimoni impassibili di un tempo che cambia. **In questa distesa variopinta, che passa dal verde brillante al giallo paglierino, si fanno largo centri abitati di maggiori e minori dimensioni, caratterizzati da forme irregolari a densità decrescente**, fino ad annullarsi nello spazio aperto della campagna vercellese. Le geometrie nette (ma irregolari) dei campi, dei canali e della rete viaria, si contrappongono al percorso sinuoso dei fiumi, lungo i quali indugiano filari di alberi a spessore variabile, alcuni così radi da sembrare quasi impercettibili, altri così fitti e vigorosi, da insinuarsi con tratto deciso tra le maglie del territorio, fino a congiungersi, sia con aree vegetate residuali - silenziosamente sopravvissute all'espansione agricola -, sia con le aree boscate delle verdeggianti colline.

**All'interno dell'estesa piana agricola costituita da campi, cascine, centri abitati e aree industriali, trovano spazio alcuni impianti per la produzione di energia, disseminati in modo eterogeneo tra le maglie del territorio, a evidenza di una progressiva commistione agro-energetica.**

<sup>62</sup><http://www.santhiaturismo.it/territorio/storia/#:~:text=Dal%20X%20secolo%20il%20territorio,dell%20E2%80%9CCapitanato%20di%20Santhi%C3%A0%E2%80%9D>.

Entrando nel merito del contesto locale, il sito oggetto di studio si inserisce in uno scenario periurbano tra il centro abitato di Chivasso e la frazione di Betlemme. **In questo spaccato territoriale la presenza dell'uomo è individuabile, non solo in ambito prettamente rurale (appezzamenti coltivati e canali scavati per l'irrigazione), ma anche nella rete infrastrutturale (i.e. Autostrada A4 e linea ferroviaria di Alta Velocità, SP322 a Ovest e SP3 a Sud-Est), nelle cave e nelle zone industriali, una delle quali si trova nelle immediate vicinanze del campo scelto per l'inserimento della "coltivazione solare", che vorrebbe qui presentarsi come ospite temporaneo di una limitata porzione di territorio, a cui l'intervento vorrebbe restituire un assetto vegetazionale di interesse e qualità.**

### 3.10. Componenti archeologiche

Per quanto concerne l'aspetto archeologico è stato condotto uno **studio archeologico preliminare a firma di un tecnico abilitato**, parte integrante e sostanziale del presente elaborato, al quale si rimanda per ogni approfondimento.

Si specifica che, nel corso dell'iter autorizzativo, è stata redatta la **Valutazione Preventiva dell'Interesse Archeologico (VPIA)**, al fine di fornire indicazioni affidabili per ridurre il grado di incertezza relativamente alla presenza di eventuali beni o depositi archeologici e nel definire il livello di rischio circa la possibilità di effettuare ritrovamenti archeologici nel corso dei lavori in oggetto. Nel presente paragrafo si riporta un semplice estratto per completezza conoscitiva.

**Lo Studio ha previsto, in ottemperanza alle nuove Linee Guida predisposte con DPCM del 14/02/2022 per la Verifica Preventiva dell'Interesse Archeologico, le seguenti indagini prodromiche (ai sensi dell'art. 25, c. 1 del D.L. 25/2016):**

- collazione bibliografica e sitografia delle fonti storiche, degli esiti di indagini pregresse, delle fonti iconografiche, della documentazione cartografica (storica e attuale) depositata presso gli Archivi della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Torino (accesso per la consultazione in data 23/02/2023) e presso l'archivio della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Biella, Novara, Verbano-Cusio-Ossola e Vercelli (accesso per la consultazione in data 24/02/2023);
- fotointerpretazione;
- ricognizioni di superficie/sopralluoghi.

La valutazione dell'impatto archeologico è un procedimento che verifica preliminarmente la trasformazione indotta, nella componente territoriale "archeologica", da un determinato intervento umano. Essa si struttura attraverso tre fasi logiche:

- l'analisi delle caratteristiche del territorio e delle sue presenze archeologiche secondo le metodiche e le tecniche della disciplina archeologica;
- la ponderazione della componente archeologica, attraverso la definizione della sensibilità ambientale, in base ai ritrovamenti e alle informazioni in letteratura;
- l'individuazione del rischio, come fattore probabilistico ponderato, che un determinato progetto possa interferire, generando un impatto negativo, con la presenza di eventuali bacini archeologici di qualsiasi natura.

**Entrando nel vivo dello studio effettuato, le risultanze dello spoglio della documentazione bibliografica e dei dati degli Archivi della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Torino e della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le Province di Biella, Novara, Verbano-Cusio-Ossola e Vercelli, relativi al contesto di riferimento, attestano frequentazioni risalenti a epoche diverse.**

Si specifica che la diffusione della risicoltura è senz'altro una delle ragioni per cui la centuriazione del territorio vercellese è poco nota e studiata, sebbene ne siano noti i plurimi orientamenti ovvero di 11°NE/SW e 17°NW/SE. In relazione al primo orientamento, si segnalano persistenze nell'attuale paesaggio principalmente a Est e Nord-Est di Carisio. Qualche analogia di allineamento è ravvisabile anche in loc. Nebbione e Baraccone.

L'elemento utile a fornire direttive in merito all'occupazione dello spazio sembrerebbe essere stata la viabilità. I piccoli nuclei sembrano, infatti, essersi disposti lungo le strade di attraversamento della pianura, in particolare, solcata da due assi stradali di notevole importanza strategica: il primo proveniente da *Mediolanum* (Milano) conduceva da *Vercellae* ai valichi del Grande e del Piccolo San Bernardo attraverso *Eporedia* (Ivrea) e *Augusta Praetoria* (Aosta); il secondo, proveniente da Pavia conduceva, attraversando la Sesia e la bassa pianura vercellese lungo la riva sinistra del Po, alla valle di Susa e al valico del Monginevro attraverso *Augusta Taurinorum*. Inoltre, un reticolo di diverticoli collegava le campagne ai piccoli insediamenti e alle ville rustiche e alle aree produttive: a tal proposito si segnala la via che doveva collegare *Vercellae* con le miniere della Bessa, ritenuta transitare per Carisio e passare poco più a Nord del campo agrivoltaico in oggetto.

Il tratto di strada compreso tra *Vercellae* ed *Eporedia* passava, invece, pochi chilometri a Sud dell'area di intervento; infatti, attraversando San Germano arrivava a Santhià, proseguendo poi per Ivrea. La direttrice dell'antica via romana coincide, quindi, almeno in parte, nel tratto compreso tra Vercelli e San Germano, con la Strada Statale Padana Superiore SS 11.

Fatto questo breve excursus, **la ricognizione bibliografica delle evidenze archeologiche ha portato all'individuazione di n. 52 siti di interesse archeologico, di cui n. 3 attestazioni lineari, n. 8 attestazioni poligonali e n. 41 attestazioni puntuali**, riportati nella Carta degli elementi di interesse archeologico (Figura 52). I dati relativi a ciascun sito sono stati poi dettagliati in specifiche Schede Sito. Nessuno tra i punti individuati, categorizzato secondo il periodo storico di riferimento, ricade all'interno dell'area di impianto o lungo il tracciato del cavidotto. Si segnala, però, che all'interno dell'area di impianto è visibile il Sito n. 45, identificabile, tuttavia, in un'anomalia rilevata sul terreno tramite fotointerpretazione/foto restituzione (la traccia, visibile per 400 m in un unico appezzamento, potrebbe essere riconducibile ad un canale).

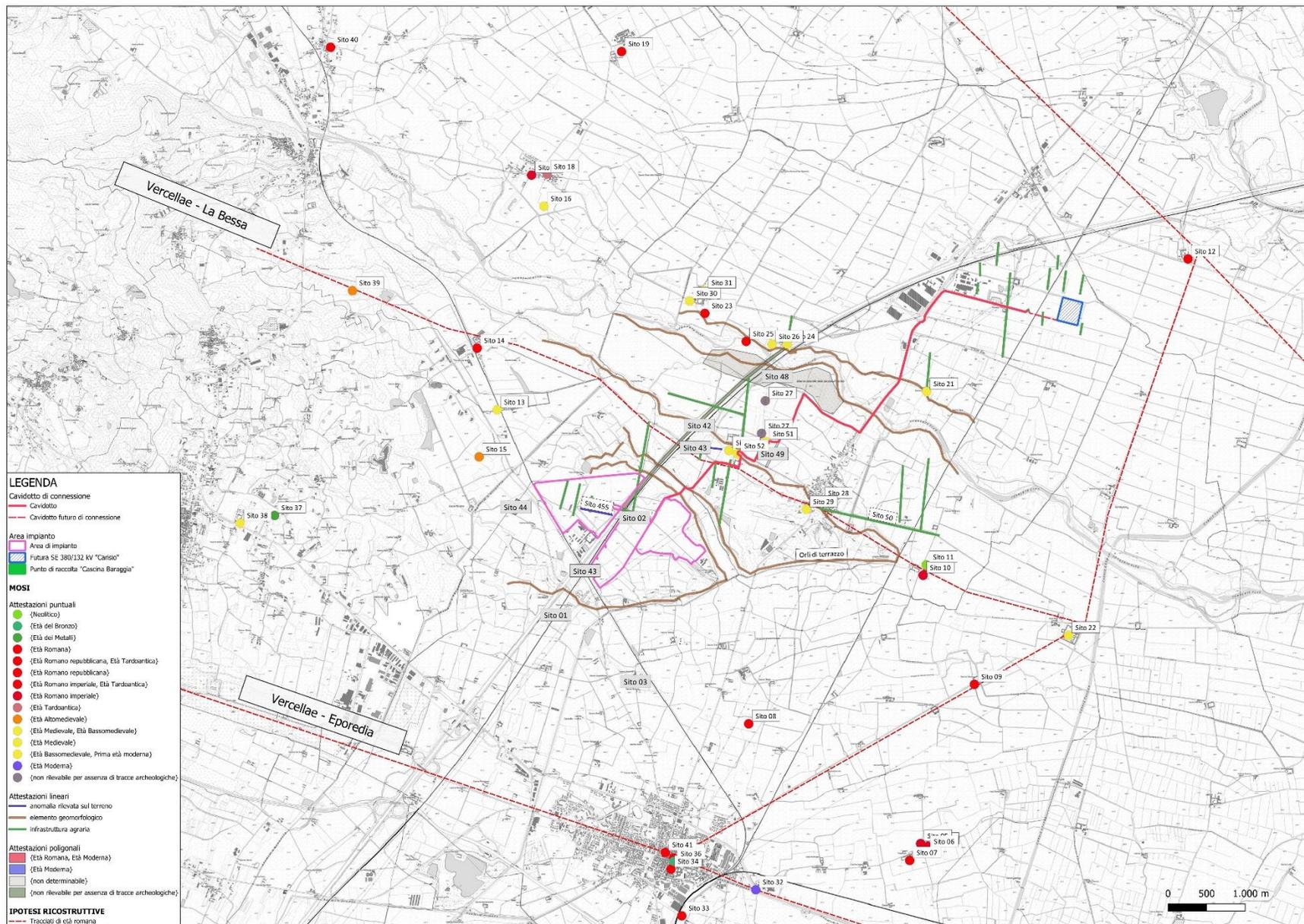


Figura 52. Carta degli elementi di interesse archeologico individuati nell'areale di studio.

In ottemperanza alle Linee Guida per l'archeologia preventiva, le presenze archeologiche individuate e/o documentate a seguito delle indagini svolte durante la fase prodromica sono state raccolte nell'applicativo GIS, appositamente predisposto e disponibile sul sito dell'Istituto Centrale per l'Archeologia<sup>63</sup>. Ogni punto di interesse archeologico è stato poi georeferenziato e i dati relativi a ciascun punto sono stati inseriti in una Cartografia georiferita in piattaforma GIS recante l'area oggetto di intervento e i singoli punti di interesse archeologico censiti. Sono, quindi, state redatte le schede MOSI.

La valutazione del rischio archeologico costituisce la diretta conseguenza del lavoro di analisi ed elaborazione delle informazioni raccolte sulla base dei dati d'archivio e bibliografici. I fattori di valutazione per la definizione del rischio archeologico si possono individuare sulla base dei siti noti e della loro distribuzione spaziotemporale, sul riconoscimento di eventuali preesistenze abitative e sul grado di ricostruzione dell'ambiente antropico antico.

Alla luce di quanto riportato sopra e in riferimento a quanto esplicitato dalla circolare n. 53 del 22 dicembre 2022 della Direzione Generale Archeologia, Belle Arti e Paesaggio (in particolare dall'allegato 1) è stato possibile definire il **potenziale archeologico assoluto** come di seguito riportato:

- la ricognizione effettuata nell'area dell'impianto agrivoltaico (Area 1) ha avuto esito negativo, se non per qualche frammento laterizio con caratteri non significativi e non in concentrazione; pertanto, in considerazione del fatto la pratica della risicoltura, operata sull'intera estensione del sito di progetto, ha manomesso i depositi – quantomeno a livello superficiale – si ritiene, cautelativamente, di assegnare un **potenziale MEDIO**;
- per quanto riguarda, invece, il tracciato del cavidotto questo è stato suddiviso in tre diverse aree di ricognizione, alle quali è stato assegnato un **potenziale da MEDIO** (Aree 2 e 4) - a seguito degli indizi di frequentazione delle aree numerosi e diffusi - **ad ALTO** (Area 3) – per la presenza in età romana, a monte del castello Nebbione, dell'itinerario romano *Vercellae-La Bessa*.

Per quanto riguarda, invece, il **rischio archeologico**, in relazione ai lavori previsti, poiché essi comportano operazioni di scavo di varia entità, si ritiene che il rischio di interferire con depositi di tipo archeologico, rapportato alla tipologia delle opere previste, sia da ritenersi di indice pari a quello assoluto della loro probabilità di sussistenza nelle aree già considerate per la definizione del potenziale archeologico. Pertanto, per l'area di impianto è stato considerato un rischio **MEDIO**, mentre per il cavidotto un rischio **da BASSO a MEDIO**.

A tal riguardo, si rappresenta che la Proponente si rende sin d'ora disponibile ad effettuare tutti gli eventuali approfondimenti, laddove giudicati necessari (i.e. indagini archeologiche preventive, sorveglianza in corso d'opera), propedeutici alle fasi esecutive di cantiere.

### 3.11. Inquadramento acustico

**Ai fini dell'inquadramento acustico dell'area di progetto, e della valutazione dei relativi impatti, è stato effettuato uno studio, a firma di tecnico abilitato, finalizzato sia alla valutazione dello “stato acustico di fatto”, sia quello “di progetto”, ancorchè sia ormai ampiamente riconosciuta la “silenziosità” della tecnologia fotovoltaica e dei suoi componenti ausiliari.**

**Si riporta, in questa sede, un semplice stralcio conoscitivo per completezza di informazione e si rimanda alla consultazione dell'elaborato dedicato.**

Il presente paragrafo è stato ulteriormente integrato sulla base degli approfondimenti richiesti dalla Regione Piemonte con D.G.R. n. 15-6825 del 04/05/2023 al fine di rispondere alle seguenti note in merito alla componente “Rumore”:

“[...]”

Rumore

<sup>63</sup> [http://www.ic\\_archeo.beniculturali.it/it/279/standard-e-applicativo](http://www.ic_archeo.beniculturali.it/it/279/standard-e-applicativo)

*Si ritiene che la valutazione di impatto acustico presentata dal Proponente risulti carente ed approssimativa rispetto a quanto stabilito dalla D.G.R. n° 9-11616 del 02/02/2004 “Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico”.*

*L’elaborato esaminato contiene i risultati previsionali di un modello matematico definito solamente in un periodo di riferimento diurno, che dovrebbe caratterizzare il clima acustico dopo la realizzazione delle opere in progetto, dichiarando che questo risulterà compatibile con i limiti previsti dai vigenti P.C.A. comunali di Santhià e Carisio (VC). Dette valutazioni sono però viziate da alcune criticità:*

- 1. In merito alla descrizione degli orari di attività e impianti, si osserva che alcune sorgenti sonore come i trasformatori BT/MT e probabilmente, in periodo estivo, gli estrattori delle cabine, rimarranno in funzione anche durante il periodo di riferimento notturno (22:00 – 06:00). per cui è necessario integrare nel modello matematico previsionale anche il periodo notturno.*
- 2. Per la caratterizzazione delle sorgenti sonore sarebbe stato opportuno allegare le schede tecniche da cui i parametri emissivi sono stati ricavati o, nel caso questi siano stati stimati/misurati tramite misure su impianti analoghi, riportate tutte le condizioni di misura e le caratteristiche tecniche dei suddetti impianti.*
- 3. Nella descrizione dell’area di studio manca una chiara caratterizzazione dei ricettori presenti, con indicazione delle loro caratteristiche utili sotto il profilo dell’analisi acustica, quali ad esempio, la destinazione d’uso, l’altezza, la distanza intercorrente dall’opera o attività in progetto.*
- 4. Nella planimetria dell’area di studio non risultano chiaramente indicati e identificati i ricettori presenti. Inoltre, non sono riportate le posizioni delle 17 cabine di trasformazione rispetto ai ricettori individuati.*
- 5. Manca l’individuazione delle principali sorgenti sonore già presenti nell’area di studio e l’indicazione dei livelli acustici ante-operam in prossimità dei ricettori esistenti e di quelli di prevedibile insediamento in attuazione delle vigenti pianificazioni urbanistiche. Le caratterizzazione dei livelli ante-operam è da effettuarsi attraverso misure articolate sul territorio con riferimento a quanto stabilito dal D.M. Ambiente 16 marzo 1998, nonché ai criteri di buona tecnica ad esempio dalle norme UNI 10855 del 31/12/1999 e UNI 9884 del 31/07/1997.*
- 6. In merito ai calcoli dei livelli acustici previsti nella situazione post-operam si osserva quanto segue:*
  - a. Non si comprende come il tecnico competente abbia potuto definire compiutamente il modello matematico di calcolo previsionale senza aver condotto rilievi acustici ante-operam presso i ricettori considerati.*
  - b. I livelli sonori delle sorgenti acustiche inserite nel modello matematico non risultano suffragati né da schede tecniche dei produttori né stimati/misurati tramite misure su impianti analoghi.*
  - c. Non sono stati descritti né i dati di ingresso né i risultati dei calcoli del modello matematico, dunque, non è possibile, sulla base delle informazioni fornite, valutare adeguatamente gli effetti acustici indotti dalle opere a progetto in fase di esercizio.*
  - d. Manca la verifica del rispetto del limite assoluto di immissione presso tutti i ricettori.*
  - e. L’applicabilità o meno del limite di immissione differenziale deve essere valutata rispetto al limite assoluto di immissione e non di emissione.*

*Si ritiene quindi che la documentazione presentata non fornisca elementi sufficienti per valutare la compatibilità acustica del progetto in esame, né per verificare la necessità di interventi di mitigazione acustica e di un programma di monitoraggio e verifica acustica post-operam”.*

In relazione a tali richieste nel presente paragrafo sono stati forniti gli elementi necessari per individuare nel modo più dettagliato possibile, secondo criteri di ragionevolezza commisurati con la tipologia di opera, gli effetti acustici derivanti dalle attività cantieristiche funzionali alla realizzazione dell’opera e la verifica della loro compatibilità con gli standard e le prescrizioni vigenti, con la popolazione residente e con lo svolgimento delle attività presenti nelle aree interessate.

L'area interessata dall'installazione dell'impianto e la quasi totalità dei ricettori individuati ricadono nel Comune di Santhià (VC). Solamente i ricettori n. 1 e n. 2 ricadono in territorio del Comune di Cavaglià (BI). Dal punto di vista della zonizzazione acustica territoriale, relativamente al progetto in oggetto, si osserva quanto segue:

- Il Comune di Santhià ha approvato il Piano di classificazione acustica deliberazione del Consiglio Comunale n. 43 del 27/09/2006.
- Il Comune di Cavaglià ha approvato il Piano di classificazione acustica deliberazione del Consiglio Comunale n. 22 del 10/06/2006.

Dall'analisi dei piani si evince come l'area di intervento ricada interamente all'interno di aree ascritte alle **classi acustiche III**. Per quanto concerne i ricettori individuati, anche questi ricadono in classe III - in cui i valori limite standard di emissione sonora possono essere quantificati in 55 dB nelle ore diurne (06:00 – 22:00) e in 45 dB nelle ore notturne (22:00 – 06:00) -, a meno del Ricettore R08, che è definito in classe acustica VI - in cui i valori limite standard di emissione sonora possono essere quantificati in 65 dB sia nelle ore diurne (06:00 – 22:00) che nelle ore notturne (22:00 – 06:00).

Al netto della zonizzazione cartografica, l'area di studio, di tipo agricolo, (e un suo immediato intorno) è caratterizzata dalla presenza di un edificato, per lo più aggregato in insediamenti, a destinazione d'uso residenziale/rurale dove il clima acustico risulta influenzato dai contributi infrastrutturali (linea ferroviaria Alta Velocità Torino-Milano, Autostrada A4) e da apporti localizzati riconducibili ad insediamenti agro-produttivi. Nello specifico, in prossimità e nelle vicinanze dell'area di progetto sussistono una serie di recettori (fabbricati rurali e aziende agricole/zootecniche) su cui è stata circoscritta la valutazione previsionale di impatto acustico (nello specifico sono stati individuati n. 9 fabbricati in rappresentanza del primo fronte edificato).

### 3.11.1. Rilievi fonometrici *Ante-Operam*

Ai fini della determinazione del clima acustico, stante l'assenza di significative sorgenti di natura puntuale (industriale/artigianale) con estese ricadute acustiche nell'area di indagine, sono state condotte n. 9 misure in corrispondenza dei recettori individuati (Figura 53) e mediante postazioni fonometriche per esterni localizzate ad una altezza di circa 1 m dal terreno e ad una distanza di almeno 1 m dalla facciata dei fabbricati e/o ostacoli, onde evitare eventuali effetti di riverbero del rumore. Dove non è stato possibile avvicinarsi ai ricettori sensibili, o comunque non era consentito l'accesso, sono state scelte postazioni che potessero meglio rappresentare il clima acustico degli stessi. Si specifica che, sulla base delle richieste effettuate dalla Regione Piemonte, è stata effettuata una campagna di misure in regime diurno (6.00 – 22.00) e una campagna di misure in regime notturno (22.00 – 6.00).



**Figura 53.** Planimetria con l'individuazione dei punti di misura: in verde la localizzazione delle misure notturne e in bianco quelle diurne.

I rilievi sono stati condotti in condizioni meteo conformi al dettato del DM 16/03/1998 e dall'indagine fonometrica emerge come il clima acustico *Ante-Operam* sia caratterizzato da livelli di rumore compresi tra i 40 e i 60 dB(A). In particolare, i rilievi sono stati condotti in prossimità dei ricettori sensibili individuati, osservando come presso questi ultimi sia sempre rispettato il limite normativo previsto per la classe acustica di appartenenza.

Nello specifico, le sorgenti sonore presenti nell'intorno dell'area in oggetto sono riconducibili alle seguenti:

- attività agricole;
- attività produttive (in particolare azienda farmaceutica in prossimità dell'area);
- traffico veicolare locale (Autostrada A4 Torino -Trieste, SP 322 e SP 54);
- rete ferroviaria Alta Velocità;
- rete ferroviaria regionale.

Di seguito sono riportati i risultati delle indagini fonometriche condotte in regime diurno (Tabella 13) e notturno (Tabella 14).

**Tabella 13.** Modellazione scenario *Ante-Operam* – livelli in affaccio ai recettori significativi per il progetto in regime diurno.

Punto di misura	Data misura	Durata misura	L <sub>Aeq</sub> misurato	L <sub>Aeq</sub> corretto (*)
		[min]	[dB(A)]	[dB(A)]
A	01/06/2023	9.00	40.0	41.0
B	01/06/2023	10.01	45.7	47.0
C	01/06/2023	10.01	43.9	45.0
D	01/06/2023	10.01	55.5	56.5
E	01/06/2023	10.01	46.7	47.0
F	01/06/2023	10.01	45.0	46.0
G	01/06/2023	10.01	47.2	48.5
H	01/06/2023	10.01	48.5	49.5

(\*): arrotondamento a  $\pm 0,5$  dB secondo quanto previsto dal D.M. 16/03/1998.

**Tabella 14.** Modellazione scenario *Ante-Operam* – livelli in affaccio ai recettori significativi per il progetto in regime notturno.

Punto di misura	Data misura	Durata misura	L <sub>Aeq</sub> misurato	L <sub>Aeq</sub> corretto (*)
		[min]	[dB(A)]	[dB(A)]
I	01/06/2023	10.01	45.4	46.5
II	01/06/2023	10.01	41.6	42.5
III	01/06/2023	5.01	47.7	49.0
IV	01/06/2023	10.01	44.9	49.0
V	01/06/2023	10.01	53.8	55.0

(\*): arrotondamento a  $\pm 0,5$  dB secondo quanto previsto dal D.M. 16/03/1998.

### 3.11.2. Previsione di impatto acustico – Fase di cantiere

Il calcolo previsionale è stato effettuato con l'ausilio del software di calcolo IMMI 2021 basandosi sui criteri di attenuazione sonora nella propagazione all'aperto indicati dalla norma ISO 9613-2 "Attenuazione sonora nella propagazione all'aperto - Parte 2: Metodo generale di calcolo".

Per il caso in esame il modello di calcolo è stato ricostruito basandosi sugli elaborati grafici di progetto sovrapposti ad una base cartografica di ortofoto (fonte *Google Earth*).

Successivamente sono stati, quindi, posizionate le sorgenti di rumore previste in progetto ed i ricettori presenti; non sono stati considerati, presso i ricettori, ostacoli di alcun tipo o natura (i.e. muri di cinta, alberate, ecc.) per operare in una condizione più conservativa.

**Dal punto di vista delle emissioni sonore sono state considerate le sorgenti rumorose riconducibili alla fase di cantiere per la realizzazione dell'impianto.** In particolare, data l'estensione dell'area, sono stati considerati n. 3 cantieri (Figura 54).

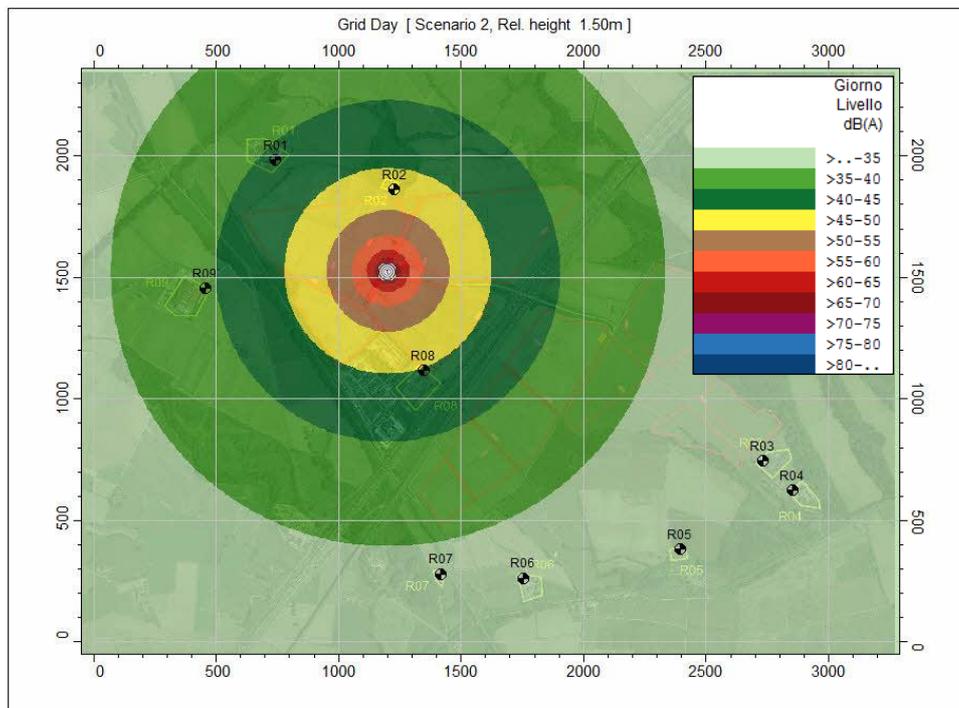


**Figura 54.** Individuazione della posizione delle sorgenti rappresentative dei cantieri.

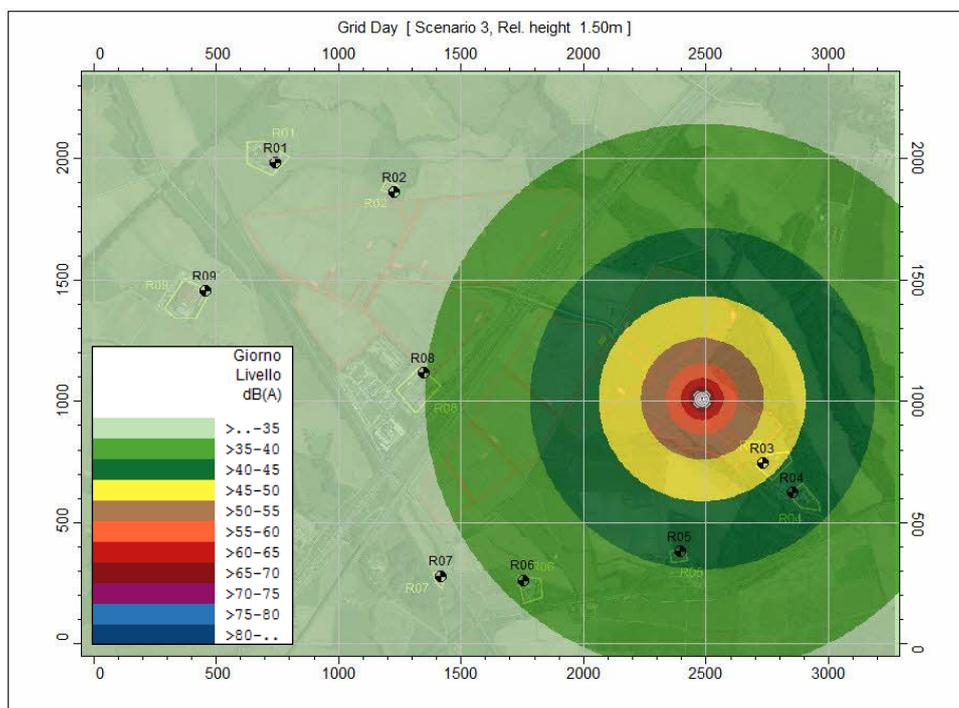
Assumendo lo scenario più critico dal punto di vista acustico è stata considerata **una potenza acustica complessiva del cantiere pari a 111 dB(A)**, come se tutte le sorgenti fossero attive contemporaneamente e

nella stessa posizione. Ovviamente tale scenario risulta essere puramente teorico - e molto conservativo - in quanto il cantiere è un ciclo di lavoro che prevede pause e fermi nell'arco della giornata, e soprattutto difficilmente saranno condotte lavorazioni differenti nella stessa posizione e nello stesso arco temporale. Inoltre, all'interno del modello di calcolo della simulazione, in termini cautelativi, la sorgente è stata simulata con funzionamento a pieno regime per tutta la durata della giornata di lavoro pari a **8 ore** in regime diurno (6:00 – 22:00), in giorni feriali.

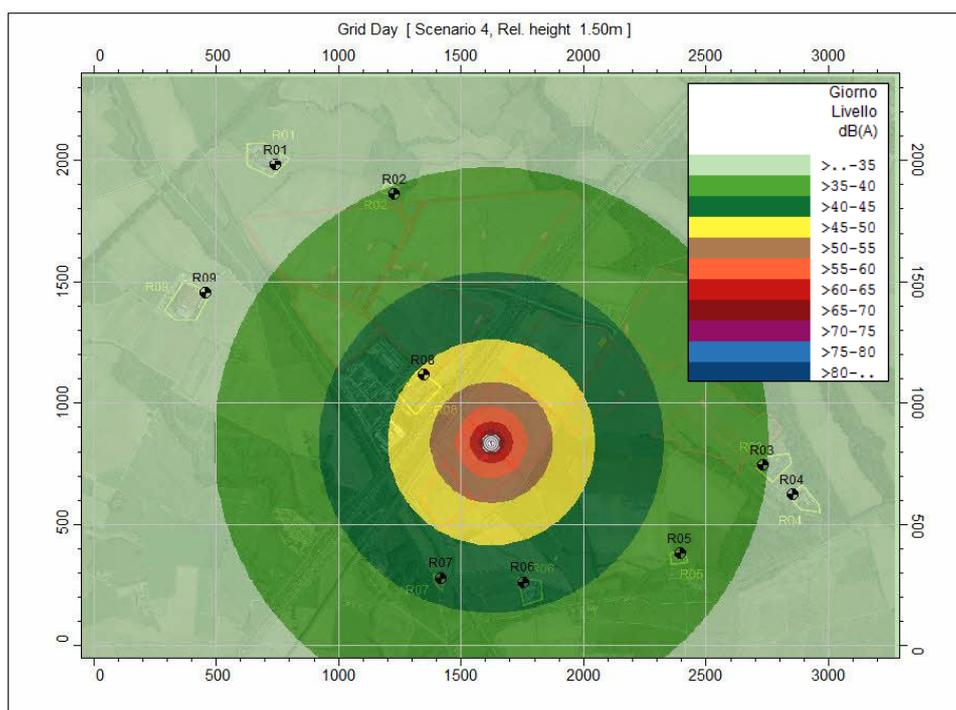
**I risultati hanno evidenziato come la realizzazione dell'impianto comporti livelli di emissione tali da rispettare i limiti normativi presso tutti i recettori individuati (cfr. Figura 55, Figura 56, Figura 57).**



**Figura 55.** Modellazione scenario per il cantiere 1.



**Figura 56.** Modellazione scenario per il cantiere 2.



**Figura 57.** Modellazione scenario per il cantiere 3.

Tale risultato è dovuto sostanzialmente al fatto che, pur essendo previste sorgenti di rumore non trascurabili, la distanza dai ricettori sensibili individuati è tale da rendere ininfluente l'impatto sui livelli di rumore già riscontrati presso i ricettori stessi. Gli unici superamenti potranno eventualmente essere riscontrati in prossimità dei ricettori più vicini all'area.

È comunque importante sottolineare come si tratti di eventuali superamenti limitati in termini assoluti e che comunque potranno verificarsi per un periodo limitato nel tempo rispetto a tutta la durata complessiva del cantiere, ovvero nelle fasi in cui i mezzi d'opera opereranno in posizioni più vicine in linea d'aria al ricettore in argomento.

### 3.11.3. Previsione di impatto acustico – Fase di esercizio

Sulla base dei valori ottenuti in fase di *Ante-Operam* sono state poi studiate le “relazioni tra pressione e potenza sonora” dei dispositivi emettitori del nuovo progetto e, **sulla base delle attenuazioni delle onde sonore, delle distanze tra sorgenti e ricettori e del tipo di dispositivi è stato possibile implementare un modello di calcolo utile a valutare le alterazioni acustiche generate dal progetto in corrispondenza di ciascun ricettore.**

Assumendo che i livelli attesi in corrispondenza dei ricettori considerati siano riconducibili a **i) sorgenti infrastrutturali e attività agricole/industriali tarate con la campagna di monitoraggio spot** e a **ii) sorgenti dovute al progetto in esame**, si può osservare come sia i livelli di emissione che i livelli di immissione calcolati per ciascun ricettore siano al di sotto dei valori limite, sia in regime diurno (Figura 58) che notturno (Figura 59).

**I risultati hanno, quindi, evidenziato una situazione del tutto sostenibile con ampi margini di rispetto dei limiti emissivi e senza alcun potenziale sfioramento, che possa ingenerare rumori molesti e/o impatti duraturi sui luoghi.**

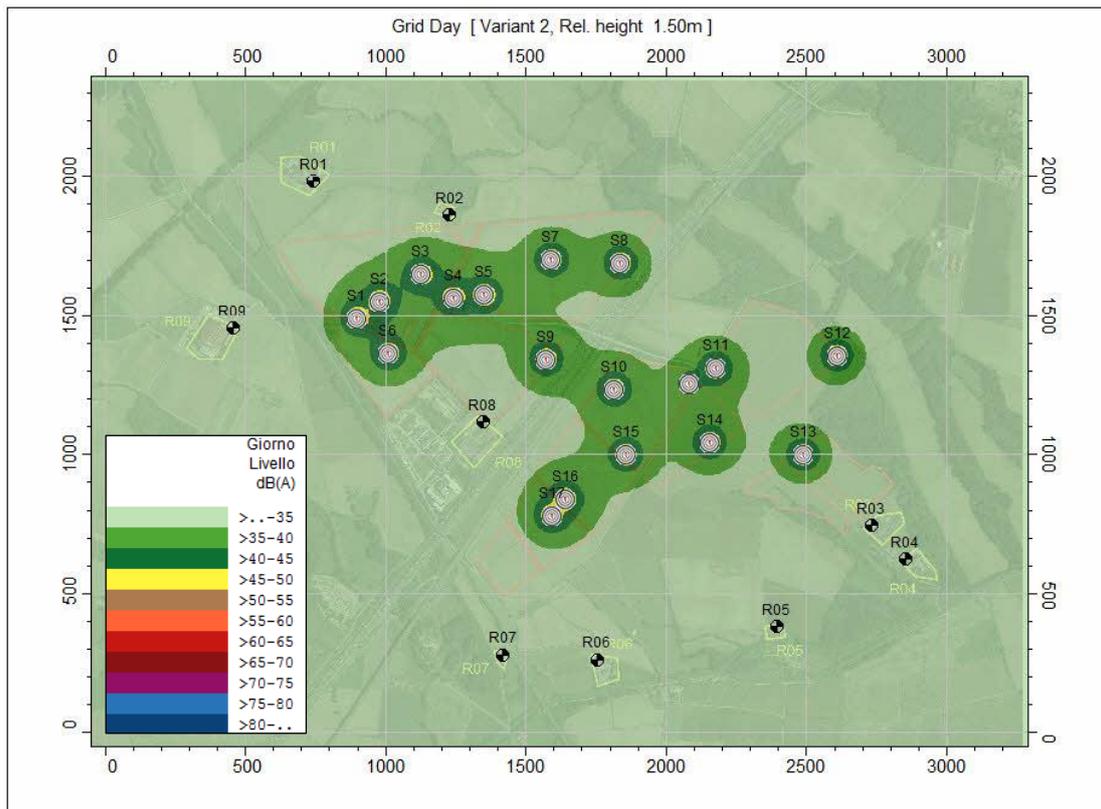


Figura 58. Modellazione scenario in fase di esercizio - regime diurno.

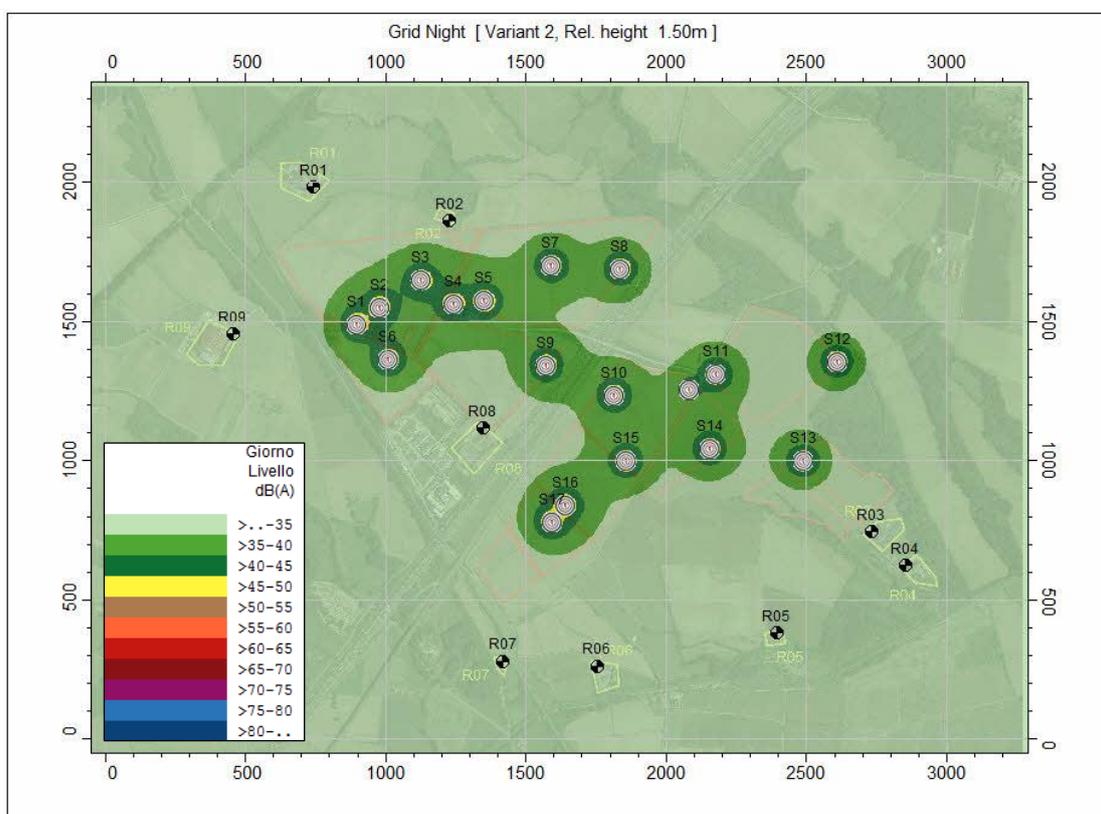


Figura 59. Modellazione scenario in fase di esercizio - regime notturno.

### 3.11.4. Interventi di mitigazione degli effetti

- **Fase di esercizio**

Non si ritengono necessari ulteriori interventi di mitigazione.

- **Fase di cantiere**

Sulla base dello studio condotto si ritiene opportuno suggerire all'impresa esecutrice dei lavori, l'adozione di tutte le misure tecniche ed organizzative funzionali al contenimento del disturbo.

Si forniscono a titolo di esempio, le seguenti indicazioni/prescrizioni di natura tecnica e comportamentale:

- **Mezzi e macchinari conformi alle seguenti normative**

- Direttiva 2000/14/CE - Emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto (come modifica della Direttiva 2005/88/CE);
- D.Lgs. n. 262/00 - Macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto – Emissione acustica ambientale - Attuazione della direttiva 2000/14/CE (come modificata dal DM Ambiente 24 luglio 2006).

- **Misure tecniche/gestionali**

- Numero di giri dei motori endotermici limitato al minimo indispensabile compatibilmente alle attività operative.
- Manutenzione delle parti mobili/vibranti dei macchinari impiegati (es. eliminazione degli attriti attraverso operazioni di lubrificazione; sostituzione dei pezzi usurati e che lasciano giochi; controllo e serraggio delle giunzioni; bilanciatura delle parti rotanti delle apparecchiature per evitare vibrazioni eccessive; verifica della tenuta dei pannelli di chiusura dei motori; utilizzazione di basamenti antivibranti per limitare la trasmissione di vibrazioni al piano di calpestio, ecc.).

- **Criteri generali**

- Evitare l'esecuzione simultanea di lavorazioni particolarmente rumorose, in una logica di prolungamento delle fasi di maggiore quiete, fermo restando le condizioni fissate dalle eventuali autorizzazioni in deroga.
- Programma di formazione specifico al fine di evitare comportamenti rumorosi (es. evitare di far cadere da altezze eccessive i materiali o di trascinarli quando possono essere sollevati; attivazione del macchinario per il tempo strettamente necessario ad eseguire la lavorazione; ecc.).
- Orientamento e ubicazione di eventuali impianti fissi più rumorosi alla massima distanza possibile dai limitrofi ricettori presenti.
- Scelta e utilizzo dove possibile di macchinari dalle migliori prestazioni acustiche.

## 3.12. Cumulo con altri progetti

**La diffusione del fotovoltaico, in Italia, è stata sostenuta dal susseguirsi di una serie di meccanismi e modalità incentivanti riconducibili ai vari decreti legge - conosciuti come “Conti Energia” (2006-2013), che hanno consentito di incrementare il mix energetico da FER nazionale in maniera significativa (e di attrarre investimenti importanti, creando, al contempo, occupazione ed esperienza tecnica nel settore).**

Alla fine del 2015, in Italia erano in esercizio circa 688'000 impianti fotovoltaici, corrispondenti a 18.9 GW di potenza installata<sup>64</sup> e con una superficie agricola occupata a livello nazionale, al 2014, inferiore allo 0.1% (Squatrito *et al.*, 2014). Con la conclusione di tali programmi incentivanti, tuttavia, il volume d'affari annuo si è

<sup>64</sup> [www.ceimagazine.ceinorme.it/ceifocus/il-fotovoltaico-e-la-normativa-cei](http://www.ceimagazine.ceinorme.it/ceifocus/il-fotovoltaico-e-la-normativa-cei)

notevolmente ridotto. Attualmente, come si legge nel PNIEC (Cfr. Par. 2.2), entro il 2030 l'Italia si propone di raggiungere i 16 Mtep di generazione da FER, auspicando, quindi, un nuovo trend di forte diffusione degli impianti di produzione energetica da fonti rinnovabili (specie per i settori fotovoltaico ed eolico: tecnologie su cui il Governo ha maggiormente puntato per il raggiungimento degli obiettivi fissati dalla UE<sup>65</sup>).

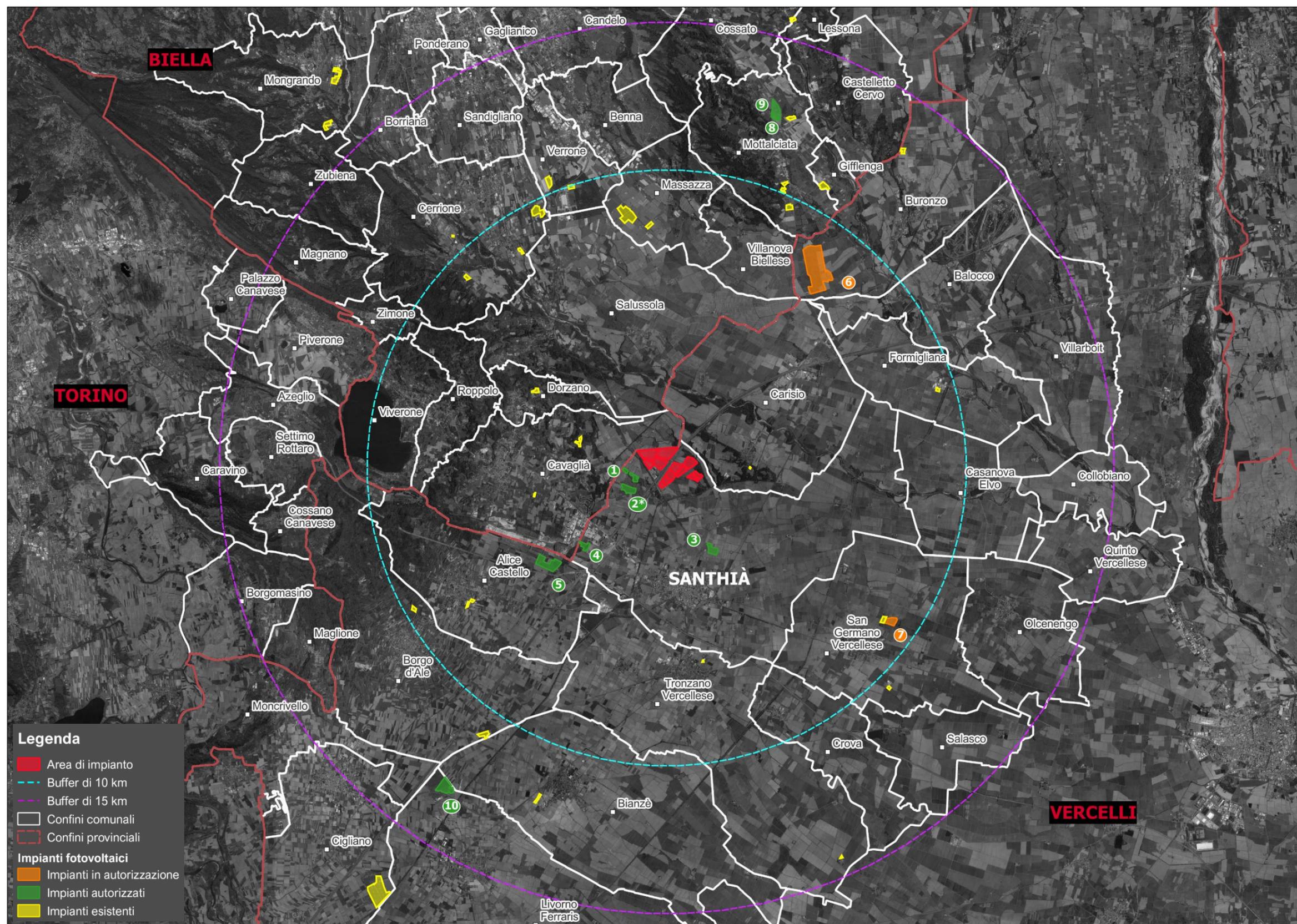
Indagando l'ambito territoriale di Santhià e un suo significativo intorno, a partire dall'analisi delle immagini satellitari storiche (rif. Google Earth) fino al 2010, i territori periurbani e rurali erano privi di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, mentre oggi è sufficiente una rapida lettura del territorio per notare un progressivo - seppur lento - cambio di registro.

Al fine di valutare l'“effetto cumulo” potenzialmente generato dall'impianto agrivoltaico “e-VerGREEN”, è stata condotta una ricerca in un ambito territoriale significativo. Tale ricerca è stata svolta a partire dall'analisi **i)** delle immagini satellitari a disposizione (*Google Earth*) **per gli impianti esistenti e ii)** dei progetti consultabili sul sito della Regione Piemonte (<http://www.sistemapiemonte.it/cms/privati/ambiente-e-energia/servizi/540-valutazioni-ambientali>), della Provincia di Vercelli (<https://www.provincia.vercelli.it/it/page/valutazione-impatto-ambientale>), della Provincia di Biella (<https://www.provincia.biella.it/aree-tematiche/ambiente/valutazione-di-impatto-ambientale>) e dello Sportello Unico Digitale per le Attività Produttive ([https://hosting.pa-online.it/002133/su\\_ambito/Suap/pagina/consultazione-istanze/](https://hosting.pa-online.it/002133/su_ambito/Suap/pagina/consultazione-istanze/)), **relativi agli impianti autorizzati e/o in autorizzazione**. Per la valutazione del cumulo sono state, in particolare, individuate le infrastrutture energetiche solari (realizzate, autorizzate e in autorizzazione) - di tipologia analoga al presente progetto - localizzate **1)** nel territorio comunale di Santhià, **2)** entro un buffer di 10 km e **3)** in un buffer di 15 km dall'area di progetto.

In particolare:

- 1)** Nel **territorio comunale di Santhià** sono presenti n. 4 impianti fotovoltaici a terra “autorizzati” (evidenziati in verde in [Figura 60](#)), mentre non si rilevano impianti “in corso di autorizzazione”.
- 2)** Entro un **buffer di circa 10 km dall'area di intervento** sono stati individuati diversi impianti (esistenti, autorizzati e in autorizzazione) e nello specifico:
  - o **n. 17 impianti utility scale** (evidenziati in giallo in [Figura 60](#)) dei quali i due minori di estensione pari a ~ 0.3 ha (ubicati nei Comuni di Carisio e Tronzano Vercellese) e il maggiore di dimensioni pari a ~ 21 ha (localizzato nel Comune di Massazza), dislocati prevalentemente a Nord e Nord-Ovest dell'area di impianto, entro i confini territoriali dei comuni di Cavaglià, Alice Castello, Borgo D'Ale, Tronzano Vercellese, San Germano Vercellese, Carisio, Formigliana, Mottalciata, Massazza e Cerrione.
  - o **n. 5 impianti “autorizzati”** (evidenziati in verde in [Figura 60](#)), di cui n. 4 localizzati nel Comune di Santhià e n. 1 nel Comune di Alice Castello.
  - o **n. 2 impianti “in corso di autorizzazione”** (evidenziati in arancione in [Figura 60](#)), di cui uno con potenza di 82.225 MWp e ubicato su una superficie di circa 98 ha nel territorio comunale di Buronzo e uno con potenza di 7.44 MWp e ubicato su una superficie di circa 7.5 ha nel territorio comunale di San Germano.
- 3)** In un **buffer di 15 km** dalla pubblicistica consultata sono stati individuati ulteriori impianti già realizzati e progetti autorizzati e nello specifico:
  - o **ulteriori n. 14 impianti esistenti** (evidenziati in giallo in [Figura 60](#)) – il minore di estensione inferiore a 1 ha e il più grande di dimensioni pari a ~ 5 ha – dislocati prevalentemente a Nord dell'area di impianto.
  - o **n. 3 impianti “autorizzati”** (evidenziati in verde in [Figura 60](#)), di cui uno localizzato nel Comune di Livorno Ferraris e due nel Comune di Mottalciata.

<sup>65</sup> <https://www.mise.gov.it/index.php/it/198-notizie-stampa/2040668-pniec2030>



**Figura 60.** Localizzazione dell'area di progetto (superficie in rosso) rispetto agli impianti per la produzione di energia da FER "REALIZZATI" (superfici in giallo), "IN AUTORIZZAZIONE" (superfici in arancione) e "AUTORIZZATI" (superfici in verde), presenti all'interno del confine comunale di Santhià (perimetro in bianco), entro un areale di 10 km (cerchio tratteggiato in azzurro) e di 15 km (cerchio tratteggiato in viola). \* Per l'impianto identificato con il codice numerico 2 non è stato possibile reperire l'esatta superficie occupata in quanto derivante da una procedura SUAP per "Realizzazione di nuovo allevamento avicolo con annesso impianto fotovoltaico e recupero fabbricati esistenti" ([https://hosting.pa-online.it/002133/su\\_ambito/Suap/pagina/consultazione-istanze/](https://hosting.pa-online.it/002133/su_ambito/Suap/pagina/consultazione-istanze/)); pertanto, cautelativamente sono state considerate tutte le particelle catastali interessate dal progetto.

Si riporta, infine, una tabella di sintesi con l'identificazione dei progetti autorizzati/in autorizzazione **rintracciati** attraverso i principali portali di ricerca nazionali e regionali di riferimento e individuabili entro un raggio di 15 km dall'area di impianto. Nella Tabella 15, per ciascuno dei progetti sopracitati, sono riportati i dati specifici di impianto (i.e. Proponente, Potenza, Estensione, etc.), le distanze dall'area di progetto e un **codice numerico di riferimento, che consente di localizzarli graficamente in Figura 60**. Per maggiori specifiche, si rimanda all'elaborato di Analisi degli impatti cumulativi (cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-16Rev#1).

**Tabella 15.** Elenco progetti di impianti fotovoltaici a terra "autorizzati" (cerchi in verde ●) o "in autorizzazione" (cerchi in arancione ●) identificabili nel territorio di Santhià e dei comuni limitrofi.

Codice	Titolo progetto	Proponente	Estensione (ha)	Potenza (MWp)	Comune	Procedura	Distanza da area di progetto (km)	Autorizzati / In autorizzazione
1	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "EX DISCARICA TRUFFALDINA"	A3FV Santhià Solar SRL	33.52	7.26	Santhià (VC)	VERIFICA	0.5	●
2*	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA ED ALLEVAMENTO AVICOLO	Privato	9.61	1.250	Santhià (VC)	PRATICA SUAP	0.78	●
3	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA	Vei Greenfiled 1 SRL	8.4	5.78	Santhià (VC)	VERIFICA	2.5	●
4	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA	Privato	5.74	-	Santhià (VC)	PRATICA SUAP	3.07	●
5	IMPIANTO FOTOVOLTAICO ALICE SOLE	Open Piemonte SRL	25.49	13.2	Alice Castello (VC)	VERIFICA	4.5	●
6	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA	Juwi Development 0.9 SRL	89.98	82.135	Buronzo (VC)	VERIFICA (SOTTOPOSTO A VIA con DD n. 351 del 28/05/2021)	7.2	●
7	IMPIANTO FOTOVOLTAICO "SAN GERMANO"	Open Solar 1 SRL	7.5	7.44	San Germano (VC)	VERIFICA	7.9	●
8	IMPIANTO FOTOVOLTAICO MOTTALCIATA2	NextPower Development Italia SRL	3.02	1.911	Mottalciata (BI)	VERIFICA	11.7	●
9	IMPIANTO FOTOVOLTAICO MOTTALCIATA1	NextPower Development Italia SRL	12	8.04	Mottalciata (BI)	VERIFICA	11.7	●
10	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA	Vei Greenfiled 1 SRL	16.65	10.152	Livorno Ferraris (VC)	VERIFICA	12.5	●

*\*Per l'impianto identificato con il codice numerico 2 non è stato possibile reperire l'esatta superficie occupata in quanto derivante da una procedura SUAP per "Realizzazione di nuovo allevamento avicolo con annesso impianto fotovoltaico e recupero fabbricati esistenti" ([https://hosting.pa-online.it/002133/su\\_ambito/Suap/pagina/consultazione-istanze/](https://hosting.pa-online.it/002133/su_ambito/Suap/pagina/consultazione-istanze/)); pertanto, cautelativamente sono state considerate tutte le particelle catastali interessate dal progetto.*

Ora, senza entrare in valutazioni che esulano dal presente documento, **il quadro complessivo sopra rappresentato e sintetizzato in Tabella 16 mette in evidenza un territorio rurale in cui comincia ad affacciarsi la componente energetica fotovoltaica (seppur in modo sporadico ed eterogeneo).**

**Tabella 16.** Numero di impianti fotovoltaici (esistenti e/o autorizzati/in autorizzazione) presenti entro l'ambito comunale di Santhià, entro un buffer di 10 km e di 15 km dal sito di impianto.

Numero impianti fotovoltaici presenti nell'ambito comunale di Santhià		
esistenti	in autorizzazione	autorizzati
0	0	4
Numero impianti fotovoltaici presenti entro un buffer di 10 km		
esistenti	in autorizzazione	autorizzati
17	2	5
Numero impianti fotovoltaici presenti entro un buffer di 15 km (oltre ai sopra menzionati)		
esistenti	in autorizzazione	autorizzati
14	0	3

In ragione, tuttavia, delle distanze, del tipo di tecnologia a basso impatto e dell'aleatorietà realizzativa di progetti ancora in autorizzazione, oggi risulta quantomeno prematuro immaginare un rischio di "effetto cumulo".

Indipendentemente da tale considerazione, si vuol porre l'accento sull'**approccio progettuale adottato, attraverso il quale si è cercato di operare nell'ottica della massima sostenibilità ambientale al fine di limitare l'impronta ambientale del presente impianto e minimizzare il proprio effetto di potenziale cumulo anche nei confronti di futuri progetti che dovessero sorgere.**

Nella relazione tecnica allegata al SIA si riportano i dettagli progettuali comprensivi delle innumerevoli attenzioni progettuali adottate. Nel prosieguo dello studio, invece, vengono rappresentati tutti i dovuti approfondimenti in materia agro-forestale, paesaggistica e ambientali al fine di ottenere un progetto sostenibile a 360 gradi.

### 3.13. Analisi dello scenario di base (ipotesi zero) e ipotesi alternative

**Dopo aver fornito una approfondita disamina dei fattori descrittivi del sito** - per delineare un quadro territoriale prospettico dell'area oggetto di studio (e di un suo significativo intorno) -, **nel presente paragrafo viene effettuata:**

- **un'analisi di scenario nell'ipotesi di evoluzione del contesto in assenza di progetto** (in coerenza con le Linee guida delle Direttive 2011/92/UE e Direttiva 2014/52/UE), **così da fornire un termine di paragone utile per l'approfondimento degli impatti specifici,**
- **un'analisi delle ipotesi alternative considerate precedentemente alla definizione della proposta progettuale presentata** (in particolare con riferimento agli aspetti concernenti localizzazione, dimensionamento, soluzioni tecniche e tecnologiche) e le motivazioni che hanno condotto a prescegliere la soluzione progettuale proposta prendendo in considerazione gli impatti ambientali,

secondo quanto stabilito dall'art. 22 del D.Lgs. 152/06, secondo cui è richiesta "[...] d) una descrizione delle alternative ragionevoli prese in esame dal proponente, adeguate al progetto ed alle sue caratteristiche specifiche, compresa l'alternativa zero, con indicazione delle ragioni principali alla base dell'opzione scelta, prendendo in considerazione gli impatti ambientali".

#### 3.13.1. Ipotesi zero

La zona di studio è inserita in un contesto spiccatamente rurale, con una chiara componente antropica, che lo caratterizza sin da epoche protostoriche, in una compagine territoriale dove la componente agricola, tipica della zona, è costituita principalmente da colture erbacee di pieno campo alternate a boschi di latifoglie. Gli appezzamenti selezionati per il progetto sono attualmente adibiti alla coltivazione di riso o soia, secondo criteri di opportunità/convenienza.

Ora, volendo effettuare qualche riflessione sull'evoluzione dello scenario di base, è evidente che l'intera macro-zona del Vercellese sia di indubbio pregio estetico secondo gli attuali canoni di giudizio, ma è altrettanto vero, come approfonditamente analizzato in seguito, che l'utilizzo di superfici per fini energetici stia divenendo un uso comune delle terre, data l'indifferibilità ed urgenza della produzione di energia da FER (sancita a livello europeo, nazionale e regionale). Se da un lato, quindi, è verosimile attendersi una progressiva commistione di paesaggi rurali e tecnologici (con la creazione dei c.d. "paesaggi energetici" - e "agro-energetici"), occorre lavorare per incrementare la sostenibilità di tali progetti, sia a livello macro, sia micro, al fine di favorire uno sviluppo consapevole, sostenibile, misurato e assennato. In quest'ottica l'utilizzo plurimo delle terre può consentire lo sviluppo di progetti agrivoltaici di innegabile valore aggiunto, sia per il rafforzamento in agricoltura sia per la lotta ai cambiamenti climatici e, non ultimo, per il raggiungimento di una maggior indipendenza energetica.

Partendo dal disegno finale, come citato nel Capitolo 2, ogni Stato membro e, di conseguenza, ciascuna Regione, deve impegnarsi per rispettare i virtuosi obiettivi dell'Accordo di Parigi, ossia il contenimento dell'innalzamento della temperatura sotto i 2°C e il raggiungimento delle emissioni zero entro il 2050.

In termini di produzione di energia da FER, la Regione Piemonte risulta essere una Regione virtuosa - classificandosi al terzo posto tra le regioni italiane; inoltre, nel comprensorio della Pianura Vercellese, anche in virtù del buon irraggiamento solare e del contesto pianeggiante, sussistono già alcuni impianti di produzione di energia elettrica *utility-scale* da fonte solare (e da FER in generale). Tuttavia siamo ancora molto lontani dagli obiettivi tracciati.

Al netto di quanto sopra, **le coltivazioni risicole declinate in un comprovato scenario di cambiamento climatico potrebbero infragilirsi a causa dei sempre più frequenti periodi siccitosi in cui la disponibilità idrica rischia di diventare un elemento limitante.** A tal proposito, vale la pena menzionare come la siccità 2022 abbia sancito una perdita del 30% della produzione di riso (<https://www.coldiretti.it/economia/siccita-devasta-il-raccolto-di-riso-italiano-30>) e il 2023 (nel quale i trend siccitosi del Nord-Ovest italiano sono proseguiti con precipitazioni del 40% inferiori alla media) abbia visto una diminuzione dei seminativi di riso di oltre 8000 ha (<https://lombardia.coldiretti.it/news/siccita-40-precipitazioni-al-nord-taglia-di-8mila-ettari-semine-riso/>). Ecco, quindi, come l'opportunità dell'affitto dei terreni per la produzione energetica, da associarsi a un ripensamento agricolo, diviene, per il privato/agricoltore, non solo una significativa integrazione del reddito, che rafforza la sua capacità economica e ne migliora la qualità della vita ingenerando solidità al sistema, ma anche una possibilità di miglioramento della produzione agricola preesistente, attraverso interventi orientati di potenziamento del processo produttivo.

L'area di progetto, infatti, è attualmente destinata a una produzione agricola ordinaria, non ascrivibile in categorie di particolare pregio o qualità, pertanto, **in assenza di progetto ("alternativa zero"), verosimilmente si perpetrerebbe tale condizione con un progressivo verosimile ricorso a forme di sostegno sempre più forti.**

Tutto ciò senza considerare che **i) la coltivazione intensiva su ampie superfici causa una semplificazione spinta degli agroecosistemi (rendendoli fragili e più facilmente attaccabili da patogeni esterni), ii) tali coltivazioni necessitano di significativi apporti di fattori produttivi esogeni al sistema (e.g. fertilizzanti e trattamenti – che possono comportare forme di inquinamento e eutrofizzazione), iii) le sistematiche lavorazioni profonde destrutturano l'orizzonte pedologico fino a 30-40 cm, degradandone la struttura ed esponendolo maggiormente all'aggressività climatica. Un appezzamento sistematicamente destrutturato, infatti, è molto più soggetto a fenomeni erosivi, che rappresentano la forma più grave di degradazione dei suoli (in quanto perdita di fertilità, perdita di orizzonti organici, e, in generale, perdita di risorsa).**

### 3.13.2. Ipotesi alternative

Fatte le dovute considerazioni sull'ipotesi zero - da cui emerge chiaramente che l'ipotesi di "non realizzazione del progetto" risulterebbe NON migliorativa rispetto alla condizione attuale (anche tenuto conto delle esternalità positive di carattere ambientale generate dall'opera e dalla perpetuazione dell'uso agricolo dei suoli), mentre la sua realizzazione risulterebbe in linea con **i) gli elementi di pianificazione territoriale (non essendoci limiti ostativi di carattere normativo/vincolistico), ii) le dinamiche di transizione/indipendenza energetica nazionale,**

**iii)** la lotta ai cambiamenti climatici e **iv)** l'incremento di strategie di resilienza del mondo agricolo -, il problema si sposta ora alla valutazione delle ipotesi alternative di progetto.

In **termini metodologici**, onde evitare ridondanze di contenuti e inutili aggravii tecnico-amministrativi del presente studio, tenuto conto dei tratti somatici similari tra diverse soluzioni tecnologiche solari fotovoltaiche, nel proseguo del paragrafo verrà posto l'accento sulle differenti ipotesi considerate limitando la trattazione alle specificità tecniche di ciascuna di esse che hanno portato alla loro esclusione in quanto considerate peggiorative in termini di rapporto impatti vs benefici. Viceversa, per un'analisi puntuale delle esternalità positive/negative e dirette/indirette del progetto in autorizzazione, si rimanda all'attenta lettura del Capitolo 6 del presente elaborato.

#### In termini localizzativi

- di macroscale → la Regione Piemonte risulta ancora importatrice di energia, mentre il contributo da FER nel soddisfacimento dei consumi regionali risulta nell'ordine del 31% del totale (molto lontano, quindi, dalla completa decarbonizzazione attesa per il 2050).
- di mesoscale → l'analisi di cumulo ha evidenziato una scarsa diffusione di impianti di produzione energetica alimentati da fonte solare (tecnologia sulla quale il governo ha maggiormente puntato, insieme all'eolico, per il raggiungimento degli obiettivi prefissati). In fase di definizione del sito, quindi, antecedentemente alla definizione della proposta progettuale presentata, oltre alle considerazioni di cui sopra, sono stati considerati una serie di parametri ulteriori tra cui **i) una distanza contenuta del sito di progetto rispetto all'area indicata da Terna per la connessione alla Rete di trasmissione Elettrica Nazionale (RTN)** tale da consentire l'allaccio elettrico dell'impianto senza la realizzazione di infrastrutture elettriche di rilievo, **ii) il buon irraggiamento solare**, che risulta uniformemente distribuito e privo di limitazioni sito-specifiche e/o ombreggiamenti, **iii) l'assenza di elementi vincolanti** di carattere normativo/urbanistico/pianificatorio sull'area, **iv) la localizzazione dell'intera superficie recintata in aree idonee "ope legis"** - secondo l'art. 20 comma 8 lett. c-ter) punti 1 e 3 e lett. c-quater) (cfr. elaborato FTV22CP05-AMB-R-21") - e, non meno importante, **v) la disponibilità stessa dell'area** (condizione essenziale propedeutica a qualunque ipotesi di sviluppo).

Entrando nel merito della "scelta del sito" e riprendendo i concetti sopraesposti, si è optato per una **specificata ubicazione**, in ragione dei seguenti aspetti:

#### A. Normativo e d'indirizzo

**L'area designata per l'installazione del progetto agrivoltaico "e-VerGREEN" è definibile IDONEA ope legis in quanto rientra tra le aree considerate idonee per l'installazione di impianti a fonti rinnovabili di cui al comma 8 lettera c-ter) e c-quater)<sup>66</sup> del D.Lgs. 199/2021 e s.m.i. di seguito riportate:**

"[...]

**c-ter) esclusivamente per gli impianti fotovoltaici, anche con moduli a terra, in assenza di vincoli ai sensi della parte seconda del codice dei beni culturali e del paesaggio, di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42:**

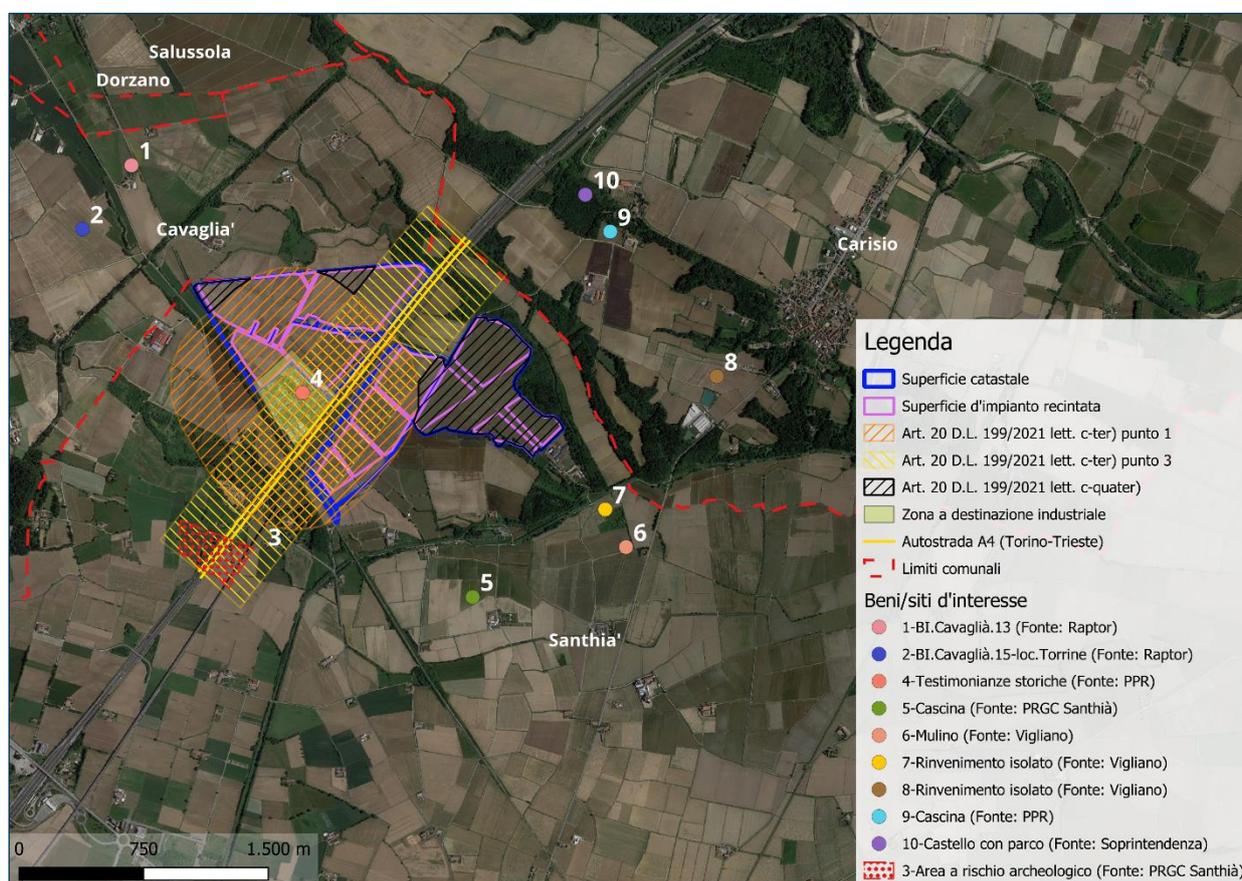
- 1) *le aree classificate agricole, racchiuse in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri da zone a destinazione industriale, artigianale e commerciale, compresi i siti di interesse nazionale, nonché le cave e le miniere;*
- 2) *le aree interne agli impianti industriali e agli stabilimenti, questi ultimi come definiti dall'articolo 268, comma 1, lettera h), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, nonché le aree classificate agricole racchiuse in un perimetro i cui punti distino non più di 500 metri dal medesimo impianto o stabilimento;*
- 3) *le aree adiacenti alla rete autostradale entro una distanza non superiore a 300 metri.*

<sup>66</sup> Introdotta dal Decreto Legge "Aiuti" n. 50 del 17 maggio 2022 - convertito con Legge n. 91 del 15 luglio 2022 - e successivamente modificati dal Decreto Legge n. 13 del 24 febbraio 2023 - convertito con Legge n. 41 del 21 aprile 2023.

**c-quater)** fatto salvo quanto previsto alle lettere a), b), c), c-bis) e c-ter), le aree che non sono ricomprese nel perimetro dei beni sottoposti a tutela ai sensi del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 ((, **includere le zone gravate da usi civici di cui all'articolo 142, comma 1, lettera h), del medesimo decreto<sup>67)</sup>**), né ricadono nella fascia di rispetto dei beni sottoposti a tutela ai sensi della parte seconda oppure dell'articolo 136 del medesimo decreto legislativo. Ai soli fini della presente lettera, la fascia di rispetto è determinata considerando una distanza dal perimetro di beni sottoposti a tutela di sette chilometri per gli impianti eolici e di un chilometro per gli impianti fotovoltaici. Resta ferma l'applicazione dell'articolo 30 del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77, convertito, con modificazioni, dalla legge 29 luglio 2021, n. 108".

In riferimento a quanto sopra, **l'intera superficie recintata (pari a 103.07 ha) ricade in aree idonee**(cfr. Figura 61), **ed in particolare:**

- i. **62.97 ha secondo la lettera c-ter) punto 1 | Aree classificate agricole racchiuse in un buffer di 500 m da zone a destinazione industriale per la presenza dello stabilimento della Sicor S.r.l.;**
- ii. **9.2 ha secondo la lettera c-ter) punto 3 | Aree racchiuse in un buffer di 300 m dalla rete autostradale per la presenza dell'autostrada A4 Torino-Trieste;**
- iii. **30.9 ha secondo la lettera c-quater | Aree localizzate ad una distanza maggiore di 500 m da beni della parte II oppure dell'art. 136 del D.Lgs. 42/2004.**



**Figura 61.** Zonizzazione delle aree idonee “*opere legis*” di cui al comma 8 dell’art. 20 del D.L. 199/2021. Evidenziate dalla retinatura **arancione** le superfici di progetto localizzate entro un raggio di 500 m dall’area industriale Sicor Srl, in **giallo** le superfici adiacenti alla linea Autostradale A4 (Torino-Trieste) entro una distanza di 300 m, in **nero** le aree esterne da fasce di rispetto di beni sottoposti a tutela ai sensi della parte seconda oppure dell’articolo 136 del D.Lgs. 22 gennaio 2004 n. 42. I puntolini colorati e la retinatura in rosso rappresentano i Beni/siti di interesse censiti attraverso una ricognizione bibliografica e cartografica.

<sup>67</sup> Come introdotto dall’art. 47, comma 1 del Decreto Legge n. 13 del 24 febbraio 2023.

## **B. Caratteristiche del suolo e sua Classe di Capacità d'Uso**

La scelta progettuale è stata rivolta verso un progetto di tipo agrivoltaico dettata da **considerazioni per lo più aderenti allo stato dei luoghi e agli attuali standard di settore**. Nello specifico, la scelta del sito è stata effettuata tenendo anche conto della capacità d'uso del suolo, proponendo un progetto in grado di garantire la continuità della conduzione dei fondi, ma apportando, al contempo, soluzioni agronomiche, tecniche e gestionali migliorative.

L'area di impianto si colloca, infatti, in **terreni di III classe di capacità d'uso**, nello specifico all'interno di "Suoli con alcune limitazioni che riducono la scelta e la produzione delle colture agrarie", con limitazioni di tipo "w1" ovvero "Limitazione idrica: disponibilità di ossigeno per le piante" (rif. "Carta della Capacità d'Uso dei Suoli" 1:50.000), considerati, quindi, idonei all'installazione di impianti fotovoltaici a terra.

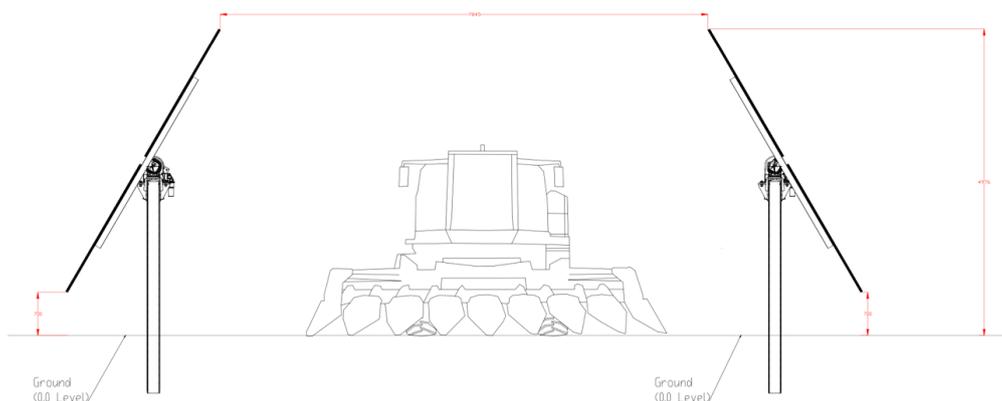
In aggiunta a quanto sopra esposto, in riferimento alla **scelta dimensionale** del progetto, si è partiti, innanzitutto, da alcune considerazioni di carattere generale circa la scelta di una soluzione di tipo fotovoltaico, con particolare riferimento al prevalente orientamento degli ultimi anni, che ha visto una maggiore propensione verso la ricerca di terreni a destinazione agricola per l'installazione di impianti *utility scale*, con cambio di destinazione d'uso del lotto e conseguente perdita di produzione agricola (mancata) e del relativo reddito.

Partendo da tali considerazioni, si è, quindi, optato per l'applicazione di un **modello innovativo che fosse finalizzato ad un uso plurimo delle terre attraverso l'installazione, sullo stesso terreno coltivato - che mantiene, quindi, la destinazione agricola -, di un impianto fotovoltaico**. Tramite tale approccio, quindi, l'impianto stesso non viene più visto come mero strumento di reddito per la produzione di energia, ma come virtuosa integrazione tra produzione di energia da fonte rinnovabile e pratiche agronomiche.

Necessariamente la realizzazione di un impianto di tipo agrivoltaico, come quello qui proposto, porta ad un adeguamento di quelli che sono gli spazi necessari alla produzione - sia elettrica che agricola - imponendo una distanza maggiore tra le file di moduli fotovoltaici rispetto al tradizionale impianto a terra. Ecco, quindi, come - a parità di potenza prodotta - un impianto di tipo agrivoltaico necessita di superfici maggiori, tali da consentire l'accesso dei mezzi agricoli e la coltivazione del fondo negli spazi interfilari. Tuttavia, considerando che il progetto proposto rispetta quelli che sono i requisiti per essere definito agrivoltaico - secondo le "Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici" pubblicate dal MiTE nel 2022 (cfr. elaborato "FTV22CP05-AMB-R-13-Relazione agronomica") - , con una superficie minima coltivata superiore al 70% (e conseguente superficie complessiva coperta dai moduli pari al 30%), ecco come la scelta di un sito di tali dimensioni, peraltro in continuità con un'area industriale e con un tratto dell'autostrada A4, possa rappresentare uno dei punti di forza del progetto qui proposto, coniugando l'esigenza di rispetto dell'ambiente e del territorio con quella di raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.

Circa la **soluzione tecnologica**, invece, valutate le alternative di mercato, la soluzione ritenuta maggiormente performante in termini di sostenibilità (i.e. "produzione energetica" Vs "superficie utilizzata" Vs "potenziali impatti") è stata orientata verso un sistema a inseguimento solare monoassiale con stringhe sormontate da moduli fotovoltaici di ultima generazione (disponibili sul mercato).

L'uso di moduli di ultima generazione, posizionati su sistemi di supporto ad inseguimento (c.d. *tracker*), è stato effettuato considerando le c.d. *Best Available Technologies* (BAT) in campo agrivoltaico, al fine di garantire **i)** un'altezza sull'asse di rotazione dei tracker tale da consentire la coltivazione sotto pannello, **ii)** la possibilità di controllare in maniera indipendente le file dei pannelli (per massimizzare lo spazio tra i pannelli in funzione delle eventuali operazioni agricole necessarie - cfr. Figura 62) e **iii)** la massimizzazione della superficie effettivamente coltivabile, grazie alla possibilità di lavorare anche la superficie sottesa ai pannelli, per garantire spazio sufficiente alla componente agronomica in relazione all'area catastale.



**Figura 62.** Particolare della fase di raccolta con mietitrebbia (sezione trasversale).

Inoltre, la soluzione su stringa, al posto, ad esempio, degli inseguitori biassiali, non necessita di plinti di cemento e le altezze raggiunte sono molto più contenute (a favore di un minor impatto sia in termini di conservazione del suolo, sia in termini paesaggistici e di non interferenza con il profilo dei venti). Analogamente, la tipologia di moduli di ultima generazione consente rendimenti molto elevati con temperature di esercizio ordinarie (rispetto, per esempio, al c.d. solare “a concentrazione”), a vantaggio di un minor impatto sul microclima puntuale del sito “pannellato”.

Rispetto, invece, a sistemi fissi (privi di inseguimento), privilegiati in caso di morfologie del terreno più acclivi, la produzione risulta più elevata a parità di impatti e di occupazione di suolo, mentre in condizioni pianeggianti, come nel caso specifico, il sistema a inseguimento consente una rese ottimale.

**Tale soluzione, quindi, tenuto conto dell’ideale bilanciamento tra impatti, costi e produzioni attese è risultata essere la più performante** (come peraltro testimoniato anche dalla maggior parte dei progetti che vengono sviluppati in ambito nazionale che, oggi, si basano per lo più sulla tecnologia sopra descritta).

Si evidenzia, in ultimo, che uno tra i fattori che attualmente limitano, più di altri, la diffusione delle installazioni fotovoltaiche e, di conseguenza, dilatano i tempi per il raggiungimento degli obiettivi fissati dall’Unione Europea per far fronte alla crisi climatica in atto, è la **disponibilità delle superfici**. Utilizzare le coperture di edifici, fabbricati o infrastrutture per l’installazione di impianti per la produzione di energia da FER è sicuramente la più accettabile dall’opinione pubblica, nonché la maggiormente privilegiata a livello normativo, ma in considerazione i) della sintomatica lentezza che caratterizza la crescita dei micro-impianti domestici ubicati su edifici e manufatti esistenti, ii) della presenza di vincolistica (i.e. di tipo storico, artistico, paesaggistico, etc.) che giustamente tutela anche le bellezze architettoniche e iii) della limitata disponibilità, in termini di superficie utilizzabile, delle falde dei tetti (insufficiente a far fronte alle richieste dei grandi utilizzatori), ecco, quindi, come la disponibilità di un terreno per la produzione energetica da fonte solare, oltretutto in area considerata idonea *ope legis* da normativa, possa diventare l’occasione per produrre energia da fonte solare rinnovabile, in un sito ragionevolmente favorevole, sulla base del dettagliato excursus fatto in precedenza.

### 3.13.3. Valutazioni comparative ipotesi zero e alternative

Alla luce delle considerazioni espone nei paragrafi precedenti, la soluzione progettuale qui proposta è stata identificata come quella caratterizzata dal miglior rapporto energia prodotta - superficie territoriale occupata - impatto ambientale e, a giudizio del team tecnico-ambientale di sviluppo, secondo lo stato dell’arte questa risulta la soluzione di miglior compromesso che consente pressochè di annullare le esternalità negative. Inoltre, **senza voler far passare il qui presente progetto come la panacea di tutti i mali, tenuto conto delle specificità agro-paesaggistiche ambientali del contesto di riferimento, si ritiene che l’evoluzione dell’area “in assenza di impianto” possa risultare NON migliore rispetto all’ipotesi “in presenza di impianto”.**

**Questo viene asserito, con specifico riferimento alla tipologia di impianto previsto, perché:**

- da un lato si incrementa la redditività delle superfici a vantaggio della maggior solidità economica del territorio (mantenendo la produzione agricola e migliorandola, peraltro, attraverso una gestione ottimizzata);
- dall'altro si tutela la redditività legata all'attività agricola grazie a un sistema di gestione agronomica ragionato e pianificato attraverso pratiche di agricoltura conservativa (disturbo minimo del suolo, copertura continua del suolo e avvicendamenti colturali) e una gestione orientata a un'Agricoltura di Precisione, con conseguente aumento della produttività in termini qualitativi e quantitativi. Si innesca, pertanto, il passaggio da una condizione di fragilità non controllabile, a una condizione imprenditoriale rafforzata (gestibile e programmabile), frutto di una filiera più robusta e strutturata;
- vengono sfruttate positivamente le conoscenze esistenti che testimoniano come la presenza della componente energetica di progetto comporti spesso miglioramenti per le colture sottostanti in termini di riduzione della radiazione incidente, con conseguente riduzione dell'evapotraspirazione e, quindi, condizioni più favorevoli per lo sviluppo della coltura;
- a vantaggi in termini economici, si affiancano benefici ottenibili nel medio-lungo periodo, dovuti all'adozione di politiche gestionali filo-ambientali, quali i) il miglioramento delle caratteristiche del suolo, ii) minori rischi di lisciviazione dei nitrati, iii) la riduzione dell'erosione, iv) la semina di **erbai** polifiti con specie floristiche autoctone, v) una maggiore biodiversità, vi) la riduzione dell'inquinamento ambientale (dovuta, ad esempio, all'utilizzo di minori quantità di fertilizzanti).
- la componente energetica diventa l'occasione per creare innovazione agricola, attraverso la c.d. "Agricoltura di Precisione", che consenta di i) analizzare i dati raccolti dai sensori (i.e. per dosare il corretto apporto di prodotti fitosanitari e concimi - con vantaggi in termini di minor inquinamento ambientale), ii) garantire la tracciabilità del prodotto finale, iii) elaborare dati meteoambientali grazie a un supporto informativo connesso a una stazione agrometeorologica (anche al fine di orientare al meglio le decisioni agronomiche).
- il binomio produzione agricola/produzione energetica incrementa l'efficienza d'uso del suolo, traendo benefici (i.e. produttivi, economici, ambientali...) da entrambi i sistemi.

Inoltre, analizzando le "alternative ragionevoli" si può affermare che l'ipotesi progettuale adottata per il caso specifico possa essere considerata il miglior compromesso in termini di vivibilità, equità e realizzabilità - elementi caratterizzanti il concetto di sostenibilità -, in ragione i) della localizzazione dei lotti di impianto su particelle catastali contrattualizzate non altrimenti delocalizzabili, ii) della perpetrazione dell'uso agricolo delle superfici con il coinvolgimento dei conduttori del fondo e/o di aziende locali e iii) dell'utilizzo di tecnologie ad alta resa allo stato disponibili sul mercato.

**Ecco che, in questa chiave di lettura, viene a delinearsi quel legame di aiuto solidale tra energia – ambiente – agricoltura, in cui la prima sostiene un processo di miglioramento per gli altri, sia in termini globali di produzione di energia pulita, come richiesto dall'Accordo di Parigi, sia in termini locali sulle componenti qualitative, ecosistemiche e agronomiche del sito (senza creare limitazioni all'economia dell'area).**

A suffragio di quanto esposto si invita alla prosecuzione della lettura. Nella successiva parte di studio degli impatti vengono analizzate, con dovizia di dettaglio, tutte le interazioni del progetto con le variabili biotiche e abiotiche al fine di identificarne le esternalità, adottare sistemi di minimizzazione degli impatti attraverso opportune opere di mitigazione e proporre soluzioni di compensazione degli impatti residui.

# 4. Ambiti di tutela e valorizzazione ambientale

## 4.1. Analisi vincolistica

I concetti stessi di tutela e valorizzazione ambientale, per esser considerati tali, devono essere associati alle basi dello sviluppo sostenibile. In particolare, bisognerebbe fare in modo di non compromettere la possibilità delle future generazioni di perdurare nello sviluppo, preservando la qualità e la quantità del patrimonio naturale. L'obiettivo, quindi, è di mantenere uno sviluppo economico compatibile con l'equità sociale e gli ecosistemi, ed operante in regime di equilibrio ambientale.

Al tal fine, il progetto proposto è stato analizzato secondo i vari piani strategici e di sviluppo concepiti per garantire una crescita attenta e rispettosa dei principi di sostenibilità. In particolare, l'analisi è stata svolta considerando sia le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico (e il loro significativo intorno), sia le zone attraversate dal cavidotto di connessione.

Nello specifico:

- **Il sito destinato alla realizzazione dell'impianto agrivoltaico "e-VerGREEN" non presenta "singolarità" del paesaggio**, rilevate in cartografia o lette in bibliografia, legate a beni architettonici (isolati o complessi), né elementi di particolare pregio estetico, storico ed artistico. Dall'analisi delle tavole estrapolate dai diversi Piani di tutela del territorio si evince che l'area specifica di progetto:
  - i. non presenta aspetti naturalistici di rilievo quali endemismi, specie animali inserite nella Lista Rossa, parchi, aree protette, riserve naturali,
  - ii. non presenta fattori naturalistici, ambientali e paesaggistici rilevanti né fattori storici-culturali, percettivo - identitari o fattori idro-geomorfologici di rilievo,
  - iii. non ricade in zone vincolate ai sensi degli artt. 136-142-157 del D.Lgs. 2004 n.42,
  - iv. non ricade in aree naturali protette (SIC e ZPS),
  - v. non ricade in zone sottoposte a Vincolo idrogeologico ai sensi del R.D.L. 3267/23.
- **Ai sensi della Deliberazione della Giunta Regionale 14 dicembre 2010, n. 3-1183 "Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione di impianti fotovoltaici a terra ai sensi del paragrafo 17.3. delle "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" di cui al decreto ministeriale del 10 settembre 2010"** e nello specifico dell'Allegato 1 **l'area di progetto non ricade all'interno delle seguenti aree:**
  - ➔ **AREE INIDONEE**
    - Aree sottoposte a tutela del paesaggio e del patrimonio storico, artistico e culturale
      - ✓ Siti inseriti nel patrimonio mondiale UNESCO.
      - ✓ Siti UNESCO – candidature in atto.
      - ✓ Beni culturali.
      - ✓ Beni paesaggistici.
      - ✓ Vette e crinali montani e pedemontani.
      - ✓ Tenimenti dell'Ordine Mauriziano.
    - Aree protette
      - ✓ Aree protette nazionali di cui alla legge 394/1991 e Aree protette regionali di cui alla L.R. 12/1990 e 19/2009, siti di importanza comunitaria nell'ambito della Rete Natura 2000.
    - Aree agricole
      - ✓ Terreni classificati dai PRGC vigenti a destinazione d'uso agricola e naturale ricadenti nella prima e seconda classe di capacità d'uso del suolo.
      - ✓ Aree agricole destinate alla produzione di prodotti D.O.C.G. e D.O.C.
      - ✓ Terreni agricoli irrigati con impianti irrigui a basso consumo idrico realizzati con finanziamento pubblico.
    - Aree in dissesto idrogeologico.

→ **AREE DI ATTENZIONE**

- Aree di attenzione di rilevanza paesaggistica.
- Aree di attenzione per problematiche idrogeologiche.
- Zone di Protezione Speciale (ZPS).
- Zone Naturali di Salvaguardia.
- Corridoi ecologici.

**Si evidenzia, tuttavia, che le opere in progetto sono localizzate all'interno di una "area di attenzione per la presenza di produzioni agricole ed agroalimentari di pregio" in virtù dell'art. 3 "Delimitazione geografica del territorio di produzione" del disciplinare di produzione della Denominazione di Origine Protetta "Riso di Baraggia Biellese e Vercellese", il quale tra i vari territori comunali comprende anche quelli di Carisio e Santhià.**

Le Linee Guida regionali riconoscono tali aree come "[...] aree agricole destinate alla produzione di prodotti D.O.P. e I.G.P. (individuate nei decreti ministeriali di approvazione dei disciplinari relativi ad ogni singolo prodotto) e dei Prodotti Agroalimentari Tradizionali (PAT) individuati nell'elenco approvato dalla Regione Piemonte con d.g.r. n. 46-5823 del 15 aprile 2002", specificando, inoltre, che "sono in alcuni casi caratterizzate da una notevole estensione areale e di conseguenza non è possibile escludere la presenza al loro interno di terreni agricoli in cui è possibile l'installazione di impianti fotovoltaici a terra" (concetto, peraltro, ripreso all'interno del recente Piano Energetico Ambientale Regionale (PEAR) – Regione Piemonte, approvato con Deliberazione del Consiglio Regionale n. 200 - 5472 del 15 marzo 2022). Entrando nel merito della progettazione di impianti fotovoltaici in queste aree, le Linee Guida regionali prevedono che la progettazione "[...] dovrà essere sempre corredata da una relazione agronomica dalla quale si evinca se i terreni su cui si intende realizzare l'impianto fotovoltaico rientrano nell'area geografica di produzione di prodotti a Denominazione di Origine e se sono destinati a coltivazioni per la produzione di prodotti a Denominazione di Origine o di Prodotti Agroalimentari Tradizionali".

→ A tal riguardo, si rappresenta che il presente progetto è corredata da specifica Relazione agronomica (cfr. elaborato "FTV22CP05-AMB-R-13-Relazione agronomicaRev#1") all'interno della quale è stato inserito uno specifico approfondimento circa il contesto geografico individuato per la coltivazione del "Riso di Baraggia Biellese e Vercellese".

Inoltre, si evidenzia che **nonostante l'area di intervento ricada nell'areale del Consorzio per la Produzione del Riso di Baraggia Biellese e Vercellese DOP, la stessa presenta una conduzione agricola che NON risulta aver mai prodotto riso DOP e/o utilizzato materie prime vincolate ad alcun disciplinare.**

L'area di impianto, in base alla zonizzazione del territorio del Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) di Santhià, si localizza all'interno della "Zona EE/b – Area agricola diversificata".

→ A tal proposito, si specifica che il progetto proposto prevede l'integrazione sinergica tra generazione fotovoltaica e produzione agricola. **In un'ottica di utilizzo sostenibile delle risorse esistenti – e con particolare riferimento all'uso delle terre –, proseguiranno le attuali attività di conduzione agraria dei fondi, che verranno opportunamente migliorate attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo agro-energetico.**

Si rileva, inoltre, che la zona di interesse (al di fuori dei siti di installazione delle strutture fotovoltaiche) è caratterizzata dalla presenza di aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 comma 1) lett. g) "Aree boscate", dalla presenza di "Fasce di rispetto ferroviarie e stradali" e da "Distanze di Prima Approssimazione degli elettrodotti".

- **Le zone interessate dalle opere di rete – cavidotto di connessione –** sono identificabili interamente nella viabilità locale esistente esterna al sito di impianto. Nello specifico, secondo quanto previsto dalla STMG di Terna (codice pratica 202100652), la soluzione tecnica di connessione prevede di collegare l'impianto in antenna a 132 kV sulla futura Stazione Elettrica "Carisio" a 380/132 kV della RTN, tramite la realizzazione di n. 1 nuova cabina di consegna collegata mediante nuove linee MT al punto di raccolta "Cascina Baraggia" - dove sarà previsto un punto di trasformazione MT/AT che convoglierà l'energia elettrica prodotta dal presente impianto alla futura SE (cfr. Par. 5.2.1).

Dall'analisi delle cartografie di Piano, tuttavia, risulta che le linee MT in progetto (nel seguito "cavidotto di connessione") attraversano:

1. aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 42/2004 (fiumi, torrenti e corsi d'acqua e relativa fascia di rispetto di 150 m, parchi e riserve nazionali o regionali, aree boscate);

2. elementi della rete ecologica (nodi secondari, corridoi su rete idrografica da ricostituire, contesti fluviali, aree agricole in cui ricreare connettività diffusa);
3. Aree a propensione al dissesto media (Dm), Aree a propensione al dissesto bassa o assente di pianura (Dap), Aree di pianura con limitata soggiacenza della falda superficiale (Aps);
4. Macchie e corridoi primari a matrice naturale – Zona 1a, Macchie e corridoi naturali a matrice mista – Zona 1b, Sistema agricolo diversificato – Ecosistemi ad alta eterogeneità Zona 4, Sistema agricolo industrializzato – Ecosistemi a bassa eterogeneità Zona 5, Ambiti di recupero, rinaturalizzazione e ridefinizione ambientale;
5. beni storico-culturali e ambientali (testimonianze storico-architettoniche, documentali, rurali – cascine, beni ambientali – SIC, SIR, ZPS, insediamenti urbanistici storico-architettonici);
6. zone in Fascia A del PAI;
7. zone in Probabilità di alluvione elevata (tr. 20/50) – H-Frequente, Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200) – M-Poco frequente, Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500) – L-Rara, R1 – Rischio moderato (elementi areali), R2 – Rischio medio (elementi areali), R3 – Rischio elevato (elementi areali e lineari), R4 – Rischio molto elevato (elementi lineari);
8. ZSC/ZPS “Garzaia di Carisio” (IT1120005), Important Bird Area “Garzaia del Sesia” (IBA020), Riserva naturale speciale della Garzaia di Carisio (EUAP0368);
9. aree in Classe II a moderata pericolosità geomorfologica;
10. zone sottoposte a Vincolo idrogeologico, ai sensi del R.D.L. 3267/23.

Dai sopralluoghi effettuati risulta, inoltre, che il tracciato del cavidotto di connessione in progetto, lungo il suo percorso, intercetta diversi fossi/canali.

Si evidenziano, a tal riguardo, le attenzioni progettuali considerate nelle aree di intervento:

- le opere in progetto prevedono la realizzazione di nuove linee MT collegate al punto di raccolta “Cascina Baraggia” in **soluzione interamente interrata lungo la viabilità esistente.**
- in corrispondenza degli attraversamenti della linea elettrica dei corsi d’acqua intersecati dall’opera (specialmente quelli sottoposti a tutela in base all’art. 142, comma c) del D.Lgs. 42/2004), **sarà previsto** (in accordo con il Gestore di Rete) **un sistema di passaggio in Trivellazione Orizzontale Teleguidata** (i.e. T.O.C.) **ovvero in staffaggio all’impalcato dei ponti stradali sul paramento di valle al di sopra della quota dell’intradosso.** Tali soluzioni (opportunamente dettagliate - per ciascun attraversamento – “FTV22CP05-TEC-R-59-Relazione descrittiva modalità di attraversamento” e “FTV22CP05-TEC-R-60-Documentazione fotografica attraversamenti”), **consentono di NON interferire con il naturale deflusso delle acque e con gli alvei dei corsi d’acqua, escludendo forme di impatto anche nei confronti di vegetazione ed ecosistemi ripariali locali, a tutto vantaggio degli equilibri tra le componenti biotiche ed abiotiche presenti nel tratto considerato.** Dal punto di vista visivo-percettivo, inoltre, tali soluzioni consentono di considerare trascurabili gli impatti in quanto sotterranee oppure scarsamente visibili dalle sedi stradali.

**In relazione alle attenzioni progettuali adottate e alle caratteristiche del progetto, come di seguito approfondito, non si rilevano condizioni di incompatibilità con lo stato dei luoghi e/o con la disciplina di tutela delle aree oggetto di intervento.**

Si riporta, nella successiva Tabella 17, una sintesi degli approfondimenti normativo-ambientali effettuati nelle aree interessate dalle opere in progetto e si rimanda all’elaborato “Inquadramento vincolistico” per la consultazione grafica dell’area di impianto (e relative opere di rete) in relazione alle diverse tavole di Piano (ritenute più significative ai fini del presente studio).

Tabella 17. Sintesi degli approfondimenti normativo-ambientali-vincolistici nelle aree oggetto di intervento.

PIANO DI TUTELA	TAVOLA/ESTREMI DI RIFERIMENTO	AREA DI IMPIANTO	VINCOLI	CAVIDOTTO DI CONNESSIONE	VINCOLI
<p><b>Piano Territoriale Regionale (PTR)</b> Approvato con D.C.R. n. 122-29783 del 21 luglio 2011</p> <p>(Fonte cartografica: <a href="https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/territorio/piano-territoriale-regionale-ptr">https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/territorio/piano-territoriale-regionale-ptr</a>)</p>	Tavola di progetto	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno delle seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Territori di pianura" (fonte ISTAT).</li> <li>- "Corridoio internazionale" in riferimento alle infrastrutture per la mobilità.</li> <li>- "Ambito di Integrazione Territoriale (AIT)" n. 17 – Vercelli.</li> </ul> <p>Si segnala che l'area è localizzata a Est di una "Ferroviana" ed è interessata dall'attraversamento di una "Ferroviana ad alta velocità", identificabile con la linea Torino-Milano, e di una "Autostrada", identificabile con la A4.</p>	L'area di impianto non ricade in zone soggette a vincolo/tutela.	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Territori di pianura" (fonte ISTAT).</li> <li>- "Corridoio internazionale" in riferimento alle infrastrutture per la mobilità.</li> <li>- "Idrografia principale" in corrispondenza del Canale Vanoni e del Torrente Elvo.</li> <li>- Fasce del "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)".</li> <li>- "Strada Provinciale" corrispondente alla SP3.</li> <li>- "Ambito di Integrazione Territoriale (AIT)" n. 17 – Vercelli.</li> </ul>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b></p> <p>In relazione alle caratteristiche progettuali del cavidotto di connessione, che prevedono la posa dell'elettrodotta, per tutta la sua estensione, in soluzione interrata al di sotto della viabilità esistente, non si rilevano condizioni di incompatibilità con lo stato dei luoghi, con i principali elementi naturali, paesaggistici e con i valori visivi-percettivi locali.</p>
<p><b>Piano Paesaggistico Regionale (PPR)</b> Approvato con D.C.R. n. 233-35836 del 3 ottobre 2017</p> <p>(Fonte cartografica: <a href="https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr">https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr</a>  <a href="http://webgis.arpa.piemonte.it/ppr_storymap_webapp/">http://webgis.arpa.piemonte.it/ppr_storymap_webapp/</a>)</p>	Tavola P1 Quadro strutturale	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> parzialmente all'interno del Fattore naturalistico-ambientale "Sistemazione consolidata a risaia".</p> <p>Si segnala che l'area è localizzata a Est di una "ferroviana storica 1848-1940" ed è interessata dall'attraversamento di una "ferroviana", identificabile con la linea di Alta Velocità Torino-Milano, e di una "strada principale", identificabile con l'Autostrada A4.</p>	L'area di impianto non ricade in zone soggette a vincolo/tutela.	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:</p> <p><b>Fattori naturalistico-ambientali</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Boschi seminaturali o con variabile antropizzazione storicamente stabili e permanenti, connotanti il territorio nelle diverse fasce altimetriche".</li> <li>- "Sistemazione consolidata a risaia".</li> </ul> <p><b>Fattori storico-culturali</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Strade al 1860".</li> <li>- "Cascinali di pianura".</li> </ul>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b></p>
	Tavola P2.3 Beni paesaggistici Novarese - Vercellese - Biellese	<p>L'area di impianto <b>non ricade</b> all'interno di immobili e aree di notevole interesse pubblico ai sensi degli artt. 136 e 157 del D.Lgs. 42/2004 e/o in aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. 42/2004.</p> <p>Si segnala che l'area è localizzata marginalmente a "territori coperti da foreste e da boschi".</p>	L'area di impianto non ricade in zone soggette a vincolo/tutela.	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree oggetto di tutela:</p> <p><b>Aree tutelate per legge ai sensi dell'art. 142 del D.Lgs. n. 42/2004</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Lettera c) I fiumi, torrenti, corsi d'acqua e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 m ciascuna" (art. 14 delle NdA).</li> <li>- "Lettera f) I parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi" (art. 18 delle NdA).</li> <li>- "Lettera g) I territori coperti da foreste e da boschi" (art. 16 delle NdA).</li> </ul>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b></p>
	Tavola P3 Ambiti e Unità di Paesaggio	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno del paesaggio "Naturale/rurale alterato episodicamente da insediamenti" (art. 11 delle NdA), all'interno dell'Ambito di Paesaggio n. 24 "Pianura vercellese" (art. 10 delle NdA) e nell'Unità di Paesaggio n. 2405 "Grange Agatine" (art. 11 delle NdA).</p>	Non si ravvisano elementi in contrasto con la realizzazione delle opere in progetto.	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione <b>ricade</b> all'interno del paesaggio "Naturale/rurale alterato episodicamente da insediamenti" (art. 11 delle NdA) e del paesaggio "Rurale insediato non rilevante" (art. 11 delle NdA), nell'Ambito di Paesaggio n. 24 "Pianura vercellese" (art. 10 delle NdA) - Unità di Paesaggio n. 2405 "Grange Agatine" (art. 11 delle NdA) - e dell'Ambito n. 23 "Baraggia tra Cossato e Gattinara" (art. 10 delle NdA) - Unità di Paesaggio n. 2304 "Formigliana" (art. 11 delle NdA).</p>	<p><b>Non si ravvisano elementi in contrasto con la realizzazione delle opere in progetto.</b></p>

	<p><b>Tavola P4.7</b></p> <p>Componenti paesaggistiche Eporediese</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno delle seguenti Componenti Paesaggistiche:</p> <p><u>Componenti morfologico-insediative</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Aree rurali di pianura o collina – m.i. 10" (art. 40 delle NdA).</li> </ul> <p>Si segnala che le superfici contermini, ancorchè non interessate direttamente dalla parte energetica del progetto, ricadono all'interno di "elementi di criticità linear" (art. 41 delle NdA), identificabili con le fasce di rispetto dell'Autostrada A4 e di due linee elettriche, e in "territori a prevalente copertura boscata" (art. 16 delle NdA).</p> <p>Inoltre, l'area di impianto si sviluppa a Est di un tratto di "rete ferroviaria storica" e di un "insediamento specialistico organizzato – m.i. 5" comprendente un "sistema di testimonianza storica del territorio rurale" (art. 25 delle NdA).</p>	<p>L'area di impianto non ricade in zone soggette a vincolo/tutela.</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti componenti paesaggistiche:</p> <p><u>Componenti naturalistico-ambientali</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Zona Fluviale Allargata" (art. 14 delle NdA).</li> <li>- "Zona Fluviale Interna" (art. 14 delle NdA).</li> <li>- "Territori a prevalente copertura boscata" (art. 16 delle NdA).</li> </ul> <p><u>Componenti storico-culturali</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Rete viaria di età moderna e contemporanea" (art. 22 delle NdA).</li> <li>- "Sistemi di testimonianze storiche del territorio rurale" (art. 25 delle NdA).</li> </ul> <p><u>Componenti percettivo-identitarie</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Contesti di nuclei storici o di emergenze architettoniche isolate" (art. 31 delle NdA).</li> <li>- "Sistemi rurali lungo fiume con radi insediamenti tradizionali e, in particolare, nelle confluenze fluviali" (art. 31 delle NdA).</li> <li>- "Sistemi paesaggistici rurali di significativa omogeneità e caratterizzazione dei coltivi: le risaie" (art. 31 delle NdA).</li> </ul> <p><u>Componenti morfologico-insediative</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Aree a dispersione insediativa prevalentemente specialistica – m.i. 7" (art. 38 delle NdA).</li> <li>- "Aree rurali di pianura o collina – m.i. 10" (art. 40 delle NdA).</li> <li>- "Sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna – m.i. 11" (art. 40 delle NdA).</li> <li>- "Aree rurali di pianura – m.i. 14" (art. 40 delle NdA).</li> </ul> <p><u>Aree caratterizzate da elementi critici e con detrazioni visive</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Elementi di criticità linear" (art. 41 delle NdA).</li> </ul> <p><u>Tem di base</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Strade statali, regionali e provinciali".</li> <li>- "Sistema idrografico".</li> </ul>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> aree soggette a tutela.</p>
	<p><b>Tavola P5</b></p> <p>Rete di connessione paesaggistica</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno di "aree agricole in cui ricreare connettività diffusa" (art. 42 delle NdA).</p> <p>Si segnala che l'area è interessata dall'attraversamento di una "infrastruttura da riqualificare", identificabile con l'Autostrada A4.</p>	<p>L'area di impianto non ricade in zone soggette a vincolo/tutela.</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> i seguenti elementi della rete di connessione paesaggistica:</p> <p><u>Elementi della rete ecologica</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Nodi secondari" (art. 42 delle NdA).</li> <li>- "Corridoi su rete idrografica da ricostituire" (art. 42 delle NdA).</li> <li>- "Contesti fluviali" (art. 42 delle NdA).</li> <li>- "Aree agricole in cui ricreare connettività diffusa" (art. 42 delle NdA).</li> </ul> <p><u>Rete storico-culturale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Mete di fruizione di interesse naturale/culturale" (art. 42 delle NdA).</li> </ul> <p><u>Rete di fruizione</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Circuiti di interesse fruitivo" (art. 42 delle NdA).</li> </ul>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> aree soggette a tutela.</p>

	<p><b>Tavola P6</b></p> <p>Strategie e politiche per il paesaggio</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno del "Paesaggio della pianura risicola (Ap 16, 17, 18, 23, 24, 29)".</p>	<p><b>Non si ravvisano elementi in contrasto con la realizzazione delle opere in progetto.</b></p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Paesaggio della pianura risicola (Ap 16, 17, 18, 23, 24, 29)".</li> <li>- "Aree protette".</li> <li>- "Classi di alta capacità d'uso del suolo".</li> </ul>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b></p>
	<p><b>Tavole P.1.B/c</b></p> <p>Prevenzione e riduzione del rischio idrogeologico (Aggiornamento a Novembre 2013 delle Tavole P.2.C/1-6 a seguito della DCP n. 138 del 29 novembre 2013)</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno di "Aree a propensione al dissesto bassa o assente di pianura (Dap)" (art. 37 delle NTA) e di una "area di ricarica delle falde" (art. 39 delle NTA).</p>	<p><b>L'area di impianto ricade in zone di attenzione.</b></p> <p>Secondo quanto richiesto dalle relative NTA di Piano, in riferimento alle aree Dap, il presente studio è stato corredato da specifica relazione geologica-geotecnica redatta a firma di un tecnico abilitato a cui si rimanda per ogni valutazione.</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:</p> <p><u>Aree a diversa propensione al dissesto</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Aree a propensione al dissesto media (Dm)" (art. 37 delle NTA).</li> <li>- "Aree a propensione al dissesto bassa o assente di pianura (Dap)" (art. 37 delle NTA).</li> <li>- "Aree di pianura con limitata soggiacenza della falda superficiale (Aps)" (art. 37 delle NTA).</li> </ul> <p><u>Misura per la tutela delle acque sotterranee</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Area di ricarica delle falde" (art. 39 delle NTA).</li> </ul> <p><u>Ambiti di pianificazione e progettazione a livello superiore</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Limite tra la fascia A e B del PAI (Fascia A)".</li> <li>- "Limite tra la fascia B e C del PAI (Fascia B)".</li> <li>- "Limite di progetto tra la fascia B e C del PAI".</li> </ul> <p><u>Base cartografica</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Corsi d'acqua".</li> </ul> <p>Si segnala, inoltre, che il cavidotto si sviluppa marginalmente a un "Parco regionale".</p>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b></p> <p>Secondo quanto richiesto dalle relative NTA di Piano, in riferimento alle aree Dm, Dap e Aps, il presente studio è stato corredato da specifica relazione geologica-geotecnica redatta a firma di un tecnico abilitato a cui si rimanda per ogni valutazione.</p>
<p><b>Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Vercelli</b> Approvato con D.C.R. n. 240-8812 del 24 febbraio 2009</p> <p>(Fonte cartografica: <a href="https://www.provincia.vercelli.it/it/page/pianificazione-territoriale-e2862692-e8c1-4db3-bdd7-e2b99123352d">https://www.provincia.vercelli.it/it/page/pianificazione-territoriale-e2862692-e8c1-4db3-bdd7-e2b99123352d</a>)</p>	<p><b>Tavole P.2.A / 1-2-4</b></p> <p>Tutela e valorizzazione del paesaggio come sistema di ecosistemi</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno delle seguenti aree:</p> <p><u>Tutela e valorizzazione del paesaggio quale sistema di ecosistemi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Macchie e corridoi naturali a matrice mista – Zona 1b" (art. 12 delle NTA).</li> <li>- "Sistema agricolo diversificato – Ecosistemi ad alta eterogeneità Zona 4" (art. 15 delle NTA).</li> <li>- "Sistema agricolo industrializzato – Ecosistemi a bassa eterogeneità Zona 5" (art. 16 delle NTA).</li> </ul> <p><u>Previsioni insediative di Piano Regolatore Generale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Aree produttive".</li> <li>- "Aree di pregio naturale – documentario".</li> </ul>	<p><b>Non si ravvisano elementi in contrasto con la realizzazione delle opere in progetto.</b></p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree di tutela e valorizzazione:</p> <p><u>Tutela e valorizzazione del paesaggio quale sistema di ecosistemi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Macchie e corridoi primari a matrice naturale – Zona 1a" (art. 12 delle NTA).</li> <li>- "Macchie e corridoi naturali a matrice mista – Zona 1b" (art. 12 delle NTA).</li> <li>- "Sistema agricolo diversificato – Ecosistemi ad alta eterogeneità Zona 4" (art. 15 delle NTA).</li> <li>- "Sistema agricolo industrializzato – Ecosistemi a bassa eterogeneità Zona 5" (art. 16 NTA).</li> <li>- "Ambiti di recupero, rinaturalizzazione e ridefinizione ambientale" (art. 17 delle NTA).</li> </ul> <p><u>Ambiti di pianificazione e progettazione a livello superiore</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Limite tra la fascia A e B del PAI (Fascia A)".</li> <li>- "Limite tra la fascia B e C del PAI (Fascia B)".</li> <li>- "Limite di progetto tra la fascia B e C del PAI".</li> </ul> <p><u>Previsioni insediative di Piano Regolatore Generale</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Aree produttive".</li> <li>- "Aree di pregio naturale – documentario".</li> </ul> <p><u>Base cartografica</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Canali".</li> <li>- "Fiumi".</li> </ul> <p>Si segnala, inoltre, che il cavidotto si sviluppa marginalmente a un "Parco regionale".</p>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b></p>

	<p><b>Tavole P.2.B / 1-2-4</b></p> <p>Tutela e valorizzazione dei beni storico-culturali e ambientali</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno delle seguenti aree:  <u>Previsioni insediative di Piano Regolatore Generale</u>          - "Aree produttive".          - "Aree di pregio naturale - documentario".          Si segnala che l'area si sviluppa a Est di una "testimonianza storico-architettonica, documentale, rurale: cascina e baita" (art. 24 delle NTA).</p>	<p>Non si ravvisano elementi in contrasto con la realizzazione delle opere in progetto.</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:  <u>Tutela e valorizzazione dei beni storico-culturali e ambientali</u>          - "Testimonianze storico-architettoniche, documentali, rurali: cascine e baite" (art. 24 delle NTA).          - "Beni ambientali (SIC, SIR, ZPS)" (art. 19 delle NTA).          - "Insediamenti urbanistici storico-architettonici" (art. 29 delle NTA).  <u>Ambiti di pianificazione e progettazione a livello superiore</u>          - "Limite tra la fascia A e B del PAI (Fascia A)".          - "Limite tra la fascia B e C del PAI (Fascia B)".          - "Limite di progetto tra la fascia B e C del PAI".  <u>Previsioni insediative di Piano Regolatore Generale</u>          - "Aree residenziali".          - "Aree produttive".          - "Aree di pregio naturale -documentario".  <u>Base cartografica</u>          - "Canali".          - "Fiumi".          Si segnala, inoltre, che il cavidotto si sviluppa marginalmente a un "Parco regionale".</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</p>
	<p><b>Tavole P.2.D/ 1-2-4</b></p> <p>Assetto insediativo ed infrastrutturale</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno delle seguenti aree:  <u>Ambiti di pianificazione e progettazione a livello provinciale</u>          - "Ambito di approfondimento dell'area giacimentologica di «Valle Dora»" (art. 10 delle NTA).  <u>Previsioni insediative di Piano Regolatore Generale</u>          - "Aree produttive".          - "Aree di pregio naturale - documentario".          Si segnala che l'area è localizzata a Est di una "linea binario semplice da potenziare e/o riqualificare" (art. 60 delle NTA) ed è interessata dall'attraversamento di una "linea AV/AC" (art. 60 delle NTA), identificabile con la linea di Alta Velocità Torino-Milano, e di una "autostrada in fase di riqualificazione" (art. 59 delle NTA), identificabile con l'Autostrada A4.</p>	<p>Non si ravvisano elementi in contrasto con la realizzazione delle opere in progetto.</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:  <u>Disposizioni per la rete della viabilità di rilievo territoriale</u>          - "Infrastrutture viarie provinciali esistenti" (art. 59 delle NTA).  <u>Ambiti di pianificazione e progettazione a livello provinciale</u>          - "Ambito di approfondimento dell'area giacimentologica di «Valle Dora»" (art. 10 delle NTA).  <u>Ambiti di pianificazione e progettazione a livello superiore</u>          - "Limite tra la fascia A e B del PAI (Fascia A)".          - "Limite tra la fascia B e C del PAI (Fascia B)".          - "Limite di progetto tra la fascia B e C del PAI".  <u>Previsioni insediative di Piano Regolatore Generale</u>          - "Aree produttive".          - "Aree di pregio naturale -documentario".  <u>Base cartografica</u>          - "Canali".          - "Fiumi".          Si segnala, inoltre, che il cavidotto si sviluppa marginalmente a un "Parco regionale".</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</p>

	<p><b>Tavole P.2.E/ 1-2-4</b></p> <p>Ambiti di pianificazione e progettazione a livello provinciale</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno delle seguenti aree:  <u>Ambiti di pianificazione e progettazione a livello provinciale</u>          - "Ambito di valorizzazione dell'area giacimentologica di «Valle Dora»" (art. 10 delle NTA).  <u>Previsioni insediative di Piano Regolatore Generale</u>          - "Aree produttive".          - "Aree di pregio naturale - documentario".</p>	<p><b>L'area di impianto ricade in zone di attenzione.</b>          Secondo quanto richiesto dalle relative NTA di Piano, in riferimento all'ambito di valorizzazione dell'area giacimentologica di Valle Dora, il presente studio è stato corredato da specifica relazione geologica-geotecnica redatta a firma di un tecnico abilitato a cui si rimanda per ogni valutazione.</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:  <u>Disposizioni per la rete della viabilità a livello territoriale</u>          - "Progetto della viabilità ciclabile da realizzare" (art. 57 delle NTA).          - "Strade extraurbane principali esistenti".  <u>Ambiti di pianificazione e progettazione a livello provinciale</u>          - "Ambito di approfondimento dell'area giacimentologica di «Valle Dora»" (art. 10 delle NTA).  <u>Ambiti di pianificazione e progettazione a livello superiore</u>          - "Limite tra la fascia A e B del PAI (Fascia A)".          - "Limite tra la fascia B e C del PAI (Fascia B)".          - "Limite di progetto tra la fascia B e C del PAI".  <u>Previsioni insediative di Piano Regolatore Generale</u>          - "Aree produttive".          - "Aree di pregio naturale -documentario".  <u>Base cartografica</u>          - "Canali".          - "Fiumi".          Si segnala, inoltre, che il cavidotto si sviluppa marginalmente a un "Parco regionale".</p>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b>          Secondo quanto richiesto dalle relative NTA di Piano, in riferimento all'ambito di valorizzazione dell'area giacimentologica di Valle Dora, il presente studio è stato corredato da specifica relazione geologica-geotecnica redatta a firma di un tecnico abilitato a cui si rimanda per ogni valutazione.</p>
<p><b>Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)</b>          Autorità di Bacino del Fiume Po</p> <p>Piano approvato con DPCM del 24 maggio 2001</p> <p>(Fonte cartografica:  <a href="https://www.geoportale.piemonte.it/visregpigo/">https://www.geoportale.piemonte.it/visregpigo/</a></p> <p><a href="http://visregpiga.territorio.csi.it/visregpiga/?printEnabled=true&amp;ricercaTopoEnabled=true&amp;lang=it&amp;topic=DIFESA%20SUOLO&amp;bgLayer=2&amp;X=5028881.84&amp;Y=431667.17&amp;zoom=12&amp;layers=Diss%20esti_puntuali_da_PRG20171020144936442,Dissesti_lineari_da_PRG20171020144934715,Dissesti_areali_da_PRG20171020144932947,Dissesti_puntuali_da_PA1_vigente20171020144926948,Dissesti_lineari_da_PA1_vigente20171020144925291,Dissesti_areali_da_PA1_vigente20171020144923924,Dissesti_puntuali_da_comuni_esonerati20171020144918780,Dissesti_lineari_da_comuni_esonerati20171020144917268,Dissesti_areali_da_comuni_esonerati20171020144914428,Perimetrazione_Aree_RM_E20171020145254846,Limite_Fascia_A20171020145540971,Limite_Fascia_B20171020145539291,Limite_Fascia_B_di_progetto_realizzata20171207120003950,Aree_inondabili_vigenti20171207115514791,Fascia_C20171020145514261,Fascia_A20171020145518140,Fascia_B20171020145515868,Limite_Fascia_C20171020145536268">http://visregpiga.territorio.csi.it/visregpiga/?printEnabled=true&amp;ricercaTopoEnabled=true&amp;lang=it&amp;topic=DIFESA%20SUOLO&amp;bgLayer=2&amp;X=5028881.84&amp;Y=431667.17&amp;zoom=12&amp;layers=Diss%20esti_puntuali_da_PRG20171020144936442,Dissesti_lineari_da_PRG20171020144934715,Dissesti_areali_da_PRG20171020144932947,Dissesti_puntuali_da_PA1_vigente20171020144926948,Dissesti_lineari_da_PA1_vigente20171020144925291,Dissesti_areali_da_PA1_vigente20171020144923924,Dissesti_puntuali_da_comuni_esonerati20171020144918780,Dissesti_lineari_da_comuni_esonerati20171020144917268,Dissesti_areali_da_comuni_esonerati20171020144914428,Perimetrazione_Aree_RM_E20171020145254846,Limite_Fascia_A20171020145540971,Limite_Fascia_B20171020145539291,Limite_Fascia_B_di_progetto_realizzata20171207120003950,Aree_inondabili_vigenti20171207115514791,Fascia_C20171020145514261,Fascia_A20171020145518140,Fascia_B20171020145515868,Limite_Fascia_C20171020145536268</a>)</p>	<p><b>WebGIS Regione Piemonte</b></p> <p>Dissesti PAI vigenti e Fasce fluviali</p>	<p>L'area di impianto <b>non ricade</b> all'interno di aree caratterizzate da dissesti e di Fasce fluviali.</p>	<p><b>L'area di impianto non ricade in zone soggette a vincolo/tutela.</b></p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> una zona in "Fascia A" (artt. 29 e 38 delle NTA) e il "Limite fascia B di progetto" in corrispondenza del torrente Elvo.</p>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b>          Secondo quanto richiesto dalle relative NTA di Piano, in riferimento agli interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, il presente studio sarà corredato da specifico studio di compatibilità idraulica, elaborato opportunamente integrato nell'ambito dell'iter autorizzativo.</p>

<p><b>Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA)</b> Approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2/2016 del 3 marzo 2016</p> <p>(Fonte cartografica: <a href="https://pianoalluvioni.adbpo.it/mappe-del-rischio-2/">https://pianoalluvioni.adbpo.it/mappe-del-rischio-2/</a></p> <p><a href="http://visregppga.territorio.csi.it/visregppga/?printEnabled=true&amp;ricercaTopoEnabled=true&amp;lang=it&amp;topic=DIFESA%20SUOLO&amp;bgLayer=2&amp;layers=Scenari_di_alluvioni___Pericolosita_20210714162802955,Limite_Fascia_A20171020145540971,Limite_Fascia_B20171020145539291,Limite_Fascia_B_di_progetto20171020145537699,Limite_Fascia_B_di_progetto_realizzata20171207120003950,Limite_Fascia_C20171020145536268,Limiti_amministrativi_comunali20210714163307868&amp;X=5006094.63&amp;Y=414465.95&amp;zoom=14">http://visregppga.territorio.csi.it/visregppga/?printEnabled=true&amp;ricercaTopoEnabled=true&amp;lang=it&amp;topic=DIFESA%20SUOLO&amp;bgLayer=2&amp;layers=Scenari_di_alluvioni___Pericolosita_20210714162802955,Limite_Fascia_A20171020145540971,Limite_Fascia_B20171020145539291,Limite_Fascia_B_di_progetto20171020145537699,Limite_Fascia_B_di_progetto_realizzata20171207120003950,Limite_Fascia_C20171020145536268,Limiti_amministrativi_comunali20210714163307868&amp;X=5006094.63&amp;Y=414465.95&amp;zoom=14</a>)</p>	<p><b>Tavole 115 SE - 115 SW - 136 NE</b></p> <p>Carta della pericolosità da alluvione</p>	<p>L'area di impianto <b>non ricade</b> all'interno di aree caratterizzate da probabilità di alluvione.</p>	<p>L'area di impianto <b>non ricade in zone soggette a vincolo/tutela.</b></p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Probabilità di alluvioni elevata (tr. 20/50) (H-Frequente)" (art. 58 delle NTA del PAI aggiornate in data 7/12/2016).</li> <li>- "Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200) (M-Poco frequente)" (art. 58 delle NTA del PAI aggiornate in data 7/12/2016).</li> <li>- "Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500) (L-Rara)" (art. 58 delle NTA del PAI aggiornate in data 7/12/2016).</li> </ul>	<p><b>Non si ravvisano elementi in contrasto con la realizzazione delle opere in progetto.</b></p>
<p><b>Aree naturali protette</b></p> <p>(Fonte cartografica: <a href="http://www.pcn.minambiente.it/viewer/index.php?project=natura">http://www.pcn.minambiente.it/viewer/index.php?project=natura</a>)</p>	<p>Ministero dell'Ambiente della Tutela del Territorio e del Mare</p> <p><b>Cartografie Rete Natura 2000 e Aree Protette "Progetto Natura"</b></p>	<p>L'area di impianto <b>non ricade</b> all'interno di zone umide di importanza internazionale (Ramsar), Rete Natura 2000 – SIC/ZSC e ZPS, Important Bird Areas (IBA).</p>	<p>L'area di impianto <b>non ricade in zone soggette a vincolo/tutela.</b></p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree tutelate:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ZSC/ZPS "Garzaia di Carisio" (codice identificativo IT1120005).</li> <li>- Important Bird Area "Garzaia del Sesia" (codice identificativo IBA020).</li> <li>- Riserva naturale speciale della Garzaia di Carisio (codice identificativo EUAP0368).</li> </ul>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, ricade all'interno di aree protette.</b></p>
<p><b>Aree sottoposte a vincolo idrogeologico</b> Regio Decreto n. 3267/1923</p> <p>(Fonte cartografica: <a href="https://www.geoportale.piemonte.it/visregpigo/?url=https:%2F%2Fgeomap.reteunitaria.piemonte.it%2Fws%2Fsifor%2Frp-01%2Faggvincidro10kwms%2Fwms_vincidro10k_2016%3Fservice%3DWMS%26version%3D1.3%26request%3DgetCapabilities&amp;type=wms&amp;layer=Vincldro2016&amp;lang=en&amp;title=Vincldro2016&amp;mdurl=https:%2F%2Fwww.geoportale.piemonte.it%2Fgeonetwork%2Fsrv%2Fita%2Fcatalog.search%23%2Fmetadata%2F_r_piemon:ce086790-3411-45c2-bac3-2699b5e3a21f&amp;mdid=r_piemon:ce086790-3411-45c2-bac3-2699b5e3a21f&amp;mdid=18789">https://www.geoportale.piemonte.it/visregpigo/?url=https:%2F%2Fgeomap.reteunitaria.piemonte.it%2Fws%2Fsifor%2Frp-01%2Faggvincidro10kwms%2Fwms_vincidro10k_2016%3Fservice%3DWMS%26version%3D1.3%26request%3DgetCapabilities&amp;type=wms&amp;layer=Vincldro2016&amp;lang=en&amp;title=Vincldro2016&amp;mdurl=https:%2F%2Fwww.geoportale.piemonte.it%2Fgeonetwork%2Fsrv%2Fita%2Fcatalog.search%23%2Fmetadata%2F_r_piemon:ce086790-3411-45c2-bac3-2699b5e3a21f&amp;mdid=r_piemon:ce086790-3411-45c2-bac3-2699b5e3a21f&amp;mdid=18789</a>)</p>	<p><b>WebGIS Regione Piemonte</b></p> <p>Vincolo idrogeologico (edizione 2016)</p>	<p>L'area di impianto <b>non ricade</b> all'interno di zone soggette a vincolo idrogeologico.</p>	<p>L'area di impianto <b>non ricade in zone soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del Regio Decreto n. 3267/1923.</b></p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> aree soggette a vincolo idrogeologico.</p>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione ricade in zone soggette a vincolo idrogeologico ai sensi del Regio Decreto n. 3267/1923.</b></p>

<p><b>Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) del Comune di Santhià</b> Approvato con D.C.C. n. 2 del 26 marzo 2018</p> <p>(Fonte cartografica: <a href="https://www.comune.santhia.vc.it/Menu?IDDetttaglio=180105">https://www.comune.santhia.vc.it/Menu?IDDetttaglio=180105</a>)</p>	<p><b>Tavola AT4.1</b></p> <p>Valori, limitazioni e vincoli</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno delle seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Classe 3 di Cap. d'uso suolo".</li> <li>- "Classe 6 di Cap. d'uso suolo".</li> <li>- "Aree di ricarica dell'acquifero profondo" (art. 53 delle NTA).</li> <li>- "Aree sottoposte a vincolo idrogeologico" (art. 30 L.R. 56/77).</li> </ul> <p>Si segnala, inoltre, che l'area di impianto si sviluppa marginalmente ad un "bene architettonico civile".</p>	<p><b>L'area di impianto ricade in zone soggette a tutela.</b></p> <p>In riferimento alle aree sottoposte a vincolo idrogeologico, si precisa che la perimetrazione riportata sulla Tavola analizzata differisce da quella cartografata sul WebGIS della Regione Piemonte (secondo la quale l'area di impianto è ubicata totalmente al di fuori delle aree sottoposte a vincolo).</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Classe 3 di Capacità d'uso del suolo".</li> <li>- "Classe 6 di Capacità d'uso del suolo".</li> <li>- "Classe 2 di Capacità d'uso del suolo".</li> <li>- "Aree di ricarica dell'acquifero profondo" (art. 53 delle NTA).</li> <li>- "Aree sottoposte a vincolo idrogeologico" (art. 30 della L.R. 56/77).</li> <li>- "Aree inondabili" (PAI).</li> </ul>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b></p>
	<p><b>Tavola G6</b></p> <p>Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno di aree in "Classe II: aree a moderata pericolosità geomorfologica" (art. 60 NTA).</p>	<p><b>L'area di impianto ricade in zone di attenzione.</b></p> <p>Secondo quanto richiesto dalle relative NTA di Piano, in riferimento alla Classe II, il presente studio è stato corredato da specifica relazione geologica-geotecnica a firma di tecnico abilitato</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> aree in "Classe II: aree a moderata pericolosità geomorfologica" (art. 60 delle NTA).</p>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree di attenzione.</b></p> <p>Secondo quanto richiesto dalle relative NTA di Piano, in riferimento alla Classe II, il presente studio è stato corredato da specifica relazione geologica-geotecnica a firma di tecnico abilitato.</p>
	<p><b>Tavole P2.2/ 1-2</b></p> <p>Planimetria di progetto: territorio</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno delle seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Zona EE/b – Area agricola diversificata" (art. 46 NTA).</li> <li>- "Area di ricarica dell'acquifero profondo" (art. 53 NTA).</li> <li>- "Zona BI/a – Zona ad attività artigianali e produttive di completamento della Cascina Sant'Alessandro" (art.37 NTA).</li> <li>- "Fascia di esclusione (300m)" delle categorie territoriali compatibili con aziende RIR (art. 56 NTA).</li> <li>- "Fascia di osservazione (500m)" delle categorie territoriali compatibili con aziende RIR (art. 56 NTA).</li> <li>- "Aree sottoposte a vincolo idrogeologico" (art. 30 NTA).</li> </ul> <p>Le superfici contermini, ancorchè non interessate direttamente dalla parte energetica, ricadono all'interno di "aree boscate" (art. 53 NTA), di "fasce di rispetto stradali" (art. 56 NTA) - identificabili con le fasce di rispetto dell'Autostrada A4 e di un tratto di viabilità in progetto con tracciato prescrittivo -, di "fasce di rispetto ferroviarie" (art. 56 NTA) - identificabili con le fasce di rispetto della linea di Alta Velocità e la ferrovia Santhià-Biella - e di "distanza di Prima Approssimazione degli elettrodotti" per la presenza di due linee elettriche a Sud-Est dell'area di impianto.</p>	<p><b>L'area di impianto ricade in zone soggette a tutela.</b></p> <p>In riferimento alle aree sottoposte a vincolo idrogeologico, si precisa che la perimetrazione riportata sulla Tavola analizzata differisce da quella cartografata sul WebGIS della Regione Piemonte (secondo la quale l'area di impianto è ubicata totalmente al di fuori delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico).</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Zona EE/b – Area agricola diversificata" (art. 46 delle NTA).</li> <li>- "Area di ricarica dell'acquifero profondo" (art. 53 delle NTA).</li> <li>- "Fascia di rispetto stradale" (art. 56 delle NTA).</li> <li>- "Aree boscate" (art. 53 delle NTA).</li> <li>- "Aree sottoposte a vincolo idrogeologico" (art. 30 delle NTA).</li> </ul>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b></p>

	<p><b>Tavole P2.5/ 1-2</b></p> <p>Il sistema dei vincoli</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> all'interno delle seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Area di ricarica dell'acquifero profondo" (art. 53 delle NTA).</li> <li>- "Area di danno - lesioni irreversibili" – RIR (art. 56 delle NTA).</li> <li>- "RIR: fascia di esclusione (300m)" (art. 56 delle NTA).</li> <li>- "RIR: fascia di osservazione (500m)" (art. 56 delle NTA).</li> <li>- "Aree sottoposte a vincolo idrogeologico" (art. 30 delle NTA).</li> </ul> <p>Si segnala che le superfici contermini, ancorchè non interessate direttamente dalla parte energetica, ricadono all'interno di "aree boscate" (art. 53 delle NTA), di "fasce di rispetto stradale" (art. 56 delle NTA), di "fasce di rispetto ferroviarie" (art. 56 delle NTA) e di "distanza di Prima Approssimazione degli elettrodotti".</p>	<p><b>L'area di impianto ricade in zone soggette a tutela.</b></p> <p>In riferimento alle aree sottoposte a vincolo idrogeologico, si precisa che la perimetrazione riportata sulla Tavola analizzata differisce da quella cartografata sul WebGIS della Regione Piemonte (secondo la quale l'area di impianto è ubicata totalmente al di fuori delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico).</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Area di ricarica dell'acquifero profondo" (art. 53 delle NTA).</li> <li>- "Fascia di rispetto stradale" (art. 56 delle NTA).</li> <li>- "Aree boscate" (art. 53 delle NTA).</li> <li>- "Aree sottoposte a vincolo idrogeologico" (art. 30 delle NTA).</li> </ul>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b></p>
	<p><b>Tavola 1/1</b></p> <p>Elaborato tecnico R.I.R. Elementi territoriali vulnerabili</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> parzialmente all'interno delle seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Lesioni irreversibili – Categorie ammesse C, D, E ed F".</li> <li>- "Categoria E – 2. Insediamenti industriali, artigianali, agricoli e zootecnici".</li> <li>- "Fascia di osservazione (500m)".</li> <li>- "Fascia di esclusione (300m) – Categorie ammesse C, D, E ed F".</li> </ul>	<p><b>Non si ravvisano elementi in contrasto con la realizzazione delle opere in progetto.</b></p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>non attraversa</b> elementi territoriali vulnerabili.</p>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, non attraversa aree soggette a tutela.</b></p>
	<p><b>Tavola 4/1</b></p> <p>Elaborato tecnico R.I.R. Vulnerabilità Ambientale</p>	<p>L'area di impianto <b>ricade</b> in aree soggette a "Rilevante vulnerabilità ambientale".</p>	<p><b>Non si ravvisano elementi in contrasto con la realizzazione delle opere in progetto.</b></p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> aree soggette a "Rilevante vulnerabilità ambientale".</p>	<p><b>Non si ravvisano elementi in contrasto con la realizzazione delle opere in progetto.</b></p>
<p><b>Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) del Comune di Carisio</b>          Approvato con delibera della Giunta Regionale n. 147/36562 del 1° agosto 1984          Ultima variante approvata con deliberazione del Consiglio Comunale n. 5 del 28 febbraio 2017</p> <p>(Fonte cartografica:          Ufficio Tecnico del Comune di Carisio)</p>	<p><b>Tavola 1V</b>          Progetto - Quadro di insieme territorio completo</p>	<p><b><u>L'area di impianto ricade interamente all'interno del territorio comunale di Santhià.</u></b></p>	<p>n.a.</p>	<p>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, <b>attraversa</b> le seguenti aree:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aree sottoposte a "vincolo idrogeologico" (art. 45bis delle NTA).</li> <li>- "Area di rispetto naturale (Garzaia)" (art. 45bis delle NTA).</li> <li>- "Limite fascia di rispetto di cui all'ordinanza Sindacale n. 09/2010 del 20/11/2010".</li> <li>- "Limite tra Fascia A e Fascia B".</li> <li>- "Limite tra Fascia B e Fascia C".</li> <li>- "Limite estremo Fascia C".</li> <li>- "Limite di progetto tra Fascia B e Fascia C".</li> </ul>	<p><b>Il tracciato del cavidotto di connessione, lungo il suo percorso, attraversa aree soggette a tutela.</b></p>

## 4.2. Valutazioni conclusive

Si riassumono, di seguito, i principali aspetti derivanti dalla pianificazione territoriale, al fine di verificare la compatibilità dell'opera in progetto con i suddetti piani.

Il **Piano Territoriale Regionale (PTR)** del Piemonte è stato approvato con DCR n. 122-29783 del 21/07/2011 e rappresenta lo strumento di connessione tra le indicazioni derivanti dal sistema della programmazione regionale e il riconoscimento delle vocazioni del territorio, definendo gli obiettivi e le strategie da intraprendere da parte dei diversi soggetti della pianificazione, nel rispetto dei principi di sussidiarietà e competenza. Il Piano è articolato in tre componenti: i) un quadro di riferimento, avente per oggetto la lettura critica del territorio regionale, la trama delle reti e dei sistemi locali territoriali; ii) una parte strategica, tramite la quale individuare gli interessi da tutelare a priori e i grandi assi strategici di sviluppo; iii) una parte statutaria, volta a definire ruoli e funzioni dei diversi ambiti di governo del territorio<sup>68</sup>.

In particolare, l'art. 33 delle NTA, riguardante le energie rinnovabili, riporta che *“La Regione promuove l'efficienza energetica incentivando la realizzazione di impianti di sfruttamento delle diverse energie rinnovabili (eolico, biomasse, fotovoltaico, solare termico, idroelettrico, biogas, ecc.), facendo proprio l'obiettivo di una tendenziale chiusura dei cicli energetici a livello locale. La localizzazione e la realizzazione dei relativi impianti sono subordinati alla specifica valutazione delle condizioni climatiche e ambientali che ne consentano la massima efficienza produttiva, insieme alla tutela e al miglioramento delle condizioni ambientali e il pieno rispetto delle risorse agricole, naturali e dei valori paesaggistici e di tutela della biodiversità del territorio interessato”*.

Dall'analisi della *“Tavola di progetto”*, tavola di sintesi del Piano, risulta che l'**area di impianto** è localizzata all'interno dell'Ambito di Integrazione Territoriale (AIT) n. 17 – Vercelli, che *“[...] comprende il vasto territorio di media e bassa pianura a gravitazione prevalente su Vercelli, con ai margini fasce di sovrapposizione con gli Ait confinanti (Novara, Biella, Ivrea, Chivasso), tutte comprese nella provincia di Vercelli”*<sup>69</sup>, e del *“Corridoio internazionale”* della mobilità creato dall'Autostrada A4 e dalla ferrovia di Alta Velocità Torino-Milano, le quali attraversano l'area di impianto.

Per quanto riguarda il **cavidotto di connessione**, il tracciato è localizzato all'interno dell'AIT n. 17 – Vercelli e attraversa aree rientranti nel *“Corridoio internazionale”* della mobilità creato dall'Autostrada A4 e dalla ferrovia di Alta Velocità Torino-Milano, nelle Fasce del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e corsi d'acqua classificati come *“Idrografia principale”* (i.e. Canale Vanoni e Torrente Elvo).

**In ragione delle caratteristiche progettuali delle opere di connessione, che prevedono il posizionamento del cavidotto interamente lungo le sedi stradali esistenti e in soluzione interrata, e alle attenzioni progettuali previste per la posa del cavidotto di connessione, non si ravvisano condizioni di incompatibilità con lo stato dei luoghi.**

Con Delibera del Consiglio Regionale del Piemonte n. 233-35836 del 3/10/2017 è stato approvato il **Piano Paesaggistico Regionale (PPR)**, sulla base dell'Accordo firmato a Roma il 14 marzo 2017 tra il Ministero per i beni e le attività culturali e la Regione Piemonte. Il PPR ha visto la sua pubblicazione con Bollettino Ufficiale Regionale (BUR) n. 42 del 19/10/2017, Supplemento Ordinario n.1, ed è entrato ufficialmente in vigore il giorno successivo a tale data. Il Piano rappresenta lo strumento di tutela e promozione del paesaggio piemontese ed è rivolto a regolarne le trasformazioni e a sostenerne il ruolo strategico per lo sviluppo sostenibile del territorio<sup>70</sup>.

Il PPR è stato redatto in coerenza con le disposizioni contenute nella Convenzione Europea del Paesaggio, nel Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio e nella legislazione nazionale e regionale vigente e costituisce sia atto di pianificazione generale regionale - improntato ai principi di sviluppo sostenibile, uso consapevole del territorio, minor consumo del suolo agronaturale, salvaguardia delle caratteristiche paesaggistiche - che atto di promozione dei valori paesaggistici coerentemente inseriti nei singoli contesti ambientali. Il Piano,

<sup>68</sup> [https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/territorio/piano-territoriale-regionale-ptr#:~:text=Il%20Piano%20Territoriale%20Regionale%20\(PTR,a%20scala%20provinciale%20e%20locale.](https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/territorio/piano-territoriale-regionale-ptr#:~:text=Il%20Piano%20Territoriale%20Regionale%20(PTR,a%20scala%20provinciale%20e%20locale.)

<sup>69</sup> “Piano Territoriale Regionale – Relazione”

<sup>70</sup> <https://www.regione.piemonte.it/web/temi/ambiente-territorio/paesaggio/piano-paesaggistico-regionale-ppr>

inoltre, definisce modalità e regole volte a garantire che il paesaggio sia adeguatamente conosciuto, tutelato, valorizzato e regolato, promuovendo la salvaguardia, la gestione e il recupero dei beni paesaggistici e la realizzazione di nuovi valori paesaggistici coerenti ed integrati.

Nello specifico sono state visionate le tavole “P1 – Quadro strutturale”, “P2 – Beni paesaggistici”, “P3 – Ambiti e Unità di paesaggio”, “P4 – Componenti paesaggistiche”, “P5 – Rete di connessione paesaggistica” e “P6 – Strategie e politiche del paesaggio”.

Dalla consultazione delle suddette tavole di Piano risulta che l'**area di impianto** ricade parzialmente all'interno del Fattore naturalistico-ambientale “*Sistemazione consolidata a risaia*” (Tavola P1), non ricade in zone sottoposte a vincolo ai sensi degli articoli 136, 137 e 142 del D.lgs. 42/2004 (Tavola P2.3), ricade interamente all'interno dell'Ambito di Paesaggio n. 24 “*Pianura vercellese*” e nell'Unità di Paesaggio n. 2405 “*Grange Agatine*” (Tavola P3), ricade interamente nella Componente morfologico-insediativa “*Aree rurali di pianura o collina*” (Tavola P4.7), in “*Aree agricole in cui ricreare connettività diffusa*” (Tavola P5) e all'interno del “*Paesaggio della pianura risicola*” (Tavola P6).

In merito agli **Ambiti di paesaggio**, l'art. 10 delle NTA specifica che “[...] l'Allegato B delle norme definisce per ciascun ambito di paesaggio gli obiettivi specifici di qualità paesaggistica, con particolare attenzione alla salvaguardia dei paesaggi rurali e dei siti inseriti nella lista del Patrimonio mondiale dell'Unesco”. Inoltre, l'art. 11 delle medesime NTA riporta che “Le previsioni per gli ambiti di paesaggio di cui all'articolo 10 sono integrate da quelle relative alle unità di paesaggio (Up) che articolano ciascun ambito. Le Up costituiscono sub-ambiti caratterizzati da peculiari sistemi di relazioni (ecologiche, funzionali, storiche, culturali e visive) fra elementi eterogenei chiamati a dialogare fra loro e a restituire un complessivo e riconoscibile senso identitario [...]”. Come detto in precedenza, l'area di impianto si colloca all'interno dell'Ambito n. 24 “*Pianura vercellese*”, dove “[...] la risicoltura comporta una valenza paesaggistica di pregio quanto a particolarità, seppure la continuità delle camere di risaia possa determinare impatti sulla biodiversità, sulla micro e meso-fauna del suolo, nonché sul rischio di inquinamento per percolazione nei suoli sabbioso-ghiaiosi [...]”<sup>71</sup>. Tra gli indirizzi per la valorizzazione del paesaggio rurale di tale Ambito figura la “[...] salvaguardia del sistema agricolo e dei sistemi di valori ad esso connessi, con relativa promozione culturale delle attività che lo caratterizzano [...]”.

Per quanto riguarda, invece, le **aree di riqualificazione ambientale**, l'art. 42 delle NTA specifica che esse “[...] costituiscono gli ambiti in cui sviluppare azioni per assicurare e ricostruire connessioni ecologiche, nonché ricreare connettività anche minime (ad es. siepi e filari) al fine di ristabilire il corretto equilibrio tra città e campagna”.

**Stante quanto sopra riportato, in un'ottica di tutela del territorio e di salvaguardia delle risorse ambientali, ai fini del presente progetto si è lavorato sul trinomio agricoltura-ambiente-energia, al fine di proporre un sistema di produzione energetica sostenibile (agrivoltaico) e un miglioramento delle componenti ambientali locali valorizzando elementi quali biodiversità, re-innesco di cicli trofici e servizi ecosistemici (attraverso piantumazioni a valenza naturalistica e creazione di micro-habitat per la fauna locale). Inoltre, in considerazione delle risorse agricole esistenti e storicamente consolidate nel territorio, proseguiranno (e verranno rafforzate) le attività tradizionali di conduzione agraria dei terreni attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo agro-energetico.**

Inoltre, l'area di impianto non ricade all'interno i) di aree agricole ricadenti nella prima e seconda classe di capacità d'uso dei suoli, destinate alla produzione di prodotto D.O.C.G. e D.O.C. o in terreni agricoli irrigati con impianti irrigui a basso consumo idrico realizzati con finanziamento pubblico; ii) di aree in dissesto idraulico e idrogeologico; iii) di aree di attenzione per rilevanza paesaggistica (e.g. siti di candidatura UNESCO, zone tampone, buffer ZONE); iv) di Zone di Protezione Speciale (ZPS), Zone Naturali di Salvaguardia e corridoi ecologici.

**Stante quanto sopra riportato, in un'ottica di tutela del territorio e di salvaguardia delle risorse ambientali, ai fini del presente progetto si è lavorato sul trinomio agricoltura-ambiente-energia, al fine di proporre un sistema di produzione energetica sostenibile (i.e. “agrivoltaico”) e un miglioramento delle componenti ambientali locali valorizzando elementi quali biodiversità, re-innesco di cicli trofici e**

<sup>71</sup> “Schede degli Ambiti di paesaggio” – Allegato al Piano Paesaggistico Regionale

**servizi ecosistemici (attraverso piantumazioni a valenza naturalistica e creazione di micro-habitat per la fauna locale). Inoltre, in considerazione delle risorse agricole esistenti e storicamente consolidate nel territorio, proseguiranno (e verranno rafforzate) le attività tradizionali di conduzione agraria dei terreni attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo agro-energetico-ambientale.**

**In conclusione, si ritiene, quindi, che il progetto proposto sia compatibile con le forme di tutela/valorizzazione del territorio in cui si inserisce.**

In merito al **cavidotto di connessione**, il tracciato, lungo il suo percorso, attraversa alcune aree oggetto di tutela ai sensi dell'art. 142 del D.lgs. n. 42/2004 (Tavola P2.3): *“Lettera c) I fiumi, torrenti, corsi d’acqua e le rive sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 m ciascuna”, “Lettera f) I parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi” e “Lettera g) I territori coperti da foreste e da boschi”.*

Inoltre, il cavidotto attraversa alcune componenti paesaggistiche (Tavola P4.7): Componenti naturalistico-ambientali *“Zona Fluviale Allargata” e “Zona Fluviale Interna”* – in corrispondenza del Torrente Elvo –, *“Territori a prevalente copertura boscata”*; Componenti storico-culturali *“Rete viaria di età moderna e contemporanea” e “Sistemi di testimonianze storiche del territorio rurale”*; Componenti percettivo-identitarie *“Contesti di nuclei storici o di emergenze architettoniche isolate”, “Sistemi rurali lungo fiume con radi insediamenti tradizionali e, in particolare, nelle confluenze fluviali” e “Sistemi paesaggistici rurali di significativa omogeneità e caratterizzazione dei coltivi: le risaie”*; Componenti morfologico-insediative *“Aree a dispersione insediativa prevalentemente specialistica – m.i. 7”, “Aree rurali di pianura o collina – m.i. 10”, “Sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna – m.i. 11” e “Aree rurali di pianura – m.i. 14”*; Aree caratterizzate da elementi critici e con detrazioni visive *“Elementi di criticità lineari”*.

Infine, il tracciato del cavidotto attraversa alcune aree della rete di connessione paesaggistica (Tavola P5): Elementi della rete ecologica *“Nodi secondari”, “Corridoi su rete idrografica da ricostruire”, “Contesti fluviali” e “Aree agricole in cui ricreare connettività diffusa”*; Rete storico-culturale *“Mete di fruizione di interesse naturale/culturale”*; Rete di fruizione *“Circuiti di interesse fruitivo”*.

**In relazione alle caratteristiche progettuali che prevedono il posizionamento dell’opera interamente lungo le sedi stradali esistenti ed in soluzione interrata, si ritiene che gli interventi in progetto risultino compatibili con le previsioni di Piano. In corrispondenza degli attraversamenti della linea elettrica dei corsi d’acqua intersecati dall’opera** (specialmente quelli sottoposti a tutela in base all’art. 142, comma c) del D.Lgs. 42/2004), **sarà previsto** (in accordo con il Gestore di Rete) **un sistema di passaggio in Trivellazione Orizzontale Teleguidata** (i.e. T.O.C.) **ovvero in staffaggio all’impalcato dei ponti stradali sul paramento di valle al di sopra della quota dell’intradosso. Tali soluzioni** (opportunamente dettagliate - per ciascun attraversamento - nella relazione tecnica dedicata), **consentono di NON interferire con il naturale deflusso delle acque e con gli alvei dei corsi d’acqua, escludendo forme di impatto anche nei confronti di vegetazione ed ecosistemi ripariali locali, a tutto vantaggio degli equilibri tra le componenti biotiche ed abiotiche presenti nel tratto considerato.** Dal punto di vista visivo-percettivo, inoltre, tali soluzioni consentono di considerare trascurabili gli impatti in quanto sotterranee oppure scarsamente visibili dalle sedi stradali.

Il **Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Vercelli (PTCP)** è stato redatto ai sensi dell’art. 7 comma 2 della L.R. n. 56 del 05/12/77 e s.m.i. ed in conformità agli indirizzi del Piano Territoriale Regionale (P.T.R.) e alla programmazione socio-economica della Regione. Il Piano è stato approvato con Atto n. 240-8812 del 24/02/2009, pubblicato sul BUR n. 10 del 12/02/2009, e, successivamente, con Deliberazione del Consiglio Provinciale n. 138 del 29/11/2013, è stato approvato l’adeguamento del PTCP al Piano Regionale di Tutela delle Acque (PTA). Nello specifico, il Piano “[...] svolge due funzioni: da un lato quella di carattere, per così dire, «territoriale» e dall’altro, quella di piano di tutela ambientale, paesistica e culturale”<sup>72</sup>.

Dall’analisi delle tavole di Piano ritenute più significative ai fini della presente analisi, risulta che l’**area di impianto** ricade all’interno delle seguenti aree:

- **“Aree a propensione al dissesto bassa o assente di pianura (Dap)”** (Tav. P.1.B/c), per le quali l’art. 37 comma 7 delle NTA riporta che in esse “[...] non sussistono condizioni di propensione al dissesto tali da porre limitazioni alle scelte urbanistiche, fermo restando di fondamentale importanza la valutazione

<sup>72</sup> “Provincia di Vercelli - Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale – Elaborato P1 - Relazione illustrativa”

delle condizioni di pericolosità legate alla dinamica del reticolo idrografico minore. In tali aree, i progetti devono garantire, tramite specifici approfondimenti di carattere geomorfologico, idraulico, geologico-tecnico, e con indagini dirette, il tutto condotto in ottemperanza alle disposizioni nazionali (D.M. 11/3/88), la compatibilità dell'intervento con le condizioni di stabilità dell'insieme opera-terreno e verificare il basso livello di pericolosità dello stesso”.

- ➔ A tal proposito, il presente studio è corredato da specifica relazione geologica-geotecnica redatta a firma di un tecnico abilitato a cui si rimanda per approfondimenti (cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-11).
- “Macchie e corridoi naturali a matrice mista – Zona 1b” (Tav. P.2.A), per le quali l’art. 12 delle NTA stabilisce la “[...] promozione dell’impianto di specie forestali per la ricostituzione dei boschi planiziali, [...] la promozione della diversificazione delle aree agricole attraverso l’impianto di filari e siepi alberate e la ricostruzione degli habitat prioritari previsti dalle direttive “Habitat” e “Uccelli” [...] e la promozione ed incentivazione dell’impianto di filari e siepi alberate, in continuità con quelli esistenti e rilevati dall’Osservatorio Naturalistico”.
  - ➔ A tal riguardo, verranno effettuate piantumazioni in corrispondenza delle porzioni visibili dell’impianto al fine di contribuire alla valorizzazione dell’ecosistema agricolo esistente, alla conservazione della biodiversità, all’incremento della protezione del paesaggio e dell’ambiente, al potenziamento della creazione di nicchie ecologiche e, in generale, al rafforzamento della rete ecologica locale (cfr. Par. 7.1.).
- “Sistema agricolo diversificato – Ecosistemi ad alta eterogeneità Zona 4” e “Sistema agricolo industrializzato – Ecosistemi a bassa eterogeneità Zona 5” (Tav. P.2.A). Per la Zona 4 le NTA, all’art. 15, riportano tra gli indirizzi di gestione la “[...] conservazione degli usi agricoli del suolo attualmente esistenti [...] e la compensazione rivolta a ricostituire ecosistemi naturali ed elementi di riqualificazione del paesaggio nel caso di modificazioni del paesaggio stesso rese necessarie dalla realizzazione di infrastrutture e servizi”. Per quanto riguarda, invece, la Zona 5, l’art. 16 stabilisce la “[...] destinazione del suolo ad usi prevalentemente agricoli e la diversificazione delle aree agricole attraverso l’impianto di filari e siepi alberate”.
  - ➔ In riferimento a tali prescrizioni, il progetto prevede un connubio virtuoso tra la produzione energetica e le attività agricole, unitamente ad un progetto di apicoltura e di elicicoltura e ad un miglioramento delle componenti ambientali locali (fasce boscate a valenza percettiva ed ecologica, micro-habitat per la fauna locale), al fine di soddisfare - in termini di sostenibilità ambientale -, la salvaguardia dei servizi ecosistemici, il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse.
- “Ambito di valorizzazione dell’area giacimentologica di «Valle Dora»” (Tav. P.2.E). Secondo le prescrizioni riportate all’interno dell’art. 10 delle NTA, il presente studio è corredato da specifica relazione geologica-geotecnica redatta a firma di un tecnico abilitato a cui si rimanda per approfondimenti (cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-11).

**Il caviodotto di connessione**, lungo il suo percorso, attraversa “Aree a propensione al dissesto media (Dm)”, “Aree a propensione al dissesto bassa o assente di pianura (Dap)”, “Aree di pianura con limitata soggiacenza della falda superficiale (Aps)”, “Limite tra la fascia A e B del PAI (Fascia A)”, “Limite tra la fascia B e C del PAI (Fascia B)”, “Limite di progetto tra la fascia B e C del PAI”, “Macchie e corridoi primari a matrice naturale – Zona 1a”, “Macchie e corridoi naturali a matrice mista – Zona 1b”, “Sistema agricolo diversificato – Ecosistemi ad alta eterogeneità Zona 4”, “Sistema agricolo industrializzato – Ecosistemi a bassa eterogeneità Zona 5”, “Ambiti di recupero, rinaturalizzazione e ridefinizione ambientale”, “Beni ambientali (SIC, SIR, ZPS)”, “Ambito di approfondimento dell’area giacimentologica di «Valle Dora»”.

In merito alle Zone 1a e 1b, l’art. 12 delle NTA riporta che “[...] a) Nel Sistema della rete ecologica sono consentiti solo gli interventi che non modificano lo stato dei luoghi e non comportano la rimozione o il danneggiamento delle alberature, da valutarsi sulla base delle precedenti direttive; sono inoltre consentite [...] le opere necessarie alla realizzazione di infrastrutture di rete dei servizi di pubblico interesse; [...] Le attività di cui alla precedente lettera a) devono rispettare i seguenti criteri: le opere necessarie alla realizzazione di infrastrutture di rete dei servizi di pubblico interesse (posa di cavi, tubazioni, linee ad alta tensione) devono limitare al massimo le azioni di disturbo e prevedere il recupero ambientale delle aree interessate dalle trasformazioni”.

In riferimento, invece, alla Zona 4, l’art. 15 specifica che “[...] sono subordinate alla realizzazione di interventi di recupero ambientale delle aree interessate dai lavori le seguenti opere: [...] reti tecnologiche interrato ed in superficie [...] Il recupero ambientale dovrà riguardare le aree residue interessate dalle attività di

*trasformazione (scavi, terrapieni, piazzali, margini delle strade e parcheggi) incluse quelle utilizzate durante la fase di cantiere”.*

**In relazione alle caratteristiche progettuali, che prevedono l'interramento del cavidotto di connessione e il contestuale ripristino delle sedi stradali interessate dagli scavi, non si ravvisano elementi di incompatibilità con lo stato dei luoghi e con le previsioni di Piano.**

**Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** dell'Autorità del Bacino del Fiume Po è stato redatto ai sensi della L. n. 183 del 18/05/1989 quale piano stralcio del piano generale del Bacino del Po - ai sensi dell'art. 17, comma 6 ter della legge ora richiamata. Il Piano è stato approvato con DPCM 24/05/2001 e successivamente sono state approvate numerose varianti. Il PAI “[...] *ha lo scopo di assicurare, attraverso la programmazione di opere strutturali, vincoli, direttive, la difesa del suolo rispetto al dissesto di natura idraulica e idrogeologica e la tutela degli aspetti ambientali a esso connessi*”. Attraverso le sue disposizioni, quindi, persegue l'obiettivo di garantire all'interno del territorio del bacino del Fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, attraverso i) il ripristino degli equilibri idrogeologici e ambientali, ii) il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, iii) la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni e iv) il recupero delle aree fluviali, con particolare attenzione a quelle degradate, anche attraverso usi ricreativi<sup>73</sup>.

In base alla consultazione del WebGIS della Regione Piemonte, l'**area di impianto** non ricade in aree caratterizzate dalla presenza di dissesti e/o all'interno di fasce fluviali.

Il **cavidotto di connessione** attraversa una zona in “Fascia A”. Nello specifico, l'art. 38 delle NTA “Interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico” specifica che “[...] *all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modificano i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno studio di compatibilità, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente. [...] Le nuove opere delle infrastrutture a rete, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino*”.

A tal proposito, si precisa che il presente studio è corredato da specifico studio di compatibilità idraulica, a cui si rimanda per approfondimenti. In ogni caso, come già più volte specificato, si ricorda che i cavidotti di connessione, **in corrispondenza degli attraversamenti dei corsi d'acqua intersecati dall'opera, saranno previsti** (in accordo con il Gestore di Rete) **tramite Trivellazione Orizzontale Teleguidata** (i.e. T.O.C.) **ovvero in staffaggio all'impalcato dei ponti stradali sul paramento di valle al di sopra della quota dell'intradosso. Tali soluzioni** (opportunamente dettagliate - per ciascun attraversamento - nella relazione tecnica dedicata), **consentono di NON interferire con il naturale deflusso delle acque e con gli alvei dei corsi d'acqua.**

Il **Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA)**, approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2/2016 del 03/03/2016, è in fase di revisione e aggiornamento per il II ciclo (2021-2027); in data 20 dicembre 2021 la Conferenza Istituzionale Permanente, con delibera n. 5/2021, ha adottato l'aggiornamento del PGRA ai sensi degli art.65 e 66 del D.Lgs 152/2006. Il Piano è “[...] *un documento programmatico che sulla base di una appropriata diagnosi dello stato di fatto definisce gli obiettivi concreti che si devono raggiungere in un arco di tempo stabilito. Il PGRA deve affrontare tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni: prevenzione, protezione, preparazione, compresi la previsione delle alluvioni e i sistemi di allertamento, sulla base anche delle caratteristiche del bacino o del sottobacino idrografico interessato*”<sup>74</sup>.

Dalla consultazione della cartografia di riferimento, si evince che l'**area di impianto** non ricade in zone caratterizzate da probabilità di alluvione né soggette a rischio di alluvione; inoltre, l'area non interferisce con elementi puntuali e lineari connessi al rischio di alluvione. In merito, invece, al **cavidotto di connessione** il

<sup>73</sup> “Relazione generale” del Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

<sup>74</sup> “Elaborato IA – Inquadramento generale” del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni.

tracciato, lungo il suo percorso, attraversa il Torrente Elvo caratterizzato dalla presenza di aree con “*Probabilità di alluvioni elevata (tr. 20/50) (H-Frequente)*”, “*Probabilità di alluvioni media (tr. 100/200) (M-Poco frequente)*”, “*Probabilità di alluvioni scarsa (tr. 500) (L-Rara)*”, “*R1 – Rischio moderato*”, “*R2 – Rischio medio*”, “*R3 – Rischio elevato*” ed elementi lineari soggetti a “*R3 – Rischio elevato*” e “*R4 – Rischio molto elevato*”.

L’Allegato n. 1 alla Deliberazione di Comitato Istituzionale n. 5 del 7 dicembre 2016 “*Variante alle Norme di Attuazione del PAI e del PAI Delta*” inserisce all’interno dell’Elaborato n. 7 (*Norme di Attuazione*) del “*Piano stralcio per l’assetto idrogeologico del bacino del fiume Po*” (PAI) il Titolo V contenente “*Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione (PGRA)*”; in particolare, l’art. 57 del Titolo V stabilisce che “*Gli elaborati cartografici rappresentati dalle Mappe della pericolosità e dalle Mappe del rischio di alluvione indicanti la tipologia e il grado di rischio degli elementi esposti costituiscono integrazione al quadro conoscitivo del PAI. Le Mappe PGRA contengono in particolare:*

- *la delimitazione delle aree allagabili per i diversi scenari di pericolosità (aree P1, o aree interessate da alluvione rara; aree P2, o aree interessate da alluvione poco frequente; aree P3, o aree interessate da alluvione frequente);*
- *il livello di rischio al quale sono esposti gli elementi ricadenti nelle aree allagabili distinto in 4 classi, come definite dall’Atto di indirizzo di cui al DPCM 29 settembre 1998: R1 (rischio moderato o nullo), R2 (rischio medio), R3 (rischio elevato), R4 (rischio molto elevato)”.*

Poiché il Torrente Elvo rientra nel “*Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP)*”, l’art. 58 del medesimo Titolo V riporta che per il reticolo principale nelle aree P3 valgono le limitazioni e prescrizioni previste per la Fascia A dalle norme del PAI, per le aree P2 valgono quelle previste per la Fascia B mentre per le aree P1 le disposizioni riportate nell’articolo 31.

**Anche in questo caso, in merito alle attenzioni progettuali adottate, si richiamano le medesime considerazioni sopra esposte.**

Con Rete Natura 2000 (**Aree naturali protette**) è stato promosso uno strumento di interesse Comunitario per la salvaguardia e la conservazione della biodiversità. Si tratta di un progetto, che si estende su tutto il territorio dell’Unione, avente come linee guida la Direttiva 92/43/CEE “*Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche*” detta anche “*Direttiva Habitat*”, che insieme alla Direttiva 79/409/CEE “*Direttiva Uccelli*” traccia una rete di misure volte ad assicurare il mantenimento o il ripristino, in uno stato di conservazione soddisfacente, degli habitat e delle specie di interesse comunitario elencati nei suoi allegati. Il recepimento italiano della Direttiva 92/43/CEE “*Habitat*” è avvenuto in Italia nel 1997 attraverso il Regolamento D.P.R. n. 357 dell’8 settembre 1997 modificato e integrato dal D.P.R. n. 120 del 12 marzo 2003. Il recepimento della Direttiva “*Uccelli*” è avvenuto, invece, attraverso la Legge n. 157 dell’11 febbraio 1992, successivamente integrata dalla Legge n. 221 del 3 ottobre 2002. Il Regolamento D.P.R. n. 357 dell’8 settembre 1997, modificato dal D.P.R. n. 120 del 12 marzo 2003, integra il recepimento della Direttiva “*Uccelli*”.

L’**area di impianto** non ricade all’interno di zone designate come Z.P.S. (Zone di Protezione Speciale ai sensi della direttiva 79/409/CEE) e/o come S.I.C. (Siti di Importanza Comunitaria proposti ai sensi della direttiva 92/43/CEE), né in aree definite sensibili, e/o a parco e/o in riserve naturali. Rispetto alle zone considerate protette, l’area di impianto si colloca, in particolare, a circa 2 km Sud/Sud-Ovest rispetto alla ZSC/ZPS “*Garzaia di Carisio*” - codice identificativo IT1120005, all’Important Bird Area “*Garzaia del Sesia*” - codice identificativo IBA020 e dalla “*Riserva naturale speciale della Garzaia di Carisio*” - codice identificativo EUAP0368, a circa 11.7 km Sud-Ovest dalla ZSC/ZPS “*Garzaia del Rio Druma*” – codice identificativo IT1120014 – a circa 14.4 km Ovest dal SIC “*Stazioni di Isoetes malinverniana*” – codice identificativo IT1120026, a circa 16.8 km Ovest dalla ZSC/ZPS “*Lame del Sesia e Isolone di Oldenico*” – codice identificativo IT1120010, dall’IBA “*Garzaia del Sesia*” - codice identificativo IBA020 e dal “*Parco naturale delle Lame del Sesia*” - codice identificativo EUAP0220, a circa 8.3 km Nord/Nord-Ovest dalla ZPS “*Risaie vercellesi*” – codice identificativo IT1120021 e dall’IBA “*Risaie del Vercellese*” – codice identificativo IBA025. Si colloca, inoltre, a circa 7.9 km Est dalla ZSC/ZPS “*Lago di Viverone*” – codice identificativo IT1110020 – e dall’IBA “*Lago di Viverone*” – codice identificativo IBA016 e a circa 6 km Est dalla ZSC “*Lago di Bertignano (Viverone) e stagno presso la strada del Roppolo*” – codice identificativo IT1130004.

Per quanto riguarda, invece, il **cavidotto di connessione**, lungo il suo interferisce in maniera minima con la ZSC/ZPS “*Garzaia di Carisio*” (IT1120005), l’IBA “*Garzaia del Sesia*” (IBA020) e la Riserva naturale speciale della Garzaia di Carisio (EUAP0368).

**In relazione alla non interferenza dell'impianto con siti oggetto di tutela, e delle caratteristiche progettuali del cavidotto di connessione (che prevedono il posizionamento dell'opera interamente lungo le sedi stradali esistenti ed in soluzione interrata) non si ravvisano elementi di incompatibilità con lo stato dei luoghi e con gli stessi elementi oggetto di tutela.**

Per gli interventi di modificazione e/o trasformazione di uso del suolo in aree **soggette a vincolo idrogeologico**, il quadro normativo nazionale vigente fa riferimento al R.D.L. n. 267 del 30 dicembre 1923 "Riordinamento e riforme della legislazione in materia di boschi e terreni montani".

Il R.D.L. n. 3267 del 30 dicembre 1923 ed il successivo regolamento di applicazione (R.D.L. n. 1126 del 16 maggio 1926) sottopongono a tutela le aree territoriali che per effetto di interventi quali, ad esempio, disboscamenti o movimenti di terreno possono, con danno pubblico subire denudazioni, perdere la stabilità o turbare il regime delle acque (art. 1).

Le aree soggette a vincolo idrogeologico sono localizzate nel territorio di tutte le province piemontesi, principalmente nelle aree montane e collinari e possono essere boscate o non boscate. La L.R. 45/1989 "Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici" disciplina gli interventi e le attività da eseguire nelle zone soggette a vincolo, come ulteriormente precisato dalla Circolare n. 3/AMB del 31.8.2018 (e relativa Appendice) che chiarisce le competenze e fornisce note interpretative e indicazioni procedurali in merito alle autorizzazioni.

Dalla consultazione della relativa cartografia (Rif. WebGIS Regione Piemonte) risulta che l'**area di impianto** non ricade in aree gravate da vincolo idrogeologico. In merito al **cavidotto di connessione** risulta, invece, che un breve tratto, localizzato in parte nel territorio comunale di Santhià e in parte in quello di Carisio, ricade in vincolo idrogeologico. **A tal riguardo saranno ottemperate le necessarie procedure autorizzative richieste per gli interventi in progetto.**

In merito alla **pianificazione comunale**, si evidenzia che l'**area di impianto** ricade interamente all'interno del territorio comunale di Santhià. Il tracciato del **cavidotto di connessione**, invece, attraversa in parte il Comune di Santhià (nell'area prossima al sito di impianto), per poi proseguire nel territorio comunale di Carisio.

In merito al **Comune di Santhià**, con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 2 del 26/03/2018 è stato approvato il **Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC)**, che va "[...] inteso come un Nuovo P.R.G.C. redatto in continuità al P.R.G.I. vigente, approvato dalla Regione Piemonte con Delibera della Giunta n. 27-27729 in data 6/09/93; esso è redatto secondo le definizioni, gli effetti e le modalità di cui all'art. 17 della legge urbanistica regionale (L.R.) 5 dicembre 1977 n. 56 e successive modifiche ed integrazioni"<sup>75</sup>.

Ai fini del presente studio sono state analizzate le tavole di Piano ritenute più significative, dalle quali si rileva che l'**area di impianto** ricade all'interno delle seguenti aree:

- "Aree di ricarica dell'acquifero profondo" (Tavole AT4.1, P2.2 e P2.5), per le quali l'art. 53 delle NTA riporta che "[...] Per le attività agricole è fatto divieto di impiego del bentazone e viene consigliata la limitazione e/o sostituzione di prodotti fitosanitari che riportano in etichetta le frasi di precauzione Spe1 e Spe2".
  - "Aree sottoposte a vincolo idrogeologico" (Tavole AT4.1, P2.2 e P2.5), per le quali l'art. 30 della L.R. n. 56 del 5/12/1977 e s.m.i. riporta che "Il vincolo per scopi idrogeologici di cui al regio decreto legge 30 dicembre 1923, n. 3267 (Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani) è disposto o modificato dallo strumento urbanistico sulla base di adeguate e approfondite indagini idrogeologiche e ambientali.  
Nelle porzioni di territorio di cui al comma 1, non sono ammessi interventi di trasformazione del suolo che possano alterarne l'equilibrio idrogeologico; gli interventi ammissibili sono autorizzati ai sensi delle normative vigenti in materia e nel rispetto delle prescrizioni contenute nei relativi strumenti urbanistici".
- ➔ A tal riguardo, si precisa che la perimetrazione delle aree soggette a vincolo idrogeologico riportata all'interno della Tavola AT4.1 del PRGC differisce da quella riportata sul WebGIS della

<sup>75</sup> Art. 1 delle NTA del PRGC.

Regione Piemonte, secondo la quale l'area di impianto è ubicata totalmente al di fuori delle aree sottoposte a vincolo.

- *“Classe II: aree a moderata pericolosità geomorfologica” (Tav. G6), che in base all’art. 60 delle NTA comprendono “[...] porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere superate attraverso l’adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici attuabili a livello locale esclusivamente nell’ambito del singolo lotto edificatorio o dell’intorno significativo. Aree potenzialmente condizionate da modesti allagamenti della rete idrografica minore e/o da falda idrica superficiale. Sono possibili nuovi interventi subordinati alla valutazione della loro compatibilità con l’assetto geomorfologico ed idrogeologico locale, oltre al rispetto delle N.T.C. [...] Preliminarmente alla progettazione e realizzazione di ogni intervento sul territorio comunale dovranno sempre essere verificati gli elaborati geologici per il riconoscimento puntuale della classe di idoneità all’utilizzazione urbanistica. Per ogni classe geologica valgono prescrizioni geologico tecniche e limiti ai tipi di intervento edilizi (eventualmente condizionati alla realizzazione di opere di consolidamento/difesa di iniziativa pubblica o privata, secondo le indicazioni fornite nelle prescrizioni di cui all’allegato “G0 – Relazione geologico tecnica”)*. Nello specifico, all’interno della “Relazione geologico tecnica” del PRGC viene riportato che in tali aree *“[...] Sono possibili nuovi interventi subordinati alla valutazione della loro compatibilità con l’assetto locale, oltre al rispetto delle N.T.C. di cui al D.M. 14/01/2 008 e C.M. 917/2009. I nuovi interventi dovranno quindi essere preceduti da una specifica indagine volta a valutare la natura ed il peso del fattore limitante, il tipo di interventi di mitigazione previsti ed i loro riflessi nei confronti dell’equilibrio idrogeologico dei settori circostanti”* (cfr. Par. 8.2 della Relazione).

→ A tal riguardo, il presente studio è stato corredato da specifica relazione geologica-geotecnica redatta a firma di un tecnico abilitato a cui si rimanda per approfondimenti (cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-11).
- *“Zona EE/b – Area agricola diversificata”, sottozona delle zone agricole EE che secondo l’art. 46 delle NTA comprendono “[...] quelle parti del territorio comunale a prevalente destinazione agricola poste all’esterno dell’ambito urbano ed al suo margine. Su tale parte del territorio sono consentite le attività e le opere destinate all’esercizio ed allo sviluppo della produzione agraria, e sono vietate quelle incompatibili con la produzione stessa e con la funzione propria di tale parte di territorio. È altresì consentito, nei casi ed alle condizioni disciplinari delle seguenti norme, il permanere di singoli insediamenti non agricoli, che non rechino danno all’attività agricola prevalente”*. Nello specifico, per la sottozona EE/B *“[...] Il PRGC individua le aree che costituiscono ambiti agricoli qualificati in quanto caratterizzata dalla presenza di ecosistemi diversificati. Dovranno essere limitate le modificazioni di carattere morfologico originarie, così da non alterare la percezione dei luoghi e l’assetto idrogeologico del territorio”*.

→ **In ragione della connotazione agro-energetica-ambientale del progetto, non si rilevano elementi di incompatibilità con le previsioni di Piano.**
- *“Zona BI/a – Zona ad attività artigianali e produttive di completamento della Cascina Sant’Alessandro”, che in base all’art. 37 delle NTA comprende “[...] parti del territorio poste al margine dell’area occupata da impianti produttivi esistenti della Cascina Sant’Alessandro. Per tali zone il P.R.G.C. intende confermare le caratteristiche produttive, consentendo gli adeguamenti fisico-funzionali per le attività già insediate ed i necessari completamenti dell’area urbanistica con nuove attività, come precisato nella relativa Tabella normativa”*.
- *“Fascia di osservazione (550m)”, “Fascia di esclusione (300m)” e “Area a rilevante vulnerabilità ambientale” (Tavole 1/1 e 4/1) derivanti dalle Tavole allegate all’elaborato tecnico “Rischio di Incidenti Rilevanti (RIR)”, redatto ai sensi del comma 7 dell’art. 22 del D.Lgs. 105/2015 per la presenza dell’azienda SICOR S.R.L. inserita nell’elenco regionale delle “aziende a rischio d’incidente rilevante”*.

→ In ragione della tipologia di opera proposta, non si ravvisano elementi in contrasto con quanto riportato all’interno dell’“Elaborato tecnico RIR”.

In merito, invece, al **cavidotto di connessione**, si rileva che lungo il suo percorso attraversa *“Aree di ricarica dell’acquifero profondo”, “Aree sottoposte a vincolo idrogeologico”, “Aree inondabili” (PAI), aree in “Classe II:*

aree a moderata pericolosità geomorfologica”, “Zona EE/b – Area agricola diversificata”, “Fascia di rispetto stradale”, “Aree boscate” e aree soggette a “Rilevante vulnerabilità ambientale”.

**In relazione alle attenzioni progettuali sopra esposte, non si rilevano elementi di incompatibilità con la realizzazione delle opere in progetto.**

Il **Piano Regolatore Generale Comunale (PRGC) del Comune di Carisio** è stato approvato con Deliberazione della Giunta Regionale n. 147/36562 del 01/08/1984 e successivamente sono state redatte n. 3 Varianti Generali, l’ultima delle quali è stata approvata con deliberazione del Consiglio Comunale n. 5 del 28/02/2017.

Buona parte del tracciato del **cavidotto di connessione** ricade all’interno di tale Comune e attraversa le seguenti aree normative:

- Aree sottoposte a “vincolo idrogeologico”, per le quali l’art. 45bis delle NTA riporta che “[...] vale la normativa delle Leggi dello Stato e della Regione in vigore al momento del rilascio delle Autorizzazioni e/o Concessioni. I relativi atti formali saranno rilasciati dal Sindaco su parere vincolante oltre che dalle Superiori Autorità Competenti, dal Consiglio Comunale”.
- “Area di rispetto naturale (Garzaia)”, per la quale l’art. 45bis delle NTA stabilisce, oltre a quanto già riportato al punto precedente, che “[...] è esclusa la possibilità di interventi edificatori e/o di modificazioni dell’ambiente naturale esistente, fatte solo salve le possibilità di un uso agricolo compatibile con la salvaguardia dell’immodificabile ambiente naturale esistente”.
  - ➔ **In relazione alle caratteristiche progettuali che prevedono il posizionamento dell’opera interamente lungo le sedi stradali esistenti ed in soluzione interrata non si ravvisano elementi di incompatibilità con lo stato dei luoghi e con gli stessi elementi oggetto di tutela.**
- “Limite fascia di rispetto di cui all’ordinanza Sindacale n. 09/2010 del 20/11/2010”, che ha posto il divieto di consumo di alcuni alimenti, in via precauzionale, in un raggio di 2 km dallo stabilimento Sacal di Carisio.
- “Limite tra Fascia A e Fascia B”.
- “Limite tra Fascia B e Fascia C”.
- “Limite estremo Fascia C”.
- “Limite di progetto tra Fascia B e Fascia C”.

**Anche in questo caso, quindi, non si rilevano elementi di incompatibilità con la realizzazione delle opere in progetto.**

L’analisi dei **Certificati di Destinazione Urbanistica** (Prot. n. 5111 e 5122 del 29/03/2021 del Comune di Santhià) relativi all’**area di impianto**, confermano le indicazioni sopra riportate, con le seguenti specifiche:

- Foglio n. 7 particelle 1 (in parte) - 45 (in parte), Foglio n. 8 particelle 162 (in parte) - 27 (in parte) - 28 - 70 (in parte) ricadono in:
  - Zona BI/a 3421 “Zona ad attività artigianali e produttive di completamento della Cascina Sant’Alessandro”.
- Foglio n. 8 particelle 165 - 166 ricadono in:
  - Zona EE “Zona agricola”.
- Foglio n. 8 particelle 105 - 121 - 25 - 82, Foglio n. 9 particelle 21 - 9, Foglio n. 10 particelle 1 - 2 - 86 - 88 - 90, Foglio n. 12 particelle 285 - 294 ricadono in:
  - Zona EE/b 2637 “Zona agricola diversificata”.
- Foglio n. 7 particelle 1 (in parte) - 10 - 2 - 45 (in parte), Foglio n. 8 particelle 1 - 134 - 154 - 162 (in parte) - 27 (in parte) - 70 (in parte), Foglio n. 9 particelle 165 - 166 - 168 - 169 - 170 - 176 - 177 ricadono in:
  - Zona EE/b 3548 “Zona agricola diversificata”.

Inoltre, sono segnalati i seguenti vincoli:

- Foglio n. 7 particelle 1 (in parte) - 10 (in parte) - 2 (in parte) - 45 (in parte), Foglio n. 9 particelle 21 (in parte) - 169 (in parte) - 170 (in parte), Foglio n. 10 particelle 86 (in parte) - 88 (in parte) ricadono in:
  - “Aree boscate”.
- Foglio n. 8 particelle 121 (in parte) - 25 (in parte) - 82 (in parte), Foglio n. 9 particelle 21 (in parte) - 9, Foglio n. 10 particelle 1 (in parte) - 2 (in parte), Foglio n. 12 particelle 285 (in parte) - 294 (in parte) ricadono in:
  - “Distanza di prima approssimazione degli elettrodotti”.
- Foglio n. 8 particella 1 (in parte), Foglio n. 9 particelle 21 (in parte) - 169 (in parte) ricadono in:
  - “Aree sottoposte a vincolo idrogeologico”.
- Foglio n. 7 particelle 1 (in parte) - 45 (in parte), Foglio n. 8 particelle 105 - 121 (in parte) - 154 (in parte) - 162 (in parte) - 25 (in parte) - 27 - 28 - 70 - 82 (in parte), Foglio n. 12 particelle 285 (in parte) - 294 (in parte) ricadono in:
  - “RIR: fascia di esclusione (300m)”.
- Foglio n. 7 particelle 1 (in parte) - 10 - 2 (in parte) - 45 (in parte), Foglio n. 8 particelle 1 (in parte) - 121 (in parte) - 134 (in parte) - 154 (in parte) - 162 (in parte) - 166 (in parte) - 25 (in parte) - 82 (in parte), Foglio n. 9 particella 168 (in parte), Foglio n. 12 particelle 285 (in parte) - 294 (in parte) ricadono in:
  - “RIR: fascia di esclusione (500m)”.
- Foglio n. 8 particelle 1 (in parte) - 121 (in parte) - 134 (in parte) - 154 (in parte) - 162 (in parte) - 165 - 166 - 25 (in parte) - 27 (in parte) - 28 (in parte) - 82 (in parte), Foglio n. 9 particelle 21 (in parte) - 165 - 166 - 168 - 169 (in parte) - 170 - 176 - 177, Foglio n. 10 particelle 1 (in parte) - 86 (in parte) - 88 (in parte), Foglio n. 12 particelle 285 (in parte) - 294 (in parte) ricadono in:
  - “Fasce di rispetto stradali”.
- Foglio n. 7 particelle 1 (in parte) - 10 (in parte) - 2 (in parte) - 45 (in parte), Foglio n. 8 particelle 105 - 121 (in parte) - 162 (in parte) - 165 - 166 - 82 (in parte), Foglio n. 9 particelle 165 (in parte) - 166 (in parte) - 168 (in parte) - 169 (in parte) - 170 (in parte) - 176 (in parte) - 177 (in parte), Foglio n. 12 particelle 285 (in parte) - 294 (in parte) ricadono in:
  - “Fasce di rispetto ferroviarie”.
- Foglio n. 7 particelle 1 - 10 - 2 - 45, Foglio n. 8 particelle 1 - 105 - 121 - 134 - 154 - 162 - 165 - 166 - 25 - 27 - 28 - 70 - 82, Foglio n. 9 particelle 21 - 9 - 165 - 166 - 168 - 169 - 170 - 176 - 177, Foglio n. 10 particelle 1 - 2 - 86 - 88 - 90, Foglio n. 12 particelle 285 - 294 ricadono in:
  - Classe II° “a moderata pericolosità geomorfologica”.

In merito a quanto riportato nel CDU, si precisa che:

1. l’area di impianto (parte energetica) **non ricade** in zone sottoposte a vincolo ai sensi dell’art. 134, comma 1, lettera b) e art. 142, comma 1, lettera g) del D.lgs. 42/2004 (“Aree boscate”).
2. l’area di impianto (parte energetica) **non ricade** in zone sottoposte a vincolo idrogeologico. Come già segnalato, esiste un’incongruenza tra la perimetrazione riportata sulle Tavole del PRGC di Santhià e sul WebGIS della Regione Piemonte.
3. l’area di impianto (parte energetica) **non ricade** in aree di “Distanza di prima approssimazione degli elettrodotti”, in “Fasce di rispetto stradali” e in “Fasce di rispetto ferroviarie”.

## 5. Quadro progettuale agrivoltaico

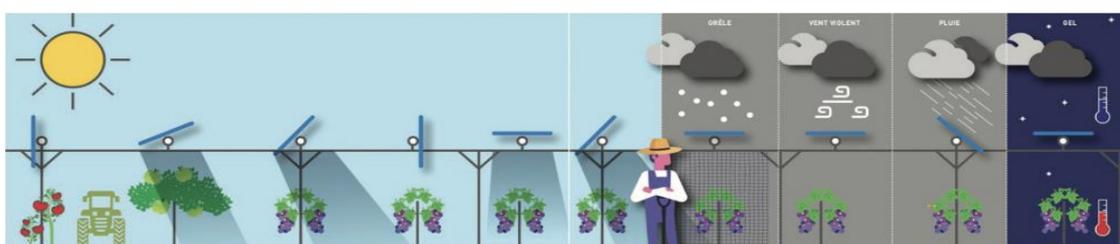
Il modello “agrivoltaico” è costituito da un complesso di fattori agronomici e ingegneristici che lo rendono un vero e proprio **sistema integrato di tipo agro-energetico: un insieme articolato di processi tecnologici connessi l’uno all’altro a costituire un modello funzionalmente unitario di coltivazione e/o allevamento con contestuale generazione di energia elettrica da fonte solare.**

L’associazione tra l’installazione di pannelli fotovoltaici e contestuali coltivazioni sulla stessa superficie è un concetto che è stato introdotto già nel 1982 (Goetzberger and Zastrow, 1982) e attualmente - in Italia e nel mondo - si stanno finalmente diffondendo impianti commerciali che utilizzano questo sistema, **con una notevole impennata registrata negli ultimi cinque anni (Reasoner et al. 2022)**. Diversi studi (Weselek et al., 2019; Hassanpour A. et al., 2018; Fraunhofer, 2020; Toledo e Scognamiglio, 2021; Andrew et al, 2021) ne mettono in luce i molteplici vantaggi, quali a titolo di esempio:

- incremento della **produttività** del suolo;
- **miglioramento della produzione vegetale**;
- **possibilità di intercettare e stoccare l’acqua piovana per usi irrigui**;
- miglioramento dello stock di C organico del suolo;
- generazione di fonte di reddito aggiuntiva per gli agricoltori e consolidamento delle produzioni agrarie;
- creazione di un ambiente favorevole per insetti pronubi.

La presenza dei moduli disposti a copertura del suolo agrario non preclude, infatti, l’uso agricolo dell’area, soprattutto, considerando di utilizzare moduli di nuova generazione posizionati su sistemi di supporto ad inseguimento (tracker), che consentono sia di coltivare l’intera superficie interessata dall’installazione fotovoltaica, sia di non creare zone d’ombra concentrata (grazie alla lenta rotazione da est a ovest permessa dal sistema ad inseguimento solare). Il distanziamento comunemente utilizzato in questo tipo di progetti consente, inoltre, il passaggio delle normali macchine ed attrezzature agricole: basti pensare che l’omologazione dei trattori consente una larghezza massima della macchina di 2.55 m e che la distanza tra le file di pannelli, ancorché variabile in ragione della rotazione, è comunque di molto superiore a quella delle macchine operatrici.

Il modello “agro-fotovoltaico” (c.d. agrivoltaico) può, quindi, rappresentare il percorso corretto, per coniugare in modo sinergico la produzione alimentare e/o zootecnica e la produzione energetica da fonti rinnovabili (Figura 63).



**Figura 63.** Illustrazione tipologica del funzionamento di un sistema Agrivoltaico (Fraunhofer, 2020).

Per tutto quanto compete gli aspetti tecnico-progettuali legati all’impianto agrivoltaico “e-VerGREEN”, sono state svolte delle specifiche relazioni tecniche e tavole grafiche a firma di tecnici abilitati, i cui elaborati costituiscono parte integrante e sostanziale del presente Studio di Impatto Ambientale.

Per completezza di esposizione si riporta, in questa sede, una sintesi del progetto tecnico agronomico, rimandando ogni ulteriore approfondimento all’elaborato dedicato.

## 5.1. La componente agricola di progetto

### 5.1.1. L'agricoltura in Piemonte e focus in ambito vercellese

Dall'analisi del rapporto annuale "*Piemonte Rurale 2022*", a cura dell'Osservatorio Rurale, emerge chiaramente come **il contesto socio economico attuale sia caratterizzato da profondi mutamenti del comparto agricolo indotti sia dalla crisi economica/geopolitica internazionale** (connessa **prima** con l'evento pandemico da Covid19 **poi con il conflitto Russo-Ucraino**), **sia dalle sfide imposte dai sempre più evidenti cambiamenti climatici** (connessi con il riscaldamento globale) **e, non ultimo, dall'incremento significativo del costo dell'energia e delle materie prime.**

Come descritto nella relazione annuale sull'andamento socio-economico e territoriale della Regione realizzata dall'IRES Piemonte, **la crisi economica globale causata dal conflitto bellico ha nuovamente stravolto la situazione condizionando l'intera annata 2022.** Secondo le stime del Fondo Monetario Internazionale il PIL a livello mondiale è previsto in crescita del 3.2% dopo il +6% del 2021 e le previsioni per il 2023 sono di un'ulteriore frenata (+2.7%). Il rallentamento della crescita globale interesserebbe soprattutto le economie più avanzate, tra cui quella italiana. La nostra economia nazionale, data l'elevata dipendenza dall'importazione di prodotti energetici, nonostante un miglior andamento del PIL (+3.9% la stima per il 2022), risulta la più colpita dall'aumento dell'inflazione raggiungendo il valore annuo di +12.8% ad ottobre 2022 contro una media nell'area UE dell'11.2%.

**Soffermandoci sugli aspetti climatici**, gli ultimi mesi del 2021 avevano già registrato una scarsità di precipitazioni e l'inverno 2021/22 (3° più caldo degli ultimi 65 anni che il 3° più secco) si è contraddistinto per la l'assenza di eventi piovosi per una durata di ben 111 giorni a partire dall'8 dicembre. La situazione si è rivelata di particolare gravità soprattutto nel mese di gennaio 2022 quando il bacino del Po (fino alla confluenza col Ticino) ha registrato un dato di appena 5 mm medi di precipitazioni con un deficit complessivo del 90%. I mesi estivi hanno registrato una temperatura media complessiva superiore di 2.2° rispetto al periodo 1991-2020 risultando la seconda estate più calda dal 1958 dopo quella del 2003. La situazione si è protratta in misura analoga per tutto il periodo estivo (giugno e luglio sono risultati i secondi più caldi di sempre, agosto il quinto). Il deficit pluviometrico, calcolato sulla media degli ultimi 30 anni, è risultato negativo anche in questa stagione con il mese di luglio a segnare il dato peggiore (-45%) contro un valore medio stagionale pari a -18% (grazie ad alcuni fenomeni temporaleschi registrati nel mese di agosto).

Per quanto riguarda il **rincaro dei prezzi delle materie prime**, già nel mese di marzo 2022, si sono osservati, rispetto all'anno precedente, aumenti di prezzo con incrementi oltre il 60% per l'energia elettrica e i carburanti ed al 40% circa per i fertilizzanti e i concimi. Nei mesi successivi si sono registrati ulteriori rincari che si sono stabilizzati al termine del periodo estivo.

**Venendo alla crisi internazionale russo-ucraina, le filiere più colpite dal blocco delle importazioni dall'area del conflitto risultano essere quelle cerealicole, ed in particolare, il mercato del grano tenero.** Il settore cerealicolo italiano, pur avendo una produzione non sufficiente a soddisfare le richieste dell'industria alimentare nazionale (circa il 30%), ha risentito solo parzialmente della crisi cerealicola, in quanto l'importazione del grano deriva principalmente dal mercato interno comunitario (su tutti Ungheria e Francia che nel 2019 totalizzavano il 40% delle vendite).

**Sul fronte dell'export le difficoltà legate alla chiusura di alcuni canali commerciali hanno colpito soprattutto alcuni settori ed alcune produzioni.** Nello specifico, il settore delle bevande risulta essere uno dei maggiormente coinvolti. Le aziende piemontesi del settore, nel 2019, totalizzavano infatti vendite per circa 94 mln di € in Russia e 33 mln in Ucraina (rappresentate per la maggior parte dalle produzioni vitivinicole).

**La congiuntura negativa sopradescritta, tuttavia, non sembra aver influenzato la dinamica relativa al numero di aziende agricole che prosegue il suo corso, ancorchè con un trend calante (peraltro leggermente attenuato rispetto alle annate precedenti).**

Focalizzandoci ora sulla **provincia di Vercelli**, si osserva come questa si caratterizza per ambienti naturali e condizioni climatico-edafiche molto differenti, i quali determinano ambiti agricoli altrettanto eterogenei (passando dalle zone dei pascoli nell'Alta Valsesia alle superfici dedite alla coltivazione cerealicola e risicola

della Baraggia fino alle aziende per le produzioni zootecniche da carne e lattiero-casearie nella zona di Crescentino).

Osservando i dati dell'Anagrafe Agricola Unica della Regione Piemonte<sup>76</sup>, aggiornati al 2022, si nota come la provincia presentava una SAU totale di circa 101'300 ha a fronte di una SAT di circa 125'100 ha. In particolare, tra le principali colture presenti sul territorio provinciale emergono la coltivazione dei **cereali**, che da soli superano l'80% delle superfici coltivate, e delle **foraggere sia permanenti che temporanee** (rispettivamente 10% e 5%), seguite, poi, dalle **coltivazioni industriali** - e.g. soia, girasole, colza (3%).

Per quanto concerne la **zootecnia**, il comparto provinciale mostra una varietà nella consistenza del bestiame, sia in termini di numerosità sia di specie animali<sup>77</sup>. Si contano circa 1'061'448 capi, di cui quasi il 96% è rappresentato da volatili da cortile e conigli, mentre i suini raggiungono un valore del 2%, bovini e bufalini l'1% e caprini ed ovini lo 0.4%.

Per quanto riguarda, invece, l'**apicoltura**, il Piemonte si classifica al **quarto** posto tra le regioni italiane per numero di apicoltori – circa 7'100 su un totale nazionale di circa 72'000 – e tra le province regionali quella di Vercelli con 491 apicoltori e 1'295 apiari si colloca tra le ultime posizioni insieme a quelle di Biella, Novara e Verbanò Ossola<sup>78</sup>.

Invece, a livello di **certificazioni dei prodotti agroalimentari**<sup>79</sup>, secondo l'elenco dei Prodotti DOP, IGP e STG del Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali (aggiornato al 04/08/2021), a livello regionale la provincia di Vercelli si colloca al terzo posto dopo Cuneo e Torino, a pari merito con Alessandria e Asti per numero di prodotti DOP e IGP registrati. Tra questi si annoverano il Riso di Baraggia Biellese e Vercellese DOP, il Gorgonzola DOP, la Nocciola del Piemonte IGP e la Toma Piemontese DOP.

Infine, con circa **6'900 ha coltivati a biologico** nel 2022, la SAU biologica della provincia di Vercelli rappresenta circa il 14% di quella regionale. Di questi, il 67% è destinato a colture cerealicole, seguite dalle piante industriali con il 20% (e.g. soia, girasole, colza). Le altre colture biologiche rappresentative sono le foraggere avvicendate (11%) e i **legumi secchi** (1%)<sup>80</sup>.

Entrando ora a un livello di maggior dettaglio, le particelle adibite al progetto sono storicamente adibite alla coltivazione di erbacee di pieno campo (prevalentemente riso, o soia, secondo dinamiche di opportunità). Dagli approfondimenti condotti, inoltre, al netto degli ordinari contributi PAC, non risultano presenti contributi agroambientali a valere su misure vincolanti e/o pluriennali (e.g. fondi PSR).

## 5.1.2. Sinergie agro-energetiche ed elementi chiave di progettazione

La progettazione dell'impianto agrivoltaico è stata concepita attraverso una analisi sinergica delle esigenze agronomico-culturali e tecnologiche-energetiche finalizzata a valorizzare la resa di entrambe le componenti nel rispetto dell'ambiente, del territorio e delle relative risorse.

Riprendendo i concetti già introdotti al Par. 2.4., nel seguito approfonditi, il sistema agrivoltaico qui proposto prevede di utilizzare inseguitori solari monoassiali a doppia vela, con moduli bifacciali, che ruotano sull'asse Est-Ovest, seguendo l'andamento del sole.

Le strutture metalliche di supporto sono disposte lungo l'asse Nord-Sud su file parallele opportunamente distanziate tra loro, con un interasse (distanza palo-palo) pari a 8.8 m e una altezza del nodo di rotazione pari a 2.54 m dal suolo, in modo da consentire, nel momento di massima apertura - zenith solare - una fascia di larghezza pari a circa 4.4 m, completamente libera dalla copertura dei pannelli (Figura 64). Tale spazio, anche nella condizione più limitante, risulta sufficiente per le ordinarie attività agricole e per la movimentazione delle macchine operatrici (Figura 65); inoltre, esso varia gradualmente durante il giorno in base alla posizione del

<sup>76</sup> <https://servizi.regione.piemonte.it/catalogo/anagrafe-agricola-data-warehouse>

<sup>77</sup> Anagrafe Agricola Unica – Regione Piemonte (<https://servizi.regione.piemonte.it/catalogo/anagrafe-agricola-data-warehouse>)

<sup>78</sup> Anagrafe Nazionale Zootecnica – Statistiche – Patrimonio Zootecnico – Apicoltura – Attività di Apicoltura e Apiari - Report ([https://www.vetinfo.it/j6\\_statistiche/#!/report-pbi/45](https://www.vetinfo.it/j6_statistiche/#!/report-pbi/45)). Si precisa che il numero di apicoltori rappresenta il numero di attività di apicoltura con apiari ubicati nello specifico territorio; tuttavia, poiché un apicoltore può avere apiari in diversi Comuni, il numero indicato per una Regione non corrisponde alla somma degli apicoltori nei Comuni di competenza, così come il totale nazionale non corrisponde alla somma degli apicoltori nelle diverse Regioni.

<sup>79</sup> <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/2090>

<sup>80</sup> Anagrafe Agricola Unica – Regione Piemonte (<https://servizi.regione.piemonte.it/catalogo/anagrafe-agricola-data-warehouse>)

sole garantendo il graduale spostamento della fascia d'ombra creata dalla fila di pannelli (con conseguente effetto benefico sulle colture evitando zone costantemente in ombra e/o, al contrario, zone a rischio di "bruciature" da eccessivo irraggiamento).

Attraverso un sistema di gestione da remoto (o meccanico lungo le interfile), sarà inoltre possibile regolare "manualmente" l'inclinazione dei tracker laddove dovessero subentrare specifiche esigenze colturali o la necessità di effettuare interventi di manutenzione alle strutture fotovoltaiche.

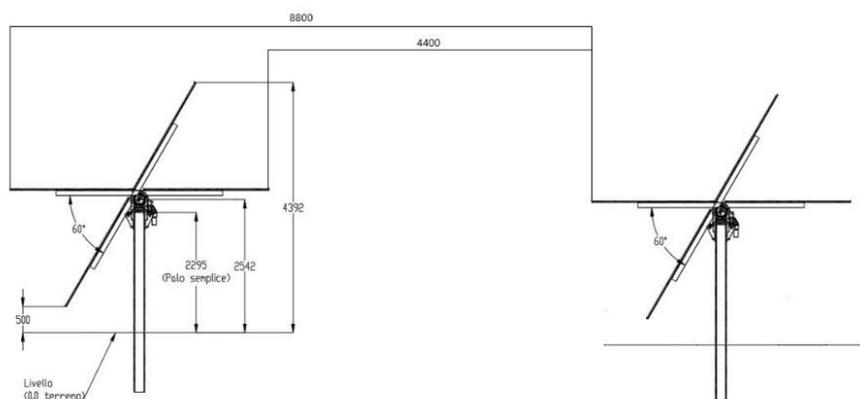


Figura 64. Sezione tipo dei tracker fotovoltaici.

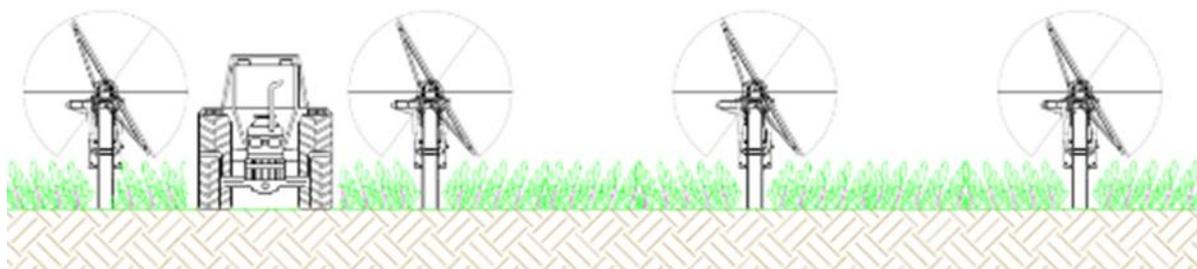


Figura 65. Particolare dello stato di progetto: distanza tra i tracker e transito dei mezzi meccanici (sezione trasversale).

Per la realizzazione del parco agrivoltaico oggetto di studio, tenuto conto di quanto specificato ai paragrafi precedenti, la progettualità prevede un **connubio virtuoso tra la produzione energetica e le attività agricole unitamente alla realizzazione di un progetto di apicoltura e di elicicoltura e ad un miglioramento delle componenti ambientali locali (fasce boscate a valenza percettiva ed ecologica, micro-habitat per la fauna locale) al fine di soddisfare - in termini di sostenibilità ambientale -, il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse**. Si è, quindi, lavorato sul trionomio agricoltura-ambiente-energia, al fine di proporre un sistema di produzione agro-energetica sostenibile (i.e. "agrivoltaico") e un miglioramento delle componenti ambientali locali lavorando su elementi quali biodiversità, re-innesco di cicli trofici e servizi ecosistemici.

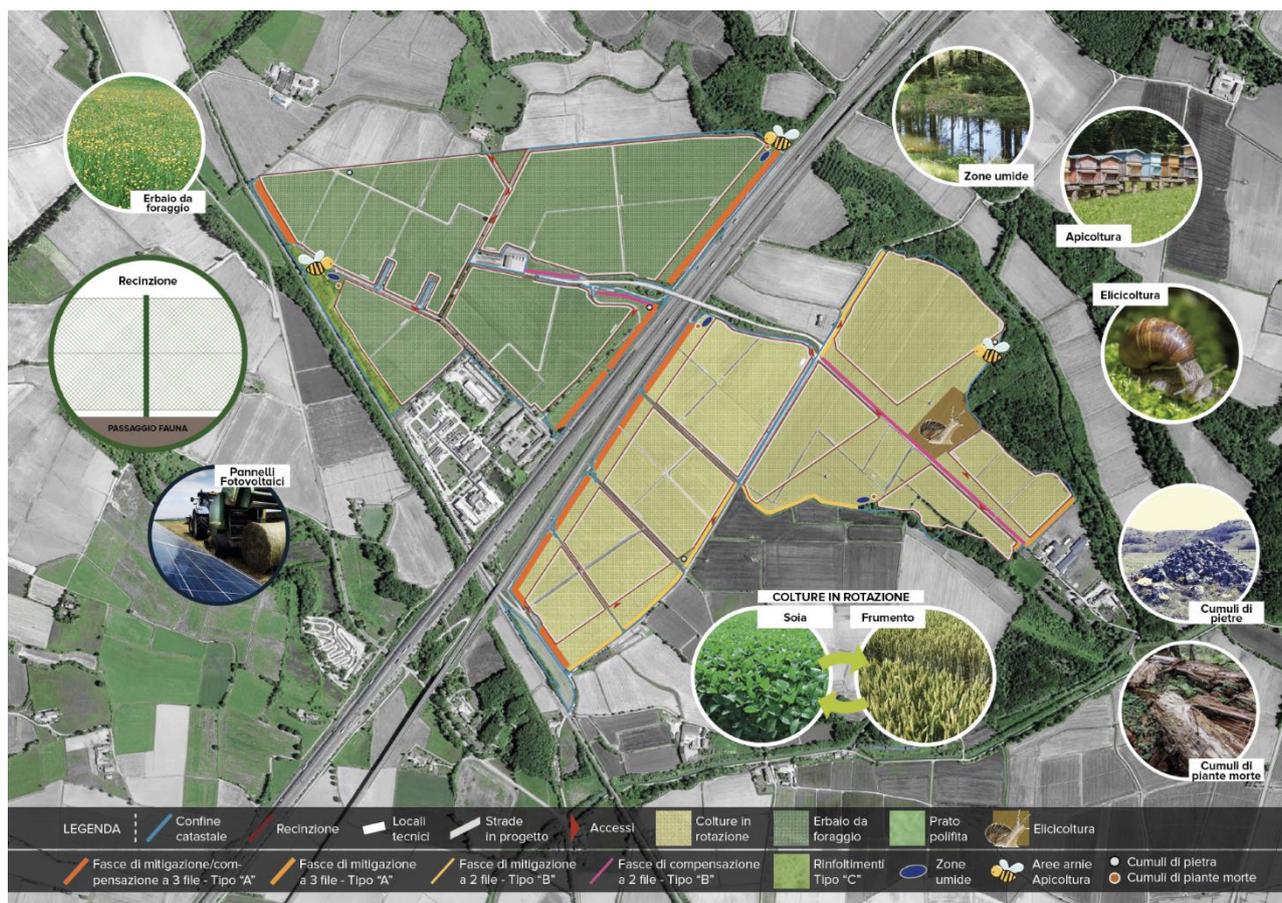
**Nella ricerca di un ragionevole sodalizio tra le produzioni agricole locali e le risorse energetiche in progetto, quindi, proseguiranno (e verranno rafforzate) le attività tradizionali di conduzione agraria dei terreni attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo agro-energetico.**

Nello specifico delle attività agronomiche saranno, in particolare, previsti i seguenti interventi:

- **Semina di un erbaio**, nella porzione Nord del fondo, composto da diverse essenze foraggere e destinato alla raccolta come fieno o foraggio verde per il bestiame. L'erbaio sarà composto dalle specie con le migliori proprietà foraggere appartenenti al patrimonio floristico spontaneo regionale e sarà finalizzato alla vendita di un foraggio equilibrato per l'appetibilità degli animali e - in una seconda fase -, qualora possibile, alla conversione a prato-pascolo ad elevato valore produttivo, paesaggistico ed ecologico, che possa al contempo assicurare una alimentazione di qualità al bestiame e un incremento del profilo nutrizionale del latte.

- **Coltivazione di soia avvicinata a frumento tenero**, nella porzione Sud del fondo, tramite l'introduzione di pratiche di *agricoltura conservativa* finalizzate a i) incrementare la biodiversità, ii) conservare la fertilità dei suoli e le produzioni agrarie, iii) diminuire i danni da erosione, iv) limitare i rischi di lisciviazione dei nitrati, v) contenere l'utilizzo di concimi e fitofarmaci.
- **Installazione di 100 arnie** per la realizzazione di una attività apistica finalizzata alla produzione di miele e suoi derivati, con ricadute significative anche sul comparto ecologico-produttivo della macrozona in ragione del ruolo strategico, a livello ecosistemico, degli insetti impollinatori (e.g. salvaguardia della biodiversità, conservazione e salute degli habitat locali, monitoraggio ambientale).
- **Realizzazione di un allevamento di lumache** per la vendita di lumache di prima e seconda qualità, unitamente alla "bava di lumaca" per cosmesi.

Di seguito si riporta uno schema grafico illustrativo, con la rappresentazione della proposta agrivoltaica (Figura 66).



**Figura 66.** Distribuzione spaziale della proposta agrivoltaica del progetto (rif. FTV22CP05-AMB-R-08c -Mitigazioni\_agro-ambientali rev#1).

### 5.1.2.1. Semina di erbaio da foraggio

L'erbaio è un tipo di coltura destinato principalmente per la produzione di foraggio per l'alimentazione del bestiame, ma può essere sfruttato come sovescio, ovvero la pratica agronomica che consiste nell'interrare la coltura con lo scopo di restituire nutrimento al terreno e migliorarne la struttura, senza l'ausilio di sostanze chimiche o lavorazioni invasive.

Per il popolamento erbaceo, proposto nell'ambito del presente progetto, si ipotizza l'**utilizzo di un miscuglio composto indicativamente da graminacee (75%) e leguminose (25%)**. Tale coltura potrà garantire una **maggior biodiversità microbica e della mesofauna del terreno** (nonché della fauna selvatica che trova rifugio nel campo) e **contribuirà a un miglioramento generale della qualità dei soprassuoli in virtù delle**

**proprietà anti-erosive delle coperture vegetali, dell'utilizzo di piante azotofissatrici e della riduzione della diffusione di specie infestanti.**

**Tra le specie più adatte alle condizioni pedoclimatiche del sito in esame, saranno selezionate quelle con migliori proprietà foraggere appartenenti al patrimonio floristico spontaneo regionale quali:**

- **Festuca alta** (*Festuca arundinacea* Schreb.): graminacea spontanea in Europa, che presenta una taglia ragguardevole e un sistema radicale molto profondo. È estremamente rustica, infatti, si adatta benissimo al freddo, alla siccità e a tutti i terreni, compresi quelli acquitrinosi purché non troppo superficiali. Fra le graminacee più produttive e anche fra le più longeve potendo fornire buone rese per 6-10 anni.
- **Erba mazzolina** (*Dactylis glomerata foraggera* L.): graminacea foraggera di buona qualità e appetibilità, poco sensibile all'ombreggiamento, con ottima resistenza al freddo e discreta resistenza alla siccità. Inoltre, controlla bene le infestanti sia in coltura pura che in consociazione e si presta bene a miscugli oligofiti o polifiti. La gamma di precocità si estende per oltre un mese.
- **Ginestrino** (*Lotus corniculatus* L.): leguminosa perenne con ottime proprietà foraggere e con discrete proprietà mellifere che, diversamente dall'erba medica, non dà luogo a fenomeni di meteorismo negli animali. Cresce lentamente e soffre molto la competizione di altre essenze ma ha buone prestazioni se utilizzata in miscuglio con altre specie ad accrescimento più rapido.
- **Trifoglio bianco** (*Trifolium repens* L.): leguminosa adatta ai climi temperato-umidi e a diversi tipi di terreni, ben provvisti di calce e non necessariamente profondi purché irrigati. Il trifoglio bianco è il più adattabile dei trifogli e ricopre un ruolo importante nel miglioramento dei pascoli o nell'impianto dei prati-pascoli. La resa media annua di ottimo fieno è elevata.

Questa composizione è principalmente indicata per terreni argillosi e di medio impasto, adattabile alla produzione di fieno o al pascolamento diretto degli animali. Si tratta di un miscuglio a lento insediamento, ma in seguito produce grandi quantità di foraggi, oltre all'ottima azione antierosiva fornita dagli apparati radicali. Inoltre, le leguminose foraggere, come i trifogli e il ginestrino, essendo anche piante mellifere, forniranno un ambiente di protezione idoneo alle api selvatiche e all'ape domestica.

**Le attività agronomiche per la semina dell'erbaio dovranno essere avviate in un periodo compreso tra la metà di marzo e la metà di luglio e si consiglia di prevedere:**

- concimazione di origine organica (letame bovino o digestato da biogas ottenuto esclusivamente da impianti agricoli) in ragione di 60 ton/ha;
- preparazione del terreno, ricorrendo a lavorazioni superficiali (*minimum tillage*) quali estirpatura ed erpicatura, che non disturbino la struttura del suolo;
- acquisto di semente delle specie erbacee locali (dose indicativa intorno ai 30-45 kg/ha);
- semina del miscuglio con idonei mezzi agricoli;
- fienagione, che permette la trasformazione, attraverso procedimenti specifici, dell'erba fresca in fieno impiegabile come mangime per gli animali da allevamento.

In questo contesto, l'installazione fotovoltaica si integrerà completamente e in modo sinergico, consentendo sia l'utilizzo dell'intera area sottesa ai pannelli, sia una buona resa in foraggio, grazie agli effetti di schermo e protezione (con parziale ombreggiamento nelle ore più assolate delle giornate estive e il mantenimento di condizioni ottimali di umidità del terreno, per un tempo più prolungato).

Si stima che **la produzione dell'erbaio raggiunga circa 14 t/ha di fieno per anno al 13% di umidità** (dato variabile in funzione della disponibilità irrigua). La progettazione tecnica prevista, unitamente alla possibilità di posizionare verticalmente i pannelli con appositi automatismi (fattore che consente la lavorazione del terreno fino ai sostegni dei moduli), permette l'accesso a qualsiasi tipo di mezzo meccanico agricolo per le necessarie lavorazioni o interventi di manutenzione.

La realizzazione dell'erbaio potrà prevedere tre diverse ipotesi di utilizzazione:

1. **fienagione in campo, vendendo il fieno prodotto alle aziende zootecniche locali;**

2. **fienagione in campo, conferendo il fieno prodotto alle stalle presenti all'interno dell'area di impianto** (laddove se ne ipotizzasse la riattivazione –con contestuale adeguamento - per accogliere animali quali bovini, ovini e caprini);
3. **pascolamento diretto all'interno dell'area recintata da parte di ovini**, qualora si consolidasse un rapporto di collaborazione con un'azienda zootecnica locale, prevedendo **pertanto - dopo almeno due anni - la conversione dell'erbaio in prato pascolo**. In tal caso, il manto erboso verrà puntualmente monitorato e ristorato nel tempo, per garantire una copertura a migliore percentuale di specie con buone proprietà nutrizionali e mellifere. Il mantenimento del prato sarà a quel punto garantito con la trasemina di un miscuglio specialmente formulato, al fine di rigenerare i terreni, aumentandone la produttività e ripristinando la vita dell'ecosistema nel periodo invernale, presumibilmente alla fine dell'anno solare.  
Nel caso di conversione da erbaio a prato, le attività agronomiche - per garantire il corretto sviluppo e il mantenimento del prato - saranno programmate in funzione dello sviluppo e della vigoria del cotico erboso. Ogni 4 anni, qualora il prato tendesse a ridurre la capacità vegetativa, potrà essere effettuata una ripuntatura superficiale o il sovescio con successiva trasemina del miscuglio delle specie erbacee che necessitano ripopolamento, con particolare attenzione alle erbacee nettariifere.

### 5.1.2.2. Coltivazioni erbacee di pieno campo

Al fine di aumentare la sostenibilità agricola, **la gestione delle colture avverrà attraverso pratiche di agricoltura conservativa**, i cui pilastri principali sono i) disturbo minimo del suolo, ii) copertura continua del suolo (adeguata e razionale gestione dei residui colturali sulla superficie del suolo), iii) avvicendamenti colturali.

**Nello specifico verrà impostata una rotazione culturale**, che prevede la variazione della specie coltivata nello stesso appezzamento, migliorando così la fertilità del terreno e assicurando una resa produttiva maggiore.

Per la progettazione dell'impianto agrivoltaico, si sono prese, pertanto, in considerazione **i)** le coltivazioni praticate (attualmente e nel recente passato) **ii)** la compatibilità delle specie con la tecnologia fotovoltaica e con il microclima creato dall'impianto ed, infine, **iii)** le caratteristiche tecniche dei tracker (i.e. altezza dal suolo e distanza interfilar). In ragione dell'assetto geologico, pedologico e morfologico dei luoghi, unitamente ai timori per la futura abbondanza di risorsa idrica (specie in ragione dei lunghi periodi siccitosi in aumento con i cambiamenti climatici in atto) e, non ultimi, l'elevato numero di pali di sostegno che, in assenza di dati sperimentali certi, potrebbe causare difficoltà alle fasi di sommersione (tipica del riso alle nostre latitudini per proteggere il seme dagli sbalzi termici), si è optato per la coltivazione della soia, peraltro già coltivata in passato nell'area, in alternanza al frumento (Tabella 18). Non si esclude, tuttavia, la possibilità di test per la produzione di riso "in asciutta" stanti le interessanti esperienze delle vicine aree del pavese e del lodigiano.

Ipotizzando la conclusione dei lavori di installazione dell'impianto fotovoltaico all'inizio di ottobre, si prevede la coltivazione delle seguenti specie:

- **soia** (*Glycine max* (L.) Merr.), può succedere a diverse colture, come i cereali a paglia (tipo frumento e orzo) e le colture sarchiate (es. barbabietola da zucchero); infatti, come leguminosa ben si inserisce negli ordinari avvicendamenti. I migliori risultati si sono ottenuti facendola succedere al frumento, con incrementi produttivi di 3-5 q/ha<sup>81</sup>. La scelta di questa specie è supportata dalla buona resa che la specie dimostra se avvicendata al frumento e dalla crescita del valore della soia registrata nel corso degli ultimi anni<sup>82</sup>. La semina è prevista verso la metà di giugno e la raccolta a fine settembre.
- **frumento tenero da granella** (*Triticum aestivum* L.), con semina entro la metà di ottobre e raccolta ad inizio giugno. Il cereale sarà intervallato con la soia.

<sup>81</sup> Manuale di agricoltura. Hoepli editore

<sup>82</sup> <https://ita.approfondimenti.adama.com/come-coltivare-la-soia-con-successo>

**Tabella 18.** Dettaglio della rotazione oggetto di studio (Legenda: **F=frumento**; **soia**).

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Anno 1										F	F	F
Anno 2	F	F	F	F	F	Soia	Soia	Soia	Soia	F	F	F

Al fine di garantire una **copertura costante del terreno**, si propone di intervenire sulle specie e/o sulle varietà inserite nella *successione colturale*. Inoltre, per poter garantire tutti gli aspetti benefici della rotazione, è possibile ricorrere alla semina di varietà *precoci*. La precocità nelle piante coltivate comporta un anticipo **dello sviluppo**, della maturazione e della raccolta, risultando particolarmente utile poiché consente alle piante di sfuggire alle avversità climatiche o parassitarie che possono verificarsi all'avvicinarsi dell'epoca di maturazione e lascia il tempo utile alla preparazione del terreno per una successiva coltivazione.

### 5.1.2.3. Attività apistica

L'apicoltura si configura come un'attività di salvaguardia degli insetti impollinatori e come fonte di reddito attraverso le sue produzioni, in primis quella del miele. In tempi recenti si è assistito a una crescente minaccia verso la salute degli insetti impollinatori, a causa di avversità sia di natura biotica (parassiti, predatori, patogeni) sia di carattere antropico. **L'idea di sfruttare le superfici destinate all'installazione agrivoltaica per l'installazione di apiari, porta con sé i benefici di utilizzare la flora nettarifera ivi presente, oltre a quella delle zone contermini, dove sarà nullo l'utilizzo di agrofarmaci.**

**A livello progettuale, alcune porzioni della superficie progettuale, al di fuori della superficie recintata, verranno dedicate alla creazione di postazioni adatte all'installazione di apiari al fine di realizzare un'attività apistica con ricadute significative anche sul comparto ecologico-produttivo delle aree contermini, in ragione del ruolo strategico, a livello ecosistemico, degli insetti impollinatori (e.g. salvaguardia della biodiversità, conservazione e salute degli habitat locali, monitoraggio ambientale).**

**Le api sfrutteranno la flora nettarifera presente nell'area adibita ad erbaio (e nel suo congruo intorno) e le essenze afferenti alla flora locale per produrre miele millefiori.**

La coabitazione di api e impianti fotovoltaici vanta già esempi di successo. Per esempio, in Minnesota - ma sono ormai innumerevoli gli esempi in tutto il mondo - Connexus Energy, uno dei maggiori produttori e distributori di energia elettrica da fotovoltaico, ha iniziato dal 2016 un progetto di apicoltura in alcune delle sue installazioni fotovoltaiche, che ha portato alla produzione di un miele brandizzato "Solar Honey".

Considerando l'esposizione Est/Sud-Est del predellino di volo (i.e. l'unica apertura dell'arnia da cui le api escono/entrano dal/nell'alveare) e il rispetto della distanza dalla strada, si prevede l'installazione di 100 arnie, disposte su più file di 5-10 alveari, separate di circa 50 cm lungo la fila. Tra una fila e l'altra verrà mantenuta una distanza di circa 5-6 metri, per favorire il lavoro delle api e anche l'intervento dell'apicoltore. Le basi saranno strutturate in modo da creare un'inclinazione verso l'uscita dell'alveare e per favorire la raccolta del prodotto.

Le essenze foraggere, soprattutto le leguminose (es. trifogli), essendo anche piante mellifere, forniranno un ambiente di protezione idoneo alle api selvatiche e all'ape domestica. Inoltre, grazie alle specie mellifere presenti anche nelle aree arboree-arbustive e nelle fasce di mitigazione di prossimità, sommate alle fioriture localizzate entro un raggio di 2-3 km dalle arnie, **si stima una produzione annua di miele per arnia pari a 15-20 kg.**

#### 5.1.2.4. Allevamento elicicolo

L'elicicoltura, ossia l'allevamento delle chioccioline, negli ultimi decenni si sta rivelando un settore interessante per diversificare l'attività agricola, con molteplici sbocchi e applicazioni nel campo alimentare, cosmetico e medico. Inoltre, a livello tecnico l'allevamento di lumache presenta caratteristiche di lavorazione semplici ma non automatizzabili: gli animali sono innocui, resistenti, tolleranti, privi di grossi rischi (sia nei confronti della salute propria che verso quella dei lavoratori) e non necessitano, nemmeno dopo la raccolta, di cicli di conservazione specifici.

**A livello progettuale, alcune porzioni a Sud-Est della superficie catastale, al di fuori della superficie recintata, verranno dedicate alla creazione di un allevamento all'aperto utilizzando soltanto vegetali seminati e coltivati nel terreno utilizzato per la produzione, mirando a creare opportunità di coinvolgimento ed inclusione lavorativa delle fasce deboli (e.g. persone diversamente abili e fasce protette).**

Inoltre, l'utilizzo di questo tipo di allevamento risulta incentivato anche dai costi relativamente limitati sia per la realizzazione dell'impianto sia per la sua gestione. Infatti, nonostante la chiocciolina allevata allo stato brado sia soggetta ad un maggior rischio derivante dall'attacco di altri animali (e.g. insetti, volatili, ecc.), essa necessita di un minor impiego di mano d'opera rispetto ad un allevamento al coperto.

Per una proficua ed economica conduzione della produzione, tassello fondamentale risulta essere la creazione di una recinzione basale esterna in lamiera zincata ed una speciale recinzione "a balza" per i diversi scomparti di allevamento. Recintare il terreno, infatti, significa evitare la dispersione dei molluschi ed, allo stesso tempo, proteggere gli stessi dagli attacchi di alcuni possibili predatori. L'utilizzo delle reti di recinzione è utile anche per separare le chioccioline durante il loro ciclo biologico: in particolare, sono tenute in recinti differenti alla nascita e nella fase dell'ingrasso. Come accennato, la recinzione più comune è costituita da una base di lamiera zincata (avente uno spessore di circa 3/10mm) infissa nel suolo per circa 30 cm di profondità per impedire l'ingresso in allevamento di talpe, roditori, o altri predatori atteri. Per le recinzioni interne all'allevamento, invece, verrà utilizzata una rete particolare, chiamata Helitex<sup>83</sup>, e caratterizzata dalla presenza di balze interne per evitare la dispersione delle chioccioline. Queste recinzioni sono poste a perimetrazione di vere e proprie "strisce di terreno a pascolo per le chioccioline". Tali aree avranno una lunghezza non superiore ai 50 metri ed una larghezza compresa tra 2.5 e 4 metri. Inoltre, saranno separati da sentieri privi di vegetazione, larghi all'incirca un metro, che permettono all'allevatore di poter effettuare le operazioni di coltura ed allevamento senza compromettere il raccolto.

I recinti saranno interessati dalla coltivazione di specie vegetali che formeranno il "pascolo" per l'alimentazione delle chioccioline. **Per il popolamento erbaceo si ipotizza un mix di specie comprendente:**

- **Ravizzone** (*Brassica rapa* L.): pianta della famiglia delle Brassicaceae coltivata in Italia per ottenere olio dai suoi semi e, principalmente nel Nord, per l'alimentazione verde invernale del bestiame. È estremamente rustica, infatti si adatta benissimo al freddo ed è la prima a spuntare in primavera. Le chioccioline appetiscono soprattutto le foglie, le quali servono anche, durante le ore più calde della giornata, come riparo contro i raggi solari.
- **Bietola da coste** (*Beta vulgaris* L.): pianta della famiglia delle Chenopodiaceae specificatamente alimentare. È ricca di foglie larghe, in grado di proteggere le chioccioline dai raggi ultravioletti del sole; inoltre, raccoglie nelle nervature delle foglie numerose goccioline di umidità, che vengono assorbite dai molluschi nelle ore notturne. Tale specie viene appetita nella sua totalità.
- **Cicoria selvatica** (*Cichorium intybus* L.): pianta della famiglia delle Compositae che viene generalmente mescolata ad altre varietà di insalata (e.g. lattuga selvatica, dente di leone). Il misto di queste insalate è principalmente adatto alle zone di riproduzione perché si forma una sorta di piccolo boschetto fitto di vegetazione molto protettiva per le chioccioline.

<sup>83</sup> La rete Helitex di fabbricazione nazionale è utilizzata nel 95% degli allevamenti italiani all'aperto ed è tessuta con un filato di polietilene.

- **Girasole** (*Helianthus annuus* L.): pianta della famiglia delle Compositae molto comune e di facile coltivazione. Le piante vengono appetite per intero; in particolare, i fiori vengono utilizzati per alimentare le giovani chioccioline.

**Le operazioni necessarie per la realizzazione dell'allevamento possono essere così schematizzate:**

- pulizia accurata del terreno;
- preparazione del terreno ricorrendo pertanto a lavorazioni superficiali quali aratura e fresatura;
- costruzione della recinzione perimetrale con lamiere zincate e ondulate e posizionamento dei paletti di sostegno dei recinti destinati alla produzione nel primo anno;
- concimazione del terreno tramite l'utilizzo di concime inorganico azotato;
- posizionamento delle reti del perimetro e dei recinti;
- posizionamento del sistema d'irrigazione;
- semina della vegetazione;
- costruzione degli altri recinti interni;
- pulizia e diserbo dei passaggi costruiti tra un recinto e l'altro;
- immissione delle chioccioline fattrici (da un minimo di 22 ad un massimo di 25 per m<sup>2</sup> seminato).

Si stima che **la produzione dell'allevamento potrà raggiungere circa 10 t/ha di lumache di prima e seconda qualità per anno**; inoltre, si evidenzia che ulteriori opportunità potrebbero derivare dall'affiancamento del commercio della **“bava di lumaca” per cosmesi, con una produzione di circa 1'500 kg all'anno**.

### 5.1.3. Coerenza del progetto con le “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici”

Il progetto agrivoltaico proposto è stato ideato con l'obiettivo di integrare il nuovo impianto fotovoltaico alla conduzione agricola in atto, perseguendo la massimizzazione dei benefici derivanti dalla sinergia delle due attività. Il progetto è stato sviluppato in coerenza con quanto disposto dalle “Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici” pubblicate dal MiTE il 27 giugno 2022 (Cfr. Cap. 2.4) e nello specifico in conformità:

- **alla definizione di “agrivoltaico”** (art. 1.1 Parte I - Linee Guida) inteso come *“impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione”*;
- **alle “caratteristiche e ai requisiti degli impianti agrivoltaici”** (art. 2.3 Parte II - Linee Guida).

Nello specifico, un impianto fotovoltaico sito in area agricola, per rientrare nella definizione di “agrivoltaico” dovrebbe rispettare i requisiti di seguito riportati:

- **REQUISITO A:** Il sistema deve essere progettato e realizzato in modo da adottare configurazione spaziale e scelte tecnologiche, tali da consentire l'integrazione fra attività agricola e produzione elettrica e valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi.  
Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo dei seguenti parametri:
  - ➔ **A.1 - Superficie minima coltivata:** garantire il prosieguo dell'attività agricola su almeno il 70% della superficie totale dell'area oggetto di intervento;
  - ➔ **A.2 - Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR - Land Area Occupation Ratio):** il rapporto tra la superficie totale di ingombro dell'impianto fotovoltaico e la superficie totale occupata dal sistema agrivoltaico deve essere non superiore al 40%.
- **REQUISITO B:** Il sistema agrivoltaico è esercito, nel corso della vita tecnica, in maniera da garantire la produzione sinergica di energia elettrica e prodotti agricoli e non compromettere la continuità dell'attività agricola e pastorale.  
Tale risultato si deve intendere raggiunto al ricorrere simultaneo dei seguenti parametri:
  - ➔ **B.1.a - Esistenza e resa della coltivazione:** accertare la destinazione produttiva agricola dei fondi rustici destinati al progetto, valutando e confrontando il valore della produzione agricola

media ante intervento con quello della produzione agricola ipotizzata per il sistema agrivoltaico, espressa ad esempio in €/ha o €/UBA.

- **B.1.b - Mantenimento dell'indirizzo produttivo:** garantire il mantenimento dell'indirizzo produttivo dello stato di fatto o l'eventuale passaggio ad uno dal valore economico più elevato. Andrebbero mantenute comunque le produzioni DOP e IGP.
- **B.2 - Producibilità elettrica minima:** garantire che la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico (espressa in GWh/ha/anno) non sia inferiore al 60% rispetto a quella di un impianto fotovoltaico standard idealmente realizzato sulla stessa area.
- **REQUISITO D2: Attività di monitoraggio, che permetta di verificare:**
  - **La continuità dell'attività agricola:** nel corso della vita di un impianto occorre monitorare, attraverso la redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo - con cadenza stabilita -, l'esistenza e la resa delle coltivazioni, nonché il mantenimento dell'indirizzo produttivo proposto.

**Entrando nel merito del progetto proposto, l'impianto "e-VerGREEN" può essere definito "agrivoltaico" in quanto soddisfa tutti i requisiti "minimi" sopra riportati. Nello specifico:**

- **A.1 Superficie minima coltivata** ( $S_{\text{agricola}} \geq 0,7 \times S_{\text{tot}}$ ):
  - il prosieguo dell'attività agricola sarà garantito su una superficie di:
    - $S_{\text{agricola}}$  49.68 ha pari all' **83%** della  $S_{\text{tot}}$  Tessera A (59.62 ha)
    - $S_{\text{agricola}}$  27.15 ha pari all'**86%** della  $S_{\text{tot}}$  Tessera B (31.55 ha)
    - $S_{\text{agricola}}$  31.11 ha pari all'**88%** della  $S_{\text{tot}}$  Tessera C (35.46 ha)

Volendo quindi esprimere un **valore medio** relativo all'impianto, **la superficie minima destinata alle attività agricole risulterebbe pari all'86%** della superficie totale, valore assolutamente in linea con i parametri richiesti dalle Linee Guida.



**Figura 67.** Suddivisione dell'impianto in 3 tessere.

- A.2 Percentuale di superficie complessiva coperta dai moduli (LAOR - Land Area Occupation Ratio  $\leq$  40%):
  - Le scelte progettuali e la componente fotovoltaica impiegata, più ampiamente descritte negli elaborati tecnici, garantiranno il soddisfacimento di tale requisito, con un **LAOR medio per l'impianto proposto pari al 29.31%** (al di sotto del limite del 40%) e un LAOR calcolato per singola tessera pari a:
    - $S_{pv}$  20.37 ha pari al **34.17%** della  $S_{tot}$  Tessera A (59.62 ha)
    - $S_{pv}$  9.02 ha pari al **28.57%** della  $S_{tot}$  Tessera B (31.55 ha)
    - $S_{pv}$  8.93 ha pari al **25.18%** della  $S_{tot}$  Tessera C (35.46 ha)

dove per  $S_{pv}$  si intende la superficie di ingombro dell'impianto agrivoltaico, ovvero l'area riferibile alla somma di tutte le superfici delle strutture fotovoltaiche proiettate ortogonalmente al terreno.
- B.1.a Esistenza e resa della coltivazione:
  - La proposta progettuale garantisce il mantenimento della destinazione produttiva agricola dei fondi delle aree di progetto e consente, al contempo, possibilità di ricavi medi lordi pienamente sostenibili e confrontabili con l'attuale redditività dei fondi coltivati a riso. Nello specifico, le produzioni attese consentono di ottenere un ricavo lordo pari a **4'554 €/ha/anno - corrispondente ad un ricavo lordo totale di 491'460 €/anno.**
- B.1.b Mantenimento dell'indirizzo produttivo:
  - **Il presente progetto prevede**, come soluzione agronomica, **una conversione colturale da riso ad un avvicendamento di frumento tenero e soia** (quest'ultima, peraltro, già coltivata in passato nell'area di interesse) **rispettando il mantenimento dell'indirizzo produttivo esistente e prevalente, costituito da seminativi** (i.e. coltivazioni erbacee di pieno campo). Inoltre, congiuntamente alle attività agronomiche, ai fini di una diversificazione produttiva, sono previste attività zootecniche: nella fattispecie elicicoltura e apicoltura.
- B.2 Producibilità elettrica minima:
  - Considerando che la produzione elettrica specifica dell'impianto agrivoltaico (di potenza di picco pari a **76.6 MW**) risulta pari a **126 GWh/anno**, e che un impianto ottimizzato per la produzione di energia elettrica, ovvero standard (di potenza di picco pari a **90.72 MW**), che utilizzi la stessa tecnologia a parità di superficie può garantire una produttività di **140 GWh/anno**, il sistema proposto risulta in grado di garantire circa **il 90%** della producibilità di un impianto fotovoltaico classico idealmente realizzabile sulla stessa area.
- D.2 Monitoraggio della continuità dell'attività agricola:
  - Sarà previsto un monitoraggio agronomico caratterizzato da:
    - **Installazione di una stazione agrometeorologica** (già in fase *Ante-Operam* e durante la fase di esercizio dell'impianto) → per la misurazione di temperatura del suolo e dell'aria, apporti pluviometrici, velocità e direzione del vento, umidità del suolo e dell'aria, radiazione solare totale, evapotraspirazione e bagnatura fogliare;
    - **Un monitoraggio della vegetazione** → finalizzato a verificare, nel tempo, l'andamento floristico e bio-ecologico dell'erbaio e a **evidenziarne i dinamismi e le relazioni con l'attività pastorale** (anche in ottica di miglioramento delle sue proprietà);
    - **Un supporto informativo DSS (Sistema di Supporto Decisionale)** → per la verifica delle prestazioni del sistema agrivoltaico (e.g. registrazione delle operazioni di campo, analisi degli andamenti della produttività agricola, consultazione ed elaborazione dei dati meteo, miglioramento della gestione delle attività secondo criteri di *precision farming*, ecc.).

## 5.2. La componente energetica di progetto

### 5.2.1. Descrizione dell'impianto fotovoltaico

Il progetto consiste nella **realizzazione di un impianto agrivoltaico installato a terra con una potenza di picco complessiva pari a 76.6 MWp, con stringhe opportunamente distanziate per evitare ombreggiamenti e consentire un'ottimale crescita vegetale.**

L'impianto, secondo quanto previsto dalla STGM di Terna (codice di rintracciabilità 202100652) sarà connesso in antenna a 132 kV alla futura Stazione Elettrica di trasformazione 380/132 kV "Carisio" del Gestore di Rete Terna - costruita per connettere alla rete elettrica nazionale diversi produttori di energia da fonte rinnovabile tra i quali la presente società proponente - attraverso la realizzazione di una stazione elettrica utente a 132 kV, denominata punto di raccolta "Cascina Baraggia". In tale punto di raccolta, sarà previsto un punto di trasformazione MT/AT in grado di recepire l'energia elettrica prodotta dall'impianto "e-VerGREEN" alla tensione di 30 kV, trasformare tale energia alla tensione di 132 kV e convogliarla tramite cavo AT interrato da 1600 mm<sup>2</sup> alla limitrofa futura stazione AT "Carisio". Le nuove linee di collegamento al punto di raccolta saranno realizzate in cavo interrato (unipolare con posa a trifoglio), di lunghezza pari a circa 7318 m.

Per tutto quanto compete gli aspetti tecnico-progettuali legati all'impianto agrivoltaico "e-VerGREEN" sono state svolte delle specifiche relazioni tecniche e tavole grafiche a firma di tecnici abilitati i cui elaborati costituiscono parte integrante e sostanziale del presente Studio di Impatto Ambientale.

Per completezza di esposizione si riporta, in questa sede, una sintesi del progetto tecnico rimandando ogni ulteriore approfondimento agli elaborati dedicati.



**Figura 68.** Layout generale di impianto di produzione di energia da fonte solare.

In Tabella 19 si riportano i principali dati caratteristici dell'impianto agrivoltaico.

**Tabella 19.** Principali caratteristiche tecniche dell'impianto agrivoltaico "e-VerGREEN".

<b>Impianto agrivoltaico "e-VerGREEN"</b>	
<b>Potenza di picco (MWp)</b>	76.63 MWp
<b>Potenza di immissione (Mwac)</b>	71.4 Mwac
<b>Tecnologia del modulo fotovoltaico</b>	Silicio Monocristallino Tecnologia bifacciale
<b>Tipologia di inverter</b>	Inverter <b>centralizzati</b>
<b>Tipologia di struttura di montaggio</b>	Ad inseguimento monoassiale
<b>Potenza del modulo (Wp)</b>	600
<b>Numero di moduli per stringa</b>	32
<b>Potenza nominale di ciascun inverter (kWac)</b>	4200
<b>Numero di trasformatori elevatori e relativa potenza (kVA)</b>	15x4200 kVA 2x2100 kVA
<b>Tensione del trasformatore lato bt (V)</b>	660
<b>Configurazione delle strutture di supporto</b>	2P
<b>Angolo di rotazione tracker</b>	±60°
<b>DC/AC Ratio dell'impianto</b>	1.07
<b>Nominal System Voltage AC (V)</b>	660V bt 30kV MT
<b>Interdistanza tracker (asse/asse) (m)</b>	8.8 (asse - asse)
<b>Numero complessivo degli inverter</b>	17
<b>Numero complessivo dei moduli</b>	127712
<b>Numero complessivo delle stringhe</b>	3991
<b>Totale area recintata (ha)</b>	103.07

Nello specifico, saranno installati i seguenti componenti principali:

#### **Moduli fotovoltaici**

- Marca: TRINA SOLAR - Vertex, Modello: TSM-DEG20C.20
- Tipologia di captazione: Bifacciale
- Potenza unitaria massima: 600 Wp
- Numero di moduli collegati in serie: 32
- Numero di stringhe: 3991
- Numero totale dei moduli fotovoltaici: 127712

#### **Inverter**

- Marca: Power Electronics, Modello: FREESUN HEMK 660V
- Numero complessivo degli inverter: 17
- Potenza attiva nominale AC: 67200 kW (@40°C)

#### **Trasformatori**

- Quantità: 17 unità di trasformazione
- Potenza nominale: 4200kVA
- Rapporto di trasformazione: 0.8/15kV

#### **Locali tecnici**

È prevista la realizzazione di:

- n. 17 cabine di trasformazione (unità monoblocco), ciascuna contenete un trasformatore MT/bt da 4200 o 2100 kVA, i quadri elettrici di Media Tensione, il trasformatore bt/bt per i circuiti ausiliari di cabina e i quadri elettrici dei circuiti ausiliari.
- n. 1 cabina di consegna, costituita da tre locali:
  - locale quadri MT.
  - locale bt.
  - sala di controllo dell'impianto.

### **Cablaggi elettrici CC/CA, impianto di messa a terra e cavidotto di connessione**

Le installazioni di bassa tensione dell'impianto comprendono tutti i componenti elettrici dai moduli fotovoltaici fino agli ingressi del trasformatore. Per il collegamento delle stringhe fotovoltaiche agli inverter saranno utilizzati cavi elettrici idonei alla trasmissione di energia elettrica in corrente continua per tensioni fino a 1500 V. Per il collegamento da inverter a trasformatore MT/bt e per i collegamenti in corrente alternata, per l'alimentazione elettrica degli impianti di servizio, saranno utilizzati cavi elettrici idonei alla trasmissione di energia elettrica in corrente alternata per tensioni fino a 1000 V.

Per i collegamenti in media tensione a 30 kV (tra la parte MT dei trasformatori e gli scomparti MT delle unità di conversione e trasformazione e da queste ai quadri MT dei locali utente delle cabine di consegna) saranno impiegati cavi tripolari a elica visibile.

Tutti i cavi saranno, inoltre, idonei per un utilizzo in esterno, interrati in tubazioni (o direttamente interrati), in accordo con gli standard normativi applicabili.

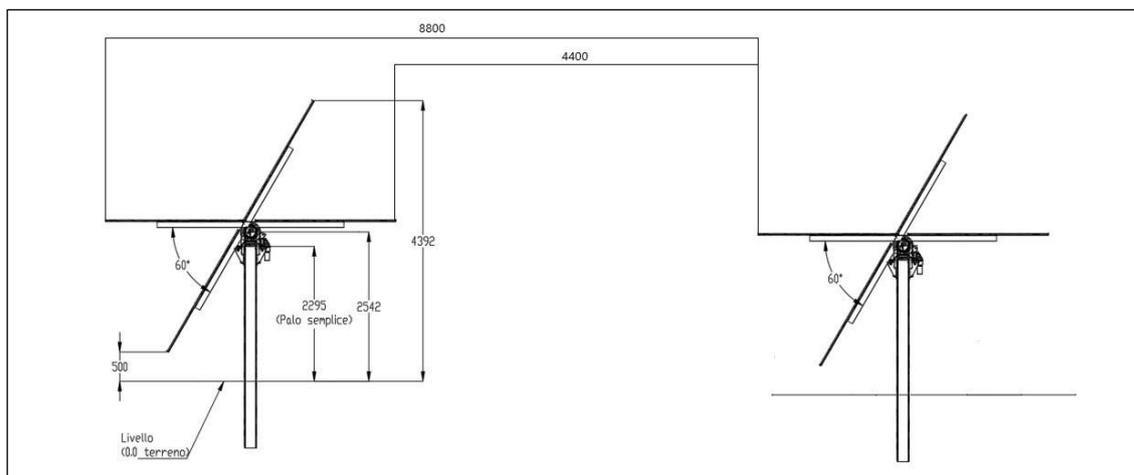
Il sistema elettrico della centrale fotovoltaica sarà esercito con impianto di messa a terra dimensionato ed eseguito nel rispetto delle prescrizioni di cui alla Norma CEI 11-1 e nel rispetto dei parametri di guasto sulla rete a partire dal punto di connessione.

#### **5.2.1.1. Moduli fotovoltaici e strutture di sostegno**

**I moduli fotovoltaici saranno installati su inseguitori monoassiali autoalimentati denominati "tracker"** disposti lungo l'asse Nord-Sud, con inclinazione 0° (disposizione orizzontale) ed in grado di ruotare secondo la direttrice Est-Ovest con escursione angolare fino a valori compresi tra -60° e +60° rispetto all'asse orizzontale.

**Le strutture selezionate, tipo SF7 BIFACIAL della SOLTEC o equivalenti (Figura 69), sono costituite da travi scatolate a sezione quadrata, sorrette da pali con profilo a "H", incernierate nella parte centrale dell'inseguitore al gruppo di riduzione/motore.** Alle travi vengono ancorati i supporti dei moduli con profilo Omega. Le travi, ruotando sul proprio asse, sono in grado di seguire il percorso solare nel cielo.

Il sistema di controllo dell'inseguitore è di tipo elettronico e gestisce la logica di inseguimento. Tra le sue funzioni, inoltre, il sistema di controllo ha: i) un sistema di backtracking (per ridurre l'ombreggiamento tra file adiacenti e migliorare la produzione), ii) una funzione di rilevamento dell'assenza di rotazione, iii) una funzione di rilevamento di mancanza di alimentazione e iv) un sistema di monitoraggio delle condizioni di sicurezza legate all'azione del vento. **Questa tipologia di tracker consente un pieno ed efficiente utilizzo della superficie disponibile.**



**Figura 69.** Sezione tipo dei tracker fotovoltaici monoassiali 1x32. Vista con rotazione +/- 60°.

**Per quanto riguarda il processo di installazione delle strutture di supporto, tutti i pali saranno infissi nel terreno tramite l'utilizzo di macchine battipalo, non prevedendo pertanto l'utilizzo di plinti e/o fondazioni in cemento.** Una volta che l'infissione sarà completata, tutti i pilastri che costituiscono parte della struttura portante saranno pronti e predisposti per il montaggio dei moduli fotovoltaici.

### 5.2.1.2. Inverter

**Gli inverter, centralizzati, saranno posizionati in corrispondenza delle aree di impianto destinate alla conversione e trasformazione dell'energia elettrica prodotta dai moduli fotovoltaici, localizzati, quindi in corrispondenza delle power station numerate da 1 a 17 (Figura 70).**



**Figura 70.** Caratteristiche del convertitore CC/CA.

### 5.2.1.3. Locali tecnici: unità di trasformazione

L'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico è in corrente continua. Per essere immessa sulla rete elettrica, dopo essere stata convertita in alternata grazie ai convertitori CC/CA, deve essere elevata alla tensione di 30 kV per essere trasmessa al punto di raccolta AT/MT ed essere ulteriormente elevata a 132kV per la connessione finale alla RTN. **Per l'impianto in oggetto saranno utilizzate n. 17 unità di trasformazione monoblocco "PLUG and PLAY" precablate** (di ingombro pari a L 6.05 m X P 2.43 m X H 2.89 m), contenenti tutti i componenti necessari per interfacciare la produzione di impianto con la rete elettrica. Tutte le parti delle unità di trasformazione saranno posizionate su vasche di fondazione prefabbricate in cemento, posizionate su magrone di circa 10 cm. Sul pavimento saranno realizzate aperture per accesso alla vasca di fondazione e fori per la posa di cavi e collegamenti (Figura 71, Figura 72, Figura 73 e Figura 74).

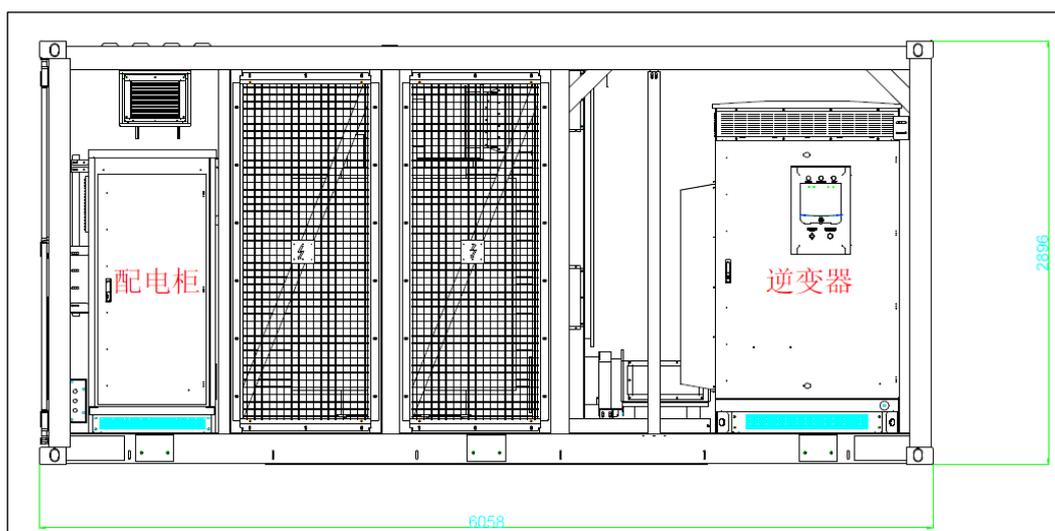


Figura 71. Caratteristiche dimensionali dell'unità di trasformazione (vista frontale).

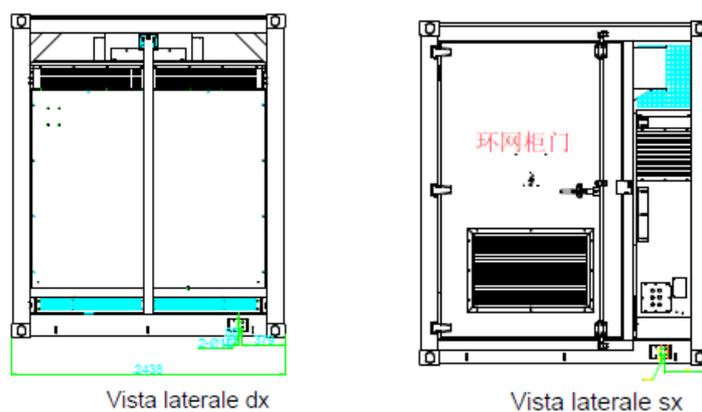
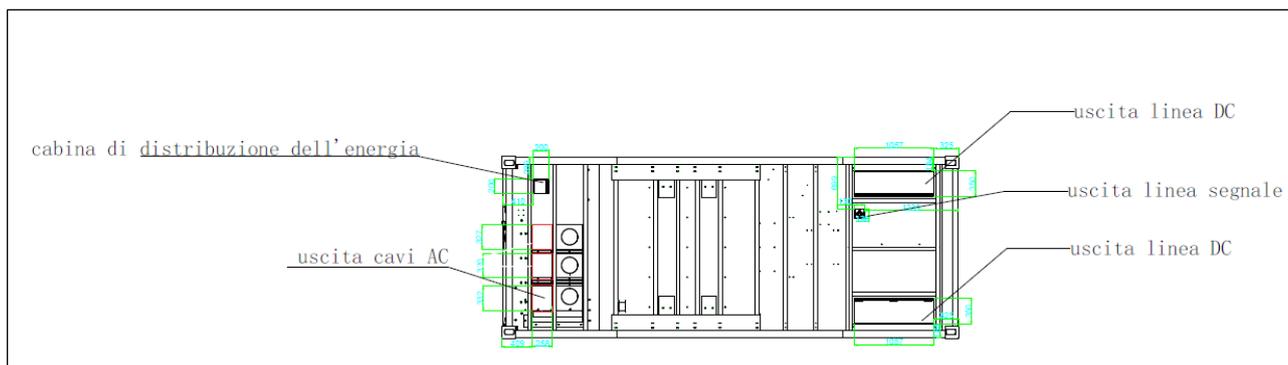
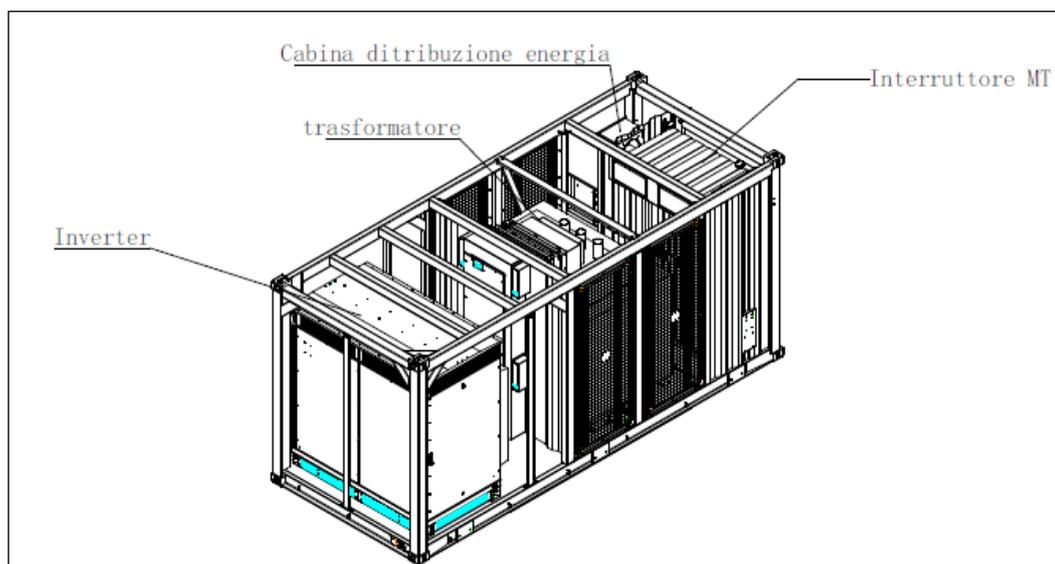


Figura 72. Caratteristiche dimensionali dell'unità di trasformazione (vista laterale dx e sx).



**Figura 73.** Unità di conversione e trasformazione (vista dal basso).



**Figura 74.** Dettagli costruttivi con indicazione trasformatore MT/bt in olio inserito nell'unità di conversione.

**In ogni unità sarà presente il trasformatore MT/bt, i quadri elettrici di Media Tensione, il trasformatore bt/bt per i circuiti ausiliari di cabina e i quadri elettrici dei circuiti ausiliari.**

#### 5.2.1.4. Locali tecnici: locale quadri MT e sala di controllo

Nell'area di impianto sarà realizzato il locale quadri MT e la sala di controllo dell'impianto.

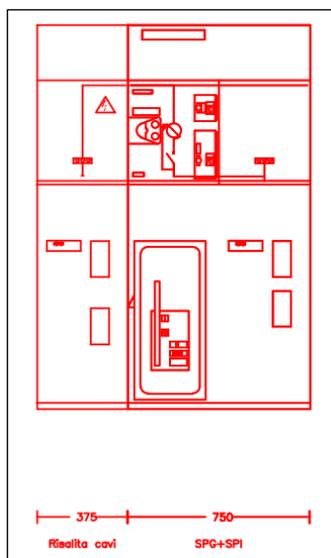
La cabina, contenente le apparecchiature di smistamento MT a 30 kV nominali, sarà realizzata in elementi prefabbricati assemblati in loco, le cui caratteristiche costruttive di dettaglio saranno delineate con il progetto esecutivo delle opere. Il pavimento della cabina dovrà avere una struttura portante e uno spessore minimo di 10 cm e saranno realizzate aperture per l'accesso alla vasca di fondazione, per la posa dei cavi e dei collegamenti e per i cavi di accesso al rack dati. Le aperture saranno complete di plotte di copertura rimovibili (Figura 75).



**Figura 75.** Vista in pianta/prospetto/seziona della cabina di smistamento a 30kV e sala di controllo.

All'interno del locale smistamento MT della cabina saranno installate le apparecchiature di comando e protezione MT, necessarie al sezionamento e alla protezione delle linee MT di collegamento alle unità di trasformazione dislocate sulle aree di impianto.

Tutti gli scomparti MT impiegati nelle cabine saranno realizzati in lamiera zincate a caldo ed elettrozincate. Le lamiere zincate a caldo sono utilizzate nelle parti interne degli scomparti, quelle elettrozincate per le parti soggette a trattamento di verniciatura. Il livello di isolamento scelto sarà quello previsto per apparecchiature con tensione nominale fino a 36 kV (Figura 76).



**Figura 76.** Tipologico fronte quadro scomparti MT di cabina smistamento.

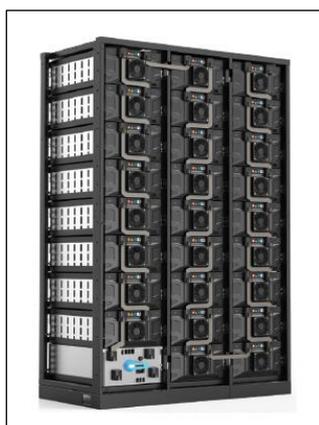
**La cabina sarà poggiata su una vasca di fondazione monoblocco con idonei separatori e fori per il passaggio dei cavi MT e bt. Nella vasca di fondazione sarà garantita la presenza di un'intercapedine stagna e la sigillatura di eventuali fori di collegamento con gli altri locali.**

#### 5.2.1.5. Sistema di accumulo e relativa componentistica

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione, sarà anche collegato ad un sistema di accumulo dell'energia prodotta.

Il sistema avrà una potenza nominale di 7.5 MW.

Saranno utilizzate batterie a ioni di litio da 280Ah, assemblate in moduli da 14.3kWh, a loro volta raggruppati in rack da 372.7 kWh (Figura 77).



**Figura 77.** Rack batterie da 26 moduli.

I rack batterie saranno alloggiati all'interno di almeno due unità container denominate "Battery Unit" (Figura 78).

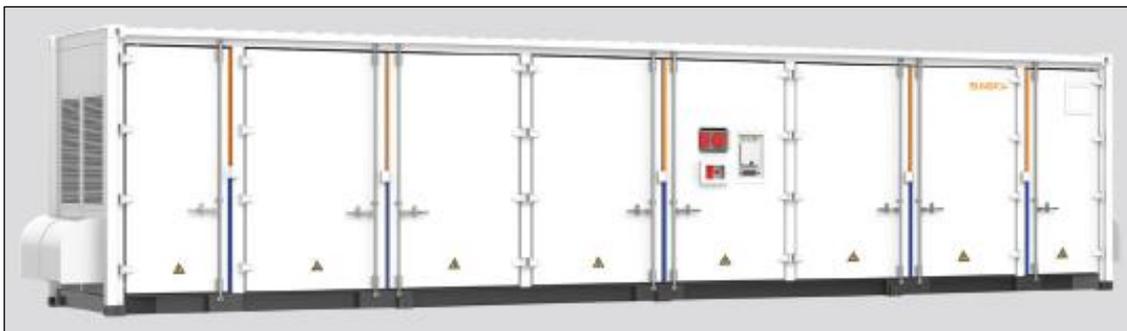


Figura 78. Container batterie.

### 5.2.1.6. Cablaggi elettrici CC/CA, messa a terra e cavidotto di connessione

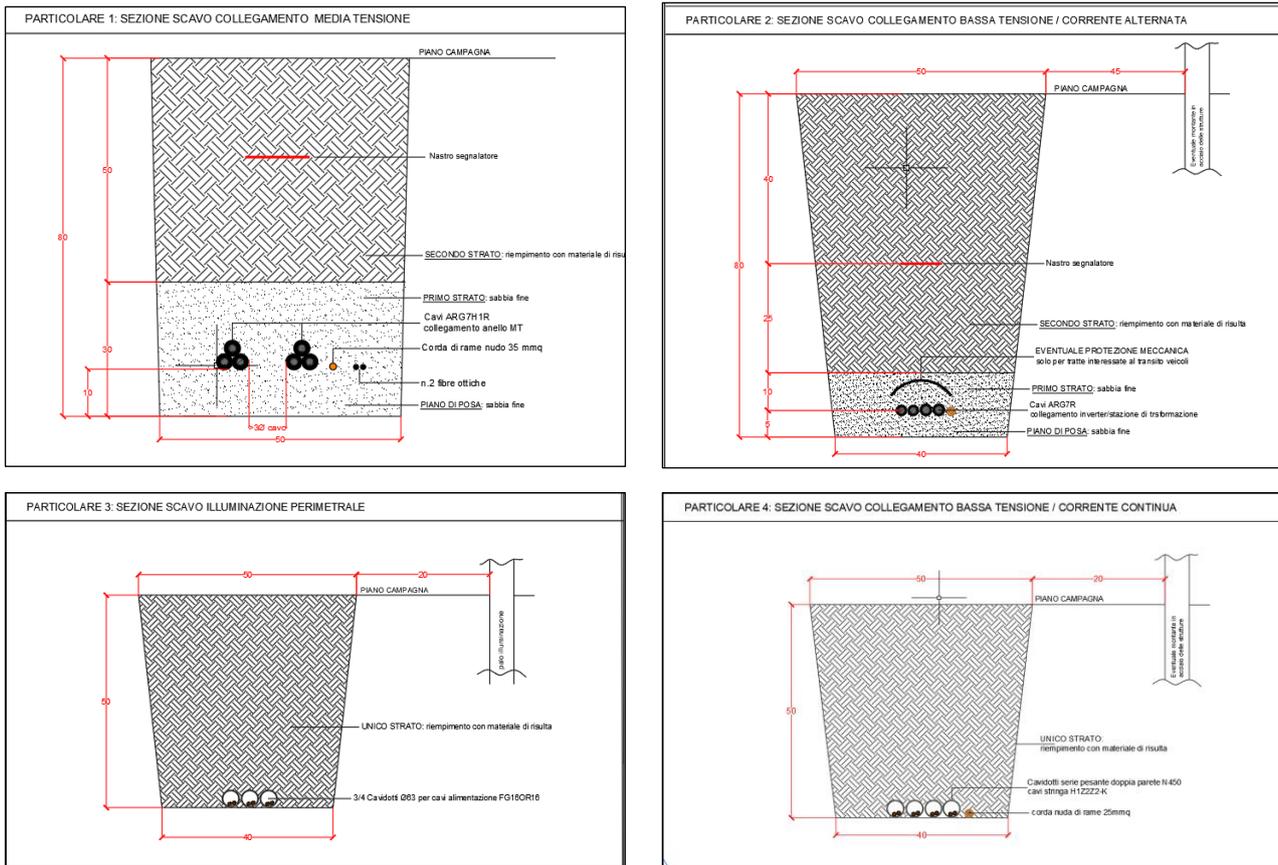
**Le installazioni di bassa tensione dell'impianto comprendono tutti i componenti elettrici dai moduli fotovoltaici fino agli ingressi del trasformatore. A tal riguardo saranno utilizzati cavi unipolari con isolamento in mescola LSZH a base di gomma reticolata - per collegamenti in corrente continua - e con conduttore in rame rosso, formazione flessibile, classe 5, isolante in gomma di qualità G16, e guaina esterna in PVC di qualità R16 - per collegamenti in corrente alternata per l'alimentazione elettrica degli impianti di servizio.**

**Per i collegamenti in Media Tensione a 30kV (tra la parte MT dei trasformatori e gli scomparti MT delle unità di trasformazione e da queste ai quadri MT della cabina di smistamento 30kV) saranno utilizzati cavi tripolari a elica visibile in alluminio, strato semiconduttivo interno in mescola estrusa, isolamento in mescola di polietilene reticolato DIX 8, schermatura in nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale, guaina in polietilene di colore rosso.**

La canalizzazione per la posa dei cavi si intende costituita dal canale, dalle protezioni e dagli accessori necessari ed indispensabili per la realizzazione di una linea in cavo sotterraneo.

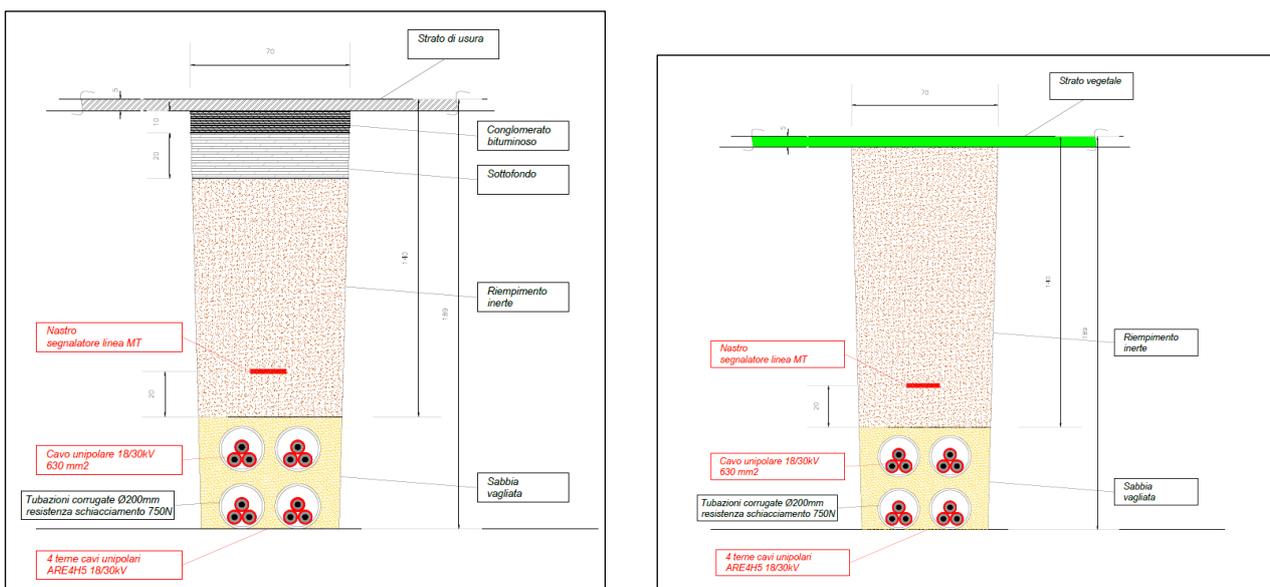
Gli scavi per il contenimento dei cavidotti, all'interno delle aree di impianto, saranno eseguiti tutti in terreno vegetale. Saranno utilizzate prevalentemente trincee, la cui larghezza è determinata dalla profondità di posa, dalla quantità e dai diametri dei cavidotti impiegati e deve essere tale da consentire la sistemazione del fondo, il collegamento dei cavidotti con specifici manicotti di giunzione e consentire gli interventi di manutenzione. Il terreno rimosso durante le operazioni di scavo delle trincee sarà riutilizzato per il riempimento degli scavi stessi.

Per il passaggio dei cavi interrati (bassa tensione, linee dati in fibra ottica, impianto di messa a terra e cavi MT) saranno previste delle sezioni di scavo variabili in funzione della tipologia di cavo stesso. Per i dettagli si rimanda a agli elaborati progettuali dedicati (e alle sezioni riportate in Figura 79).



**Figura 79.** Particolari delle sezioni tipo di scavo.

Per la connessione della cabina di smistamento MT, localizzata nell'impianto fotovoltaico, alla stazione di trasformazione AT/MT da realizzarsi nel punto di raccolta di Carisio in prossimità della nuova Stazione Elettrica di trasformazione 380/132 kV sarà realizzato un elettrodotto interrato a tensione 30kV, in cavo, da realizzarsi in parte su terreno e in parte su strade asfaltate. Il cavidotto conterrà 4 tubazioni di diametro 200mm, ciascuna destinata al transito di una singola terna di cavi MT 18/30kV (Um 36 kV) in formazione unipolare con posa a trifoglio (Figura 80 e Figura 81).



**Figura 80.** Tipologici scavo su strada asfaltata (immagine di sx) e su terreno vegetale (immagine di dx).

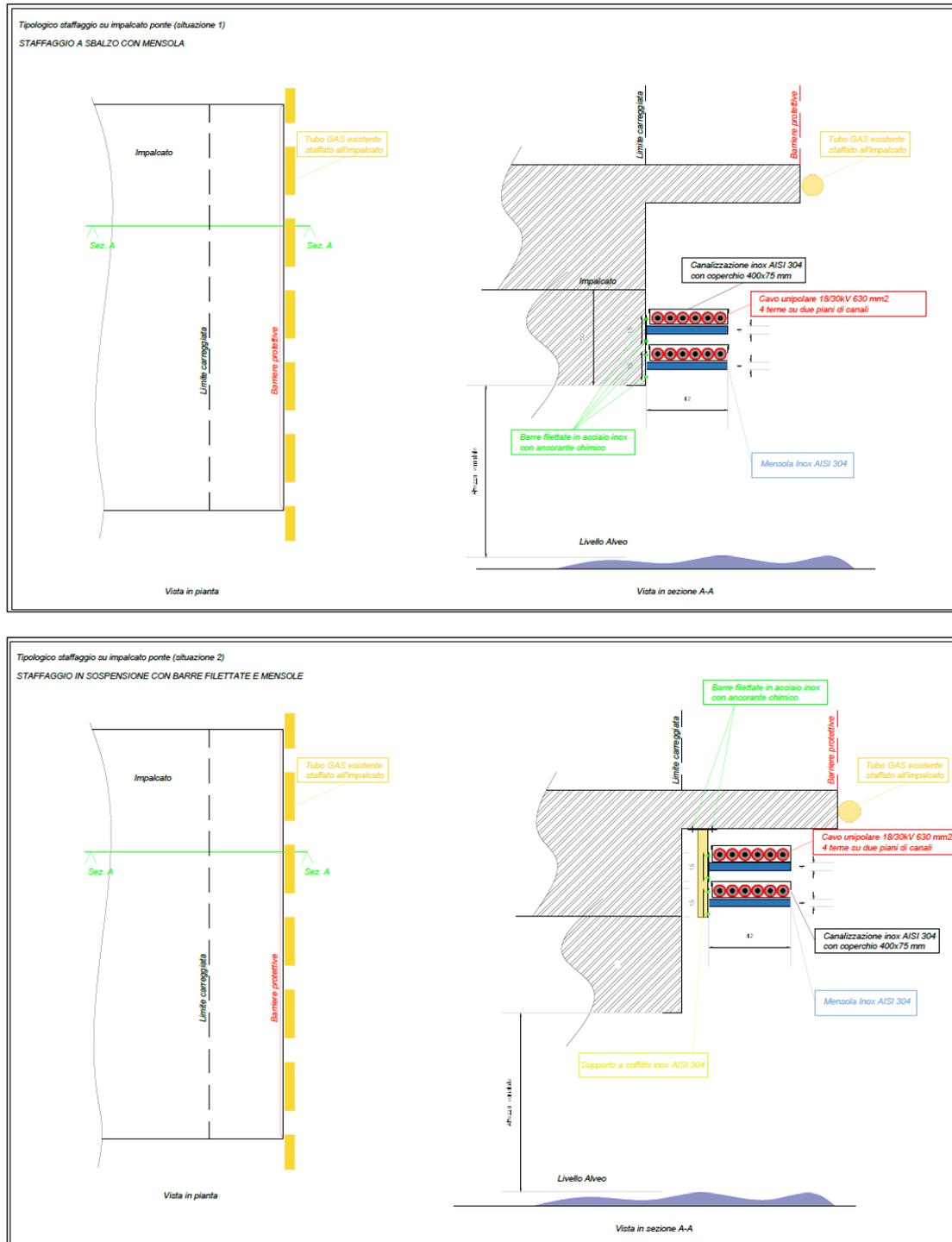


Figura 81. Tipologici attraversamento in staffaggio ponte.

### 5.2.1.7. Accessi ai siti, recinzione, sistema di videosorveglianza e illuminazione

Considerata l'estensione del campo fotovoltaico, saranno presenti numerosi accessi allo stesso, come localizzati negli elaborati tecnici progettuali.

Gli accessi saranno dotati di cancelli di larghezza non inferiore a 8 metri e altezza del varco non inferiore a 2.3 metri per l'accesso dei veicoli, mentre l'accesso pedonale dovrà essere di larghezza non inferiore a 1 m e altezza 2 m. I cancelli carrabili avranno doppia anta battente (o in alternativa scorrevoli) con

cornici costituite da tubi da 2 pollici e profili 60 x 40 mm con uno spessore di 3,5 mm, il tutto in acciaio zincato a caldo con saldature lisce e continue delle varie parti. Ogni cancello di accesso sarà dotato di maniglia e serratura per la chiusura a chiave (Figura 82).

La verniciatura sarà di colore verde con RAL 6005 identico a quello impiegato per la recinzione perimetrale delle aree di intervento.

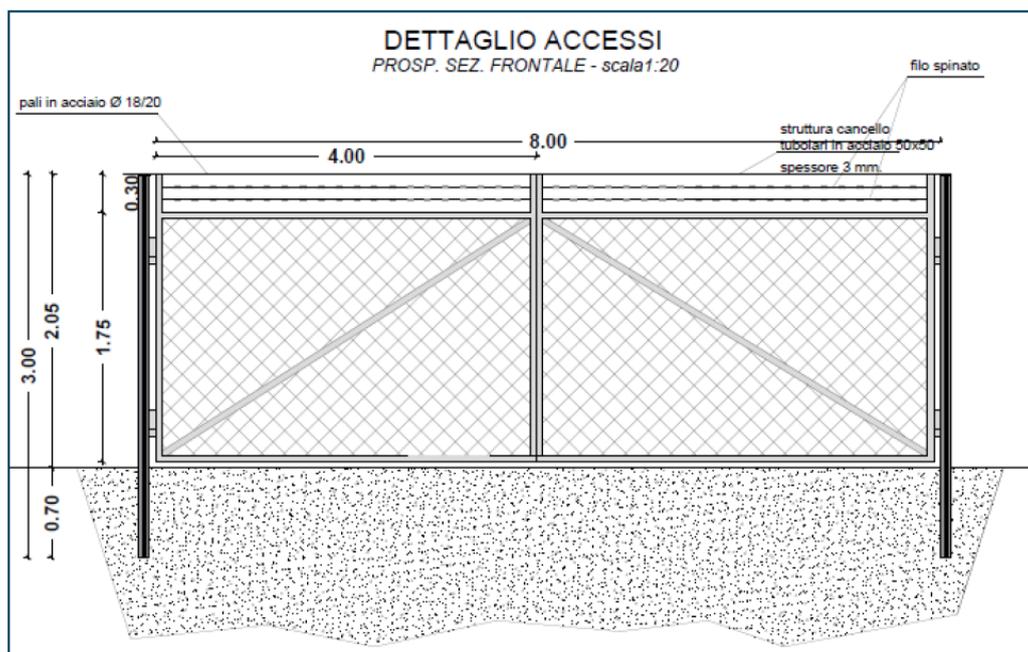


Figura 82. Dettaglio accesso.

La recinzione sarà realizzata con pilastri verticali infissi nel terreno e una rete metallica flessibile perimetrale alta 2 m, con luce inferiore di 20 cm per assicurare il transito della fauna. Sarà sormontata da una protezione anti-scavalco di 50 cm e verrà posizionata nel terreno ad infissione, senza l'utilizzo di plinti/pozzetti di fondazione in cemento (Figura 83).

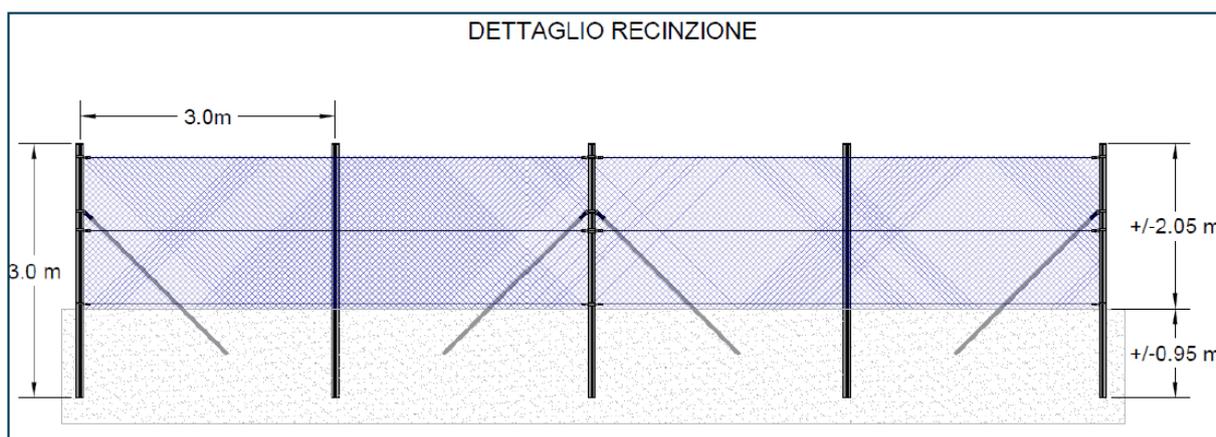


Figura 83. Dettaglio della recinzione.

È prevista la realizzazione di un impianto di videosorveglianza del perimetro d' impianto e dei locali tecnici, nonché di un impianto antintrusione. L'impianto di videosorveglianza sarà dotato di telecamere ad infrarossi, abilitate al rilievo dei movimenti anomali, e consentirà la generazione di allarmi che saranno trasmessi in remoto in tempo reale. L'impianto antintrusione, invece, proteggerà dal taglio e/o dallo sfondamento delle recinzioni, consentendo la generazione del segnale di allarme.

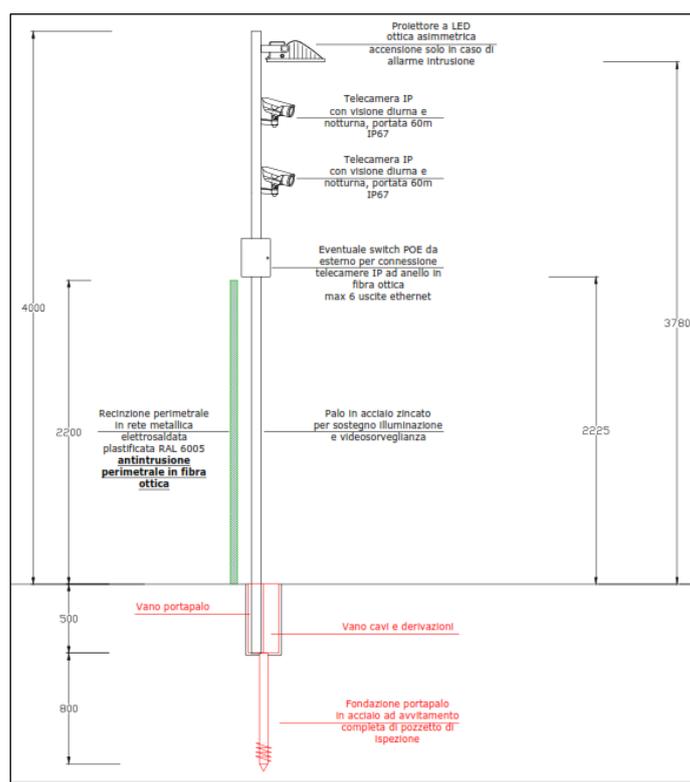
L'impianto fotovoltaico sarà, inoltre, dotato di un impianto di illuminazione perimetrale realizzato con corpi illuminanti a led installati su pali di altezza fuori terra pari a 3 metri. L'accensione sarà comandata,

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.

Per quanto riguarda, invece, **il sistema di sicurezza, sarà realizzato perimetralmente al campo dove saranno posizionate in modo strategico le telecamere al fine di garantire una corretta copertura di tutto il perimetro.** 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.

Oltre al perimetro si prevede di installare anche telecamere tipo dome in corrispondenza delle stazioni di trasformazioni e dell'accesso al campo. Tutte le telecamere saranno dotate di sensore di movimento in modo che si eviti un elevato flusso di segnale da gestire dalla centrale.

La realizzazione degli impianti prevede, infine, 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. 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.



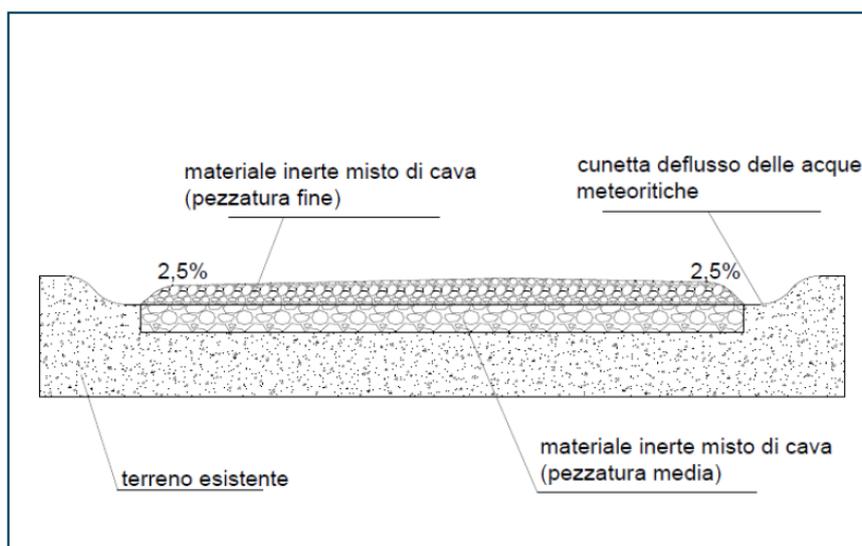
**Figura 84.** Tipologico palo per illuminazione e videosorveglianza con fondazione a vite.

### 5.2.1.8. Viabilità interna all'area di impianto

All'interno delle aree di impianto sarà realizzata una viabilità destinata alle operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria; saranno, quindi, realizzati **stradelli interni destinati al passaggio veicolare** (furgoni, trattori per taglio erba, autocarri, etc...) **aventi larghezza di 3.5 - 4 m**. Gli stradelli saranno principalmente localizzati lungo il perimetro delle aree di impianto e, in alcuni punti, attraverseranno trasversalmente l'area in corrispondenza dei tracker.

Ogni stradello, previa pulizia e scarifica del terreno esistente, sarà composto da una base di materiale inerte (misto di cava) in pezzatura media per uno spessore di circa 15 cm, sormontata da una finitura in materiale inerte (sempre misto di cava) in pezzatura fine per uno spessore di circa 10 cm separati dal suolo attraverso un geo-tessuto.

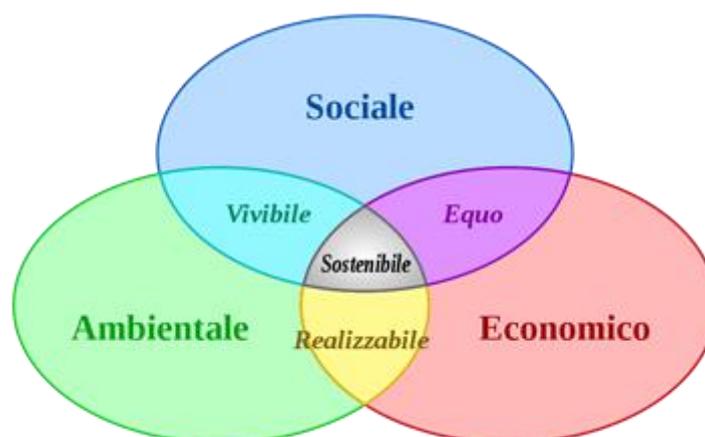
Alla finitura dovrà essere garantita un'adeguata pendenza verso cunette laterali opportunamente predisposte per il deflusso delle acque meteoriche (Figura 85).



**Figura 85.** Dettaglio viabilità interna all'impianto.

## 6. Studio degli impatti/ricadute dell'opera in progetto

La presente sezione dello Studio di Impatto rappresenta il cuore del procedimento autorizzativo e, contestualmente, offre l'opportunità di documentare i numerosi accorgimenti progettuali frutto di un'attenta analisi di equilibrio tra uomo ed ecosistema, nel rispetto delle componenti biotiche e abiotiche naturali e alla costante ricerca della piena sostenibilità. A tal proposito, seppur un tantino filosofico, è sempre il caso di ricordare come il concetto stesso di sviluppo sostenibile (Figura 86) non risulti essere un pensiero astratto difficilmente identificabile, ma, al contrario, è un ambito di ricerca scientifica noto e piuttosto vivace che coinvolge, studia e analizza la maggior parte delle attività e dei processi antropici in ottica di migliorarne la conoscenza e limitarne gli effetti negativi, attraverso strategie migliorative (i.e. *good practices*) e sul quale esistono dati e studi oggetto di continuo aggiornamento ed evoluzione.



**Figura 86.** Diagramma di Venn dello sviluppo sostenibile, risultante dall'incrocio delle tre parti costituenti.

In analogia con quanto fatto sino ad ora, quindi, anche **il presente capitolo cercherà di seguire i più alti standard tecnico-qualitativi di analisi**, al fine di non limitare lo SIA a quanto previsto dalla normativa italiana vigente secondo una mera visione di tipo burocratico-amministrativo, ma mirerà a soddisfare quanto previsto dalla direttiva 2011/92/UE, così come modificata dalla direttiva 2014/52/UE. In particolare, verranno estesi gli ambiti di analisi a tutta quella serie di elementi dinamico-evolutivi indotti dal cambiamento climatico da intendersi sia come variabile impattata sia come variabile impattante sull'opera (vedi concetti di resistenza e resilienza). Inoltre, al fine di *"[...] condurre ogni ragionevole sforzo per una analisi seria ed oggettiva dei presupposti e delle conseguenze di progetto"*, **il presente lavoro si avvale di dati tecnici e di concetti scientifici (di volta in volta analizzati e opportunamente citati) al fine di fondare le scelte su basi solide e di fonte certa.**

Si procederà, quindi, con una valutazione di carattere generale sulla sostenibilità tramite analisi LCA di letteratura della tecnologia fotovoltaica per poi proseguire verso un dettaglio sempre più specifico sulle varie componenti oggetto di valutazione.

Gli ambiti privi di interazione saranno trattati in modo speditivo, viceversa ci si focalizzerà sugli aspetti di maggior interrelazione. Inoltre, le diverse fasi di vita dell'opera verranno tenute in considerazione (i.e. costruzione, esercizio, dismissione) laddove pertinenti.

## 6.1. Dal pannello al grande impianto di produzione: LCA e analisi di processo

L'energia prodotta da fonti rinnovabili è oggi in primo piano e **la comunità scientifica è concorde nell'affermare che essa rappresenta uno dei principali sistemi per a.) contenere la dipendenza dalle limitate riserve di fonti fossili e b.) mitigare gli impatti del cambiamento climatico** (Shafiee *et al.*, 2009; IPCC, 2011).

In tale contesto, ulteriori aspetti non trascurabili da considerare sono:

- il sole fornisce oltre 2500 terawatts (TW) di energia su grandi superfici tecnicamente accessibili sulla terra (Nelson, 2003; Tsao *et al.*, 2006);
- i costi delle tecnologie solari sono progressivamente meno proibitivi e sempre più accessibili, (Brazilian *et al.*, 2013) specialmente in un contesto di economie di scala;
- il potenziale d'uso delle tecnologie per l'utilizzo dell'energia solare sovrasta di alcuni ordini di grandezza il potenziale d'uso di altre tecnologie rinnovabili (e.g. eolico e biomasse (IPCC, 2011))
- l'energia solare ha numerose esternalità positive dirette e indirette tra cui, a titolo esemplificativo, la riduzione dell'emissione di gas a effetto serra, il riuso/miglioramento di terre degradate, scarsamente/non utilizzate, e/o marginali, l'incremento dell'indipendenza energetica, l'accelerazione dell'elettrificazione rurale, la creazione di posti di lavoro, il miglioramento della qualità della vita, la diversificazione del reddito agricolo, la riduzione/ il contenimento del costo dell'energia (e.g. Tsoutsos *et al.*, 2005; Burney *et al.*, 2010);
- malgrado le speculazioni (finanziarie ma anche mediatiche), la superficie agricola destinata all'installazione di impianti fotovoltaici a terra in Italia è stata quantificata al 2014 in meno dello 0.1% della superficie agricola totale nazionale (Squatrito *et al.*, 2014) e, viceversa, possono essere create interessanti sinergie tra produzione agricola ed energetica (Elettricità Futura e Confagricoltura, 2021);
- le infrastrutture per la produzione di energia da fonti rinnovabili e le opere ad esse riconducibili sono state dichiarate dal Governo italiano di pubblica utilità, indifferibili ed urgenti (Legge 10/1991- Art.1, comma 4; D.lgs. 387/2003 – Art. 12, comma 1); Il PNIEC<sup>84</sup> italiano, inoltre, prevede di perseguire un obiettivo indicativo di riduzione dei consumi al 2030 pari al 43% dell'energia primaria e al 39.7% dell'energia finale (rispetto allo scenario di riferimento PRIMES 2007);
- il riscaldamento globale, e tutte le drammatiche conseguenze ad esso riconducibili, hanno subito addirittura un'accelerazione nel quinquennio 2014-2019 (Xu *et al.*, 2018; IPCC, 2018; WMO, 2019), sancendo, di fatto, la sconfitta delle attuali strategie messe in atto per contenere il global warming entro 1.5°C e richiamando l'attenzione sull'esigenza una nuova e rinnovata coscienza volta ad incrementare gli sforzi. In quest'ottica, l'accordo di Parigi definisce un piano d'azione globale, inteso a limitare il riscaldamento globale ben al di sotto dei 2°C con la pressoché completa decarbonizzazione delle fonti di energia (auspicabilmente entro il 2040).

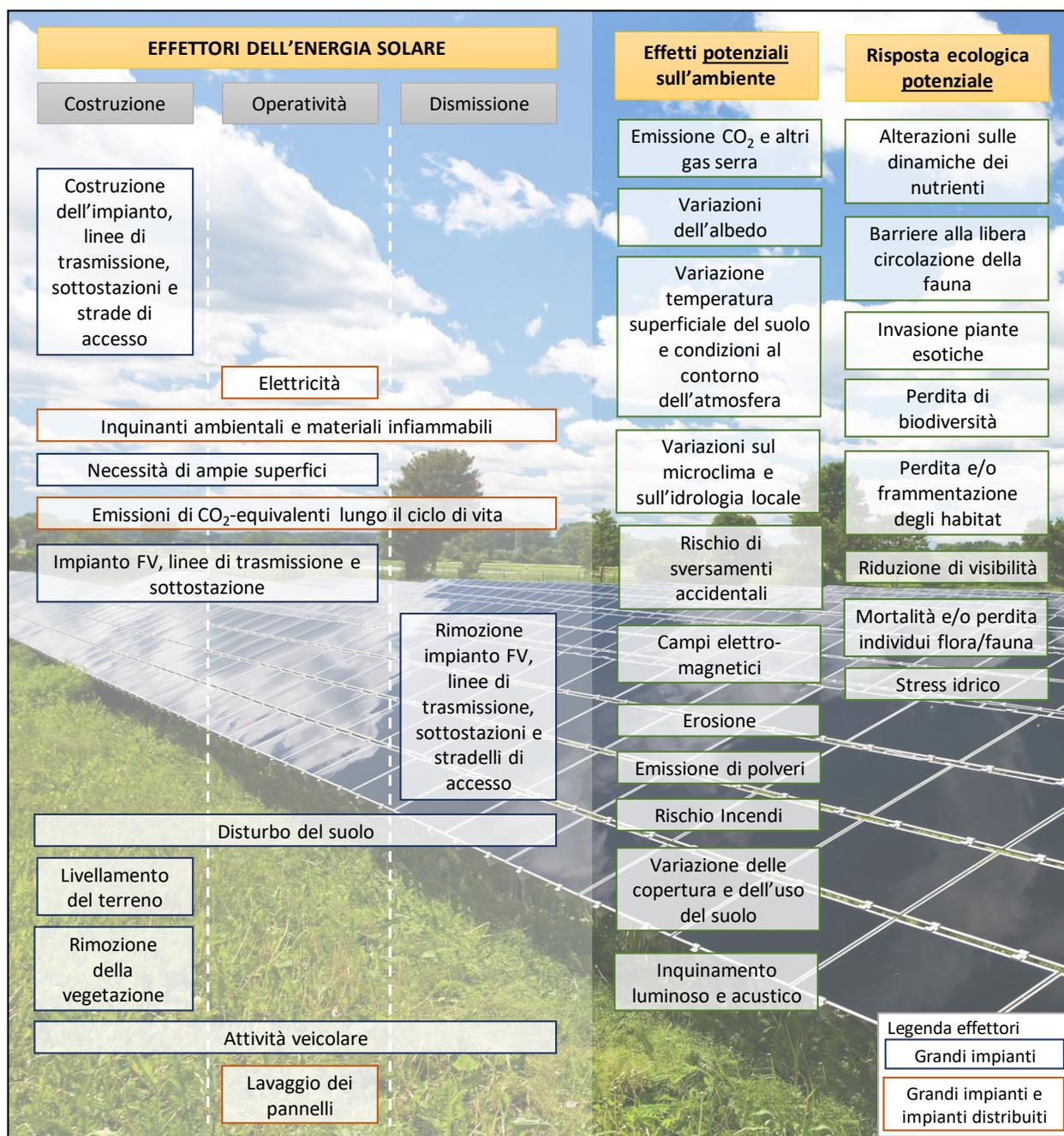
**Se, quindi, risulta innegabile come una produzione diffusa da micro-impianti ubicati su edifici e manufatti risulterebbe ottimale e preferibile per innumerevoli ragioni** (non occupazione di suolo, aumento di efficienza produzione-consumo, consapevolezza globale, limitazione degli impatti paesaggistici, etc. - oggetto di approfondimento nei prossimi paragrafi), **è altrettanto vero come le dinamiche di crescita della micro generazione domestica diffusa soffrono una sintomatica lentezza non compatibile con l'urgenza dettata dal momento. Ogni azione conta.**

**In un disegno più ampio, quindi, è possibile interpretare le grandi centrali di produzione posizionate a terra come un'efficace strategia di breve-medio periodo in grado di offrire maggior tempo all'economia domestica per adeguarsi.**

In questa visione, tuttavia, diventa essenziale lavorare sul contenimento delle esternalità negative dei grandi impianti, per non andare a detrimento di altre risorse (sia in una visione olistica, sia in una visione puntuale).

<sup>84</sup> [https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC\\_finale\\_17012020.pdf#page=47&zoom=100,72,97](https://www.mise.gov.it/images/stories/documenti/PNIEC_finale_17012020.pdf#page=47&zoom=100,72,97)

Riprendendo, quindi, un efficace diagramma di sintesi degli impatti e delle ricadute delle grandi centrali fotovoltaiche a terra, tratto da Hernandez *et al.* (2014), è possibile riepilogare le esternalità oggetto di attenzione nel presente studio in Figura 87.



**Figura 87.** Effettori<sup>TM</sup> riferibili alle tecnologie solari per impianti di grandi dimensioni ubicati al suolo. Gli effettori possono produrre uno o più effetti sull'ambiente, con una o più potenziali risposte ecologiche.

### 6.1.1. Fase di produzione dei pannelli e analisi LCA del fotovoltaico

Il crescente sviluppo demografico e tecnologico, frutto di una costante ricerca di miglioramento della qualità della vita, rende il mondo sempre più energivoro. Tuttavia, la combustione delle tradizionali fonti fossili ha dato evidenza di gravissime conseguenze ambientali, che occorre arginare: riscaldamento globale in primis (con tutti i disastri a esso connessi), ma anche piogge acide e inquinamento atmosferico sono solo alcuni dei gravi danni, che minacciano (e condizioneranno) le dinamiche biotiche della Terra.

In accezione generale, quindi, le tecnologie fotovoltaiche, che producono energia direttamente dalla radiazione solare senza emissioni di gas a effetto serra e senza consumo di fonti fossili, potrebbero risultare completamente pulite e senza alcun impatto. Tuttavia, durante il loro ciclo di vita, è bene evidenziare come numerosi processi ad esse connessi consumino grandi quantitativi di risorse (di tipo minerale, idrico ed energetico in primis) e sussistano emissioni di gas nocivi e/o ad effetto serra (e.g. produzione delle celle fotovoltaiche e dei sistemi di fissaggio, assemblaggio dei moduli, trasporto, installazione, decommissioning (Figura 88)) che, se non opportunamente minimizzate e correttamente trattate, potrebbero limitare i benefici derivanti dalla sola fase d'esercizio.

→ **In primo luogo, quindi, in una ottica di piena consapevolezza, occorre avere la certezza che i benefici complessivi generati da una centrale fotovoltaica durante la sua esistenza superino i consumi di risorse necessari alla loro stessa costruzione, funzionamento e dismissione.**

Per questo obiettivo viene abitualmente adottata l'analisi LCA. Tale tipologia di studio, chiamata "Analisi del Ciclo di Vita (Life-Cycle Assessment = LCA) è un metodo strutturato e standardizzato a livello internazionale che permette di quantificare i potenziali impatti sull'ambiente (e sulla salute umana) associati a un bene o servizio durante TUTTA la sua esistenza a partire dal rispettivo consumo di risorse e dalle emissioni (dall'acquisizione delle materie prime sino alla gestione delle stesse al termine della vita utile includendo le fasi di fabbricazione, distribuzione, utilizzo e dismissione).

Per descrivere le performance ambientali di progetto tramite analisi LCA, i due indicatori principali e comunemente utilizzati a livello internazionale possono essere identificati nei seguenti parametri:

- l'**EPBT (Energy payback Time)**: ovvero il tempo necessario all'impianto per generare il medesimo quantitativo di energia necessario ad annullare il quantitativo consumato nel suo ciclo di vita;
- la **GHG Emission Rate**: ovvero il quantitativo di emissioni di gas climalteranti generate durante il suo ciclo di vita.

Trattandosi di un argomento di estrema complessità che coinvolge competenze e conoscenze di dettaglio di innumerevoli processi (e.g. Figura 88 - oltretutto in costante evoluzione grazie al miglioramento tecnologico) risulterebbe oltremodo onerosa svolgere analisi LCA specifiche su ogni singolo progetto (oltretutto in una fase iniziale caratterizzata elementi di aleatorietà ancora molto ampi e tali da imporre assunzioni e semplificazioni che rischierebbero di rendere soggettivo e poco attendibile il risultato).

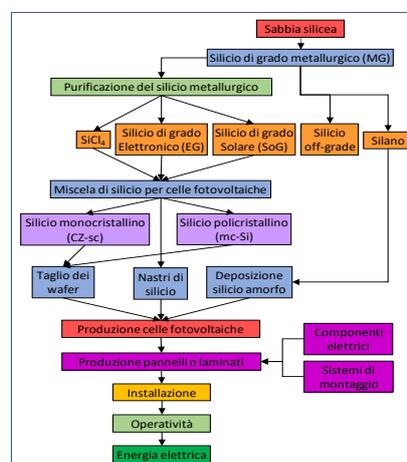


Figura 88. Il processo di fabbricazione dei moduli fotovoltaici a base silicea (Peng et al., 2013).

Tuttavia, risultano disponibili molti lavori e studi pubblicati su riviste scientifiche specialistiche ad opera di studiosi e ricercatori che hanno condotto, nel corso del tempo, studi di LCA di impianti fotovoltaici per verificarne la sostenibilità ambientale e il suo impatto climatico (trascorrendo i lavori precedenti il 2010, si citano, per esempio: Sumper et al., 2011; Fthenakis & Kim, 2011; Peng et al., 2013; Desideri et al., 2013; Beylot et al., 2014; Kim et al., 2014; Marshali et al., 2022).

Nel tentativo di definire uno stato dell'arte sulla base della disponibilità di dati di letteratura risulta piuttosto evidente come la tematica, seppur molto attuale e oggetto di dibattito scientifico, mostri ancora una certa carenza di lavori riferiti ad impianti a terra *utility-scale* in contesto Europeo. Di più, se da un lato tutti i documenti risultano concordi sull'enorme vantaggio generato dall'utilizzo della fonte solare per la produzione di energia (rispetto alle fonti fossili) – con emissioni di oltre un ordine di grandezza inferiori (Cfr. Tabella 20 (Hernandez et al., 2014))– e sul fatto che la fase costruttiva rappresenti il grosso delle emissioni GHG nella vita di un progetto FV (nell'ordine dell'85-90%), ciascun lavoro risulta caratterizzato da metodologie, scelte e impostazioni modellistiche/disponibilità dati che rendono gli output numerici compresi in range piuttosto ampi e, talvolta, solo parzialmente confrontabili (in quanto frutto di analisi di processo parziali o influenzati da dinamiche metodologiche differenti o, ancora, riferiti a tecnologie/progetti molto diversi tra loro). E' tuttavia evidente come, approfondendo ciascuno studio, i dati riferiti alla tecnologia FV con moduli in silicio cristallino e strutture metalliche a terra a inseguimento solare tendano più o meno a convergere verso una forbice ristretta.

**Tabella 20.** Paragone delle emissioni di gas climalteranti (grammi di CO<sub>2</sub> equivalente per kWh prodotto) tra diversi sistemi convenzionali (a fonti fossili) e il fotovoltaico (silicio monocristallino).

Sistema	Emissione GHG (gCO <sub>2</sub> -eq/kWh)
Carbone	975
Gas	608
Fonti petrolifere	742
FV – Si <sub>cristallino</sub>	<b>32 - 44.6</b>

Nel prosieguo viene offerta una sintetica *review* di letteratura dei lavori giudicati, dagli scriventi, maggiormente interessanti/utili ai fini dello studio,

- Sumper et al. (2011) effettua uno studio sulle performance ambientali di un impianto su tetto da 200 kWp in Spagna e, benchè non fornisca dati di emissione di GHG (essendosi concentrato maggiormente su indicatori di payback energetico), fornisce - all'interno del lavoro - un' interessante revisione basata su 26 precedenti studi LCA (compresi tra il 2000 e il 2009) i quali, presentano complessivamente un range emissivo compreso tra **13 e 180 g CO<sub>2</sub>eq/kWh** (con una media complessiva di 63 g CO<sub>2</sub>eq/kWh). Tali lavori, tuttavia, risultano un tantino datati e includono tecnologie differenti, taglie di progetto dissimili, soluzioni installative le più disparate e localizzazioni in aree caratterizzate da irraggiamenti e producibilità molto diverse. E' comunque interessante iniziare a circoscrivere un perimetro chiaro e robusto che ricomprenda la maggior parte dei progetti.
- Fthenakis e Kim (2011) sintetizzano i risultati di una analisi LCA per alcune tecnologie fotovoltaiche (i.e. film sottile e 3 differenti ipotesi di silicio) arrivando a fornire un livello di contribuzione specifica in termini di emissioni di GHG per i principali macro-componenti (e.g. moduli, strutture) – facendo anche un focus su un piccolo sistema ad inseguimento biassiale con una sola vela da 25 kWp in Arizona - con valori di emissione di GHG nell'ordine dei **30-38 g CO<sub>2</sub>eq/kWh** (considerando, tuttavia, solo le fasi di costruzione dei materiali).
- Peng et al. (2013) analizza le emissioni di GHG di cinque diversi sistemi fotovoltaici e chiarisce come i fattori emissivi siano fortemente influenzati da una serie considerevole di variabili, tra cui tipi di celle fotovoltaiche, i tipi di moduli, i processi manifatturieri, le soluzioni tecnologiche, i metodi di installazione, la localizzazione del progetto, le condizioni climatiche dell'area, il metodo di stima utilizzato (e l'accuratezza dei dati forniti), ecc. Al netto di queste precisazioni, la quantificazione fornita in termini emissivi per gli impianti realizzati con moduli in silicio monocristallino presenta un range compreso tra **29-45 g CO<sub>2</sub>eq/kWh** (di poco più alto rispetto a quelli in policristallino).

- Beylot *et al.* (2014) ipotizza e confronta quattro scenari differenti d'installazione a terra di un impianto virtuale da 5 MWp (i.e. supporti fissi in alluminio e in legno; sistema a inseguimento monoassiale e biassiale) identificando emissioni GHG di sistema differenti in relazione alla soluzione adottata con range finali che vanno da **37.5 a 53.5 g CO<sub>2</sub>eq/kWh** a seconda della diversa configurazione.
- Kim *et al.* (2014) valuta la performance ambientale, in termini di GHG, di un piccolo impianto a fisso a terra (0.1 MWp) variando il differente feedback offerto da pannelli in silicio mono-cristallino e poli-cristallino (decommissioning incluso) ed arriva a identificare range finali che vanno da **31.5 a 41.8 g CO<sub>2</sub>eq/kWh** a seconda della diversa configurazione.
- Desideri *et al.* (2013) effettua una analisi comparativa tra due ipotetici impianti solari *utility scale* (di dimensione nell'ordine di alcuni MWp) ubicati in Sicilia e basati su tecnologie differenti: da un lato il solare a concentrazione e dall'altra un impianto a inseguimento monoassiale con pannelli in silicio monocristallino (contemplando, nella sua analisi modellistica, tutte le fasi LCA: dall'estrazione delle materie prime fino al loro smaltimento). I valori di emissione di GHG arriva a definire valori di **47.9 g CO<sub>2</sub>eq/kWh per l'impianto FV a inseguimento solare** (e 29.9 per l'impianto a concentrazione solare – qui non considerati per eccessiva difformità tecnologica rispetto alla tipologia qui considerata).

Senza tornare nei dettagli di ogni singolo studio sopracitato (ai quali si rimanda per ogni approfondimento) e limitando l'analisi a quanto di interesse, i risultati mediati (e normalizzati per un facile confronto sul singolo kWh) possono essere sintetizzate come segue:

- **le analisi LCA di sistemi fotovoltaici**, con tecnologie assimilabili a quelle adottate nel presente progetto (i.e. installazioni a terra con sistema a inseguimento solare, che adottano la tecnologia di silicio cristallino), **evidenziano valori di EPBT compresi tra 1.7 e 5.5. anni (prendendo gli estremi minimi e massimi riscontrati - Desideri *et al.* 2013; Peng *et al.* 2013).**
- **Per la medesima tipologia di impianti, escludendo i lavori precedenti al 2010, le emissioni di GHG durante il ciclo di vita sono quantificabili in un range medio compreso tra 32.0 e 44.6 g CO<sub>2</sub>eq/kWh, con una media di 40,2 g CO<sub>2</sub>eq/kWh (con estremi minimi e massimi assoluti compresi tra 29.0 e 53.5 g CO<sub>2</sub>eq/kWh).**

I dati sopra menzionati sono suffragati dalla maggior parte degli studi disponibili (come opportunamente sopra documentato), ma rappresentano una condizione dinamica destinata ulteriormente a migliorare nel breve-medio periodo in considerazione di numerosi fattori quali, per esempio, il progresso dei processi industriali, l'aumento delle efficienze, la diminuzione dei consumi di materie prime, l'incremento d'uso dei materiali riciclati (Peng *et al.*, 2013). A tal proposito, lo studio di Kommalapati *et al.* (2017), nella loro review di analisi LCA su progetti ante 2010 indentificano valori compresi nell'ordine di **73.68 e 85.33 g CO<sub>2</sub>eq/kWh** per progetti FV in silicio monocristallino e policristallino: valori che, a differenza di quelli sopra descritti, si sono significamente ridotti nell'arco degli ultimi 15 anni.

➔ **In secondo luogo, non meno importante, occorre prestare attenzione alla selezione di prodotti e produttori “virtuosi”, ovvero aziende dotate di politiche operative e gestionali sostenibili nei loro processi produttivi al fine di minimizzare il loro impatto ambientale e ridurre la loro impronta di carbonio.**

Per tali tematiche, tuttavia, non è facile accertare indicatori trasparenti, robusti, e univoci riferiti al grado di sostenibilità di ciascun fornitore (specie quando subentrano logiche contrattuali che racchiudono in un unico contratto di “Engineering, Procurement and Construction” (i.e. EPC) tutti gli aspetti del lavoro cantieristico). Esistono, tuttavia, numerosi aspetti, certificazioni o analisi che possono fungere da proxy del grado di attenzione e sensibilità ambientale dei soggetti coinvolti.

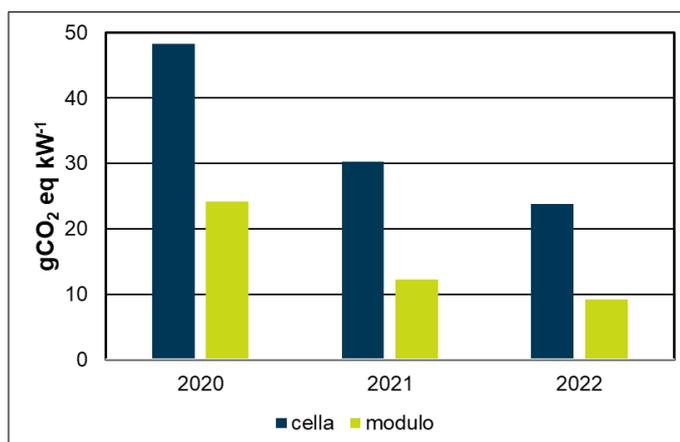
Per quanto concerne la componente energetica del progetto “e-VerGREEN”, per esempio, è stato dato privilegio a fornitori con una reputazione consolidata e comprovata a livello nazionale o internazionale, che risultassero condividere la missione di sostenibilità portata avanti da Enfinity Global anche nei loro processi produttivi tramite l'adozione di pratiche sostenibili e responsabili in termini ambientali (oltre che nel rispetto degli standard di qualità ed in conformità alle normative vigenti). Senza entrare nel merito di ogni singolo

fornitore (anche perché molti non sono ancora stati individuati) ma tenuto conto del fatto che tra le forniture di potenziale maggior impatto risultano esserci i moduli fotovoltaici e le strutture metalliche di sostegno, vengono qui forniti alcuni spunti utili di valutazione sulle società identificate per tali forniture (ed oggetto, ormai, di rapporti commerciali consolidati con la Società Proponente):

- **→ Trina Solar Limited.**

Azienda cinese con sede nella provincia di Jiangsu - con succursali negli Stati Uniti, Europa e Asia – che ha ormai ampiamente consolidato la sua presenza sul territorio comunitario adottandone la filosofia e condividendone gli standard. Inoltre, Trina Solar, nel corso degli anni, ha tradotto in fatti concreti il suo forte impegno verso la sostenibilità ambientale, con una forte riduzione della propria *carbon footprint*; tale impegno viene documentato in modo puntuale e dettagliato all'interno dell'ultimo "Sustainability report 2022"<sup>85</sup> (documento redatto dall'azienda a cadenza annuale, al quale si rimanda per ogni approfondimento). La Società ha inoltre conseguito, nel 2022, la Certificazione "Zero Carbon Factory" (ed è la prima società dell'industria fotovoltaica a conseguirlo).

Ulteriore testimonianza dell'impegno in un'ottica di progressiva decarbonizzazione, sono i risultati delle performance ambientali ottenute a seguito dell'analisi LCA della loro produzione. In particolare, facendo riferimento all'unità di produzione di celle e moduli fotovoltaici, per l'anno 2022 sono state registrate significative riduzioni in termini di CO<sub>2</sub>eq con valori di emissione rispettivi pari a 23,76 gCO<sub>2</sub> eq kW<sup>-1</sup> e 9,20 gCO<sub>2</sub> eq kW<sup>-1</sup>. Come riportato nella **Figura 89** confrontando tali valori con quelli registrati dalla stessa azienda nel 2020, si assiste ad una riduzione del 51% per la produzione di una cella fotovoltaica e del 62% per la produzione di un modulo fotovoltaico.



**Figura 89.** Emissioni Climalteranti espresse in gCO<sub>2</sub> eq kW<sup>-1</sup> compute nell'ambito dell'analisi LCA per le celle e i moduli FV realizzati da Trina Solar. Interessante ravvisare il significativo progressivo miglioramento verificatosi a seguito dell'adozione di politiche aziendali orientate alla progressiva decarbonizzazione di processo. Fonte: Sustainability report 2022 – rielaborazione grafica interna.

Interessante, in ultimo, ravvisare che tra gli obiettivi aziendali da raggiungere entro il 2025 figura quello di proseguire nella riduzione dell'intensità delle emissioni di gas serra (tCO<sub>2</sub>e/MW) emessi dai prodotti di categoria 1<sup>86</sup> e 2<sup>87</sup> del solare fotovoltaico (celle fotovoltaiche e moduli fotovoltaici);

- **→ Soltec.**

La Soltec Power Holding è una società di origine spagnola che può fare affidamento sul lavoro di oltre 1300 persone e vanta ormai 18 anni di esperienza nel settore dei sistemi ad inseguimento solare e oltre 15 GW di progetti realizzati. L'azienda essendo insediata e operante all'interno della comunità europea, oltre ad essere assoggettata alla conformità delle direttive UE (in termini di certificazioni, controlli qualità, ma anche rispetto di standard produttivi e ambientali), ha implementato un quadro di gestione

<sup>85</sup> [http://static.trinasolar.com/sites/default/files/TrinaSolar\\_CSRreport\\_ESG\\_2022\\_EN.pdf](http://static.trinasolar.com/sites/default/files/TrinaSolar_CSRreport_ESG_2022_EN.pdf)

<sup>86</sup> Categoria 1: emissioni dirette prodotte dall'azienda.

<sup>87</sup> Categoria 2: emissioni prodotte indirettamente dall'azienda, provengono dalla produzione di energia acquistata e utilizzata.

ambientale piuttosto rigoroso per identificare e ridurre al minimo l'impatto delle sue attività. Ancorché non siano ancora disponibili dati di analisi LCA delle proprie produzioni (seppur considerati tra gli obiettivi futuri), anche Soltec redige un bilancio di sostenibilità annuale (i.e. Sustainability Report 2021<sup>88</sup>) e partecipa in numerosi progetti di ricerca e sviluppo per l'identificazione, la promozione e l'adozione di soluzioni innovative nel campo dell'energia solare fotovoltaica.

Soltec oggi ricopre sicuramente un ruolo di primaria importanza nel settore e, grazie al suo interessante posizionamento, sta contribuendo tramite le proprie forniture alla decarbonizzazione del sistema energetico a livello globale, arrivando nel 2022, a consentire riduzioni di emissioni in atmosfera per oltre 3 MtCO<sub>2</sub><sup>89</sup>.

Infine, tra le principali strategie aziendali volte al miglioramento dell'efficienza energetica figurano i) lo sviluppo di inseguitori solari all'avanguardia progettati per massimizzare la cattura di energia solare e ottimizzare la rese energetica fotovoltaica, ii) riduzione dell'uso di sostanze dannose per l'ambiente mediante l'impiego di materiali più sostenibili, iii) implementazione del riciclo dei materiali per ridurre la quantità di rifiuti generati e a limitare l'estrazione di risorse naturali. Mentre, tra gli obiettivi futuri, la Soltec si propone di monitorare le emissioni dei gas serra mediante opportune analisi LCA.

**In chiusura di trattazione, quindi, attraverso l'analisi di letteratura scientifica basata su studi LCA di progetti fotovoltaici e gli approfondimenti condotti sui fornitori del progetto e-VerGREEN è stato possibile:**

- **quantificare con una ragionevole accuratezza, i range emissivi di gas climalteranti emessi nel ciclo di vita di progetti di produzione di energia elettrica da fonte solare identificando interessanti benchmark di riferimento che si collocano ad un ordine di grandezza inferiore rispetto a sistemi convenzionali basati su fonti fossili<sup>90</sup>.**
- **Valutare un range temporale di payback energetico dei progetti solari fotovoltaici che dimostrano come, mediamente, in 3.5 anni l'energia prodotta ripaga quella consumata per la loro realizzazione.**

**Fornire opportune rassicurazioni sulla sensibilità ambientale dei principali fornitori di progetto che condividono una missione di sostenibilità nei loro processi, ergo con logiche aspettative di ricadere nella forbice bassa di emissività di GHG e EPBT.**

<sup>88</sup> [https://soltecpowerholdings.com/wp-content/uploads/2022/06/SOLTEC\\_2021-Sustainability-Report.pdf](https://soltecpowerholdings.com/wp-content/uploads/2022/06/SOLTEC_2021-Sustainability-Report.pdf)

<sup>89</sup> [https://soltec.com/sostenibilidad/?\\_gl=1\\*1ona6zl\\*\\_ga\\*NDC5NzM5MDUwLjE2OTAyNzM3Mjg.\\*\\_up\\*MQ..\\*\\_ga\\_Y9KTZ1DTZL\\*MTY5MDI3MzcyNy4xLjEuMTY5MDI3Mzc2OC4wLjAuMA..](https://soltec.com/sostenibilidad/?_gl=1*1ona6zl*_ga*NDC5NzM5MDUwLjE2OTAyNzM3Mjg.*_up*MQ..*_ga_Y9KTZ1DTZL*MTY5MDI3MzcyNy4xLjEuMTY5MDI3Mzc2OC4wLjAuMA..)

<sup>90</sup> A tal proposito è opportuno rilevare come la progressiva crescita di impianti da FER in Italia stia lentamente portando ad un energy mix in cui le fonti fossili avranno sempre minor peso e potrà diventare interessante il confronto di LCA tra diverse fonti rinnovabili e/o con il nucleare di nuova generazione laddove gli orientamenti dell'opinione pubblica cambiassero idea. Tali riflessioni, però, a giudizio degli scriventi, risultano oggi utopiche considerata la lontananza dagli obiettivi di decarbonizzazione e la peculiarità delle fonti rinnovabili che non sempre consentono intersostituibilità tecnologica (e.g. l'assenza di adeguate condizioni ventose rende impossibile la realizzazione di impianti eolici su un'area, così come l'assenza di un corso d'acqua con adeguate morfologie rende irrealizzabile un impianto idroelettrico).

## 6.1.2. Fasi cantieristiche: costruzione /smantellamento

La fase cantieristica finalizzata all'installazione delle strutture fotovoltaiche andrà a generare le conseguenze tipiche di un cantiere impiantistico, con impatti potenziali riassumibili in:

1. diffusione di polveri (ed emissioni gassose, liquide e solide per lo più trascurabili) legate al transito di automezzi per raggiungere ed allontanarsi dal cantiere ed al funzionamento in posto degli stessi;
2. rischi di sversamenti accidentali;
3. emissioni luminose, acustiche e vibrazioni provocate dai processi di installazione e dal funzionamento stesso del cantiere;
4. movimenti terra finalizzati alla predisposizione delle superfici;
5. compattazione, sentieramenti ed erosione dovuti alla movimentazione di mezzi per la posa in opera di moduli fotovoltaici, cavidotti, tubazioni di collegamento, cabine di trasformazione, recinzioni e piantumazione delle fasce vegetali;
6. riduzione temporanea di organismi vegetali, per mortalità diretta, estirpazione e/o modifiche nell'uso del suolo (apertura di piste e piazzole, compattazione, scavo) e rischio di ingresso di piante esotiche/infestanti;
7. allontanamento temporaneo della fauna selvatica per disturbo diretto.

Si specifica infine che durante le operazioni di cantiere i rifiuti generati saranno opportunamente trattati e separati a seconda della classe, come previsto dal D.L. n° 152/06, e debitamente riciclati o inviati a impianti di smaltimento autorizzati. I materiali d'imballaggio in legno e plastica dovranno essere destinati a raccolta differenziata.

**Tali impatti sono da considerarsi temporanei, inevitabili, di modesta entità e reversibili nel breve periodo con azioni di mitigazione. Maggior dettaglio viene fornito nei paragrafi dedicati alla trattazione degli impatti sulle singole componenti ambientali.**

## 6.1.3. Fase di esercizio

Gli impatti potenziali, relativi alla fase di esercizio dell'opera, sono essenzialmente riconducibili a:

1. impatto visivo dovuto alla presenza stessa dei pannelli fotovoltaici e delle strutture collegate;
2. inquinamento luminoso per la presenza di corpi illuminanti connessi con i dispositivi di sicurezza anti intrusione nelle ore notturne;
3. variazioni di albedo e interazione con input meteorologici locali dovuto alla presenza della copertura fotovoltaica;
4. fenomeni erosivi localizzati e potenziale alterazione delle dinamiche dei nutrienti per le modifiche al soprassuolo;
5. frammentazione di habitat e barriere alla normale circolazione della meso-macro fauna;
6. presenza di campi elettromagnetici per i cavidotti di collegamento.

**Si ritiene doveroso, tuttavia, evidenziare sin d'ora come la "passività" del sistema e la limitata interazione con fattori biotici ed abiotici degli ecosistemi uniti ad attente soluzioni tecniche gestionali, possano consentire, superata la prima fase cantieristica, una buona stabilizzazione delle componenti pedologiche, vegetali, entomologiche e faunistiche, puntando non solo sulle capacità di adattamento degli organismi viventi, ma favorendo il miglioramento delle condizioni stesse attraverso una gestione accorta degli input primari.**

L'impianto, per le caratteristiche intrinseche della tecnologia fotovoltaica e delle soluzioni tecniche adottate, non avrà emissioni acustiche impattanti, né rilasci di inquinanti (solidi, liquidi o gassosi), né comporterà rischi per la salute umana. **In ogni caso, come per la fase cantieristica, anche per la fase di esercizio, la trattazione degli impatti sulle singole componenti ambientali viene affrontata nei successivi paragrafi dedicati con dovizia di dettaglio.**

## 6.1.4. Fase di fine vita del prodotto (decommissioning)

Il *decommissioning* di un impianto fotovoltaico, grande o piccolo che sia, è un tema piuttosto complesso e molto attuale che offre numerosi spunti di analisi (ed opportunità di business), che sono oggetto di studio sia da parte della comunità scientifica internazionale, sia da parte di industriali del settore.

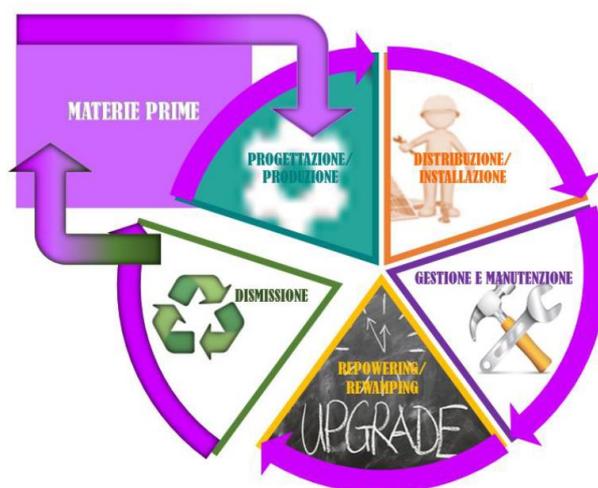
I principali elementi da considerare per tale aspetto sono risultati i seguenti:

1. Un impianto FV (da intendersi non solo come insieme di pannelli ma complessivo di tutte le strutture di ancoraggio, dei cablaggi e dei sistemi di regolazione/cessione dell'energia) **si costituisce, per lo più, di materiali riciclabili** (e.g. Larsen, 2009; Choi & Fthenakis, 2014; Vargas & Chesney, 2019).
2. **La maggior parte dei processi industriali di recupero dei sottoprodotti derivanti dal decommissioning degli impianti fotovoltaici sono già noti**, mentre, per alcuni sottoprodotti (e.g. silicio), sono stati messi a punto nuovi processi e trattamenti atti a consentirne il riciclo (e.g. Granata *et al.*, 2014; Goe and Gaustad, 2014).

Oltre a tali aspetti, certamente promettenti e in linea con la filosofia della “green economy” e della piena sostenibilità del settore, è altrettanto importante evidenziare come il ciclo di vita di un impianto fotovoltaico sia molto lungo e, di fatto, il mercato del recupero dei pannelli FV e della sua componentistica sia ancora piuttosto acerbo. Ad oggi, infatti, i volumi di materiali da dismettere risultano estremamente contenuti e spazialmente frammentati e tali da non giustificare ancora la nascita di centri di recupero su base territoriale. Viceversa, ci si attende una crescita esponenziale dei sopracitati materiali a partire dal 2030<sup>91</sup>.

Interessanti, in ottica prospettica, sono numerosi studi scientifici che analizzano a livello macro e micro economico la sostenibilità di centri di recupero dei sottoprodotti di origine fotovoltaica ed arrivano a definire tale settore come una “potenziale industria multi multi-miliardaria” (Vargas and Chesney, 2019) con “interessanti ricadute positive sul risparmio di materie prime grazie al riciclo” (Choi and Fthenakis, 2014) e un “significativo risparmio sui consumi di energia primaria utile alla loro produzione dal momento in cui i materiali riciclati necessitano di minori processi rispetto alle materie prime grezze” (Goe and Gaustad, 2014).

La fase di dismissione ha un valore di centralità nell'economia circolare legata agli impianti fotovoltaici, in quanto di fondamentale importanza per le attività di recupero e riciclo delle materie, che possono essere così reimmesse nel ciclo di produzione<sup>92</sup> (Figura 90).

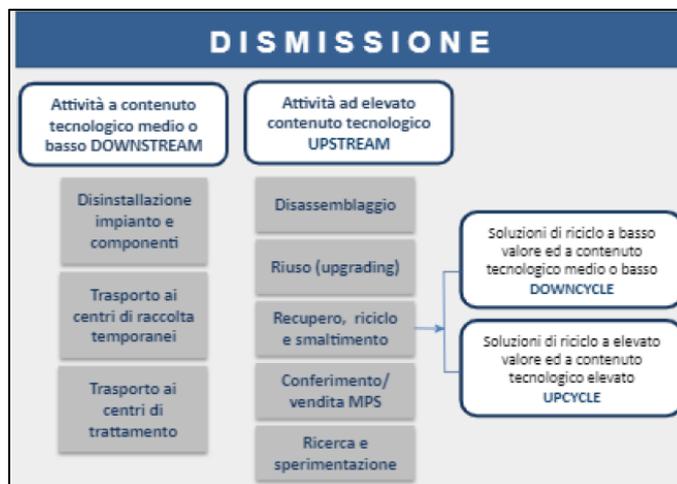


**Figura 90.** La catena del valore del fotovoltaico in ottica di economia circolare (Fonte: ENEA).

<sup>91</sup> Il boom di installazioni ha avuto inizio a partire dalla seconda metà degli anni 2000 con circa 20 GW installati in Italia in quasi un ventennio (la maggior parte tra il 2010 e il 2013) – IEA, 2018. 1 MW corrisponde a circa 75 tonnellate di Silicio cristallino (Choi & Fthenakis, 2014).

<sup>92</sup> Patrizia Corrias, Umberto Ciorba, Bruna Felici (2021) “La fine vita del fotovoltaico in Italia – Implicazioni socio-economiche ed ambientali”. ENEA – Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile.

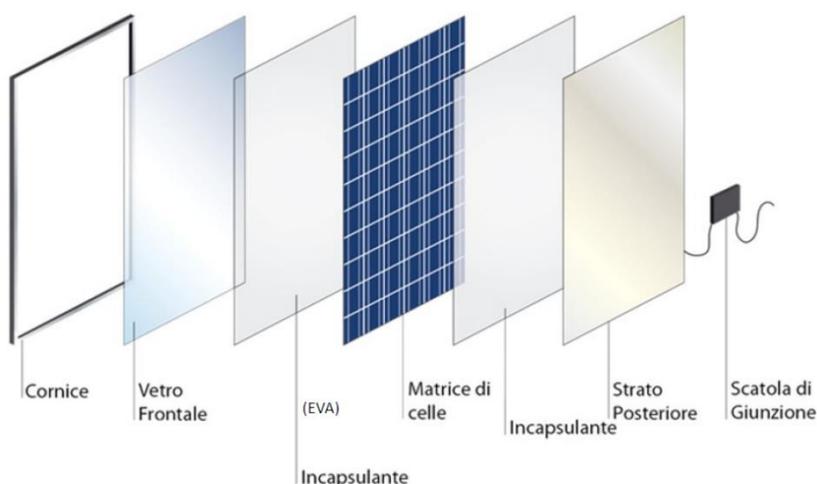
Analizzando nel dettaglio la fase di dismissione, si può osservare come questa sia distinta tra attività a basso e a medio/elevato contenuto tecnologico (Figura 91): le prime comprendono le operazioni di disinstallazione e di trasporto ai centri temporanei di raccolta e, successivamente, ai centri di trattamento; le seconde comprendono, invece, il trattamento per il recupero delle materie e la conseguente vendita, il riuso, la ricerca e la sperimentazione (e.g. progettazione, design, tecnologie per il trattamento).



**Figura 91.** Catena del valore del fotovoltaico per la fase di dismissione (Fonte: ENEA).

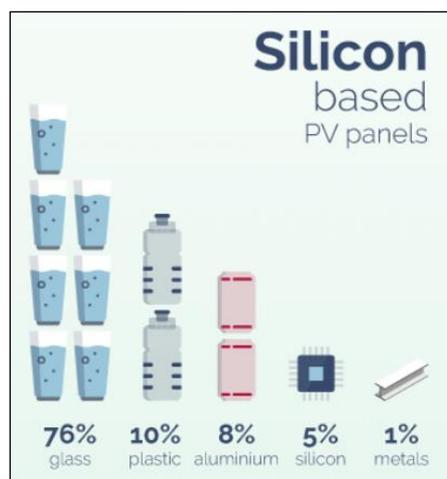
Per la realizzazione del presente progetto, verranno utilizzati moduli fotovoltaici in silicio monocristallino, i quali hanno tipicamente una struttura multistrato composta da (Figura 92):

- cornice in alluminio;
- vetro frontale;
- pellicola di EVA – Etil Vinil Acetato posta nel fronte e nel retro della matrice di celle;
- matrice di celle di silicio;
- collegamenti elettrici in rame che connettono le celle in serie;
- strato posteriore o *backsheet*;
- scatola di giunzione installata sul retro.



**Figura 92.** Composizione tipica di un modulo FV in silicio.

In Figura 93 sono indicati in percentuale i materiali presenti all'interno di un modulo FV in silicio.



**Figura 93.** Percentuali dei diversi materiali che compongono i moduli fotovoltaici in silicio<sup>93</sup>.

Attualmente i processi in fase di studio per il trattamento dei pannelli a fine vita sono molteplici e alcuni sono già operativi, come nel caso della FIRST SOLAR, che ha sviluppato una rete per il recupero e il trattamento dei pannelli a film sottile a fine vita.

Le tipologie di processo attraverso cui vengono trattati i pannelli a fine vita sono essenzialmente tre e dipendono dal tipo di tecnologie con cui sono fabbricati i pannelli oggetto di recupero:

- a. Trattamento meccanico: rimozione del telaio e della scatola di giunzione, triturazione e selezione dei materiali, che può avvenire con metodi diversi.
- b. Trattamento termico: decomposizione del materiale incapsulante e delle altre sostanze polimeriche; riciclo di cornice e vetro; trattamento delle celle attraverso processi chimici.
- c. Trattamento chimico: utilizzo di sostanze chimiche (i.e. *leaching* – lisciviazione) finalizzata al recupero dei componenti in metallo.

Il trattamento può anche comprendere l'insieme dei tre processi, in questo caso ci si riferisce a un sistema di processi, ossia a quel tipo di trattamento ad elevato contenuto tecnologico (c.d. *upcycle*), in grado di generare output di maggior valore (cfr. Figura 91).

A tal riguardo, una interessante infografica del processo e delle percentuali di riciclo delle varie parti di sottoprodotto viene resa disponibile in Figura 94.

<sup>93</sup> [www.greenmatch.co.uk/blog/2017/10/the-opportunities-of-solar-panel-recycling](http://www.greenmatch.co.uk/blog/2017/10/the-opportunities-of-solar-panel-recycling) (Ultimo aggiornamento: marzo 2021).



**Figura 94.** Il processo di riciclo dei moduli fotovoltaici a base silicea (lato sx dell'immagine) e dei moduli a film sottile (lato dx dell'immagine). Fonte: [www.greenmatch.co.uk/blog/2017/10/the-opportunities-of-solar-panel-recycling](http://www.greenmatch.co.uk/blog/2017/10/the-opportunities-of-solar-panel-recycling) (Ultimo aggiornamento: marzo 2021).

Al di là di questa doverosa trattazione, che evidenzia il fermento e gli scenari di smaltimento futuri (entro i quali rientrerà verosimilmente il progetto oggetto di questo studio), è infine utile evidenziare come **l'attuale normativa italiana, attraverso il D.lgs. 49/2014** (di attuazione della Direttiva 2012/19/UE), **disciplini i materiali derivanti dalla dismissione di impianti fotovoltaici come "Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche – RAEE"** ed **obblighi i Titolari di impianto al conferimento dei "RAEE-fotovoltaici" presso i Centri di Raccolta Autorizzati<sup>94</sup>** per lo smaltimento e l'invio ai centri di recupero (peraltro trattenendo dagli eventuali meccanismi incentivanti, negli ultimi 10 anni di funzionamento, una sorta di deposito/cauzione che viene restituita solo ad avvenuto smaltimento dei "rifiuti" secondo le modalità corrette previste dalla legge).

<sup>94</sup> Centro di raccolta definito e disciplinato ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera mm), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni, presso il quale sono raccolti, mediante raggruppamento differenziato, anche le diverse tipologie di RAEE.

## 6.2. Impatti/ricadute sulle componenti atmosferiche e climatiche

A parità di produzione, la generazione di energia elettrica da fonte solare è una soluzione universalmente riconosciuta per il contenimento delle emissioni inquinanti e climalteranti rispetto a fonti fossili (e anche di talune altri fonti rinnovabili a combustione).

Secondo il *briefing n° 13/2019 della Agenzia Ambientale Europea dal titolo “Renewable energy in Europe: key for climate objectives, but air pollution needs attention”*, la crescita del consumo di energia rinnovabile dal 2005 è divenuta fondamentale per ridurre le emissioni di gas serra in tutta la UE. A tal proposito viene, inoltre, specificato come *“Le fonti energetiche rinnovabili possono contribuire a migliorare la qualità dell’aria e la salute umana, ad esempio fornendo elettricità o calore senza combustione. Tecnologie come l’energia eolica, l’energia solare fotovoltaica, l’energia geotermica, le pompe di calore o l’energia solare termica sono quindi più efficaci nel ridurre le emissioni inquinanti dell’aria associate alla maggior parte dei processi di combustione. Sia che si tratti di biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), particolato (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2.5</sub>), e composti organici volatili (COV)”*.

Riacciandosi a quanto sopra, quindi, anche l’impianto oggetto di studio potrà contribuire – in fase di esercizio - alla produzione di energia “zero-emissiva” per un totale stimato di circa 126 GWh/anno, riducendo le emissioni inquinanti in atmosfera secondo le seguenti tabelle annuali (Tabella 21) derivanti dalla Relazione tecnica generale:

**Tabella 21.** Emissioni atmosferiche evitate grazie all’impianto oggetto di studio.

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO <sub>2</sub> )	46'998 Kg/anno
Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> )	53'802 Kg/anno
Polveri sottili (PM <sub>10</sub> /PM <sub>2.5</sub> )	1'764 kg/anno
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	59'724 Kg/anno
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP)	23'562 TEP/anno

**Complessivamente, annualmente, verranno ad essere risparmiate 23'562 TEP** (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) **riducendo, di fatto, le emissioni inquinanti e climalteranti prodotte da fonti energetiche primarie.** Considerata la vita utile dei generatori fotovoltaici, stimata di oltre 30 anni senza degrado significativo delle prestazioni, saranno risparmiate **oltre 700'000 TEP** in 30 anni di esercizio. **Tali importanti ricadute, forse scarsamente percepibili a scala locale, rivestono un’importanza strategica a livello nazionale e globale. Come già detto in precedenza: ogni azione conta.**

Nella fase di realizzazione/dismissione dell’impianto, tuttavia, è opportuno segnalare come l’utilizzo di macchine, autocarri, e mezzi semoventi di cantiere, per la costruzione/smantellamento dell’opera (da intendersi nel suo complesso), provocheranno inevitabilmente la diffusione di polveri in atmosfera ed emissioni (per lo più gassose, ma è bene citare anche quelle liquide e solide - ancorché trascurabili in termini quantitativi) legate al transito di mezzi per raggiungere ed allontanarsi dal cantiere (oltre che al funzionamento in posto degli stessi).

Stante una durata complessiva di 18 mesi per la realizzazione dell’opera - comprensiva di progettazione esecutiva e collaudo dell’impianto -, si ipotizza una durata massima complessiva del cantiere di costruzione delle opere di circa 12 mesi, dall’apertura dei lavori sino alla loro completa chiusura, per un totale indicativo di 43-45 settimane. **Il traffico veicolare, per l’approvvigionamento dei materiali e la realizzazione del cantiere, è quantificato in un totale complessivo di n° 400 camion per il trasporto dei materiali** distribuiti, ancorché in modo non omogeneo, lungo l’intero periodo di cantiere.

Oltre al suddetto flusso veicolare per l’approvvigionamento dei materiali, durante le fasi di cantiere, saranno impiegate una o più squadre di mezzi, operative in zone tra loro opportunamente distanziate in relazione

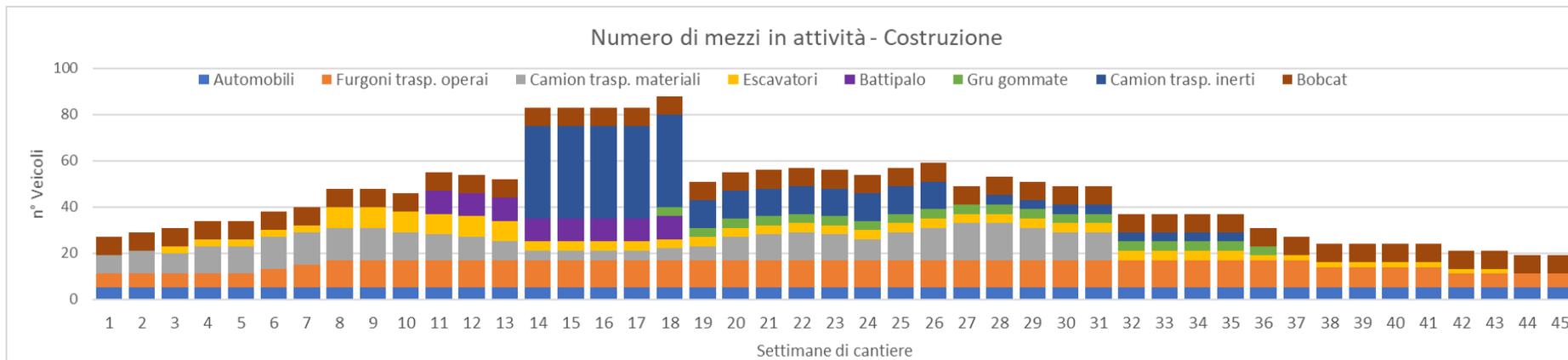
all'estensione delle aree interessate dal progetto. Per stimare compiutamente la significatività dell'impatto in esame, in base al cronoprogramma messo a punto dall'ingegneria ed al parco macchine a disposizione sono stati stimati i flussi di traffico attesi durante la fase di costruzione e di dismissione, i quali sono riportati rispettivamente in Figura 95 ed in Figura 96.

Nello specifico, durante le fasi di cantiere il parco macchine sarà costituito da:

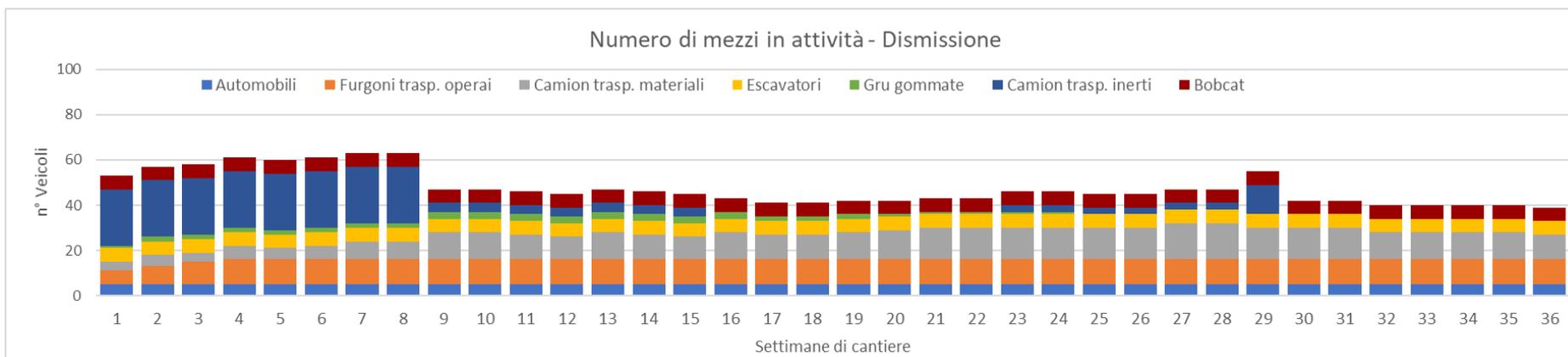
- n. 7 macchine battipalo;
- n. 9 escavatori;
- n. 4 gru gommate o cingolate;
- n. 8 minipale gommate (Bobcat);
- n. 40 camion per il trasporto degli inerti;
- n. 12 furgoni per il trasporto degli operai;
- n. 5 automobili.

Si prevede che il numero di mezzi medio coinvolti **nelle operazioni di costruzione dell'impianto fotovoltaico** non supererà mai gli 88 mezzi/giorno, con un picco di intensità tra la quattordicesima e la diciottesima settimana. Il volume di traffico medio sarà pari a 47 veicoli/giorno, ma in alcune fasi di lavorazione potrà essere anche inferiore. Per quanto concerne il traffico veicolare ai fini del cavidotto su strada, sarà stimata una media di 18 veicoli/giorno. Il numero dei mezzi impiegati **nella fase di dismissione** raggiungerà la massima intensità tra le prime otto settimane, senza superare i 63 mezzi/giorno, e con un'intensità media di circa 48 mezzi/giorno.

Ne consegue che **il volume di traffico indotto sulla viabilità locale sia piuttosto contenuto ed è, quindi, possibile affermare che non determinerà l'insorgenza di impatti significativi, sia per quanto riguarda le emissioni inquinanti, sia per quanto attiene alla sicurezza stradale** (ed agli altri effetti connessi al transito dei mezzi).



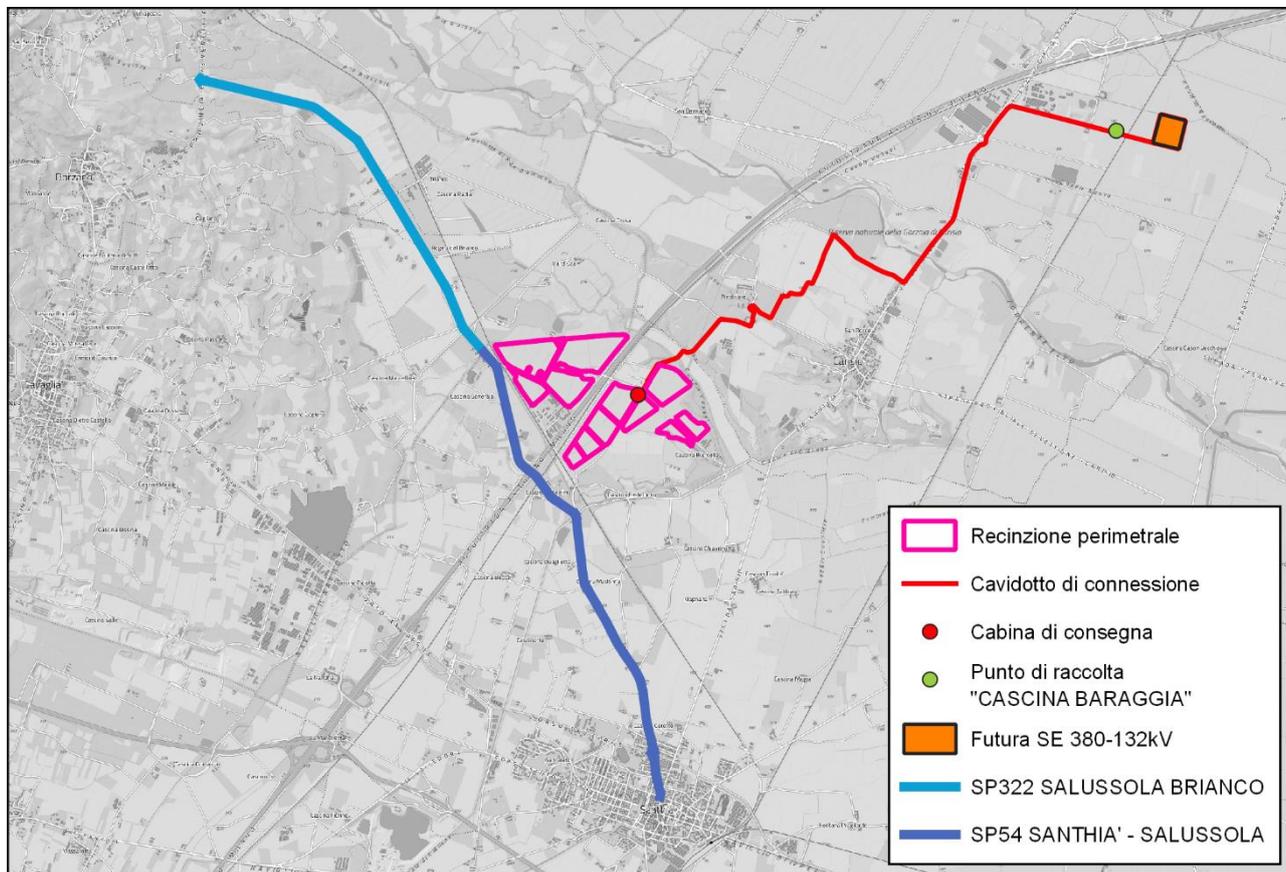
**Figura 95.** Distribuzione quantitativa e tipologica del traffico medio indotto dalla circolazione dei mezzi nella fase di costruzione delle opere in progetto.



**Figura 96.** Distribuzione quantitativa e tipologica del traffico medio indotto dalla circolazione dei mezzi nella fase di dismissione delle opere in progetto.

## 6.2.1. Focus sul livello di traffico indotto sulle reti provinciali

L'impatto sui flussi di traffico stradale durante le fasi di cantiere è stato valutato in funzione dell'incremento, dovuto alla circolazione dei mezzi per l'approvvigionamento dei materiali ed il trasporto delle maestranze, rispetto al flusso veicolare medio giornaliero relativo all'asse viario composto dalla SP54 e dalla SP322, che lambisce l'area di progetto lungo l'asse Nord-Ovest/Sud-Est (Figura 97).

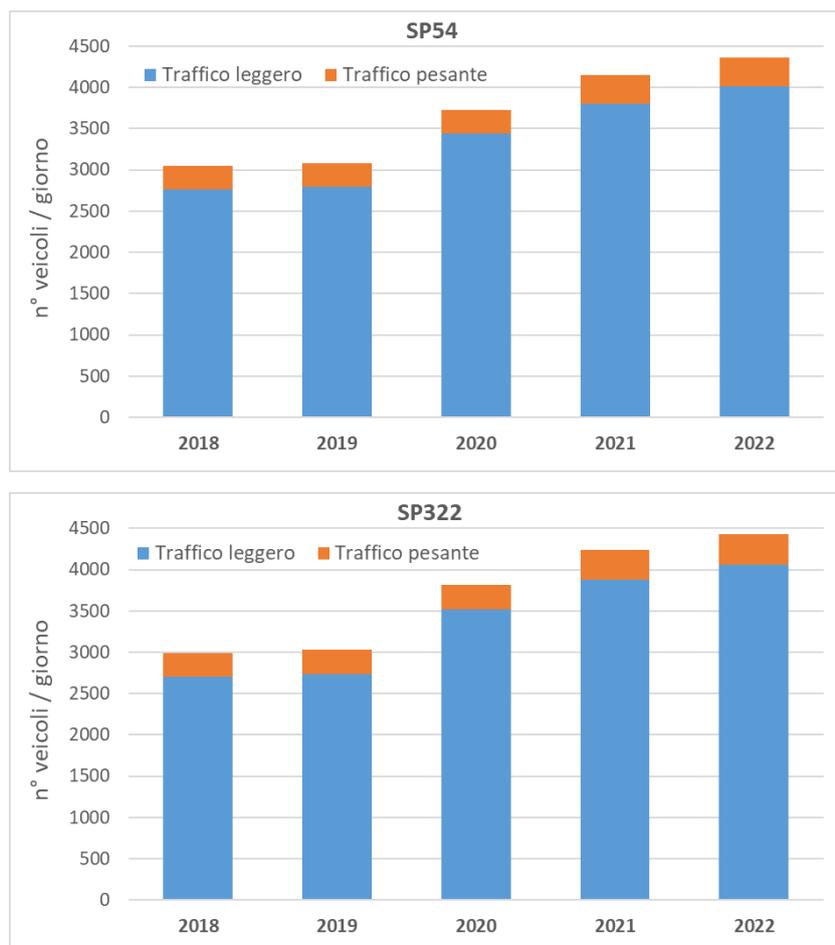


**Figura 97.** Localizzazione delle opere in progetto rispetto all'asse stradale costituito dalla SP54 e dalla SP322.

Le informazioni sui flussi di traffico sono state derivate dai dati del **Supervisore Regionale del traffico (SVR)**<sup>95</sup>, elaborato dal Traffic Operation Center (TOC) della Regione Piemonte, il quale, attraverso un modello matematico (PTV-OPTIMA3), è in grado di ricostruire lo stato del traffico sulla rete stradale. I dati SVR, trasferiti sul grafo stradale derivato dal BDTRE, riportano il numero di veicoli/giorno che mediamente transitano sull'elemento stradale nell'anno di riferimento, distinto per tipologia di mezzi: **a) leggeri**: tutti i veicoli fino a 3.5 tonnellate e 9 passeggeri; **b) pesanti**: i veicoli con massa superiore.

Gli istogrammi riportati nella Figura 98 rappresentano i volumi di traffico medio giornaliero relativi ai due tratti stradali considerati dal 2018 al 2022, da cui si evince come negli ultimi anni si sia manifestato un progressivo incremento dei flussi veicolari. In particolare, si può osservare come a partire dal 2018 si sia passati da circa 3000 a circa 4400 veicoli/giorno (dovuto ad un incremento del traffico leggero).

<sup>95</sup> <https://www.geoportale.piemonte.it/geonetwork/srv/ita/catalog.search#/search?any=traffico%20giornaliero>



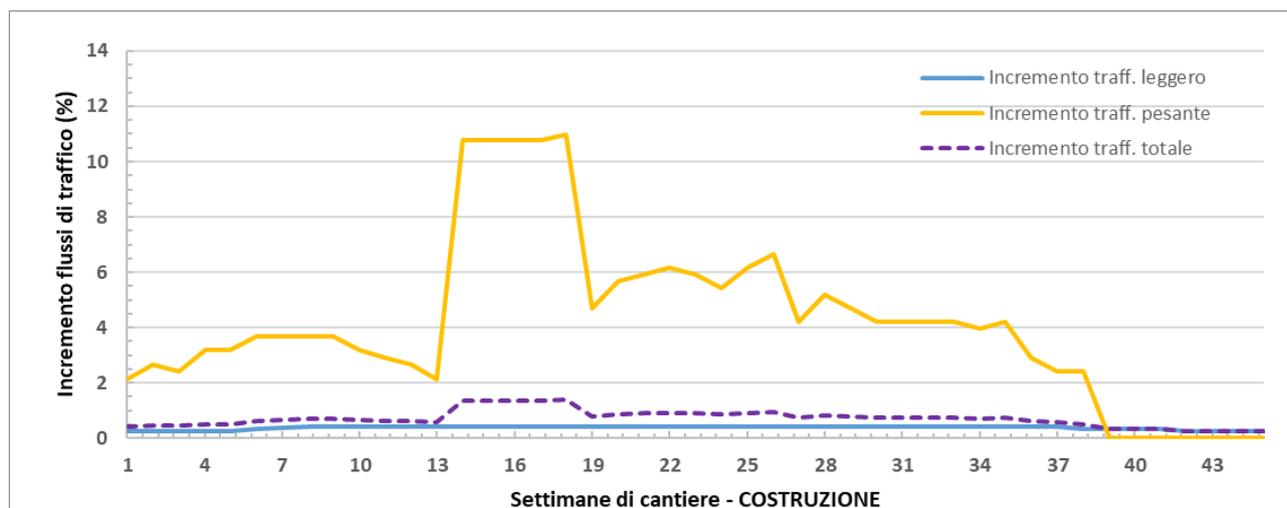
**Figura 98.** Andamento del traffico medio giornaliero lungo i tratti stradali considerati.

Confrontando i flussi di traffico medi registrati dal SVR nel 2022 lungo la viabilità considerata con il numero stimato di mezzi in transito durante le fasi di cantiere (cfr. Figura 95 e Figura 96), emerge come **l'impatto sul volume di traffico complessivo e su quello leggero sia sostanzialmente trascurabile, mentre si osserva un certo aumento rispetto al flusso di traffico pesante.**

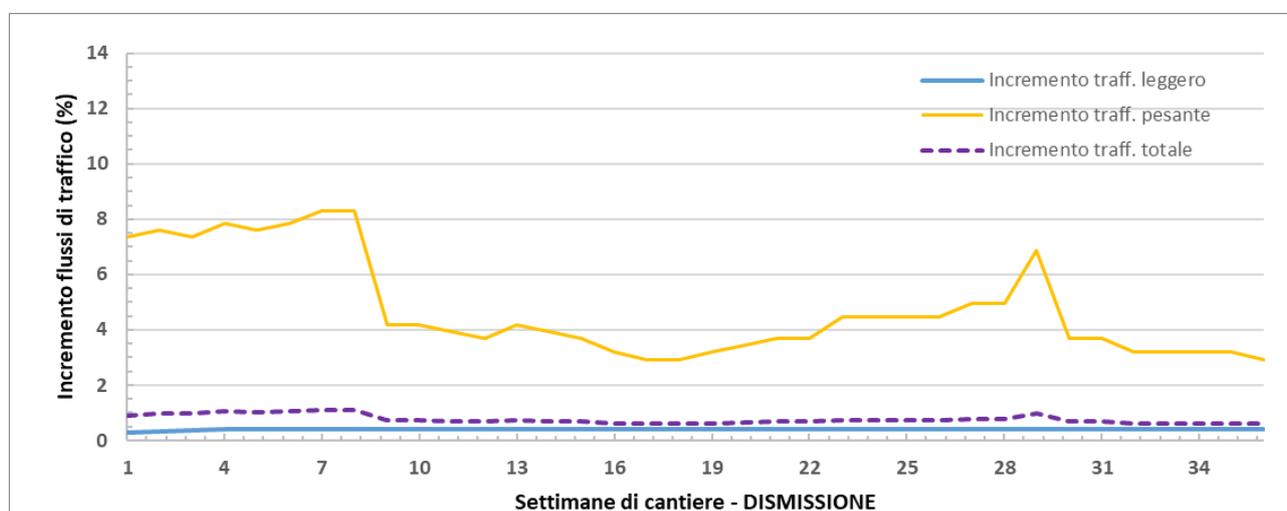
Nello specifico, i grafici riprodotti in Figura 99 ed in Figura 100 mostrano l'andamento dell'incremento in percentuale del flusso di traffico giornaliero durante le fasi di costruzione e di dismissione dell'impianto in progetto. **L'aumento dovuto al transito dei mezzi leggeri (i.e. autovetture; furgoni per il trasporto degli operai) è sostanzialmente stabile e comunque sempre inferiore allo 0.5%.**

**L'impatto a carico del traffico pesante, invece, manifesta un andamento piuttosto variabile nel tempo:**

- durante il cantiere di costruzione, ad eccezione di un picco tra la quattordicesima e la diciottesima settimana, nel quale si raggiungerà un incremento di circa il 10.5% rispetto allo scenario di base, il traffico pesante subirà aumenti compresi tra il 2% ed il 7%, per poi azzerarsi dopo la trentanovesima settimana;
- nel corso del cantiere di dismissione, dopo le prime nove settimane, durante le quali il traffico pesante subirà un incremento pari a circa il 7-8% rispetto alla media, questo calerà sensibilmente, oscillando tra il 3% e il 5%, ad eccezione di un picco di circa il 7% in corrispondenza della ventinovesima settimana.



**Figura 99.** Incremento del flusso di traffico indotto dalla circolazione dei mezzi coinvolti nel cantiere di costruzione.



**Figura 100.** Incremento del flusso di traffico indotto dalla circolazione dei mezzi coinvolti nel cantiere di dismissione.

In ragione dei risultati ottenuti, si può affermare come **l'impatto sul traffico veicolare** dovuto alle fasi di costruzione e di dismissione dell'impianto agrivoltaico in progetto, **in termini assoluti sia complessivamente trascurabile (<1.5%) rispetto al volume di traffico medio nel tratto di viabilità provinciale considerato.** Disaggregando ulteriormente i dati in base alla tipologia di veicoli, **l'incremento medio del traffico pesante si attesterebbe, per le soli fasi di cantiere, nell'ordine di alcuni punti percentuali (4%-5%),** anche se, nelle settimane di punta, questo potrà raggiungere picchi compresi tra l'8% e il 10%.

## 6.2.2. Analisi quantitativa delle emissioni in atmosfera

Come affermato in precedenza, un impianto agrivoltaico è basato su tecnologie intrinsecamente non emmissive. Pertanto, **i potenziali effetti negativi sull'atmosfera ad esso connessi sono legati solo ed esclusivamente alle fasi cantieristiche,** durante le quali, a seguito delle lavorazioni necessarie e della circolazione delle macchine operatrici, si verifica il sollevamento di polveri dal suolo.

In generale, l'emissione di polveri durante le attività di cantiere si ha in conseguenza delle seguenti tipologie di attività:

- polverizzazione e abrasione delle superfici causate dal transito dei mezzi nelle fasi di costruzione;

- trascinamento delle particelle di polvere dovute all'azione del vento da cumuli di materiale incoerente stoccati all'interno dell'area di progetto (cumuli di inerti da costruzione, etc.);
- azione meccanica su materiali incoerenti e scavi con l'utilizzo di bulldozer, escavatori, etc.;
- trasporto involontario di fango attaccato alle ruote degli autocarri, che può influenzare la produzione di polveri.

Si precisa che le polveri derivanti dalle lavorazioni previste sono composte da materiali inerti privi di sostanze dannose per la salute (i.e. il particolato prodotto da processi di combustione). Inoltre, le polveri originate da azioni meccaniche sono caratterizzate da granulometrie prevalentemente grossolane e raramente assumono dimensioni inferiori a 2.5  $\mu\text{m}$ . Queste caratteristiche fanno sì che rimangano in sospensione per tempi relativamente brevi e tendano a depositarsi al suolo piuttosto velocemente.

Con riferimento alle attività che concorrono alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto, **le lavorazioni che determinano una significativa emissione di polveri, oggetto della presente analisi, sono concentrate nella fase di costruzione e consistono in:**

- scotico superficiale;
- realizzazione della viabilità interna;
- posa dei cavidotti TVCC;
- posa dei cavidotti Bt;
- posa dei cavidotti Mt, suddivisi a loro volta in:
  - cavidotti Mt in campo;
  - cavidotti Mt su strada;
  - cavidotti Mt da punto di connessione a punto di raccolta "Cascina Baraggia";
- scavi per alloggiare le fondazioni dei trasformatori e dei locali tecnici.

L'infissione dei pali e l'installazione delle strutture dei tracker e delle stringhe sono operazioni che hanno una intrinseca bassa velocità di avanzamento e che, quindi, determinano una produzione di polveri trascurabile ai fini del bilancio totale delle emissioni diffuse. Nel complesso, le quantità di polveri prodotte in fase di cantiere saranno modeste e il loro impatto, sui recettori sensibili presenti, sarà comunque contenuto attraverso l'adozione di opportune misure di mitigazione. **L'impatto provocato è comunque temporaneo, limitato e completamente reversibile, non in grado di determinare impatti negativi sul microclima locale.**

**Durante la fase di esercizio, le emissioni di polveri si possono definire trascurabili.** Come già ricordato, l'impianto in esercizio non rilascia in atmosfera sostanze di nessun tipo e le emissioni dovute ai mezzi durante le operazioni di **manutenzione ordinaria** (i.e. lavaggio dei pannelli) saranno di minima entità e di durata limitata ad alcuni giorni all'anno, tali da non generare nessun impatto negativo. Per quanto riguarda le **operazioni agronomiche** sulle colture agrarie, queste sono del tutto analoghe a quelle attualmente svolte nella conduzione ordinaria del fondo e non sono quindi da considerare come un impatto causato dalla realizzazione dell'impianto in progetto.

**Durante la fase di dismissione** le emissioni di polveri sono principalmente riconducibili a:

- rimozione della viabilità interna;
- rimozione dei cavidotti TVCC;
- rimozione dei cavidotti Bt;
- rimozione dei cavidotti Mt in campo;
- demolizione/rimozione platee in cls.;
- livellamento finale delle superfici.

### 6.2.2.1. Modelli di calcolo delle emissioni diffuse di PM<sub>10</sub>

Per la procedura di valutazione delle emissioni di polveri si è fatto riferimento alle procedure di calcolo contenute nelle **“Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti”**<sup>96</sup> redatte dall’Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), le quali si basano sui metodi di valutazione dell’US-EPA (*AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors*<sup>97</sup>).

Le emissioni di polveri vengono calcolate con un approccio basato sulla relazione tipo:

$$E = A * F$$

Dove: *E* indica l’emissione di polveri;

*A* è l’indicatore dell’attività correlato con le quantità emesse dalla sorgente;

*F* è il fattore di emissione caratteristico per una determinata sostanza o lavorazione.

Al fine di pervenire a un bilancio delle emissioni diffuse, le polveri prodotte dalle singole lavorazioni sono state stimate utilizzando metodologie di calcolo diversificate, delle quali si fornisce una breve descrizione:

#### → **Scotico superficiale**

Per il calcolo del tasso di emissioni causate dalle operazioni di scotico per rimuovere la vegetazione presente, è stato utilizzato il valore reperibile nella sezione 13.2.3 *“Heavy Construction Operation”* dell’AP42; secondo quanto riportato, la fase di scotico del materiale vegetale di copertura produce delle emissioni di PTS (Polveri Totali Sospese) con un rateo di 5.7 kg/km. Questo valore è riferito alle sole emissioni di PTS; tuttavia, ai fini del presente computo, si considera una frazione cautelativa di PM<sub>10</sub> pari al 60% delle PTS come suggerito alla nota 2 del paragrafo 1.2 *“Scotico e sbancamento del materiale superficiale”* delle Linee Guida. Di conseguenza la fase di scotico del materiale superficiale di copertura produce emissioni di particolato PM<sub>10</sub> con un rateo emissivo pari a 3.42 kg/km.

La relazione utilizzata per il calcolo delle emissioni di PM<sub>10</sub> è la seguente:

$$PM_{10} (g/h) = EF_{PM_{10}} * (L/h) * 1000$$

dove:  $EF_{PM_{10}}$  è il fattore di emissione calcolato per il PM<sub>10</sub>;

$L/h$  = è il tratto lineare percorso dalla ruspa/escavatore nell’unità di tempo durante l’attività di scotico.

#### → **Transito dei mezzi**

Per il calcolo dell’emissione di particolato dovuto al transito di mezzi all’interno dell’area di cantiere si è ricorso al modello emissivo proposto nel paragrafo 13.2.2 *“Unpaved roads”* del documento AP-42. Secondo tale metodologia di calcolo, il tasso di emissioni orarie risulta essere proporzionale al volume di traffico e al contenuto di limo (*silt*) del suolo. Il fattore di emissione lineare del particolato per ciascuna tipologia di mezzo  $EF_i$  (kg/km) è calcolato secondo la formula:

$$EF = k_i * (s/12)^{a_i} * (W/3)^{b_i}$$

dove: *i* è a classe di particolato;

*s* è il contenuto di limo in percentuale di massa (non conoscendo il valore reale è stato assunto un valore cautelativo pari a 15);

*W* è il peso del veicolo (Mg);

$k_i$ ,  $a_i$  e  $b_i$  sono coefficienti che variano a seconda del tipo di particolato ed i cui valori sono forniti nella tabella seguente.

<sup>96</sup> Allegato 1 parte integrante e sostanziale della Deliberazione di Giunta Provinciale di Firenze n. 213 del 03/11/2009 ([http://www.puntosicuro.info/documenti/documenti/100120\\_Arpat\\_Toscana\\_linee\\_guida\\_valutazione\\_emissione\\_polveri.pdf](http://www.puntosicuro.info/documenti/documenti/100120_Arpat_Toscana_linee_guida_valutazione_emissione_polveri.pdf))

<sup>97</sup> <https://www.epa.gov/technical-air-pollution-resources>

**Tabella 22.** Valori dei coefficienti  $k_i$ ,  $a_i$  e  $b_i$  al variare della tipologia di particolato.

	$k_i$	$a_i$	$b_i$
<b>PTS</b>	1.380	0.7	0.45
<b>PM10</b>	0.423	0.9	0.45
<b>PM25</b>	0.0423	0.9	0.45

Per il calcolo dell'emissione finale è necessario, inoltre, determinare la lunghezza del percorso di ciascun mezzo riferito all'unità di tempo (numero di km/h), sulla base della lunghezza della pista (km); è richiesto, quindi, di conoscere il numero medio di viaggi ed il numero di ore lavorate al giorno. Di conseguenza, le emissioni generate durante l'attività di un particolare mezzo possono essere calcolate mediante la seguente formula:

$$E_i = EF_i * v$$

dove:  $E_i$  è il tasso di emissione (kg/h) per una data classe di particolato in funzione della velocità del mezzo e  $v$  è la sua velocità di transito (km/h).

In riferimento alle emissioni dovute al transito dei veicoli su strade non asfaltate, nei calcoli aventi fini inventariali si può considerare anche l'effetto dovuto alla mitigazione naturale delle precipitazioni (pioggia) secondo l'espressione:

$$E_{EXTi} = E_i * [(365 - gp) / 365]$$

dove:  $E_{EXTi}$  è il rateo emissivo per i-esimo tipo di particolato estrapolato per la mitigazione naturale;  
 $gp$  sono il numero di giorni dell'anno con almeno 0.254 mm di precipitazione;  
 $E_i$  è il rateo emissivo calcolato con l'equazione precedente.

### → Scavo/movimento terra

Le emissioni generate dalla movimentazione del suolo all'interno dell'area di progetto a loro volta si compongono di diversi sottoprocessi (i.e. scavo, carico, trasporto, scarico), ognuno dei quali è stato parametrizzato con le metodologie descritte dall'US-EPA AP-42. Conoscendo la quantità di materiale da sottoporre a una determinata lavorazione, l'emissione di  $PM_{10}$  si calcola tramite la relazione:

$$PM_{10} = EF_{PM_{10}} * Q$$

dove:  $EF_{PM_{10}}$  è il fattore di emissione caratteristico di una data lavorazione (kg/Mg);  
 $Q$  è la quantità di materiale che viene movimentato/processato (Mg).

Per tutte le **operazioni di scavo e di riporto** è stato usato il fattore di emissione CC-3-05-027-60 "Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel", pari a 0.00039 kg/Mg.

Per le emissioni prodotte durante il **caricamento su camion** è stato utilizzato il fattore SCC 3-05-025-06 "Bulk Loading "Construction Sand and Gravel", pari a 0.0012 kg/Mg.

Le polveri emesse durante lo **scarico dei camion** sono state ricavate mediante il fattore di emissione SCC 3-05-010-42 "Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden", che corrisponde a un tasso emissivo di 0.0005 kg/Mg.

Per il processo di **vagliatura del suolo** al fine di rimuovere frammenti lapidei di grandi dimensioni (>10cm), è stato usato il tasso di emissione di 0.00037 (kg/Mg) (SCC 3-05-020-02, 03, 04).

Infine, le emissioni totali di polveri generate dalla **compattazione superficiale** mediante rullatura sono state stimate con la formula descritta nella Tabella 11.9-1 e nella Tabella 11.9-2 del paragrafo "11.9 Western Surface Coal Mining" - Bulldozing):

$$E_{PTS} \text{ (kg/ora)} = 0.45 * s^{1.5} / M^{1.4}$$

dove  $M$  è l'umidità media (%) del materiale da compattare.

A partire dall'emissività totale si ricava il tasso di emissione del  $PM_{10}$  il quale è pari al 75% dell'emissività PTS:

$$E_{PM10} \text{ (kg/ora)} = 0.75 * E_{PTS}$$

Al fine di convertire i volumi di materiale da movimentare nel loro peso corrispondente, sono stati utilizzati i pesi specifici medi riportati nella Tabella 23.

**Tabella 23.** Pesi specifici degli inerti utilizzati nelle lavorazioni previste.

Materiale	Peso specifico (Mg/m <sup>3</sup> )
Suolo	165
Misto inerti sabbia-ghiaia	1.8
Sabbia vagliata	1.5
Calcestruzzo	2.5

#### → Demolizione strutture in cls

Le linee guida ARPAT non prevedono una voce puntuale per l'attività di demolizione di manufatti in cemento/calcestruzzo (per i quali è stato assunto un peso medio di 2.5 Mg/m<sup>3</sup>). Per modellare questo tipo di operazione, in ragione della sua somiglianza con i processi relativi alle attività di frantumazione e macinazione del materiale lapideo, è stato utilizzato il fattore di emissione indicato nella tabella AP-42 11.19.2 del paragrafo "Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing" riferito alla frantumazione primaria SCC-3-05-020-01, il quale ha un fattore caratteristico di emissione del PM<sub>10</sub> di 0.0043 kg/Mg.

### 6.2.2.2. Modelli di calcolo delle emissioni diffuse di PM<sub>10</sub>

#### → Scotico e livellamento superficiale

Al fine di rendere la superficie del terreno regolare e con pendenze idonee all'installazione delle strutture fotovoltaiche, sarà necessario eseguire delle operazioni di scotico superficiale. L'operazione verrà svolta in circa 6 settimane mediante 9 escavatori con una velocità di avanzamento media di 7 m/h. Ipotizzando che i mezzi operino per 8 ore al giorno, applicando il fattore emissivo di 3.42 kg/km (13.2.3 "Heavy Construction Operation"), si ottiene un tasso di emissione di PM<sub>10</sub> pari a 215.46 g/h, e una produzione totale di polveri di **49'350 g di PM<sub>10</sub>**.

#### → Realizzazione viabilità interna

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di viabilità interna, costituito essenzialmente da alcuni tratti di strada di larghezza compresa tra 3.5 m e 4 m e da alcuni piazzali nei quali saranno alloggiati i locali tecnici, che complessivamente avranno uno sviluppo planimetrico di circa 54'794 m<sup>2</sup> e da una base di materiale inerte (misto di cava) in pezzatura media per uno spessore di circa 20 cm, sormontata da un telo di tessuto non tessuto e da un ulteriore strato in materiale inerte (sempre misto di cava) in pezzatura fine per uno spessore di circa 10 cm e che verrà sottoposto a compattazione mediante rullatura.

Il programma dei lavori prevede che il terreno rimosso venga distribuito nell'intorno, in modo da non richiedere il suo stoccaggio in cumuli all'interno dell'area di progetto. Seguendo lo stesso approccio, anche lo scarico degli inerti avverrà in modo progressivo e di pari passo con la loro messa in opera.

Al fine del calcolo delle emissioni questa fase di lavoro è stata scomposta nei seguenti step:

- 1. Scavo di sbancamento delle carreggiate degli stradelli:** al fine di alloggiare la copertura di inerti, si procederà a rimuovere uno strato di 20 cm di suolo, attività con tasso di emissione pari a 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 "Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel"), che rapportata alla massa di suolo da movimentare (9'041 Mg), genererà **3'526 g** di PM<sub>10</sub>;
- 2. Spandimento del terreno rimosso:** il suolo rimosso verrà distribuito nell'intorno, attività che può essere rappresentata in modo del tutto analogo al punto precedente (SCC-3-05-027-60 "Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel"), rilasciando ulteriori **3'526 g** di PM<sub>10</sub>;

3. **Trasporto degli inerti verso i luoghi di messa in opera:** il materiale inerte necessario alla realizzazione del manto stradale, pari a 19'726 Mg, sarà trasportato in loco su camion (987), il cui transito, ipotizzando una distanza massima da percorrere di circa 48 km e 40 viaggi/giorno, produrrà **45 g** di PM<sub>10</sub> (AP-42 sezione 13.2.2, "Unpaved Roads");
4. **Scarico degli inerti:** il processo di scarico dei camion ha un tasso di emissione caratteristico di 0.0005 kg/Mg (SCC 3-05-010-42 "Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden"), che applicato al peso totale degli inerti da scaricare, restituisce circa **9'863 g** di PM<sub>10</sub>;
5. **Distribuzione degli inerti:** contestualmente allo scarico, gli inerti verranno distribuiti a formare il manto stradale, processo che, applicando un tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 "Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel"), determina il rilascio di circa **4'274** di PM<sub>10</sub>;
6. **Compattazione della superficie:** l'emissione di polveri data dalla compattazione del manto stradale è stata computata tramite le formule della Tabella 11.9-1 e della Tabella 11.9-2 del paragrafo "11.9 Western Surface Coal Mining - Bulldozing", le quali indicano un tasso di emissione di 2 kg/h. Considerati nel complesso i) la lunghezza totale della viabilità in progetto di 15'674 m, ii) una velocità di avanzamento del rullo di 6 km/h e iii) che indicativamente saranno necessari tre passaggi, la lavorazione sarà caratterizzata da un tasso di emissione di PM<sub>10</sub> pari a **26'416 g**.

#### → Scavo fondazioni locali tecnici

Al fine di alloggiare i locali tecnici (cabine di trasformazione e di controllo/monitoraggio), sarà necessario eseguire degli scavi idonei ad alloggiare le fondazioni delle strutture, per un volume complessivo di circa 524 m<sup>3</sup> di suolo, che una volta scavato sarà distribuito nelle immediate vicinanze.

Dato il tasso di emissione pari a 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 "Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel"), che rapportato alla massa di suolo da movimentare (864.7 Mg), e successivamente da distribuire nell'intorno, genera **674.5 g** di PM<sub>10</sub>.

#### → Posa dei cavidotti TVCC

I cavidotti in corrente continua avranno una lunghezza di 15'223 m e una sezione di scavo di 0.125 m<sup>2</sup>, per un volume totale di 1'903 m<sup>3</sup>. La lavorazione prevede lo scavo della trincea, la posa dei cavi e la ricopertura della stessa con il materiale di risulta, previa la sua vagliatura (al fine di rimuovere eventuali pietre >10 cm). Le emissioni di PM<sub>10</sub> derivanti da queste operazioni sono schematizzate come segue:

1. **Scavo delle trincee:** data la sezione della trincea e la lunghezza del tratto di cavidotto considerato, utilizzando il tasso di emissione 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 "Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel"), lo scavo della massa di suolo da movimentare (3140 Mg), andrà a generare **1'224.5 g** di PM<sub>10</sub>;
2. **Chiusura delle trincee:** il volume residuo dello scavo della trincea verrà colmato con il terreno di risulta dello scavo stesso una volta sottoposto a vagliatura. Il processo di vagliatura, in accordo con il modello "SCC 3-05-020-02, 03, 04", ha un tasso di emissione di 0.00037 kg/Mg. Dato che lo strato di copertura dei conduttori ha una massa di circa 3'140 Mg, questa operazione rilascerà **1'162 g** di PM<sub>10</sub>. Il successivo rinterro della trincea, come per le altre attività di scavo, è stato modellato con la metodologia SCC-3-05-027-60 "Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel", la quale stabilisce un tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg, che applicato alla massa da movimentare, restituisce **1'225 g** di PM<sub>10</sub>.

#### → Posa dei cavidotti BT

I cavidotti di bassa tensione avranno una lunghezza di 12'408 m e una sezione di scavo di 0.96 m<sup>2</sup>, per un volume di 11'912 m<sup>3</sup>. Questa lavorazione prevede l'apertura della trincea, la posa dei cavi e la ricopertura della stessa con il materiale di risulta, previa la sua vagliatura.

Questa operazione è stata modellata suddividendola nei seguenti step:

1. **Scavo delle trincee:** data la sezione della trincea e la lunghezza del tratto di cavidotto considerato, utilizzando il tasso di emissione 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 "Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel"), lo scavo della massa di suolo da movimentare (3140 Mg), andrà a generare **1'224.5 g** di PM<sub>10</sub>;

storage, Industrial sand and gravel”), lo scavo della massa di suolo da movimentare (19’654 Mg), andrà a generare **7’665.2 g** di PM<sub>10</sub>;

2. **Caricamento su camion del suolo in eccesso:** parte del materiale estratto durante lo scavo delle trincee dovrà essere rimosso per alloggiare lo strato di sabbia. Il processo di caricamento su camion della massa di suolo in eccesso, pari a 2’457 Mg, applicando il tasso di emissione di 0.0012 kg/Mg (SCC 3-05-010-37 “Truck Loading: Overburden”), rilascia circa **2’948 g** di PM<sub>10</sub>;
3. **Scarico della sabbia:** partendo dal tasso di emissione caratteristico di 0.0005 kg/Mg (SCC 3-05-010-42 “Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden”) e applicandolo al peso della sabbia da scaricare (1’369 Mg), si ottengono **1’116.7 g** di PM<sub>10</sub>;
4. **Spandimento della sabbia:** il processo di spandimento dello strato di sabbia e il riempimento del volume residuo della trincea, applicando il tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 “Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel”), si ottiene un rilascio di **871 g** di PM<sub>10</sub>;
5. **Chiusura delle trincee:** il volume residuo dello scavo della trincea verrà colmato con il terreno di risulta dello scavo una volta sottoposto a vagliatura. Il processo di vagliatura, in accordo con il modello “SCC 3-05-020-02, 03, 04”, ha un tasso di emissione di 0.00037 kg/Mg. Dato che lo strato di copertura dei conduttori ha una massa di circa 17’197 Mg, questa operazione rilascerà **6’363 g** di PM<sub>10</sub>. Il successivo rinterro della trincea, come per le altre attività di scavo, è stato modellato con la metodologia (SCC-3-05-027-60 “Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel”), la quale stabilisce un tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg, che applicato alla massa da movimentare, restituisce **6’707 g** di PM<sub>10</sub>;
6. **Trasporto del suolo e della sabbia in eccesso:** per movimentare il suolo in eccesso e la sabbia di riempimento saranno necessari in totale 235 camion. Considerando una distanza media da percorrere di circa 600 m e un peso medio dei camion di 15.5 Mg, applicando le formule dell’AP-42 sezione 13.2.2, “Unpaved Roads”, si ottengono **2’161.2 g** di PM<sub>10</sub>.

#### → Posa dei cavidotti MT

Il cavidotto in media tensione si compone di un tratto interno all’impianto (lunghezza: 5’817 m; sezione di scavo: 0.4 m<sup>2</sup>), di un tratto su strada dalla cabina di consegna al punto di raccolta “Cascina Baraggia” (lunghezza: 7’137 m; sezione di scavo: 1.32 m<sup>2</sup>) e di un tratto di collegamento dal punto di raccolta alla stazione elettrica (lunghezza: 441 m; sezione di scavo: 0.8 m<sup>2</sup>), i quali comporteranno rispettivamente lo scavo di 2’327 m<sup>3</sup>, 9’442 m<sup>3</sup> e di 353 m<sup>3</sup>. Anche in questo caso si provvederà a coprire i conduttori con uno strato di sabbia sul fondo (rispettivamente 0.3 m; 0.49 m e 0.3 m) e colmare il volume residuo con il materiale di risulta dello scavo, previa la sua vagliatura. Per stimare le emissioni di polveri, le operazioni necessarie alla posa del cavidotto MT sono state svolte separatamente per i tre tratti:

#### 1. **Tratto di cavidotto MT interno all’impianto**

- **Scavo delle trincee:** data la sezione della trincea e la lunghezza del tratto di cavidotto considerato, utilizzando il tasso di emissione 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 “Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel”), lo scavo della massa di suolo da movimentare (3’839 Mg), andrà a generare **1’497.3 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Caricamento su camion del suolo in eccesso:** parte del materiale estratto durante lo scavo delle trincee dovrà essere rimosso per alloggiare lo strato di sabbia. Il processo di caricamento su camion della massa di suolo in eccesso, pari a 1’440 Mg, applicando il tasso di emissione di 0.0012 kg/Mg (SCC 3-05-010-37 “Truck Loading: Overburden”), rilascia circa **1’727.6 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Scarico della sabbia:** partendo dal tasso di emissione caratteristico di 0.0005 kg/Mg (SCC 3-05-010-42 “Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden”) e applicandolo al peso della sabbia da scaricare (1’309 Mg), si ottengono **654.4 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Spandimento della sabbia:** il processo di spandimento dello strato di sabbia e il riempimento del volume residuo della trincea, applicando il tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 “Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel”), determina il rilascio di **510.4 g** di PM<sub>10</sub>.

- **Chiusura delle trincee:** il volume residuo dello scavo della trincea verrà colmato con il terreno di risulta dello scavo stesso una volta sottoposto a vagliatura. Il processo di vagliatura, in accordo con il modello “SCC 3-05-020-02, 03, 04”, ha un tasso di emissione di 0.00037 kg/Mg. Dato che lo strato di copertura dei conduttori ha una massa di circa 2'400 Mg, questa operazione rilascerà **888 g** di PM<sub>10</sub>. Il successivo rinterro della trincea, come per le altre attività di scavo, è stato modellato con la metodologia (SCC-3-05-027-60 “*Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel*”), la quale stabilisce un tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg, che applicato alla massa da movimentare, restituisce **936 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Trasporto del suolo e della sabbia in eccesso:** per movimentare il suolo in eccesso e la sabbia di riempimento saranno necessari in totale 235 camion. Considerando una distanza media da percorrere di circa 4 km e un peso medio dei camion di 15.5 Mg, applicando le formule dell'AP-42 sezione 13.2.2, “*Unpaved Roads*”, si ottengono **2'161.2 g** di PM<sub>10</sub>.

## 2. Tratto di cavidotto MT su strada dalla cabina di consegna al punto di raccolta “Cascina Baraggia”

- **Scavo delle trincee:** data la sezione della trincea e la lunghezza del tratto di cavidotto considerato, utilizzando il tasso di emissione 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 “*Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel*”), lo scavo della massa di suolo da movimentare (15'580 Mg), andrà a generare **6'076.1 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Caricamento su camion del suolo in eccesso:** parte del materiale estratto durante lo scavo delle trincee dovrà essere rimosso per alloggiare lo strato di sabbia. Il processo di caricamento su camion della massa di suolo in eccesso, pari a 4'039 Mg, applicando il tasso di emissione di 0.0012 kg/Mg (SCC 3-05-010-37 “*Truck Loading: Overburden*”), rilascia circa **4'847 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Scarico della sabbia:** partendo dal tasso di emissione caratteristico di 0.0005 kg/Mg (SCC 3-05-010-42 “*Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden*”) e applicandolo al peso della sabbia da scaricare (1'958 Mg), si ottengono **1'836 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Spandimento della sabbia:** il processo di spandimento dello strato di sabbia e il riempimento del volume residuo della trincea, applicando il tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 “*Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel*”), determina il rilascio di **1'432.1 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Chiusura delle trincee:** il volume residuo dello scavo della trincea verrà colmato con il terreno di risulta dello scavo stesso una volta sottoposto a vagliatura. Il processo di vagliatura, in accordo con il modello “SCC 3-05-020-02, 03, 04”, ha un tasso di emissione di 0.00037 kg/Mg. Dato che lo strato di copertura dei conduttori ha una massa di circa 11'541 Mg, questa operazione rilascerà **4'270 g** di PM<sub>10</sub>. Il successivo rinterro della trincea, come per le altre attività di scavo, è stato modellato con la metodologia (SCC-3-05-027-60 “*Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel*”), la quale stabilisce un tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg, che applicato alla massa da movimentare, restituisce **4'501 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Trasporto del suolo e della sabbia in eccesso:** per movimentare il suolo in eccesso e la sabbia di riempimento saranno necessari in totale 386 camion. Considerando una distanza media da percorrere di circa 21.5 km e un peso medio dei camion di 15.5 Mg, applicando le formule dell'AP-42 sezione 13.2.2, “*Unpaved Roads*”, si ottengono **6'447.5 g** di PM<sub>10</sub>.

## 3. Tratto di cavidotto MT dal punto di raccolta alla stazione elettrica

- **Scavo delle trincee:** data la sezione della trincea e la lunghezza del tratto di cavidotto considerato, utilizzando il tasso di emissione 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 “*Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel*”), lo scavo della massa di suolo da movimentare (582 Mg), andrà a generare **227 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Caricamento su camion del suolo in eccesso:** parte del materiale estratto durante lo scavo delle trincee dovrà essere rimosso per alloggiare lo strato di sabbia. Il processo di caricamento su camion della massa di suolo in eccesso, pari a 175 Mg, applicando il tasso di emissione di 0.0012 kg/Mg (SCC 3-05-010-37 “*Truck Loading: Overburden*”), rilascia circa **209.6 g** di PM<sub>10</sub>.

- **Scarico della sabbia:** partendo dal tasso di emissione caratteristico di 0.0005 kg/Mg (SCC 3-05-010-42 “*Truck Unloading: Bottom Dump – Overburden*”) e applicandolo al peso della sabbia da scaricare (159 Mg), si ottengono **79.4 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Spandimento della sabbia:** il processo di spandimento dello strato di sabbia e il riempimento del volume residuo della trincea, applicando il tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 “*Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel*”), determina il rilascio di **63 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Chiusura delle trincee:** il volume residuo dello scavo della trincea verrà colmato con il terreno di risulta dello scavo stesso una volta sottoposto a vagliatura. Il processo di vagliatura, in accordo con il modello “SCC 3-05-020-02, 03, 04”, ha un tasso di emissione di 0.00037 kg/Mg. Dato che lo strato di copertura dei conduttori ha una massa di circa 407 Mg, questa operazione rilascerà **151 g** di PM<sub>10</sub>. Il successivo rinterro della trincea, come per le altre attività di scavo è stata modellata con la metodologia (SCC-3-05-027-60 “*Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel*”), la quale stabilisce un tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg, che applicato alla massa da movimentare, restituisce **159 g** di PM<sub>10</sub>.
- **Trasporto del suolo e della sabbia in eccesso:** per movimentare il suolo in eccesso e la sabbia di riempimento saranno necessari in totale 17 camion. Considerando una distanza media da percorrere di circa 880 m e un peso medio dei camion di 15.5 Mg, applicando le formule dell’AP-42 sezione 13.2.2, “*Unpaved Roads*”, si ottengono **66.2 g** di PM<sub>10</sub>.

#### ➔ Transito dei mezzi

L’approvvigionamento dei materiali da costruzione al sito di progetto sarà effettuato mediante dei bilici, che in base al cronoprogramma di progetto richiederà 400 carichi. Gli ulteriori mezzi attivi all’interno dell’area di cantiere consisteranno verosimilmente in 5 automobili, 40 camion per il trasporto degli inerti, 9 escavatori, 12 furgoni, 7 macchine battipalo e 4 gru gommate. I tassi di emissione oraria di PM<sub>10</sub> generate dal transito dei mezzi, ricavate con le formule dell’AP-42 sezione 13.2.2, “*Unpaved Roads*”, sono riportate nella Tabella 24.

**Tabella 24.** Emissioni di PM<sub>10</sub> dovute al transito dei mezzi nelle aree di cantiere.

	$EF_{PTS}$ (kg/km)	$EF_{PM10}$ Corr. (kg/km)	Peso (Mg)	Velocità media (km/h)	PM <sub>10</sub> (g/h)	PM <sub>10</sub> (g)
<b>Automobili</b>	1.1670	0.3295	1.1	10	1.32	1482.61
<b>Camion trasp. inerti</b>	3.3224	0.9380	11.25	4.5	0.12	4487.42
<b>Camion trasp. materiali</b>	3.8378	1.0835	15.5	3.75	0.65	1300.22
<b>Battipalo</b>	2.0862	0.5890	4.0	0.006	0.08	259.16
<b>Escavatori</b>	3.1509	0.8896	10.0	0.005	0.33	769.78
<b>Furgoni</b>	1.4565	0.4112	1.8	7	0.66	769.78
<b>Gru gommate o cingolate</b>	3.5458	1.0011	13.0	0.2	0.10	114.12
<b>Minipala gommata (Bobcat)</b>	1.3418	0.3788	1.5	0.5	0.30	54.61

#### EMISSIONI COMPLESSIVE

Nella Tabella 25 vengono riportate le emissioni di PM<sub>10</sub> delle lavorazioni durante la fase di costruzione dell’impianto agrivoltaico ed il loro rispettivo fattore di emissione medio orario.

**Tabella 25.** Riepilogo delle emissioni di PM<sub>10</sub> stimate per la fase di costruzione dell'impianto in progetto.

Operazione	Emissione totale PM <sub>10</sub> (kg)	Emissione totale PM <sub>10</sub> (g)	Emissione media PM <sub>10</sub> (g/h)
Scotico superficiale	49.35	49'350	215.46
Scavi fondazioni	0.67	674	3.37
Realizzazione strade interne	26.42	26'416	132.08
Posa cavidotti BT	25.67	25'671	80.22
Posa cavidotti TVCC	3.61	3'611	11.28
Posa Cavidotto MT (interno all'impianto)	6.21	6'213	19.42
Posa Cavidotto MT (su strada dalla cabina di consegna al punto di raccolta "Cascina Baraggia")	22.96	22'962	71.76
Posa Cavidotto MT (dal punto di raccolta "Cascina Baraggia" alla stazione elettrica)	0.07	72	11.09
Transito mezzi	10.72	10'722	5.96
<b>Totale</b>	<b>146.0</b>	<b>146'007</b>	

### 6.2.2.3. Stima delle emissioni di polveri in fase di dismissione

#### → Rimozione viabilità interna

Per quanto riguarda la viabilità interna, la fase di dismissione consisterà nella rimozione e nell'allontanamento a mezzo di camion dello strato di inerti che costituisce il manto stradale.

Al fine del calcolo delle emissioni questa fase di lavoro è stata scomposta nei seguenti step:

- 1. Rimozione delle carreggiate degli stradelli:** la rimozione del manto stradale è stata modellizzata utilizzando il tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg (SCC-3-05-027-60 "Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel"), che rapportato alla massa di inerti da movimentare genera **7'693 g** di PM<sub>10</sub>;
- 2. Caricamento su camion degli inerti:** il processo di caricamento su camion degli inerti rimossi al punto precedente, applicando il tasso di emissione di 0.0012 kg/Mg (SCC 3-05-025-06 "Bulk Loading "Construction Sand and Gravel"), emette **23'671 g** di PM<sub>10</sub>;
- 3. Allontanamento degli inerti:** per allontanare il materiale rimosso saranno necessari 25 viaggi/giorno. Considerando una distanza massima da percorrere di 600 m e un peso medio dei camion di 15.5 Mg, applicando le formule dell'AP-42 sezione 13.2.2, "Unpaved Roads", si ottengono **28.14 g** di PM<sub>10</sub> al giorno.

#### → Rimozione dei cavidotti TVCC, BT e MT (interni all'impianto)

La produzione di polveri dovuta alla rimozione dei cavidotti, causata dall'apertura e dal riempimento delle trincee, è stata modellizzata con la metodologia SCC-3-05-027-60 "Sand handling, transfer and storage, Industrial sand and gravel", la quale stabilisce un tasso di emissione di 0.00039 kg/Mg sono le seguenti:

- Cavidotti BT: **18'010.46 g**
- Cavidotti CCTV: **2'449 g**
- Cavidotto MT (in campo): **4'722.24 g**

Si specifica che nei computi non è stata inclusa la dismissione del tratto di cavidotto MT su strada dalla cabina di consegna al punto di raccolta "Cascina Baraggia" e dal punto di raccolta fino alla stazione elettrica in quanto, a termine della vita utile dell'impianto, questo verrà ceduto al Gestore di Rete e l'eventuale rimozione dei conduttori potrà essere effettuata senza la riapertura di nuovi scavi.

### → Livellamento delle superfici

Una volta smantellate le strutture dell'impianto, si procederà a un'operazione di livellamento delle superfici al fine di ripristinare il piano di campagna nelle sue condizioni originali, in particolare provvedendo a colmare gli scavi effettuati in corrispondenza della viabilità interna e delle fondazioni dei locali tecnici. Tale operazione verrà svolta in circa 7 settimane mediante 6 escavatori con una velocità di avanzamento media di 7 m/h. Ipotizzando che i mezzi operino per 8 ore al giorno, applicando il fattore emissivo di 3.42 kg/km (13.2.3 "Heavy Construction Operation"), si ottiene un tasso di emissione di PM<sub>10</sub> pari a 40.2 g/h, per un totale di **40'219 g** di PM<sub>10</sub>.

### → Demolizione strutture in cls

Il processo di dismissione e ripristino dello stato dei luoghi prevede la demolizione e la rimozione delle platee in cls su cui sono alloggiati i locali tecnici. Il volume delle strutture da demolire è di circa 172.13 m<sup>3</sup>, che assumendo un peso medio di 2.5 (Mg/m<sup>3</sup>) equivalgono a 430.3 Mg. Posto che l'operazione verrà svolta in 5 giorni, con una velocità di esecuzione di 4.3 m<sup>3</sup>/h, verranno smantellati 34.4 m<sup>3</sup>/giorno. Moltiplicando per il fattore emissivo di 0.0043 kg/Mg (AP-42 sezione 13.2.3, "Crushed Stone Processing and Pulverized Mineral Processing"), si ottiene un tasso di emissione di **59.36 g/h** e un totale di emissioni per la lavorazione di **2'374.56 g** di PM<sub>10</sub>.

Per allontanare le macerie, considerando che ogni camion può trasportare 20 m<sup>3</sup> saranno necessari 13 camion distribuiti su 5 giorni lavorativi. Il processo di **caricamento su camion**, dato il volume di materiale da rimuovere, applicando il tasso di emissione di 0.0012 kg/Mg (SCC 3-05-025-06 "Bulk Loading "Construction Sand and Gravel"), emette **309.8 g** di PM<sub>10</sub>.

Le emissioni di polveri prodotte durante **l'allontanamento dei camion dall'area di progetto**, considerando una distanza massima da percorrere di 300 m, e un peso medio dei camion di 15 Mg, applicando le formule dell'AP-42 sezione 13.2.2, "Unpaved Roads", sono pari a **2.74 g** di PM<sub>10</sub>.

### → Transito dei mezzi

Il parco mezzi coinvolti nelle attività di dismissione consisterà in 5 automobili, 4 escavatori, 10 furgoni e 2 gru gommate. I tassi di emissione oraria di PM<sub>10</sub> generate dal transito dei mezzi, ricavate con le formule dell'AP-42 sezione 13.2.2 "Unpaved Roads", sono riportate nella Tabella 26.

**Tabella 26.** Emissioni di PM<sub>10</sub> dovute al transito dei mezzi nelle aree di cantiere.

	<i>EF<sub>P<sub>TS</sub></sub></i> (kg/km)	<i>EF<sub>PM10</sub></i> Corr. (kg/km)	<b>Peso</b> (Mg)	<b>Velocità</b> <b>media</b> (km/h)	<b>PM<sub>10</sub></b> (g/h)	<b>PM<sub>10</sub></b> (g)
<b>Automobili</b>	1.1670	0.3295	1	10	1.32	1'186.09
<b>Camion trasp. inerti</b>	3.3224	0.9380	11.25	4.5	0.12	3'663.85
<b>Camion trasp. materiali</b>	3.8378	1.0835	15.5	3.75	0.65	1'300.22
<b>Escavatori</b>	3.1509	0.8896	10	0.005	0.33	2'882.25
<b>Furgoni</b>	1.4565	0.4112	1.8	7	0.66	636.55
<b>Gru gommate o cingolate</b>	3.5458	1.0011	30	0.2	0.10	75.08
<b>Minipala gommata (Bobcat)</b>	1.3418	0.3788	1.5	0.5	0.30	32.76

## EMISSIONI COMPLESSIVE

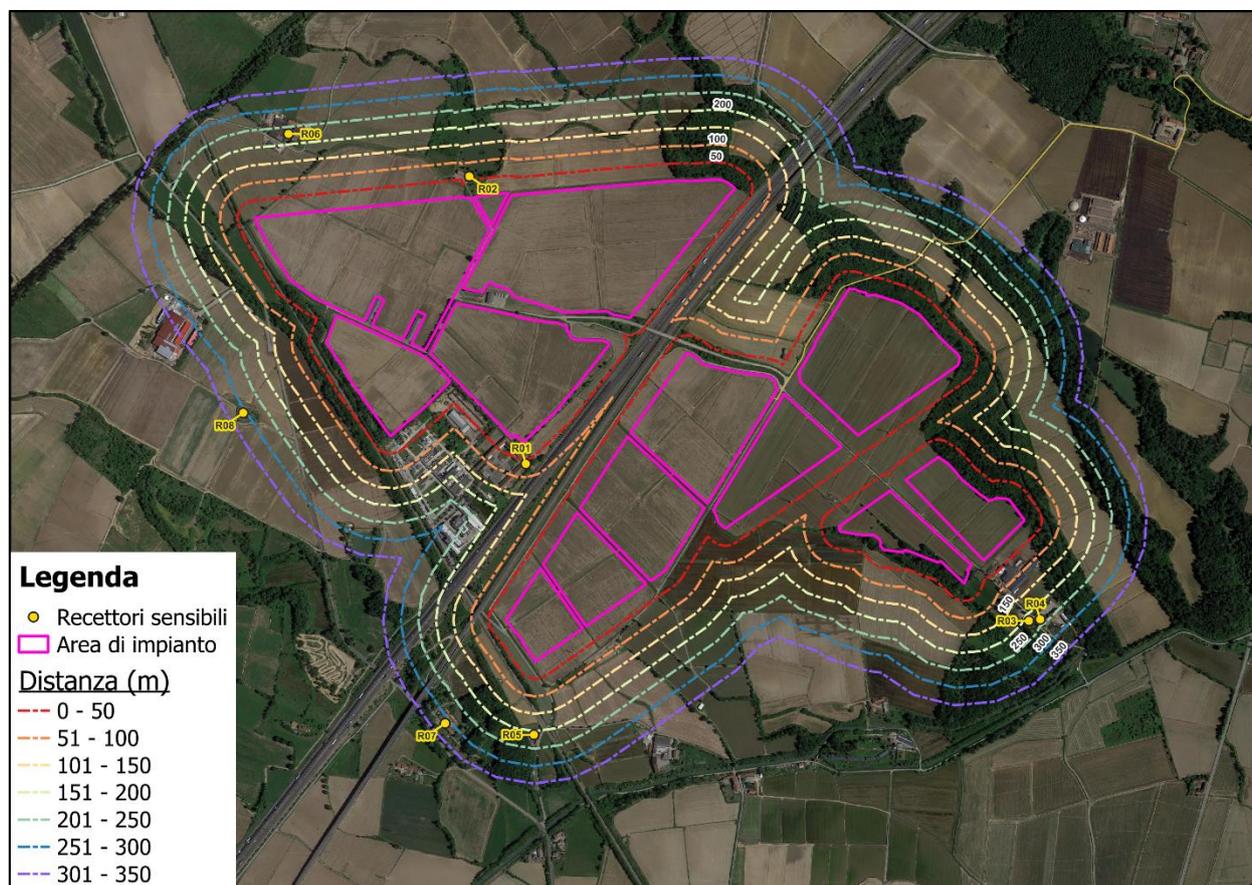
Nella Tabella 27 vengono riportate le emissioni di PM<sub>10</sub> delle lavorazioni durante la fase di dismissione dell'impianto agrivoltaico ed il loro rispettivo fattore di emissione medio orario.

**Tabella 27.** Riepilogo delle emissioni di PM<sub>10</sub> stimate per la fase di costruzione dell'impianto in progetto.

Operazione	Emissione totale PM <sub>10</sub> (kg)	Emissione totale PM <sub>10</sub> (g)	Emissione media PM <sub>10</sub> (g/h)
Rimozione strade interne	31.36	31'364	98.01
Rimozione cavidotti BT	18.01	18'010	64.32
Rimozione cavidotti TVCC	2.45	2'449	8.75
Rimozione cavidotto MT (interno all'impianto)	4.72	4'722	16.87
Demolizione strutture in cls	2.16	2'163	54.08
Livellamento delle superfici	40.22	40'219	143.64
Transito mezzi	10.34	10'337	57.43
<b>Totale</b>	<b>109.27</b>	<b>109'265</b>	

### 6.2.2.4. Valutazione della significatività delle emissioni diffuse

I recettori sensibili individuati nell'intorno dell'area di progetto potenzialmente esposti alle attività connesse alla cantierizzazione corrispondono a 7 edifici a destinazione residenziale i quali si trovano nell'intorno dell'area di progetto, a distanze comprese tra 0 e 350 m (Figura 101 e Tabella 28).



**Figura 101.** Recettori sensibili presenti nell'intorno dell'area di progetto.

**Tabella 28.** Recettori potenzialmente impattati dalla realizzazione delle opere in progetto e loro distanza rispetto all'area di progetto.

ID	Coordinate (UTM32N)		Distanza (m)	Tipo
R01	434343.534 E	5028122.679 N	50-100	Residenziale
R02	434182.504 E	5028946.670 N	50-100	Residenziale
R03	435775.931 E	5027672.831 N	200-250	Residenziale
R04	435808.101 E	5027677.185 N	200-250	Residenziale
R05	434366.442 E	5027346.235 N	200-250	Residenziale
R06	433667.483 E	5029068.387 N	200-250	Residenziale
R07	434113.651 E	5027378.998 N	300-350	Residenziale
R08	433538.667 E	5028268.779 N	300-350	Residenziale

Nella Tabella 29 (tratta dalle "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti") vengono messe in relazione la distanza del recettore dalla sorgente di emissione e un intervallo di valori soglia di emissione oraria di PM<sub>10</sub>, dando indicazione circa la compatibilità della situazione con o senza la necessità di eseguire ulteriori indagini di monitoraggio o valutazione modellistica, o decretandone la non compatibilità.

**Tabella 29.** Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività tra 250 e 200 giorni all'anno.

Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente	Soglia di emissione di PM10 (g/h)	risultato
0 ÷ 50	<79	Nessuna azione
	79 ÷ 158	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 158	Non compatibile (*)
50 ÷ 100	<174	Nessuna azione
	174 ÷ 347	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 347	Non compatibile (*)
100 ÷ 150	<360	Nessuna azione
	360 ÷ 720	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 720	Non compatibile (*)
>150	<493	Nessuna azione
	493 ÷ 986	Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici
	> 986	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.

Analizzando l'andamento delle emissioni di polveri delle singole lavorazioni rispetto alla durata delle stesse, come previsto dal cronoprogramma dei lavori (Figura 102), e confrontandolo con il valore soglia indicato dalle Linee Guida dell'ARPAT (Tabella 29), si osserva come **il valore soglia massimo di 347 g/ora di PM<sub>10</sub> - stabilito per recettori posizionati tra 50 e 100 m di distanza dalla sorgente - non verrà mai superato; tuttavia, nella prima metà della fase di costruzione delle opere in progetto, le lavorazioni supereranno il valore soglia minimo di 174 g/ora.**

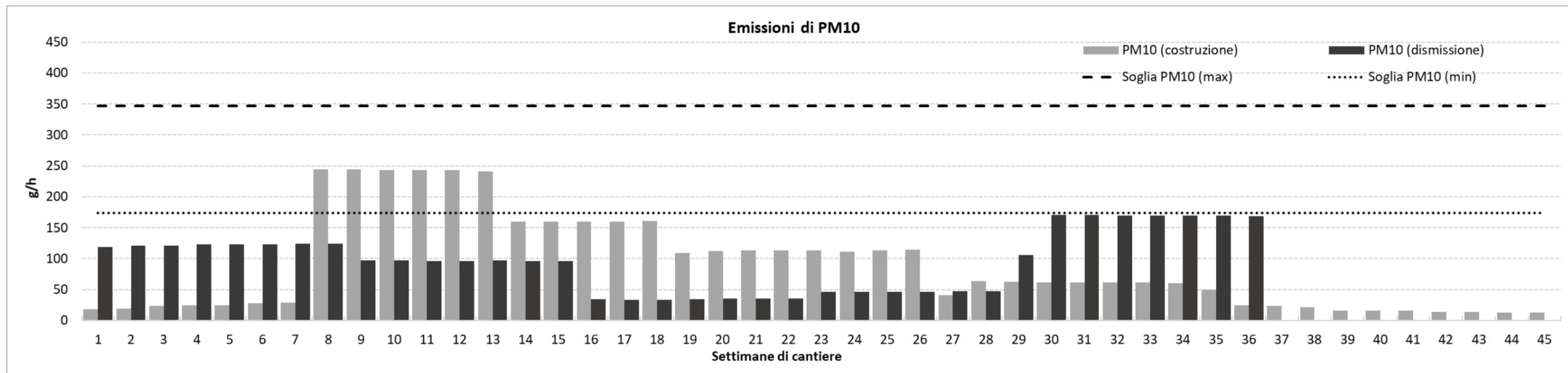


Figura 102. Emissioni di PM<sub>10</sub> durante le fasi di costruzione e di dismissione dell'impianto in progetto.

**Tali superamenti, tuttavia, sono di limitata entità e le stime di emissioni ottenute sono da considerarsi cautelative, in quanto le lavorazioni a maggiore tasso di emissione avverranno in prossimità dei recettori più esposti solo per periodi di tempo limitati.**

**Ad ogni buon conto, durante la gestione del cantiere verranno adottati una serie di accorgimenti atti a limitarne la quantità e i relativi impatti.** Nello specifico:

- effettuare bagnature e/o pulizia delle strade utilizzate, pavimentate e non;
- pulire le ruote dei veicoli in uscita dal cantiere e dalle aree di approvvigionamento e conferimento materiali, prima che i mezzi impegnino la viabilità ordinaria;
- coprire con teloni i materiali polverulenti trasportati;
- adottare idonea limitazione della velocità dei mezzi sulle strade non asfaltate (tipicamente 20 km/h);
- bagnare periodicamente o coprire con teli (nei periodi di inattività e durante le giornate con vento intenso) eventuali cumuli polverulenti stoccati nelle aree di cantiere;
- evitare le lavorazioni polverose e/o le movimentazioni di materiali polverulenti durante le giornate con vento intenso.

Unitamente a ciò, in accordo con le prescrizioni indicate nella Tabella 29, si provvederà ad effettuare un **monitoraggio costante delle polveri in corrispondenza dei recettori più esposti** al fine di applicare eventuali ulteriori misure di mitigazione. Nello specifico, verrà effettuato il campionamento e il monitoraggio del PM<sub>10</sub> e del PM<sub>2,5</sub>, ai sensi della norma UNI EN 12341:2014 “*Aria ambiente – Metodo gravimetrico di riferimento per la determinazione della concentrazione in massa di particolato sospeso PM10 o PM2,5*”<sup>98</sup>, in fase di *Ante-Operam*, *Corso d’Opera* e *Post-Operam* tramite l’utilizzo di un analizzatore di polveri sottili di tipo portatile. Ulteriori dettagli in merito sono riportati all’interno del Progetto di Monitoraggio (cfr. elaborato “FTV22CP05-AMB-R-15”).

Inoltre, per quanto riguarda gli scavi e la posa in fase di cantiere del cavidotto MT su strada, non si segnalano particolari problematiche a carico degli edifici residenziali situati lungo il tracciato dello stesso, in considerazione i) del tasso di emissione di PM<sub>10</sub> stimato per la sua realizzazione (cfr. Figura 102) - inferiore alla soglia emissiva prevista per i recettori posti a distanze inferiori a 100 m - e ii) della tipologia di cantiere previsto (cantiere mobile in avanzamento).

Riepilogando le considerazioni svolte, la produzione e la diffusione di gas inquinanti in fase di cantiere risulta, pertanto, essere un fenomeno temporaneo e poco rilevante, sia in relazione al numero relativamente limitato di mezzi in azione, sia alla limitata durata temporale delle attività e alla localizzazione del cantiere in campo aperto e distante dai principali centri abitati (impatto reversibile).

### 6.3. Impatti/ricadute sulle componenti geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche

Stante la stabilità dell’assetto territoriale, l’assenza di elementi morfogenici disestivi (in atto o potenziali) e la limitata interazione tra il progetto e le componenti geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell’area, **non si rilevano esternalità di progetto (negative o positive), nei confronti delle sopra-menzionate componenti, né di carattere attivo** (da intendersi come possibili danni arrecati dall’opera alla stabilità del sito), **né di carattere passivo** (da intendersi come possibili danni subiti dall’opera a seguito di fenomeni di instabilità del sito). A meri fini di corretta esecuzione progettuale, come opportunamente ricordato nella relazione Geologica preventiva a firma del tecnico abilitato, si renderà necessario in sede esecutiva provvedere ad una campagna di indagini in situ e in laboratorio indispensabile a definire il dettaglio del modello geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico dell’area ai fini di un corretto dimensionamento puntuale degli

<sup>98</sup> Norma UNI introdotta dall’art. 3 del DM 26 gennaio 2017 “Attuazione della direttiva (UE) 2015/1480 del 28 agosto 2015, che modifica taluni allegati delle direttive 2004/107/CE e 2008/50/CE nelle parti relative ai metodi di riferimento, alla convalida dei dati e all’ubicazione dei punti di campionamento per la valutazione della qualità dell’aria ambiente”.

ancoraggi e delle profondità di infissione delle strutture (anche in considerazione dell'assenza di fondazioni in calcestruzzo).

**A livello di corpi idrici sotterranei, dal punto di vista quali-quantitativo, la fase di esercizio del parco fotovoltaico non influirà in alcun modo sulla circolazione idrica di falda** in quanto:

- la presenza dei pannelli non interagisce in nessun modo con gli apporti idrici, l'infiltrazione e la percolazione profonda;
- i supporti dei pannelli, oltre ad essere di tipologia puntuale, sono di dimensioni tali da non raggiungere nemmeno la quota piezometrica delle acque sotterranee.

**Relativamente alla qualità delle acque, invece, i pannelli fotovoltaici si possono ritenere a impatto zero in quanto non contengono alcun tipo di sostanza attiva chimica nociva (liquida o solida), che possa percolare nel suolo o andare ad alterare lo stato di salute dei corpi idrici.**

L'unico ambito di attenzione, che vale sempre la pena ricordare, riguarda il rischio - in fase cantieristica - di **sversamenti accidentali di limitati volumi di sostanze potenzialmente inquinanti** quali, per esempio, benzina/gasolio per rifornimento e oli/grassi lubrificanti **connessi all'operatività dei mezzi di cantiere**. Tale problematica, oltre a riguardare qualunque attività cantieristica, deve essere gestita in via preventiva attraverso l'adozione di buone pratiche di cantiere. Tuttavia, non potendo escludere a priori l'incidentalità del caso, è opportuno effettuare le seguenti considerazioni:

1. al di là degli ordinari combustibili/lubrificanti tipici di qualunque automezzo di cantiere **la realizzazione delle opere in progetto non prevede l'utilizzo, in nessuna fase, di sostanze chimiche nocive, tossiche o inquinanti;**
2. **il rischio di sversamenti accidentali riguarda sempre quantità di sostanza modeste;**
3. in cantiere sarà **sempre presente un "Emergency Spill kit"** per far fronte a imprevisti;
4. stante la soggiacenza profonda della falda, il limitato grado di permeabilità del suolo superficiale, e le modeste quantità di sostanze incidentalmente versabili, **è possibile escludere sin d'ora il rischio di percolazione di inquinanti in falda connessi con la realizzazione/dismissione dell'opera.**

### 6.3.1. Analisi quantitativa dei fabbisogni idrici dell'impianto

I fabbisogni idrici di un impianto agrivoltaico sono riconducibili sia alle fasi cantieristiche, sia alla fase di esercizio dello stesso.

Per quanto riguarda le fasi di costruzione e dismissione dell'impianto, sono stati stimati i fabbisogni idrici delle seguenti operazioni e lavorazioni:

- **bagnature antipolvere:** al fine di ridurre la produzione e la dispersione di polveri nell'ambiente; nello specifico, le aree di cantiere, di deposito, di transito dei mezzi o sottoposte a livellamento, saranno sottoposte a bagnatura periodica, specialmente nel periodo estivo;
- **lavaggio ruote:** tutti i mezzi in uscita dal cantiere saranno sottoposti al lavaggio delle ruote per evitare il trasporto di suolo e detriti lungo la viabilità circostante;
- **acqua uso sanitario:** i box di cantiere (e.g. cucina, infermeria, mensa) e i servizi igienico-sanitari, a disposizione dei lavoratori, saranno alimentati da un sistema di stoccaggio di acqua potabile (e.g. serbatoi);
- **piantumazione di specie arboree e/o arbustive con finalità di mitigazione ambientale** (e/o di mascheramento visivo dell'impianto);
- **irrigazione/i di soccorso:** contestualmente alla piantumazione di specie arboree e/o arbustive con finalità di mitigazione ambientale (e/o di mascheramento visivo dell'impianto) si procederà a un intervento irriguo per favorire l'attecchimento delle piante.

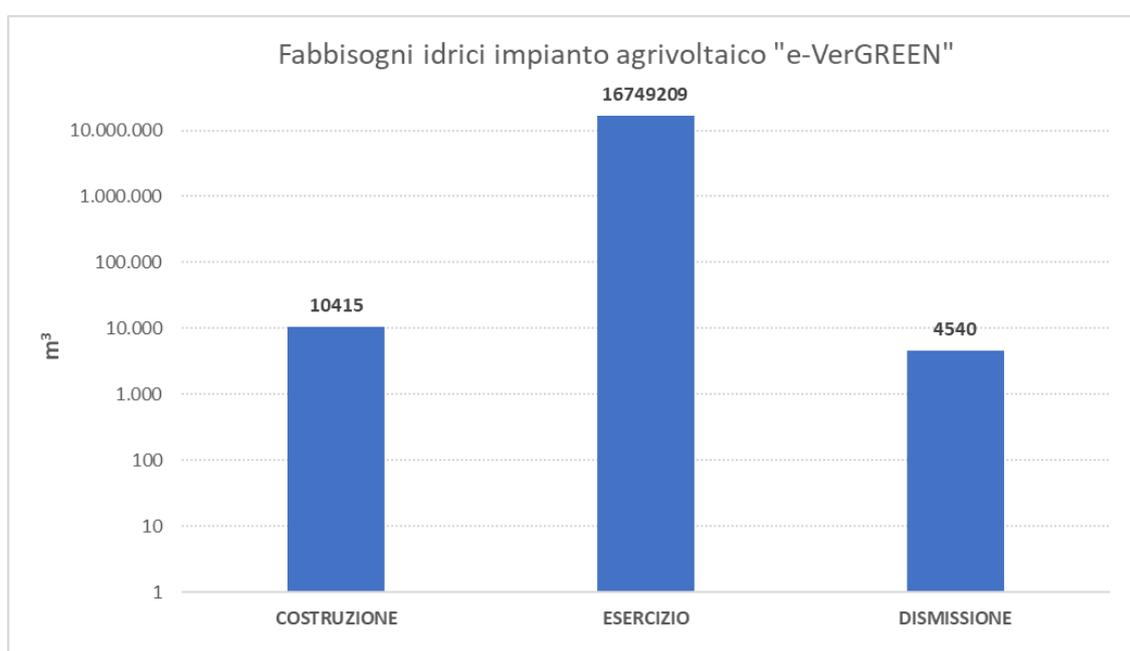
Durante la fase di esercizio, i fabbisogni idrici di un impianto agrivoltaico devono essere analizzati separando le:

- **operazioni di manutenzione ordinaria dell'impianto** (i.e. lavaggio dei pannelli per garantire l'efficienza della produzione di energia elettrica);

- **pratiche agronomiche** (nel caso in cui siano previste colture di tipo irriguo – come nel caso in esame). Nello specifico, la tecnica irrigua principale delle colture presenti adottata sarà lo scorrimento. Per maggiori dettagli in merito si rimanda alla consultazione della Relazione agronomica (cfr. elaborato “FTV22CP05-AMB-R-13”).

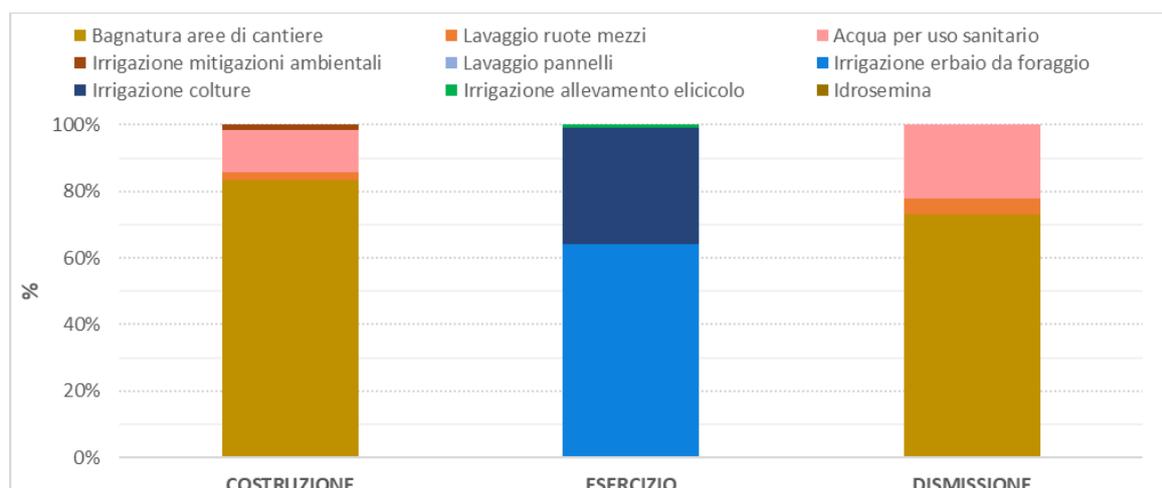
La Figura 103 mostra i volumi cumulati totali di acqua (in m<sup>3</sup>) necessari durante le diverse fasi di vita dell'impianto. **Le necessità idriche più elevate si verificano in corrispondenza della fase di esercizio a causa degli interventi irrigui necessari alla gestione delle colture agronomiche - attestandosi a circa 5'850'900 m<sup>3</sup> per l'intera vita utile dell'impianto, pari a circa 195'000 m<sup>3</sup> all'anno -, dell'erbaio da foraggio – circa 10'731'600 m<sup>3</sup> per l'intera vita utile dell'impianto, pari a circa 358'000 m<sup>3</sup> all'anno - e dell'impianto di elicicoltura - circa 150'000 m<sup>3</sup> per l'intera vita utile dell'impianto, corrispondenti a 5'000 m<sup>3</sup> all'anno.**

Per quanto riguarda, invece, **il consumo di acqua durante le fasi di costruzione e di dismissione, questo è molto più contenuto in termini assoluti**, ma concentrato nel tempo, ed è direttamente proporzionale alla durata del cantiere ed alla numerosità degli addetti.



**Figura 103.** Fabbisogni complessivi di acqua durante le fasi di vita dell'impianto agrivoltaico (scala logaritmica).

Nella Figura 104 è, invece, rappresentato il peso percentuale che i diversi processi considerati hanno all'interno delle diverse fasi; da tale grafico si evince come l'approvvigionamento di acqua per la bagnatura delle aree di cantiere per il contenimento delle polveri e quella ad uso igienico-sanitario siano i processi maggiormente idro-esigenti durante le fasi di costruzione e dismissione, seguiti dal lavaggio delle ruote dei mezzi.



**Figura 104.** Suddivisione in percentuale dei consumi di acqua rispetto ai singoli processi nelle diverse fasi di vita dell'impianto agrivoltaico "e-VerGREEN".

Infine, nella Tabella 30 sono riportati i fabbisogni dei singoli processi considerati nelle diverse fasi di vita del progetto, che per tutta la vita utile dell'impianto ammontano circa a 16'764'164 m<sup>3</sup>.

**L'approvvigionamento dei quantitativi idrici richiesti dalla componente agronomica di progetto durante l'intera fase di esercizio sarà soddisfatto, in continuità con l'attuale conduzione del fondo, attingendo alla derivazione dal canale irriguo denominato "Navilotto di San Damiano", localizzato a Nord-Ovest dell'area di progetto e facente parte della rete irrigua gestita dall'Associazione d'Irrigazione Ovest Sesia.**

**L'approvvigionamento dei quantitativi idrici riferiti alla componente energetica di progetto sarà, invece, soddisfatto mediante un servizio di autobotti privato per tutte le fasi di vita dell'opera.**

In aggiunta a quanto sopra, si specifica che la fornitura di acqua alle maestranze rispetterà i necessari standard di potabilità di legge, mentre le risorse idriche necessarie per le altre lavorazioni verranno identificate sulla base di ordinari requisiti chimico-fisici tali da non pregiudicare la buona riuscita dei singoli processi (i.e. assenza di sali, bassa torbidità).

Fatta eccezione per i reflui delle acque ad uso sanitario, che verranno collettati e smaltiti secondo le normative vigenti con gli ordinari sistemi di cantiere, le rimanenti operazioni (bagnature, lavaggio dei pannelli, etc.) non prevedono l'uso di additivi e/o detersivi che possono degradare la qualità delle acque utilizzate, le quali, una volta infiltrate nel suolo, contribuiranno ad incrementare lo stock idrico del suolo ed entreranno nei cicli idrologici naturali.

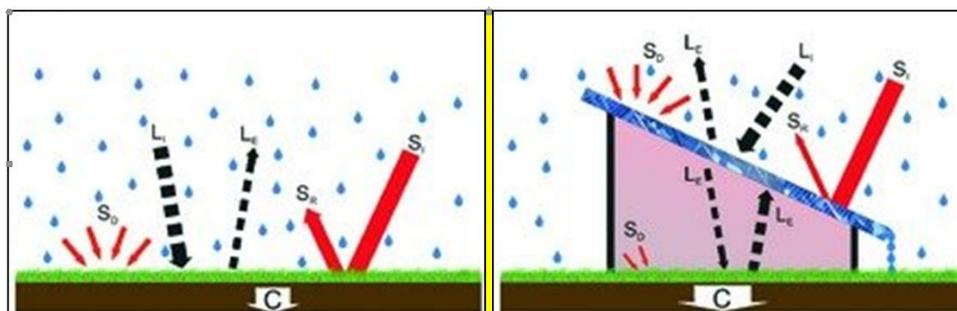
**Tabella 30.** Fabbisogni idrici dei singoli processi durante le diverse fasi di vita dell'impianto agrivoltaico.

FABBISOGNI IDRICI (m <sup>3</sup> )			
OPERAZIONE	COSTRUZIONE	ESERCIZIO	DISMISSIONE
Bagnatura aree di cantiere	8'667	0	3'318
Lavaggio ruote mezzi	269	0	223
Acqua uso sanitario	1'316	0	999
Irrigazione erbaio da foraggio	0	10'731'600	0
Irrigazione colture (soia con frumento)	0	5'850'900	0
Irrigazione allevamento elicicolo	0	150'000	0
Idrosemina	0	128	0
Irrigazione mitigazioni ambientali	163	489	0
Lavaggio pannelli	0	16'092	0
<b>Totale</b>	<b>10'415</b>	<b>16'749'209</b>	<b>4'540</b>

## 6.4. Interazioni dell'impianto con le forzanti meteorologiche e relativi impatti/ricadute

### 6.4.1. Interazioni dell'impianto con le forzanti meteorologiche

Se a livello climatico generale le ricadute positive sono globalmente riconosciute e dimostrate, a livello microclimatico puntuale è altrettanto indiscutibile come un **impianto fotovoltaico posizionato al suolo generi delle modifiche localizzate a seguito dell'interazione tra le principali forzanti meteorologiche e i pannelli stessi** - non necessariamente negative - per la loro semplice presenza - Figura 105.



**Figura 105.** Schema rappresentativo semplificato delle principali forzanti atmosferiche, e delle loro interazioni al suolo, in una condizione priva di pannelli solari (a sinistra) e in presenza di pannelli (a destra) - Armstrong *et al.*, 2014. Le variabili rappresentate sono: Precipitazione Atmosferica e Radiazione Solare (onda corta entrante -  $S_i$ ; onda corta riflessa -  $S_R$ ; onda corta diffusa -  $S_D$ ; onda lunga entrante -  $L_i$ ; onda lunga uscente -  $L_E$ ).

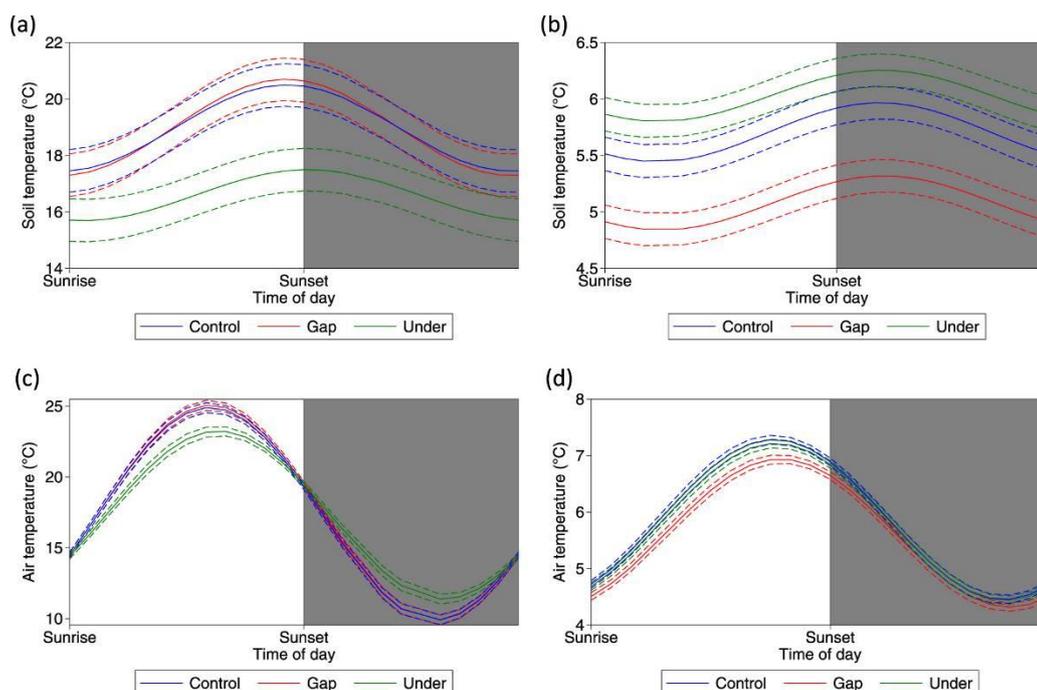
Dalla consultazione della Figura 105 emerge che:

- il quantitativo di onda corta riflessa risulti essere inferiore in corrispondenza della copertura fotovoltaica in relazione alla minore albedo dei pannelli rispetto al suolo (l'onda viene assorbita); analoga considerazione per l'onda corta diffusa che viene parzialmente captata.
- Il quantitativo di onda lunga entrante, in corrispondenza della copertura, viene parzialmente captata, in parte riflessa e in parte arriva al suolo per diffusione. Tuttavia, la presenza stessa del pannello "retrodiffonde" l'onda lunga uscente dal suolo trattenendo, di fatto, una quota parte di radiazione (per analogia si può paragonare all'effetto delle nuvole nelle notti invernali che, trattenendo l'onda riflessa, limitano il raffreddamento al suolo).
- Il quantitativo di precipitazione in corrispondenza della copertura viene intercettato e concentrato nella parte bassa del pannello.

L'insieme di tali interazioni si traduce in una serie di alterazioni (come già detto, non necessariamente negative) che viene analizzato nei seguenti paragrafi dedicati.

### 6.4.2. Impatti/ricadute sulle temperature dei suoli

L'esperienza e la letteratura maturata nell'ultimo decennio hanno consentito di **escludere a priori un rischio di surriscaldamento dell'interno di un impianto a causa delle temperature di esercizio dei pannelli, dal momento in cui la temperatura massima raggiunta dal pannello** (fino a un massimo nell'ordine dei 70°C - Chiabrando *et al.*, 2009) **è del tutto assimilabile alle temperature raggiunte da analoghe superfici scure, che ricevono la medesima quantità di radiazione.** Tuttavia, come suggerito dalla Figura 106, sussiste una variazione di qualche grado del campo termico, al di sotto della superficie coperta dall'impianto, connessa con l'interazione tra i pannelli e la radiazione. Un interessante studio di monitoraggio delle temperature realizzato in un impianto fotovoltaico a terra di 12 ha di estensione, con sistema fisso senza inseguitori, ha fornito i seguenti risultati (Figura 106 - Armstrong *et al.*, 2016).



**Figura 106.** Risultati di uno studio di variazione del campo termico del suolo e dell'aria all'interno di un grande impianto fotovoltaico (Armstrong *et al.*, 2016). A sinistra i dati medi giornalieri (diurni e notturni) riferiti al periodo estivo. A destra i dati medi giornalieri (diurni e notturni) riferiti al periodo invernale. Il dato verde "Under" identifica la posizione al di sotto dei pannelli. Il dato rosso "Gap" identifica la posizione nell'interfilare tra i pannelli. Il dato blu "Control" identifica la posizione al di fuori del campo fotovoltaico (per opportuno confronto).

In relazione a quanto sopra, quindi, è possibile trarre le seguenti considerazioni:

- **Temperatura dell'aria:**
  - In estate (con irraggiamento maggiore) la variazione termica giornaliera indotta dall'ombreggiatura generata dalla copertura fotovoltaica si traduce, sostanzialmente, in una diminuzione degli estremi, ovvero, nelle ore più calde, la superficie al di sotto del pannello resta di qualche grado più bassa mentre, nelle ore notturne, qualche grado più alta. L'interfilare, invece, non risente dell'ombreggiamento e ha comportamento analogo al punto di controllo esterno al campo.
  - In inverno, con il sole che passa più basso sull'orizzonte, l'ombreggiamento si proietta maggiormente nell'interfilare. In tale contesto l'area sotto pannello ha comportamento analogo con l'esterno, mentre l'interfilare presenta un minimo scostamento termico.
- **Temperatura del suolo:**
  - In estate (con irraggiamento maggiore) la variazione termica giornaliera indotta dall'ombreggiatura generata dalla copertura fotovoltaica si traduce, sostanzialmente, in una minor temperatura del suolo sia in termini assoluti sia relativi. L'interfilare, invece, non risente dell'ombreggiamento e ha comportamento analogo al punto di controllo esterno al campo.
  - In inverno, con il sole che passa più basso sull'orizzonte, l'ombreggiamento si proietta maggiormente nell'interfilare. In tale contesto l'area sotto pannello si mantiene leggermente più calda (verosimilmente per effetto della copertura che trattiene l'onda lunga uscente) mentre l'interfilare si raffredda maggiormente per effetto del cono d'ombra che ne limita l'irraggiamento diurno e dell'assenza della copertura che non retrodiffonde l'onda lunga uscente (che viene quindi irradiata verso la volta celeste).

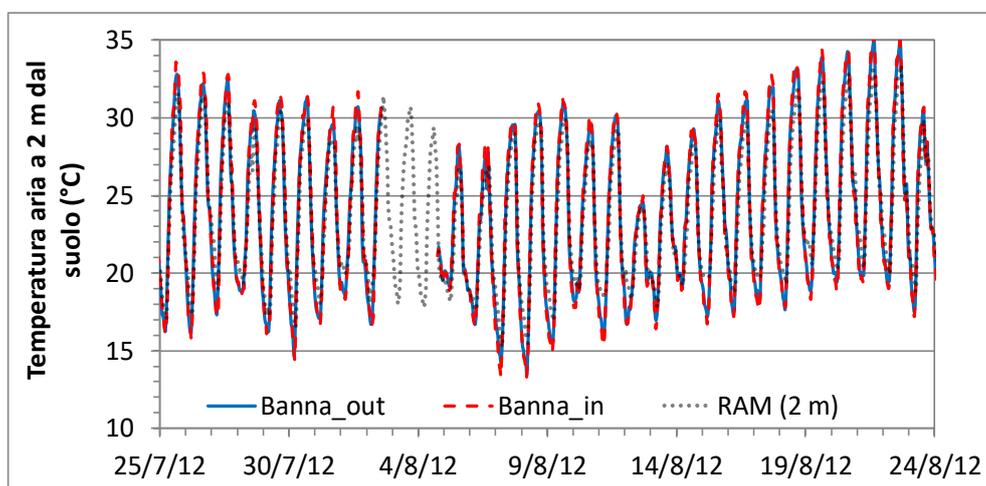
**Tale alterazione, ancorché contenuta** (e non necessariamente negativa – specie in un contesto di *global warming*), **si potrebbe tradurre in una variabilità puntuale microstazionale con eventuali effetti sulla biodiversità locale (alternanza di condizioni sciafile ed eliofile e alternanza di condizioni termiche)** - che verrà opportunamente valorizzata nel paragrafo dedicato alle componenti biotiche (flora, fauna, biodiversità ed ecosistemi) – **e sul ciclo del carbonio nel suolo** – che verrà opportunamente affrontato nel

paragrafo dedicato agli impatti/ricadute sulla risorsa suolo. La tipologia di impianto “a inseguimento” tuttavia, dovrebbe smorzare questo effetto.

**Con riferimento, invece, al possibile verificarsi di un effetto “isola di calore” (“Heat Island effect”)** alcuni studi scientifici condotti in Nord America hanno dimostrato il completo raffreddamento della pannellatura nelle ore notturne, in caso di suolo coperto, escludendo quindi effetti di cumulo termico progressivo (e.g. Fthenakis *et al.*, 2013), che è invece stato solo documentato in un contesto pre-desertico dell’Arizona caratterizzato da temperature medie piuttosto elevate e assenza di copertura vegetale al suolo (i.e. Barron-Gafford *et al.*, 2016). Tale discordanza lascia quindi intendere il verificarsi di dinamiche sito-specifiche connesse con la presenza di condizioni stagionali in grado di limitare l’accumulo di calore e dissipare il calore residuo accumulato in breve tempo.

Laddove utile a fornire ulteriori elementi di valutazione, alcuni studi condotti dagli scriventi all’interno di un grande impianto fotovoltaico ubicato al suolo (impianto “Banna” 9.5 MWp – Riva Presso Chieri - TO) hanno fornito dati a suffragio dell’ipotesi di NON formazione di isole di calore (alle nostre latitudini). In tale studio, infatti, a 2.0 m dal suolo, la temperatura dell’aria misurata all’interno e all’esterno dell’impianto non ha mostrato sostanziali differenze, e gli scarti tra le due serie sono di entità talmente modesta da non essere riconducibili a un generalizzato innalzamento delle temperature causato dalla copertura fotovoltaica (Figura 107).

Viceversa, i dati raccolti sotto copertura fotovoltaica (qui non rappresentati, ma fornibili su semplice richiesta agli scriventi) hanno mostrato andamenti del tutto analoghi a quelli rappresentati in Figura 107 (peraltro 4 anni prima della pubblicazione dello studio di Armstrong *et al.*, (2016)).

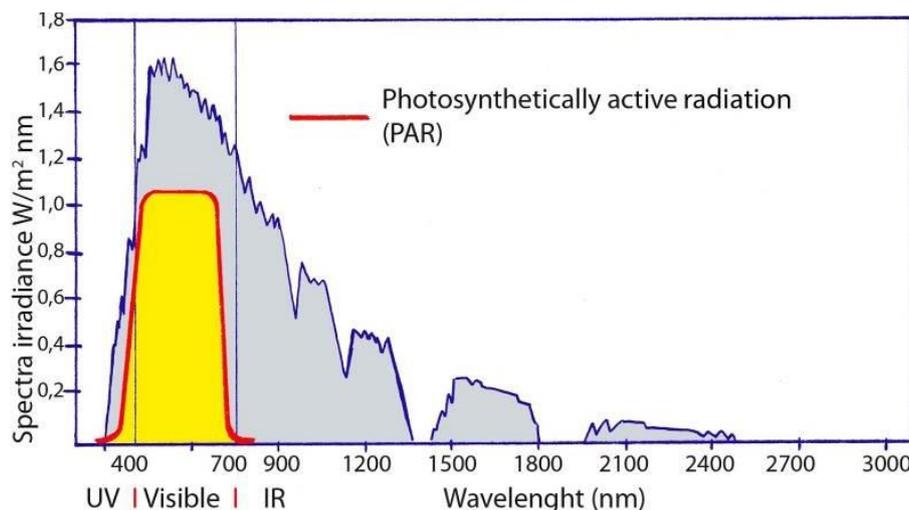


**Figura 107.** Risultati di alcuni monitoraggi condotti dagli scriventi all’interno di un grande impianto fotovoltaico ubicato al suolo (impianto “Banna” 9.5 MWp – Riva Presso Chieri - TO) per investigare gli effetti termici della copertura dei pannelli sulla formazione di “isole di calore” dal quale emerge in modo chiaro l’assenza di tale fenomeno (differenze termiche nel mese di agosto 2012 inferiori agli 0.1 °C tra l’interno del campo e l’esterno).

### 6.4.3. Impatti/ricadute sulla PAR (Radiazione fotosinteticamente attiva)

La radiazione fotosinteticamente attiva (*photosynthetically active radiation* - PAR) rappresenta la misura dell’energia solare intercettabile dalla clorofilla e disponibile per la fotosintesi (Wu *et al.*, 2010). Questa frazione di energia rappresenta il 41% della radiazione solare totale e si concentra su lunghezze d’onda nello spettro del visibile (tra i 400 e i 700 nm) – Figura 108.

In tale contesto la presenza di una parziale copertura, che intercetta la radiazione, si traduce in una verosimile riduzione della quota parte di PAR disponibile sotto copertura e, quindi, in una possibile diminuzione dell’energia disponibile per la crescita vegetale.



**Figura 108.** Visualizzazione grafica dello spettro di radiazione fotosinteticamente attiva rispetto allo spettro totale.

A tal proposito **non sono stati trovati studi condotti all'interno di impianti fotovoltaici installati a terra, che consentono di fornire indicazioni certe per il caso oggetto di approfondimento. Tuttavia, alcuni studi scientifici (ed esperienze maturate) possono fornire indicazioni orientative interessanti.**

Gu *et al.* (2003), hanno condotto studi in un contesto di incremento di radiazione diffusa (a discapito di quella incidente) dovuta alla presenza di aerosol vulcanici, verificando un incremento di efficienza dell'attività fotosintetica (evidenza di una certa capacità di adeguamento delle piante). All'opposto, studi condotti in un contesto di PAR elevata/eccessiva, hanno dimostrato un decremento dell'attività fotosintetica a causa del verificarsi di danni da "foto-inibizione" e "foto-invecchiamento" (Murata *et al.*, 2007). Colantoni *et al.* (2018) hanno invece studiato l'effetto di una parziale copertura fotovoltaica su serra destinata a produzioni agronomiche, diminuzione del 30% della PAR con una copertura fotovoltaica pari al 20% della superficie, senza significative conseguenze sugli accrescimenti vegetali (seppur con alcune differenze a seconda delle specie coltivate).

Tali informazioni vengono confermate anche da esperienze pratiche, che forniscono **evidenza della crescita vegetale uniforme anche al di sotto delle superfici coperte, indice del fatto che l'ombreggiamento generato, laddove non eccessivo, risulta non limitante per l'attività fotosintetica** (Figura 109).



**Figura 109.** Immagini di grandi impianti fotovoltaici a terra (scattate dagli scriventi) riferite a progetti realizzati (anche con tecnologie differenti) che forniscono evidenza oggettiva dell'effetto non limitante dell'ombreggiamento generato per l'attività fotosintetica. A) Impianto FV "Ternavasso" – 7.5 MWp, Poirino (TO); B) Impianto FV "Cortiglione Green" – 0.8 MWp, Cortiglione (AT); C) Impianto FV "Sulpiano Cross" – 2.5 MWp, Montà (CN).

**Si ritiene, quindi, alla luce delle evidenze fornite, che gli impatti sulla componente fotosintetica siano limitati e ovviabili, di fatto, dalla capacità di adattamento della flora erbacea (eventualmente verificata in sede esecutiva con il supporto di un esperto).**

#### 6.4.4. Impatti/ricadute sulle precipitazioni e sul ciclo idrologico

In accezione generale, come rappresentato in Figura 105, la presenza di **pannellatura fotovoltaica al suolo si traduce in una intercettazione delle acque meteoriche con scolo in corrispondenza della parte bassa** (oppure, nel caso di sistema a inseguimento, con scolo sui bordi esterni laddove il pannello si andasse a posizionare orizzontalmente – e.g. condizioni di nuvolosità diffusa).

Tale prerogativa, in contesti con quantitativi d'acqua limitati e limitanti per la vita delle piante (i.e. condizioni di aridità), può arrivare a rappresentare una interessante opportunità. Secondo Liu *et al* (2019) la presenza di un impianto fotovoltaico che concentra parte delle precipitazioni in porzioni limitate di suolo può arrivare a tradursi in un significativo miglioramento delle condizioni al contorno.

Tuttavia, l'assenza di studi/monitoraggi (oggetto di pubblicazione scientifica), realizzati in contesti meno estremi e/o a latitudini europee, non consente di fornire dati di rilevanza certa. Occorre dunque formulare una serie di riflessioni e ipotesi, che consentano di esplorare i pro e i contro di tale peculiarità (e, laddove possibile, fornire dati esplorativi per opportuna conoscenza).

In primis è bene chiarire come:

- al di là dei quantitativi medi di precipitazione tipici dell'area (opportunamente quantificati nello stato di fatto), **i singoli eventi atmosferici si caratterizzano per la loro intensità, ovvero “il quantitativo di pioggia nell'unità di tempo” e per la loro “durata complessiva”. Maggiori sono intensità e durata e maggiore sarà l'aggressività climatica del singolo evento** (specie in presenza di parziale copertura, che ne concentra i quantitativi su unità di superfici inferiori).
- **la fisica del suolo e l'interazione suolo-acqua-pianta-atmosfera divengono elementi strettamente correlati nella valutazione dei potenziali impatti.** Nello specifico i parametri di maggior interesse risultano:
  - la capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo – che è funzione delle caratteristiche fisiche della sua zona insatura (ovvero la parte di suolo ubicata tra la superficie e la soggiacenza di falda). In particolare, in assenza di impedimenti superficiali (e.g. croste, impermeabilizzazioni, idrorepellenza) e sotto-superficiali (e.g. suole di aratura, orizzonti argillici), il “tasso di infiltrazione” (o permeabilità) è connesso con elementi quali: la tessitura del suolo (proporzione tra scheletro, sabbie, limi e argille), la struttura delle particelle e degli aggregati che lo compongono, e il suo contenuto di sostanza organica. A questi, non meno importanti, si aggiungono la presenza di canali di infiltrazione preferenziali (e.g. azione di radici/radicette e microflora/microfauna), la presenza di vegetazione (soprattutto erbacea), il contenuto d'acqua del suolo al momento dell'evento meteorico (i.e. un suolo già saturo ha, notoriamente, una costante di infiltrazione inferiore al verificarsi di un ulteriore apporto) e la permanenza del volume d'acqua da infiltrare sull'unità di suolo (e.g. terreno pianeggiante e “pozzangheramento” vs terreno acclive).
  - La capacità di redistribuzione spaziale dell'acqua nel suolo – che è funzione, prevalentemente, della sua “interconnessione idraulica” attraverso microporosità capillare in grado di superare la forza di gravità e veicolare volumi d'acqua da porzioni di suolo “a minor tensione matriciale” (maggior contenuto idrico) verso zone “a maggior tensione matriciale” (più secche) con un sostanziale riequilibrio, nel breve-medio periodo, delle tensioni puntuali.
  - La capacità di ritenzione dell'acqua nel suolo e la sua disponibilità per le piante – che si può definire come la forza con la quale il suolo è in grado di trattenere volumi d'acqua nel tempo ed è la risultante tra: i) quantità di input meteorica, ii) tasso di infiltrazione/redistribuzione sopra menzionati, iii) caratteristiche pedo-litologiche, tessitura, struttura e quantità di sostanza organica e iv) “perdite” di volumi d'acqua per percolazione profonda (che va a generare ricarica di falda) e per evapotraspirazione.

Trattandosi di una condizione dinamica nel tempo, la forza (o tensione matriciale) con cui l'acqua viene trattenuta è via via maggiore al diminuire del contenuto idrico. Di conseguenza le piante, per sopravvivere, devono poter esercitare una forza di suzione superiore a quella esercitata dal suolo per poter assorbire acqua attraverso le radici (fino al così detto “punto di appassimento” che rappresenta la soglia oltre la quale la forza esercitata dal suolo è superiore a quella delle piante con conseguente appassimento vegetale).

**In relazione a quanto sopra, quindi, una parziale concentrazione degli apporti meteorici su unità di superficie di terreno inferiori (unitamente all'interazione con le diverse componenti della radiazione solare) potrebbe tradursi nei seguenti rischi:**

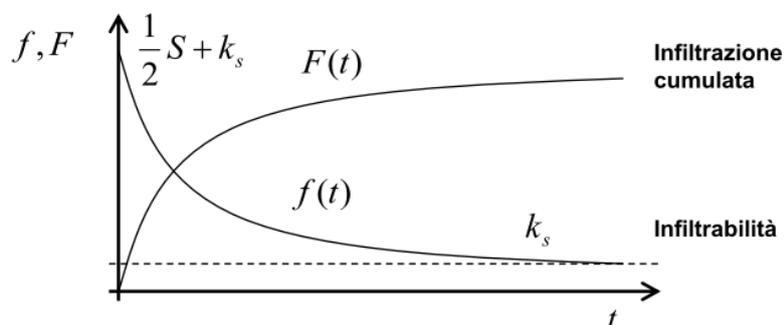
1. **un maggior ruscellamento superficiale** con incremento dei volumi d'acqua di smaltimento nel reticolo drenante;
2. **un maggior potere erosivo sul topsoil** con asporto di nutrienti e sostanza organica e possibili fenomeni di interrimento di opere idrauliche;
3. **una distribuzione spaziale disomogenea dell'acqua nel suolo** (alternanza di zone più umide e zone più secche) con possibili limitazioni puntuali alla crescita vegetale e ai processi chimico-fisici;
4. **una possibile alterazione** (non necessariamente negativa) **dell'evapotraspirazione effettiva** (in considerazione dell'ombreggiamento e del decremento degli estremi di temperatura, specie quelli diurni estivi).

Analizzando in modo puntuale i sopra citati impatti, quindi, è possibile fornire le seguenti valutazioni specifiche.

### **Concentrazione delle precipitazioni e rischio di incremento del ruscellamento superficiale**

Al fine di poter confrontare la situazione *ante* e *post operam* (e, con essa, comprendere il grado di modifiche indotte dalla parziale copertura) **è stato sviluppato un apposito modello idrologico matematico - ancorché semplificato - per stimare la quantità di tempo alla quale l'intensità di precipitazione supera la capacità del suolo a infiltrare l'acqua caduta** (ed inizia ad accumularsi in superficie (i.e. *ponding time*)).

Il processo di infiltrazione dell'acqua nel suolo è stato simulato attraverso l'equazione di Philip (1957), la quale fornisce una rappresentazione analitica approssimata basata su una descrizione fisica esatta del fenomeno. L'equazione di Philip individua un tasso di infiltrazione variabile nel tempo, che partendo da valori molto elevati tende asintoticamente alla conducibilità idraulica a saturazione ( $K_s$ ) – Figura 110.



**Figura 110.** Rappresentazione grafica del rapporto tra infiltrabilità ( $f$ ) e infiltrazione cumulata ( $F$ ) in funzione del tempo nel modello di Philip (1957).

Per quanto concerne i **dati di input** ecco una sintetica rappresentazione:

- i valori dei necessari parametri fisici e idraulici del suolo sono stati identificati a partire da dati di letteratura sulla base delle classi tessiturali di campo. Per far ciò sono state utilizzate le c.d. “funzioni di pedotransfer” secondo le indicazioni di vari autori, tra cui Schaap et al. (2001), Saxton et al. (1986) e Clapp e Hornberger (1978).
- partendo dal presupposto che la parziale copertura agisce come un “intensificatore di intensità”, che convoglia l'acqua intercettata sulle superfici riceventi non coperte (sommandola a quella ivi precipitata), è stato computato un indice di copertura (calcolato come coefficiente adimensionale tra la proiezione al suolo della superficie occupata dai pannelli – nell'ipotesi di una inclinazione del pannello pari a  $53^\circ$  - e la superficie totale dell'area di progetto), da utilizzarsi come correttore delle intensità di pioggia (Tabella 31).
- L'analisi è stata condotta sulla base di diversi scenari di intensità di precipitazione (intesa come altezza d'acqua caduta in un determinato intervallo di tempo). Al fine della presente analisi sono state considerate intensità ( $I$ ) caratteristiche di eventi piovosi secondo le ordinarie classificazioni divulgative (Tabella 32).

**Tabella 31.** Dati caratteristici dell'impianto e relativo coefficiente di copertura fotovoltaica.

	TOT
N° moduli	127712
Superficie catastale (ha)	140.53
Area di impianto recintata (ha)	103.07
Superficie "pannellata" (m <sup>2</sup> )	217520
Coefficiente di copertura (-)	<b>0.21</b>

**Tabella 32.** Intensità di pioggia di riferimento (I), intensità effettiva usata per le simulazioni (IE) e intensità maggiorata per effetto dell'indice di copertura (IEc).

	I (mm/h)	IE (mm/h)	IEc (mm/h)
PiovigGINE	0-1	0.5	0.6
Pioggia debole	1-2	1	1.2
Pioggia moderata	2-6	3	3.6
Pioggia forte	6-10	8	9.7
Rovescio	10-30	15	18.2
Nubifragio	>30	30	36.4

Prima di procedere all'analisi dei risultati va esplicitato quanto segue:

- i parametri idrologici del suolo sono stati ricavati da **valori caratteristici riferibili ai suoli riscontrati in campo (tessitura di tipo franco-limosa)**. Tuttavia, ai fini di una corretta interpretazione numerica, è bene ricordare come **le caratteristiche dei suoli siano naturalmente soggette a una significativa variabilità sito-specifica (ed è stata utilizzata quella meno "drenante")**;
- il sistema modellistico adottato, essendo di carattere semplificato, fornisce risultati, relativi allo stato di progetto, di tipo cautelativo. Questo perché:
  - non tiene conto dell'effettiva disposizione delle stringhe sul terreno;
  - non tiene conto dell'effetto della copertura vegetale;
  - la superficie coperta viene considerata dal modello come impermeabile (quando invece risulta dimostrato che, anche sotto pannello, l'acqua si distribuisce sia in superficie (per movimento superficiale) sia all'interno del suolo (per capillarità)).

In Tabella 33 vengono rappresentati gli output modellistici riferiti al "ponding time" *post operam*. Ovvero, la quantità di tempo che impiega una precipitazione, a seconda della propria intensità (e maggiorata in conseguenza della copertura) a generare ristagno in superficie con fenomeni iniziali di "pozzangheramento" e poi di ruscellamento.

**Tabella 33.** Modellazione del "ponding time" *ante* e *post operam*.

		PiovigGINE	Pioggia Debole	Pioggia Moderata	Pioggia Forte	Rovescio	Nubifragio
<b>Ponding time</b> (min)	<b>Stato di fatto</b>	Mai	Mai	Dopo 2.35 ore	Dopo 6.3 min.	Dopo 6.9 min.	Dopo 1 min
	<b>Stato di progetto</b>	Mai	Mai	Dopo 0.55 ore	Dopo 4.3 min.	Dopo 3.35 min.	Dopo 33 sec.

L'analisi dei risultati della simulazione fornisce **dati in linea con suoli analoghi privi di copertura, in cui i fenomeni di "ponding e di runoff superficiale" si verificano solo a seguito di eventi di intensità medio-alta**. Tali dati, ancorché stimati con approccio cautelativo e con un modello semplificato che trascura molti aspetti mitiganti esistenti (e.g. redistribuzione idrica, copertura vegetale, etc.) lasciano comunque intuire un effetto – seppur contenuto e "non condizionante" - della superficie pannellata con potenziale incremento dell'aggressività climatica sul suolo.

**Tali dati suffragano, quindi, la necessità di una copertura continua del suolo (nel caso in oggetto con gli avvicendamenti colturali specificati nella relazione agronomica (Cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-13) e,**

qualora la reale situazione lo richiedesse, una leggera regimazione delle acque nelle porzioni di campo sensibili, al fine di preservare le condizioni aerobiche del suolo in eventuali aree di ristagno (che potrebbero degradare, sul lungo periodo, la vegetazione e i materiali in opera) ed evitare forme di erosione.

**Si sconsiglia vivamente invece, al fine di non condizionare i regimi idrici dell'area, l'intercettazione e all'allontanamento dal sito dell'acqua meteorica di scolo dai singoli pannelli.**

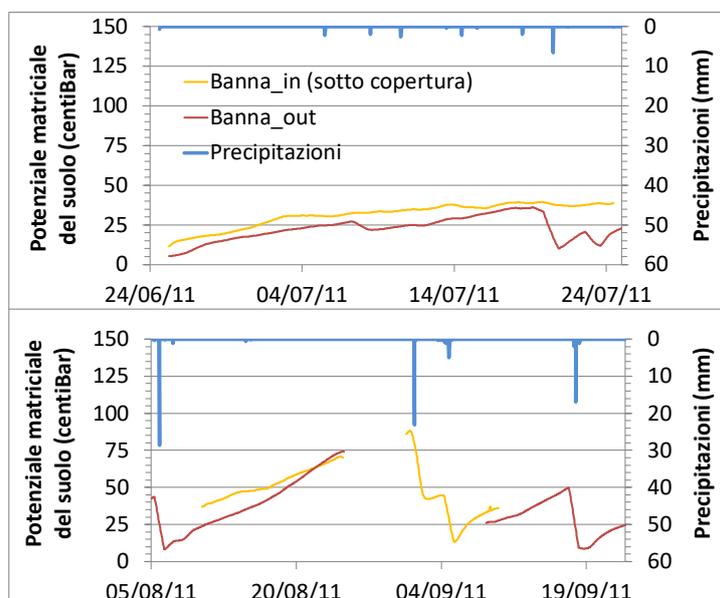
### **Rischio di incremento dell'azione erosiva e relative conseguenze**

Al fine di evitare ripetizioni, non rilevando possibili impatti a carico della componente quali-quantitativa della risorsa idrica, tale problematica verrà trattata nel paragrafo dedicato agli impatti/ricadute sulla risorsa suolo.

### **Rischio di alterazione della distribuzione spaziale dell'acqua nel suolo**

Chiariti i concetti di “capacità di infiltrazione”, “capacità di ritenzione” e “capacità di redistribuzione” dell'acqua nel suolo, e tenuto conto del limitato rischio di perdita di volumi infiltrabili per ruscellamento superficiale, è possibile asserire come la maggior parte degli apporti meteorici sarà soggetto agli ordinari processi di infiltrazione senza alcuna alterazione dei fenomeni di ricarica di falda e della normale disponibilità di stock idrici del terreno. Tale affermazione è ulteriormente suffragabile dai dati riferiti ad alcuni monitoraggi su impianti fotovoltaici a suolo condotti sia dagli scriventi, sia da alcuni istituti di ricerca (e.g. IPLA, 2017).

In particolare, dall'analisi dei monitoraggi realizzati, appare come **il terreno sotto copertura, anche in assenza di apporti idrici diretti, risulti comunque soggetto ad una redistribuzione orizzontale dell'acqua dovuta alle caratteristiche di capillarità del suolo con valori paragonabili alle zone prive di copertura** (siano esse zone di “interfilare” - tra le stringhe di pannelli -, o zone esterne all'impianto - di controllo – prive di interferenza). Seppur in assenza di una casistica diversificata e di monitoraggi di lungo periodo, da ulteriori campagne di misura condotte dagli scriventi in un grande impianto FV ubicato in Regione Piemonte (nel comune di Riva presso Chieri - TO) appare come il fenomeno della redistribuzione sia nullo per fenomeni atmosferici estemporanei di entità scarsa (Figura 111), mentre già con apporti pluviometrici di entità moderata (superiori ai 10 mm) il potenziale di matrice del suolo sotto pannello inizia già a beneficiare di tale fenomeno. Nel caso di eventi atmosferici più marcati (superiori ai 20 mm) la redistribuzione provoca, invece, una decisa diminuzione del potenziale matriciale del suolo anche sotto la copertura di pannelli.



**Figura 111.** Risultati di alcuni monitoraggi condotti dagli scriventi all'interno di un grande impianto fotovoltaico ubicato al suolo (impianto “Banna” 9.5 MWp – Riva Presso Chieri - TO) per investigare gli effetti della copertura dei pannelli sul contenuto idrico del suolo dal quale emerge in modo chiaro l'effetto della redistribuzione anche sotto copertura per precipitazioni anche di modesta entità.

### **Possibili modificazioni a carico dell'evapotraspirazione effettiva sotto copertura**

Stante a quanto sopra rappresentato circa i) l'effetto sulle temperature sotto copertura, e ii) il limitato effetto sulla distribuzione spaziale dell'acqua nel suolo in relazione all'intercettazione e concentrazione di parte delle precipitazioni (dovuto alle stringhe fotovoltaiche con modulo singolo), **l'effetto di ombreggiamento al suolo generato dai pannelli, dovrebbe limitare i processi evapotraspirativi, contribuendo a mantenere l'umidità sotto copertura.** In tale osservazione, tuttavia, l'uso della forma condizionale è d'obbligo dal momento in cui non è ancora suffragata da nessuna robusta evidenza scientifica e nasce da semplici supposizioni teoriche (che potrebbero, peraltro, essere smentite in contesti sito-specifici particolari – e.g. ambienti molto ventosi o particolarmente siccitosi). Agli addetti ai lavori, tuttavia, non sfuggirà il differente grado di pendenza dei transitori di essiccazione del suolo (tra un evento di pioggia e quello successivo) visibili in Figura 111 sotto copertura e nell'interfilare tra le stringhe.

A conclusione di questa lunga trattazione, quindi, è possibile asserire che:

1. **Nelle fasi cantieristiche, stanti le durate limitate e le tipologie di lavorazioni previste, si possono escludere sin d'ora forme di interazione con le forzanti meteorologiche che possano produrre impatti sulle risorse biotiche e abiotiche.**
2. **In fase di esercizio le interazioni con le forzanti meteorologiche appaiono limitate, con conseguenze non necessariamente dannose e, laddove necessario, mitigabili/annullabili con buone pratiche gestionali** (come di seguito rappresentato). A valle degli approfondimenti effettuati e dei dati forniti si può, quindi, asserire che:
  - **L'impianto oggetto di analisi interferisce in modo limitato con i normali processi di infiltrazione, accumulo e scorrimento superficiale delle acque meteoriche.**
    - Si suggerisce, pertanto, di evitare la realizzazione di sistemi di raccolta per allontanare lo scolo delle acque piovane derivanti dai pannelli. Si ritiene, infatti, che la pannellatura non vada a causare alterazioni marcate del ciclo idrologico né l'aggravarsi di fenomeni erosivi (in relazione alla copertura pressochè permanente offerta dalle colture e all'assenza di significative pendenze). Viceversa, la raccolta e l'allontanamento di tali volumi d'acqua verso reti di scolo comporterebbe la perdita di stock idrici con il rischio di deperimento della vegetazione e diminuzione della ricarica delle falde. Eventualmente potrebbe essere utile realizzare dei semplici canaletti di guardia in prossimità di avvallamenti del campo per allontanare forme di ristagno idrico superficiale in occasione di eventi di particolare intensità o durata.
  - **La copertura parziale del terreno data dalla presenza dei pannelli non ingenera alterazioni significative nella distribuzione spaziale dell'acqua al suo interno. La ridistribuzione dell'acqua scolante dai pannelli porta ad una certa omogeneizzazione del contenuto idrico del suolo anche sotto copertura (oltretutto con l'effetto di ombreggiamento che limita l'evapotraspirazione).**
    - Non si prevedono, quindi, opere di mitigazione dell'impatto (in quanto prive di utilità).
  - **L'intercettazione della radiazione solare, da parte della copertura fotovoltaica, genera un impatto un po' più significativo sulle condizioni microstazionali, limitando la disponibilità di radiazione fotosinteticamente attiva e smorzando gli estremi termici sotto copertura (diurni, notturni e stagionali) con conseguente alternanza di condizioni sciafile ed eliofile e alternanza di condizioni termiche.** Tali impatti, tuttavia, dovrebbero essere modesti sia in relazione alla tipologia di impianto "a inseguimento", sia in relazione all'altezza della pannellatura dal piano di campagna e, non ultima, alla tolleranza vegetazionale.
    - Si interverrà, in ottica di buone pratiche e per valorizzare tale eterogeneità, attraverso la semina di specie erbacee e floristiche autoctone adeguate al contesto sito-specifico, a giovamento sia delle condizioni di biodiversità dell'area, sia della stabilità della copertura vegetale (così come opportunamente trattato sia nella Relazione Agronomica (Cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-13) sia nella parte di impatti e mitigazioni sulla componente biotica nel paragrafo dedicato a flora, fauna, biodiversità ed ecosistemi).

## 6.5. Impatti/ricadute sulla componente idraulica di superficie

**Sulla base delle risultanze fornite nei precedenti capitoli**, si è potuto procedere - in modo circostanziato - **all'esclusione (o alla minimizzazione) della quasi totalità dei rischi connessi all'interazione tra il progetto oggetto di studio e la componente idrologico-idraulica**. Nello specifico:

- rischi riferibili a possibili forme di degradazione qualitativa delle acque, per assenza di emissioni inquinanti derivanti dall'esercizio dell'impianto fotovoltaico, e di qualunque sostanza chimica o di sintesi;
- rischi di possibili alterazioni del ciclo idrologico dovuti alle interazioni delle coperture fotovoltaiche con le forzanti atmosferiche, in virtù delle risultanze scientifiche presentate e delle esperienze pratiche maturate, che hanno consentito di dimostrare l'assenza di impatti evidenti o significativi;
- rischi, diretti o indiretti, a seguito della realizzazione dell'opera, sulla libera circolazione delle acque (in superficie o in profondità) dal momento in cui l'opera non crea forme di impermeabilizzazione, barriere o mutazioni all'attuale assetto idraulico.

È tuttavia il caso di rappresentare come le simulazioni idrologiche abbiano evidenziato un minimo di **decremento del *ponding time*, specie in occasione degli eventi meteorici più intensi**, dovuto alla parziale intercettazione delle precipitazioni con concentrazione su una minore unità di superficie. Tale prerogativa potrebbe tradursi in **maggior potenziale erosivo (maggior aggressività) e, con esso, il rischio di parziali interrimenti del reticolo idrografico, sia incrementare il *runoff* di superficie con esigenza di maggiori volumi di smaltimento da parte del reticolo**.

Circa il rischio di incremento di volumi convogliati, è utile evidenziare come la proiezione al suolo della copertura sia pari al 21% della superficie recintata complessiva e l'interazione pioggia-pannello si limiti a una semplice intercettazione (peraltro diffusa e con rilascio omogeneo su tutta la superficie) senza condizionamenti sull'infiltrazione anche sotto pannello. **Nel caso di eventi a forte intensità (e.g. nubifragi), le dinamiche accelerate potranno quindi tradursi in un incremento di *runoff* di limitati quantitativi a ettaro privi di significative conseguenze sui deflussi del reticolo idrografico**, specie tenuto conto dei seguenti elementi sostanziali: 1) gli eventi meteorici intensi sono notoriamente limitati nello spazio e nel tempo; 2) l'area presenta morfologia livellata su livelli successivi con pendenze molto basse; 3) il reticolo idrografico minore viene mantenuto e rispettato; 4) le linee di scolo del terreno orientano gli eventuali deflussi su più canalizzazioni esistenti senza forme di concentrazione; 5) alterazioni nell'ordine di poche decine di litri al secondo limitate nel tempo su aste differenti non generano alcuna forma di pressione aggiuntiva sul reticolo idrografico maggiore. Tali conclusioni, peraltro, risultano in linea con quanto riscontrato da Cook et al. (2013), i quali riportano, nel loro studio comparativo sugli effetti di un nubifragio in presenza ed in assenza di pannelli (oltretutto con simulazioni effettuate in differenti condizioni – i.e. durata e intensità di pioggia, pendenza del sito, inerbimento o meno dell'area, angolazioni differenti di montaggio dei pannelli): “[...] La presenza di pannelli su un terreno pianeggiante inerbato incide in modo molto marginale su variabili idrauliche quali i volumi di deflusso, il picco di piena, e i tempi di formazione del picco. Il leggero incremento risulta tale da non richiedere nessun adeguamento idraulico in termini infrastrutturali”. Viceversa, il peggioramento dei parametri di formazione del deflusso diviene significativo in presenza di pannellatura in condizioni di suolo nudo.

Circa il rischio di incremento erosivo, si rimanda alla consultazione del paragrafo dedicato nell'analisi dell'interazione con la risorsa suolo per una lettura esaustiva. Tuttavia, si evidenzia sin d'ora come un suolo inerbato privo di lavorazioni possa ridurre le perdite per erosione a soli 0.08 t/ha/anno contro cifre di 3-4 ordini di grandezza superiori di aree devote, per esempio, alla monocoltura cerealicola non avvicendata.

In linea di massima, quindi, è possibile asserire come **la presenza del campo fotovoltaico non interferisca in modo significativo con i normali processi di infiltrazione, accumulo e scorrimento superficiale delle acque meteoriche. Parimenti, l'impatto sulle componenti idrauliche di superficie risulta trascurabile. In caso di eventi di piena con significativi tempi di ritorno, la distanza dell'impianto dai corpi idrici principali (e la morfologia dei luoghi) pone inoltre l'opera in posizione di sicurezza**.

**In ultimo, anche in questa sede, si ricorda come sarà previsto, in corrispondenza degli attraversamenti della linea elettrica dei corsi d'acqua intersecati dall'opera, un sistema di passaggio in Trivellazione Orizzontale Teleguidata (i.e. T.O.C.) ovvero in staffaggio all'impalcato dei ponti stradali sul paramento di valle al di sopra della quota dell'intradosso. Tali soluzioni consentono di NON interferire con il**

**naturale deflusso delle acque e con gli alvei dei corsi d'acqua, escludendo forme di impatto anche nei confronti di vegetazione ed ecosistemi ripariali locali, a tutto vantaggio degli equilibri tra le componenti biotiche ed abiotiche presenti nel tratto considerato.** Dal punto di vista visivo-percettivo, inoltre, tali soluzioni consentono di considerare trascurabili gli impatti in quanto sotterranee oppure scarsamente visibili dalle sedi stradali.

### 6.5.1. Invarianza idraulica

Ai fini della valutazione degli impatti sulla componente idrologico e idraulica dell'area di progetto, è stato dato incarico a tecnici abilitati per la **redazione di un approfondimento di carattere idrologico-idraulico finalizzato allo studio delle dinamiche idriche di superficie** (in condizione ante- e post-operam) **e alle opportune valutazioni sulla rete di fossi e canali locali.**

nello specifico, è stata redatta una relazione ad hoc (cfr. elaborato "FTV22CP05-AMB-R-22-Relazione idrologico-idraulica") in ottemperanza alle **richieste di chiarimento/integrazione emerse in sede procedimentale**, risulta funzionale a fornire opportuni chiarimenti sui volumi che la rete di fossi e canali locali dovrà smaltire, anche ai fini dell'invarianza idraulica, per:

- non causare danni alla rete irrigua di fossi e canali;
- non compromettere le metodologie irrigue in uso;
- mantenere e garantire sempre la perfetta funzionalità idraulica della rete irrigua;
- mantenere e garantire sempre la possibilità di svolgere agevolmente e in sicurezza tutte le operazioni manutentive e ispettive che si rendono necessarie per la gestione delle infrastrutture irrigue.

#### 6.5.1.1. Gestione delle acque meteoriche

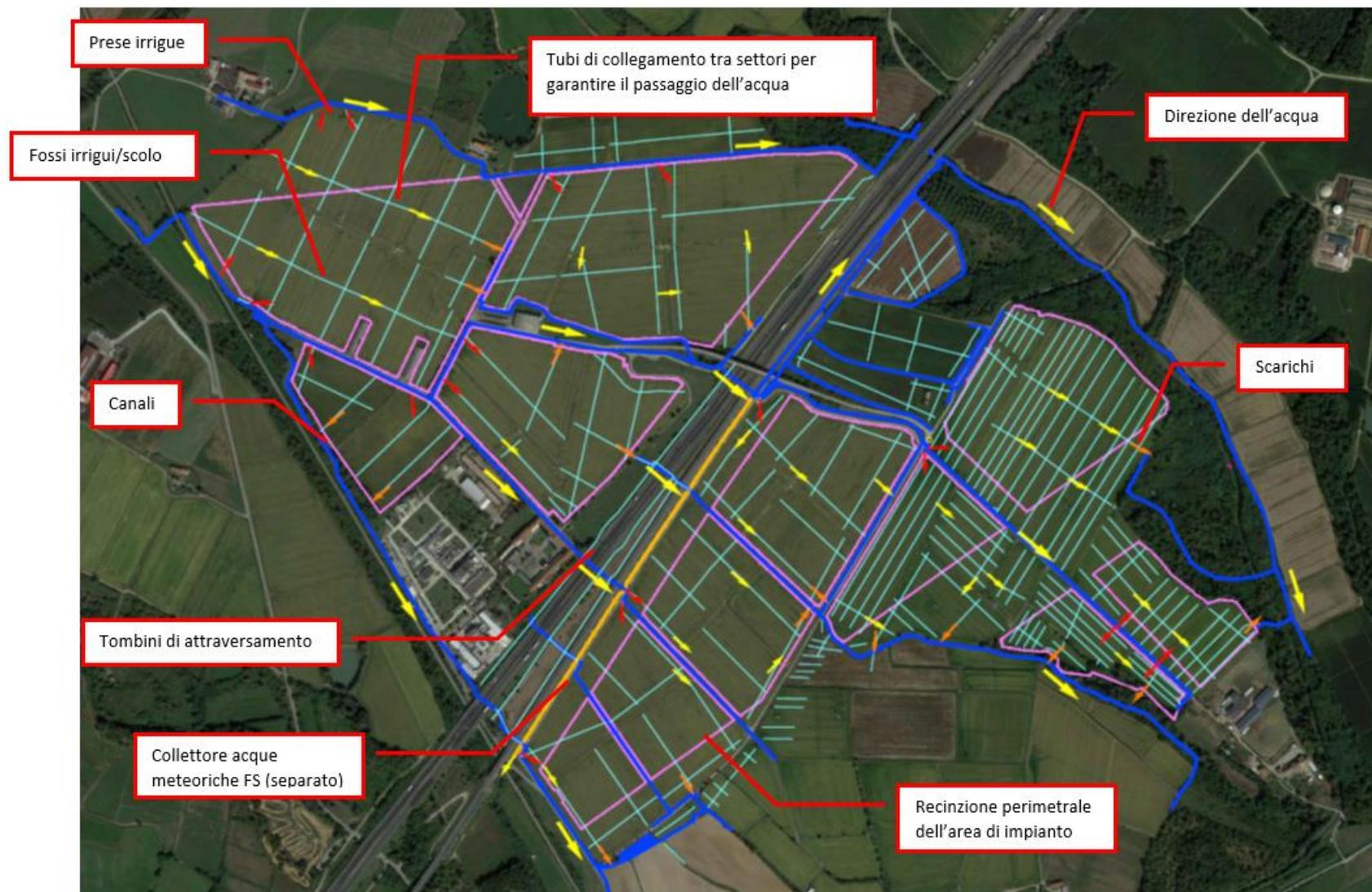
L'area d'interesse risulta servita da una rete di fossi ad uso promiscuo che garantiscono sia la funzione di irrigazione, sia quella di raccolta, convogliamento e scarico delle acque meteoriche.

Con riferimento alla trasformazione di porzioni di suolo che, in aggiunta all'uso agricolo andranno ad ospitare generatori fotovoltaici con uso plurimo delle terre, le aree sottese ai pannelli e le minime superfici impermeabilizzate potranno assecondare un lieve incremento di portate e volumi di deflusso in occasione di eventi meteorici (specie quelli intensi).

Lo schema della rete di drenaggio attualmente rinvenibile è schematizzato in Figura 112.

In pratica lo schema prevede che le acque per l'irrigazione siano prelevate dai canali perimetrali mediante una serie di prese irrigue (a seconda dei luoghi il prelievo avviene mediante pompaggio o edifici di presa collegate a tubi), per essere distribuite mediante i fossi che percorrono il fondo. Il passaggio dell'acqua tra i diversi settori avviene mediante tubi che attraversano gli arginelli di separazione tra i settori in parola. I canali attraversano le infrastrutture presenti (autostrada A4 e linea ferroviaria) mediante una serie di tombini.

La pendenza delle superfici porta le acque verso gli scarichi (costituiti da tubazioni) che collegano i fossi con i canali perimetrali a cui vengono restituite le acque. Gli stessi fossi sono impiegati per allontanare le acque meteoriche.



**Figura 112.** Schema del sistema di raccolta, convogliamento e scarico delle acque meteoriche nell'area di interesse (condizione attuale).

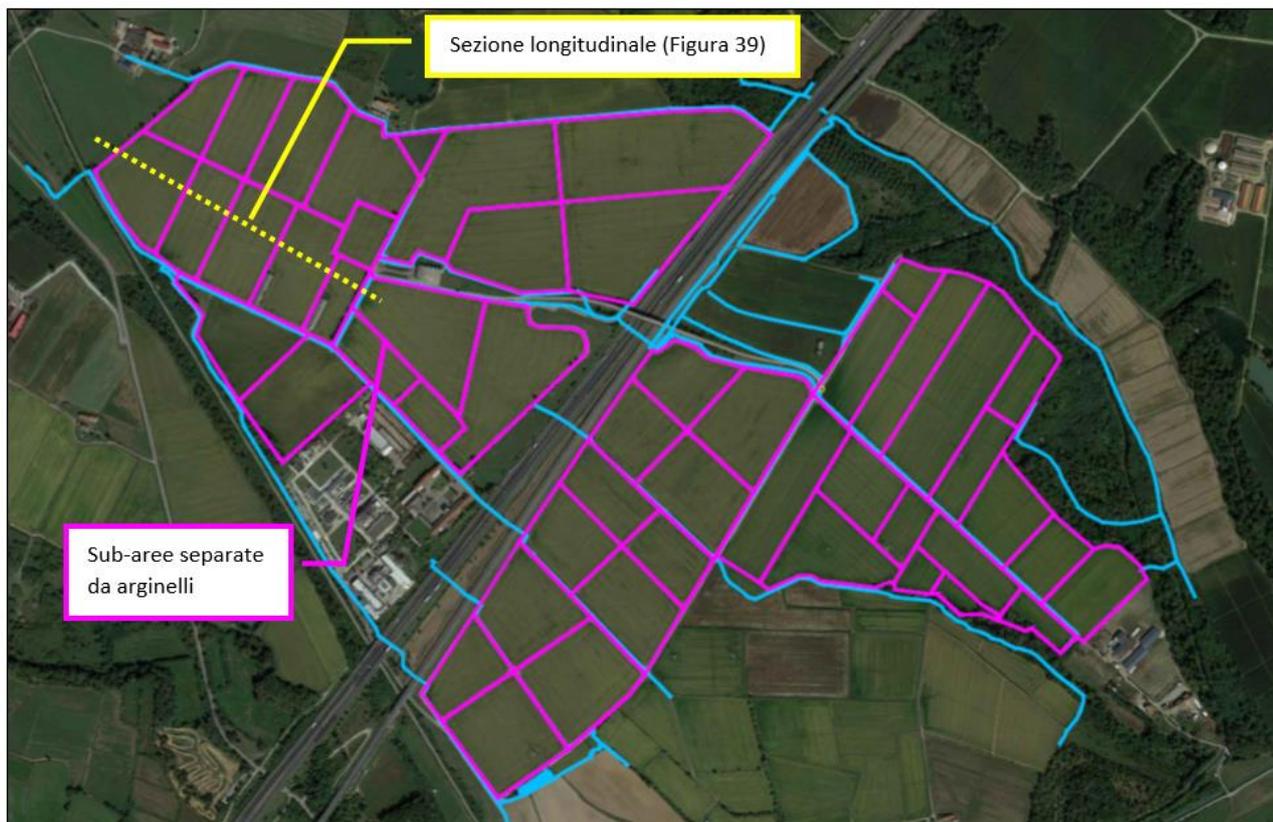
➤ **Condizione attuale**

Nella condizione attuale lo schema di funzionamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche prevede quanto segue:

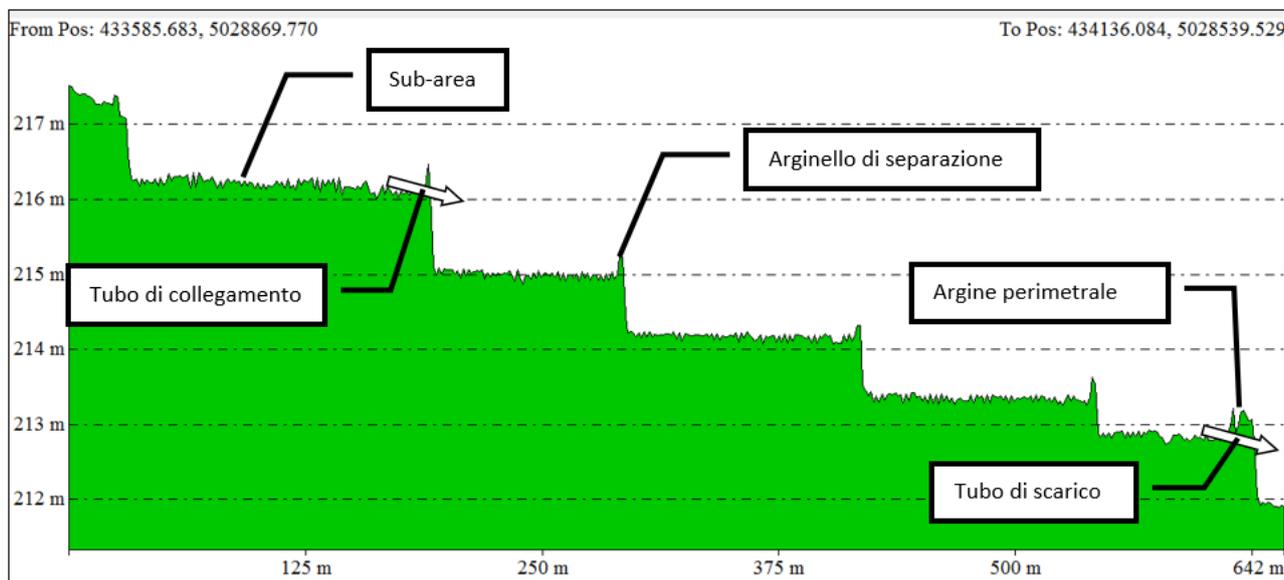
1. Il bacino idrografico complessivo è pari a circa 140 ha (riferimenti in Figura 113). Si evidenzia che il bacino idrografico è stato definito includendo l'intera area sottesa alle sezioni di chiusura (scarichi) e che pertanto risulta più esteso rispetto all'area occupata dall'impianto.
2. Il bacino idrografico è suddiviso in settori delimitati da argini perimetrali. All'interno di ciascun settore si distinguono delle sub-aree, separate da arginelli e collegate mediante tubi interrati (riferimenti in Figura 114 e Figura 115).
3. Lo scarico da ciascun settore è regolato mediante tubi posti al piede dell'argine perimetrale. In sintesi le acque si accumulano a tergo dell'argine perimetrale di ciascun settore e, nel tempo, vengono scaricate attraverso i tubi in parola. In pratica si realizza lo stoccaggio temporaneo dei volumi di invaso, in quanto la portata rilasciata verso valle dipende dalla dimensione del tubo di scarico.



**Figura 113.** Bacino idrografico complessivo.



**Figura 114.** Suddivisione in sub-aree del bacino idrografico nella condizione attuale.



**Figura 115.** Sezione longitudinale.

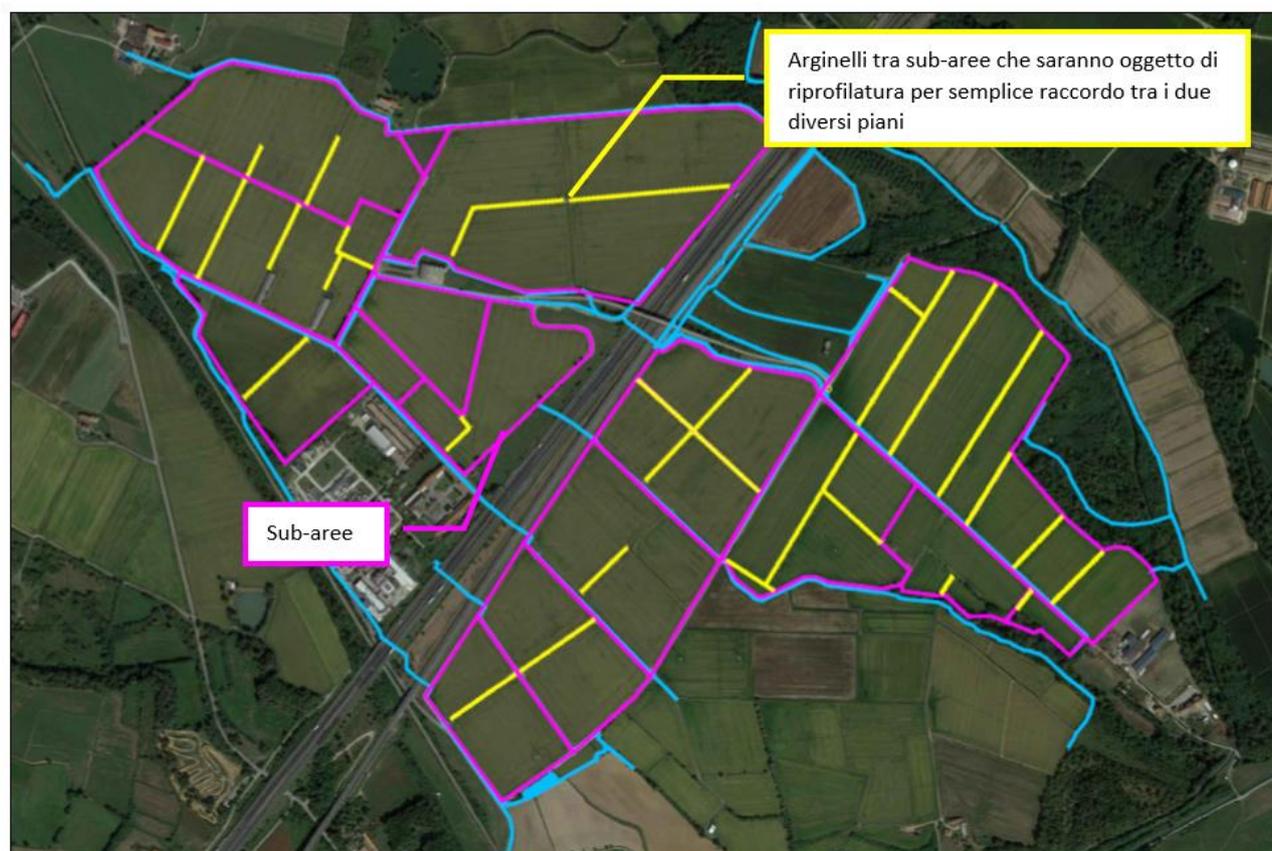
➤ **Condizione di progetto**

Nella condizione di progetto lo schema di funzionamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche prevede quanto segue:

1. Il bacino idrografico complessivo rimane invariato (ovvero pari a circa 140 ha).
2. Gli argini perimetrali rimangono invariati. Gli arginelli tra le sub-aree saranno, invece, solo parzialmente modificati sulla base dello schema riportato in Figura 116. In particolare, Laddove gli arginelli saranno

riprofilati per raccordare i due livelli, il collegamento idraulico tra le sub-aree avverrà per scorrimento superficiale in luogo dei tubi attuali.

3. Gli scarichi di ciascun settore rimarranno invariati; pertanto continueranno ad essere regolati mediante tubi posti al piede dell'argine perimetrale. La posizione degli scarichi rimane invariata.
4. Viene mantenuto l'attuale schema di stoccaggio temporaneo dei volumi di invaso a tergo degli argini perimetrali. La portata rilasciata verso valle rimarrà invariata in quanto non saranno modificate le dimensioni dei tubi di scarico.



**Figura 116.** Suddivisione in sub-aree del bacino idrografico nella condizione di progetto.

### 6.5.1.2. Adempimenti in materia di invarianza idraulica

Per “trasformazione del territorio a invarianza idraulica”, si intende che il cambio di destinazione d’uso di quel territorio venga realizzata in modo da non provocare un aggravio della portata di piena nel corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati sull’area stessa. In altri termini, l’invarianza idraulica rappresenta il principio in base al quale il deflusso meteorico generato sulle aree oggetto di trasformazione non deve essere maggiore rispetto alle condizioni attuali<sup>99</sup>.

In linea generale, alla trasformazione di porzioni del territorio (che da uso agricolo vengono destinate ad altra tipologia), è associata un incremento del coefficiente di deflusso che si traduce in un aumento delle portate e dei volumi di acque meteoriche.

<sup>99</sup> In pratica l’obiettivo dell’invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

Il criterio dell'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici prevede la compensazione delle riduzioni sul primo meccanismo (ovvero l'aumento del coefficiente di deflusso) attraverso il potenziamento del secondo meccanismo (ovvero l'incremento del volume di invaso disponibile).

Gli approfondimenti idraulici relativi alla gestione delle acque meteoriche sono finalizzati a quantificare l'entità di tale incremento, allo scopo di definire eventuali misure di invarianza idraulica in grado di garantire il mantenimento dell'efficienza della rete irrigua.

In merito alle superfici oggetto di intervento **si precisa che l'impianto agrivoltaico in progetto non si configura come un intervento di trasformazione urbanistica in senso stretto in quanto:**

- **la destinazione agricola del terreno verrà mantenuta e potrà essere ripristinata anche al termine del ciclo di vita dell'impianto** (i pannelli potranno essere rimossi pertanto il processo può essere ritenuto reversibile);
- **il terreno posto al di sotto dei moduli fotovoltaici mantiene la permeabilità attuale;**

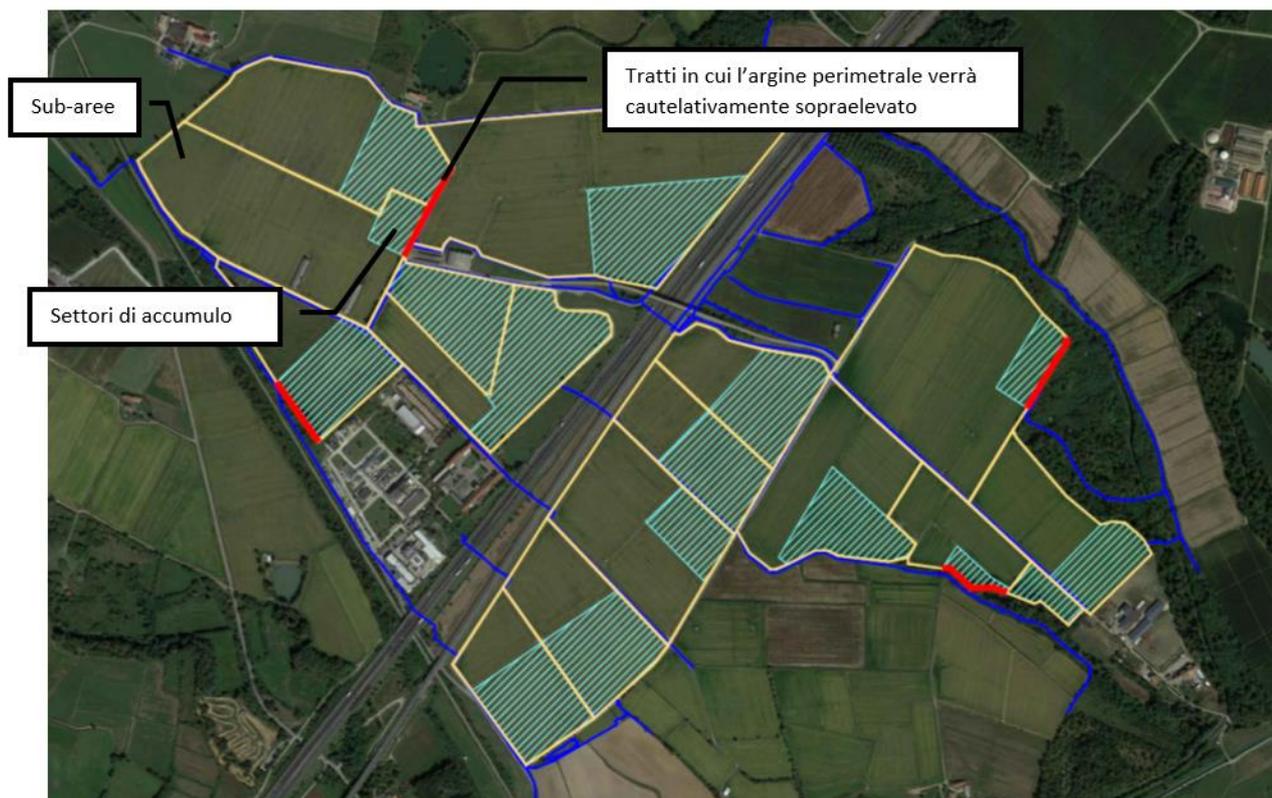
Tuttavia, volendo addivenire a un valore cautelativo di calcolo, ai fini della presente relazione, è stato considerato un incremento della superficie impermeabile pari al 60% della proiezione a terra dell'intera superficie di pannelli disposti orizzontalmente alla superficie del suolo (incluse cabine e inverter) per un totale complessivo di circa 21 ettari (cui sommano ulteriori 2.5 ettari impermeabili esistenti sull'area dati dalla sommatoria di superfici a tetto dei fabbricati e dalle strade).

Tale proporzione è, come anzidetto, estremamente cautelativa essendo l'area sotto pannello non solo permeabile, ma anche coltivata (o inerbita).

**A seguito delle analisi effettuate emerge che, in termini idrologico-idraulici, la realizzazione del progetto si traduce in un aumento del coefficiente di deflusso (con i parametri cautelativi esacerbati come sopra descritto) a cui è associato un incremento di volume delle acque meteoriche, rispetto alla condizione attuale, pari a 88.3 m<sup>3</sup>/ha (per i calcoli successivi tale valore verrà ulteriormente arrotondato a 90 m<sup>3</sup>/ha).**

A tal riguardo, saranno intraprese le seguenti misure in riferimento all'invarianza idraulica:

1. Per i settori in cui l'incremento di volume nella condizione post intervento sia inferiore o uguale al 10% del volume che può essere temporaneamente accumulato a tergo dell'argine perimetrale, si valuta che il fenomeno sia idraulicamente non rilevante (nella maggior parte dei casi tale incremento si traduce in una maggior altezza pari a 0.01 - 0.03 m). In questi casi non vengono previste azioni specifiche.
2. **Per i settori in cui l'incremento di volume nella condizione post intervento sia superiore al 10% del volume che può essere temporaneamente accumulato a tergo dell'argine perimetrale, si prevede di sopraelevare l'argine perimetrale (cfr. Figura 117).** L'entità della sopraelevazione sarà pari all'altezza necessaria per far sì che il maggior volume prodotto a seguito dell'intervento non sia superiore al 10% del volume che può essere temporaneamente accumulato a tergo dell'argine perimetrale. Il criterio risulta cautelativo rispetto ad una sopraelevazione pari al semplice incremento dovuto alla maggior altezza dell'acqua, in quanto porta a valori più elevati.



**Figura 117.** Tratti in cui si prevede la sopraelevazione dell'argine perimetrale ai fini dell'invarianza idraulica.

In sintesi:

- il volume di invaso disponibile nella condizione attuale è pari a 236 203 m<sup>3</sup>;
- l'incremento di volume nella condizione post intervento è pari a 12 524 m<sup>3</sup>;
- il volume di invaso disponibile a seguito della realizzazione delle misure di invarianza idraulica è pari a 264 137 m<sup>3</sup> (ovvero più della somma 236 203+12 524 = 248 727 m<sup>3</sup>). I dettagli sono specificati nelle successive tabelle.

**In pratica le misure previste per realizzare l'invarianza idraulica (ovvero l'incremento del volume di invaso disponibile) compensano la riduzione dell'infiltrazione dovuta alla maggior impermeabilità TEORICA delle superfici.**

Per quanto concerne, invece, le valutazioni in merito agli **effetti della realizzazione degli interventi in progetto**, ai fini del rischio idraulico per le aree circostanti. Gli approfondimenti effettuati evidenziano che **gli interventi previsti non interferiscono con il libero deflusso delle acque**. L'ingombro delle **strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici e delle recinzioni non interferiscono con dinamiche idriche** di ruscellamento superficiale (quanto meno in modo rilevabile) o dinamiche di acque incanalate. **La viabilità non altera il piano campagna. Le condizioni di convogliamento della rete idrografica naturale/artificiale non saranno aggravate rispetto alla condizione attuale.**

Le indagini hanno evidenziato che **gli interventi previsti, pertanto, non influenzano le condizioni di rischio idraulico delle aree circostanti.**

**In ultimo, circa il cavidotto, l'indagine evidenzia la sussistenza di 27 attraversamenti, tra i quali una interferenza con aree di rischio idraulico (i.e. attraversamento torrente Elvo).**

**Tuttavia, la soluzione tecnica adottata che:**

- 1) vede il posizionamento del cavidotto, per tutta la sua estensione, lungo sedi stradali esistenti in soluzione interrata,
- 2) in corrispondenza degli attraversamenti del cavidotto dei canali/corsi d'acqua intersecati dal suo tracciato, sarà previsto (in accordo con il Gestore di Rete) un passaggio in Trivellazione

**Orizzontale Controllata (T.O.C.), ovvero in staffaggio all'impalcato dei ponti stradali sul paramento di valle al di sopra della quota di intradosso,**

- 3) **in corrispondenza dell'attraversamento del Torrente Elvo, il cavidotto verrà staffato all'impalcato del ponte stradale esistente sul paramento di valle al di sopra della quota di intradosso,**

consente di **NON interferire con il naturale deflusso delle acque e con gli alvei dei corsi d'acqua (anche in regime di piena), escludendo forme di impatto anche nei confronti di vegetazione ed ecosistemi ripariali locali, a tutto vantaggio degli equilibri tra le componenti biotiche ed abiotiche nel tratto considerato.**

## 6.6. Impatti/ricadute sulle componenti pedologiche e sull'uso dei suoli

Innanzitutto, per risorsa suolo si intende comunemente lo "strato detritico superficiale della crosta terrestre, capace di ospitare la vita delle piante ed è composto da sostanze organiche, particelle minerali, acqua, aria, organismi viventi ed è sede di processi chimico-fisici che ne determinano una continua evoluzione" (Franz, 1949).

Si possono, quindi, attribuire al suolo una funzione di abitabilità e una funzione di nutrizione:

- la **funzione di abitabilità** dipende da alcune caratteristiche del terreno quali la porosità, la permeabilità, il pH, la presenza di sostanze tossiche o di parassiti;
- la **funzione di nutrizione** dipende invece da tutti i fattori che permettono di mettere a disposizione gli elementi nutritivi utili alla vita vegetale quali l'acqua, la presenza di colloidali, l'attività microbica, ecc.

La fertilità dipende, invece, dall'esplicitazione di queste due funzioni e, quindi, in senso generale, può essere definita come "**l'attitudine del suolo a produrre**", correlata alle percentuali di elementi nutritivi e sostanza organica (P, N, K, C<sub>organico</sub>) in esso contenuti, alla sua granulometria (percentuale di argilla, limo e sabbia), alle sue proprietà fisico-chimiche (pH, capacità di scambio cationico, di ritenzione idrica, drenaggio) e alla sua conseguente componente biotica.

È necessario, quindi, operare una distinzione tra suolo naturale e terreno agrario in quanto il primo è il risultato della disgregazione e alterazione delle rocce per azioni di natura fisica, chimica e biologica mentre quello agrario è il risultato della consociazione tra tali alterazioni e l'attività umana, che l'ha reso adatto alla coltivazione delle piante. **L'attività umana nei terreni agrari rappresenta, quindi, il principale fattore pedogenetico, che determina svariate modificazioni alla stratigrafia naturale.**

A differenza delle indagini pedologiche pure, nella pedologia agraria si parla usualmente di profilo agronomico, che identifica normalmente due strati principali: lo strato attivo e lo strato inerte. Lo strato attivo è normalmente quello più superficiale, interessato dalle lavorazioni e dagli apporti di ammendanti e/o fertilizzanti, che ospita la maggior parte dei sistemi radicali, poroso, permeabile e caratterizzato da elevata attività biotica e microbica oltreché da maggior ricchezza in sostanza organica; lo strato inerte, invece, ospita solo le radici più profonde ed è generalmente più compatto (ricco di colloidali) e scarsamente permeabile.

Al di sotto dello strato inerte si localizza il sottosuolo, non interessato dalle lavorazioni, dalle radici o da altri fattori pedogenetici.

### 6.6.1. Il suolo e le sue forme di degradazione

Ai fini di una corretta analisi degli impatti sulla risorsa suolo, occorre definire, in primis, quali sono le possibili forme di degradazione, di modo da poter poi declinare il rischio di impatti sulle specifiche variabili. A tal proposito, la FAO-UNEP-UNESCO (1980), così come integrata da Giordano (2002), identificano i seguenti tipi di degradazione:

- **Degradazione fisica** (con conseguenti fenomeni di impermeabilizzazione/asfissia, condizionamento dello sviluppo radicale/biotico) dovuta, per lo più, a tre elementi principali:
  - Compattazione (e.g. passaggio ripetuto di mezzi meccanici, calpestio).

- Formazione di croste (e.g. superficiale per azione battente della pioggia, o profonda per ripetute lavorazioni agrarie ad una profondità costante).
- Indurimento (e.g. creazione di orizzonti calcici o petrocalcici (e.g. laterite), dovuta a condizioni pedoclimatiche naturali o alla modificazione delle stesse).
- **Degradazione chimica** (con deperimento della capacità di produrre biomassa in termini qualitativi e quantitativi) dovuta, per lo più a due elementi principali:
  - Immissione di sostanze estranee al suolo (i.e. per lo più eccessi di sostanze inquinanti di origine antropica quali fitofarmaci, pesticidi o diserbanti, ma anche un eccesso di concimanti e ammendanti, o ancora piogge acide, irrigazione con acque eutrofizzate, etc).
  - Impoverimento dei nutrienti (i.e. perdita di macro/micro elementi necessari per la crescita dei vegetali – perdita di fertilità).
- **Degradazione biologica** (con conseguente diminuzione di microflora e microfauna) dovuta in massima parte a:
  - Perdita di sostanza organica (i.e. dovuta a un'accelerazione dei processi di decomposizione/mineralizzazione e/o a una riduzione degli apporti per cause naturali o antropiche – come gli incendi, ma anche l'asporto sistematico di biomassa e l'erosione).
- **Degradazione per erosione** (con conseguente asportazione della parte superficiale del suolo e perdita di orizzonti organici, compattazione, rimozione di nutrienti, formazione di incisioni, perdita di produttività, etc.) dovuta per lo più a:
  - Azione dell'acqua, del vento e di altre forze di origine naturale (i.e. erosione da impatto - *splash erosion*; erosione diffusa – *sheet erosion*; ed erosione incanalata – *rills erosion*. Fenomeni naturali che, tuttavia, assumono proporzioni eccezionali con l'incremento dell'aggressività climatica su suoli destrutturati e/o privi di copertura).

**A tali forme di degradazione è il caso di aggiungere la sottrazione di suolo per scopi urbanistici e industriali da intendersi come degradazione totale della risorsa per integrale “consumo” e conseguente perdita delle sue funzioni naturali.**

## 6.6.2. Analisi degli impatti dell'opera sulla risorsa suolo

Avendo studiato, nell'analisi dello stato di fatto, le caratteristiche pedologiche del sito, e avendo chiarito quali possono essere le forme di degradazione riconosciute dei suoli (in accezione generale), nel presente paragrafo viene fornito un esame puntuale degli impatti e delle ricadute generate dal progetto, sulla risorsa pedologica, anche tenuto conto delle sue caratteristiche tecniche, costruttive e gestionali.

**Per quanto concerne i rischi di degradazione fisica**, è possibile:

- Considerare di scarsa entità il rischio di compattazioni. Tale impatto, infatti, al netto degli stradelli (di seguito trattati) risulta riconducibile alle sole fasi cantieristiche (di breve durata) e consistente in una minima e localizzata compattazione del suolo (del tutto reversibile nel breve periodo) per la percorrenza dei mezzi - peraltro di entità paragonabile al transito di trattori per l'attuale uso agricolo a seminativo.
- Escludere a priori il rischio di indurimenti dal momento in cui non sussistono i presupposti pedoclimatici affinché questo possa avvenire (nemmeno in ottica prospettica).
- Escludere a priori il rischio di formazione di croste superficiali e/o profonde dal momento in cui il mantenimento della copertura vegetale del suolo con coltivazioni avvicendate selezionate *ad hoc*, nonché dell'adozione di tecniche di agricoltura conservativa, consentono da una parte di impedire il verificarsi di tali fenomeni dall'altra di incrementare, nel medio/lungo periodo, l'attività microbiotica e la fertilità del terreno, come meglio approfondito nella relazione agronomica (Cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-13).

**Per quanto concerne i rischi di degradazione chimica**, è possibile:

- Considerare di entità molto bassa il rischio di inquinamenti da sostanze estranee al suolo.

In analogia con quanto già rappresentato, la tecnologia fotovoltaica risulta priva di qualunque tipo di sostanza chimica nociva (liquida o solida), che possa percolare nel suolo andando a comprometterne lo stato di salute (anche solo puntualmente). Per dovere di menzione sussiste, in fase cantieristica, il rischio di sversamenti accidentali di limitati volumi di sostanze potenzialmente inquinanti quali, per esempio, benzina/gasolio per rifornimento e oli/grassi lubrificanti connessi all'operatività dei mezzi di cantiere. Rischi, tuttavia, di rilevanza limitata data l'assenza di riserve stoccate in situ, e l'adozione delle ordinarie buone pratiche di cantiere (quali, per esempio, il divieto di esecuzione di rifornimenti e attività manutentive al di fuori delle aree previste per tali operazioni).

Circa, invece, la filosofia progettuale, l'intero impianto è stato concepito senza l'utilizzo di materiali cementizi (fatto salvo per i soli basamenti delle cabine di smistamento e control room, delle cabine di conversione e degli storage che saranno rimossi a fine vita) onde evitare impermeabilizzazioni, e, laddove un uso puntuale si rendesse necessario in sede esecutiva per superare problematiche circostanziate, si procederà privilegiando l'uso di singoli elementi prefabbricati limitando la produzione in situ.

L'unico materiale di origine esterna introdotto in sito può essere riferibile al misto granulare stabilizzato di varia pezzatura per la realizzazione degli stradelli. Tale materiale, oltre ad essere di tipo inerte, drenante e non bituminoso, verrà separato dal suolo attraverso un materassino di geotessuto, che ne faciliterà la rimozione al termine della durata di vita della parte energetica di progetto.

Per tutta la durata di vita dell'opera, in merito alla componente agricola del progetto, il sistema di rotazione colturale, unito all'utilizzo di sistemi tecnologici di monitoraggio e controllo (*precision farming*), consentiranno un utilizzo razionale/ridotto di eventuali fitofarmaci e pesticidi di origine chimica, nonché di concimi/ammendanti (largamente impiegati nelle pratiche agronomiche convenzionali), a vantaggio dei cicli biologici e degli ecosistemi naturali.

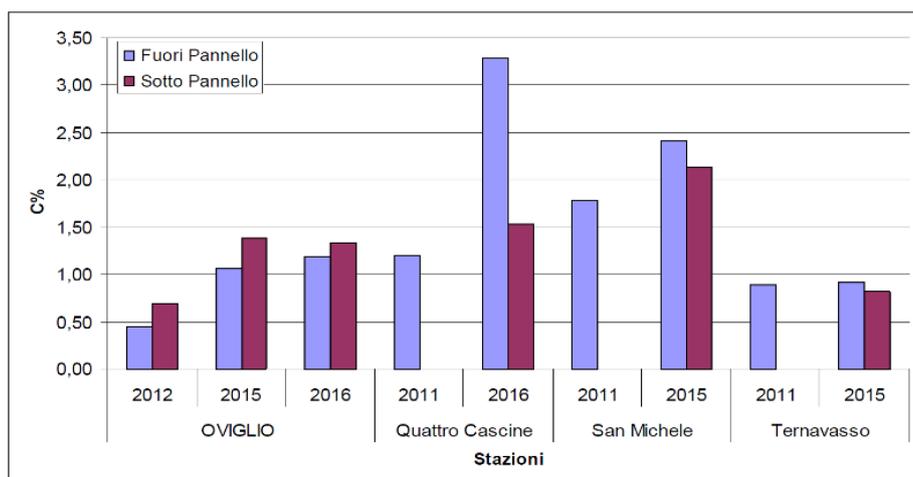
- Escludere il rischio di impoverimento del suolo e di perdita di fertilità.

A suffragio di tale interpretazione, infatti, è possibile evidenziare come in sede di preparazione del sito non siano previsti significativi movimenti terra, ma semplici livellamenti minori di regolarizzazione della superficie. L'area di cantiere e gli stradelli prevedono, infatti, uno scotico preventivo (con relativo accantonamento) del terreno vegetale da usarsi poi nel ripristino.

Mentre, a valle della realizzazione, relativamente alla componente agronomica del progetto agrivoltaico, si prevede la semina e l'avvicendamento di colture selezionate (i.e. soia, frumento), unitamente all'applicazione dei principi di agricoltura biologica e conservativa, consentendo non solo la salvaguardia dell'uso e della vocazione agricola dell'area ma, verosimilmente, anche un progressivo miglioramento delle caratteristiche del substrato (in termini di dotazione di carbonio organico e di macro/micro elementi disponibili), come già verificato nella maggior parte dei casi di impianti fotovoltaici a terra progettati con coscienza/conoscenza e condotti secondo regole di "buone pratiche" gestionali (specie con riferimento all'uso plurimo delle terre) (cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-13).

**Per quanto concerne i rischi di degradazione biologica**, è possibile:

- Escludere a priori il rischio di perdita di sostanza organica (strettamente connessa con le dinamiche biologiche del suolo).
  - relativamente alla componente foraggera del progetto, l'introduzione di un erbaio stabile si tradurrà in un progressivo miglioramento della dotazione del carbonio organico nel suolo. Le radici delle specie erbacee costituenti il cotico dell'erbaio, subendo spontaneamente un rapido turnover, sono, infatti, in grado di incrementare l'apporto di sostanza organica, con un importante effetto sulla ricostruzione della struttura. Tali affermazioni trovano riscontro sia nei testi scientifici (e.g. Armstrong *et al.*, 2014), sia nelle risultanze di alcuni monitoraggi condotti da IPLA (IPLA, 2017; IPLA, 2020) all'interno di grandi impianti fotovoltaici realizzati al suolo in Regione Piemonte dai quali non emerge mai un degrado e, nella maggior parte dei casi, si ha un progressivo miglioramento (anche significativo) della dotazione di carbonio organico dei suoli (Figura 118). A tal proposito si riportano, per esteso, le conclusioni che recitano: "*Con il 2019 termina il monitoraggio previsto dal protocollo sperimentale. I risultati riportati nelle precedenti relazioni e di quest'ultima indicano che la presenza dei pannelli fotovoltaici non altera in modo sostanziale il bilancio idrico del suolo e non ne compromette quindi l'equilibrio biochimico. I dati relativi agli indici di biodiversità del suolo (IBF e QBS), riportati nella relazione principale del luglio 2017 "Monitoraggio degli effetti del fotovoltaico a terra sulla fertilità del suolo e assistenza tecnica", vengono dunque confermati dagli andamenti delle annate successive 2017, 2018 e 2019.*"



**Figura 118.** Risultanze dei monitoraggi condotti da IPLA (IPLA, 2017) che attestano, nella maggior parte dei casi, un progressivo incremento della dotazione di Carbonio organico sia sotto copertura, sia nell'interfilare tra le stringhe fotovoltaiche.

- Con riferimento alla componente agricola del progetto, la semina e l'avvicendamento di colture selezionate da impiegarsi nelle attività agricole consentirà non solo di salvaguardare l'uso e la vocazione agricola dell'area ma, verosimilmente, anche un progressivo miglioramento delle caratteristiche del substrato attraverso l'utilizzo di *colture miglioratrici* in grado di incrementare nel tempo la fertilità agronomica del terreno e la presenza dei principali elementi nutritivi.

**Per quanto concerne i rischi di degradazione per erosione**, è possibile:

- Escludere a priori il rischio di asportazione della parte superficiale del suolo (con relativa perdita di orizzonti organici) e relativi interrimenti di canali di scolo.

Come chiaramente riportato in Graebig et al. (2010), l'erosione è un fenomeno naturale, ed è uno dei principali responsabili sia della formazione dei suoli sia della formazione dei paesaggi. Allo stesso tempo, però, laddove accelerata da dinamiche antropogeniche, può diventare anche uno dei "driver" principali della loro degradazione. In questo contesto, l'erosione arriva a condizionare la fertilità del 12% dei suoli utilizzati a livello globale e con gravi impatti anche sul ciclo globale del carbonio (le stime indicano tra 0.8 e 1.2 miliardi di tonnellate perse ogni anno) – Lal (2003).

A tal proposito le pratiche agricole, specialmente su monoculture, rendono particolarmente vulnerabili i suoli all'erosione idrica ed eolica. LUNG (2002), per esempio, denuncia perdite per erosione di un campo coltivato a mais (nei soli sei mesi estivi), fino a 42 t/ha. Viceversa, Pimentel et al (1987) riporta come un suolo inerbato privo di lavorazioni possa ridurre le perdite per erosione a soli 0.08 t/ha all'anno.

La vegetazione, infatti, svolge una naturale funzione antierosiva nei confronti di:

- *splash erosion* (erosione da impatto) – grazie all'azione mitigante della parte epigea vegetale nei confronti dell'impatto delle gocce d'acqua col suolo;
- *sheet erosion* (erosione diffusa) – a seguito della diminuzione dell'energia cinetica dell'acqua nell'ipotesi di scorrimento superficiale lungo la superficie in occasione di eventi prolungati;
- *rill erosion* (incanalamento superficiale) – in relazione all'effetto consolidante dell'apparato radicale.

Con riferimento alla progettazione e gestione dei campi fotovoltaici, Graebig et al. (2010) specifica, infatti, come un'attenta progettazione e l'adozione di buone pratiche gestionali (come nel caso dell'impianto oggetto di studio) possano ridurre le perdite per erosione all'interno di grandi impianti fotovoltaici ubicati al suolo fino a livelli insignificanti.

**Inoltre, la componente agricola del progetto, attraverso un'attenta gestione colturale in rotazione e l'introduzione di sistemi di monitoraggio e controllo, consentirà di limitare al massimo possibili effetti di degradazione superficiale generando al contempo molteplici effetti benefici, tra i quali la riduzione di prodotti chimici (quali fitofarmaci e pesticidi) e un apprezzabile incremento, nel medio/lungo periodo, della fertilità e della sostanza organica del suolo.**

**Laddove opportunamente concepita, progettata e gestita, quindi, la “piantazione agri-solare” può divenire una forma di valorizzazione sostenibile dei suoli agrari.**

**Gli impatti negativi in fase cantieristica (i.e. movimenti terra con “bilancio di inerti zero” e compattazioni localizzate) appaiono, quindi, reversibili nel breve periodo, mentre gli impatti derivanti dall’opera in esercizio possono essere considerati nulli (se non addirittura migliorativi in ragione dell’incremento di efficienza d’uso del suolo).**

**Inoltre, dopo la dismissione del campo fotovoltaico, si potrà tornare all’ordinario uso agricolo in forma pressoché immediata e senza significative opere di ripristino – se non la mera rimozione dei diversi componenti di progetto - stante l’assenza di forme di degrado.**

## 6.7. Impatti/ricadute sulle componenti biotiche (flora, fauna), sulla biodiversità e sugli ecosistemi

**Con riferimento alle componenti biotiche ed ecosistemiche, l’impatto generato da un grande impianto fotovoltaico installato al suolo (ancorché con contestuale utilizzo agronomico) può essere riconducibile a una serie di conseguenze dirette e indirette sintetizzabili in:**

- **Attività cantieristiche connesse con la preparazione del sito e la costruzione/smantellamento dell’impianto.** Tali attività possono causare mortalità di individui, scottici vegetali, calpestamento/compattazione con diradazione della vegetazione erbacea (fino a suolo nudo nei punti di maggior passaggio e rischio di ingresso di specie infestanti), rimozione/delocalizzazione di piante, emissione di polveri con disturbo fisico sulla fotosintesi delle piante poste nelle vicinanze, emissioni acustiche e vibrazioni con allontanamento della fauna selvatica, e sversamenti accidentali di limitati quantitativi di sostanze inquinanti legati all’attività dei mezzi d’opera.
- **Occupazione delle terre, con modifica d’uso del suolo, parziale copertura delle superfici e presenza di recinzioni perimetrali.** Tale trasformazione di lungo periodo può causare presenza di ostacoli/pericoli con incremento del rischio di mortalità indiretta (e.g. impatti), modifiche microclimatiche puntuali con variazione nelle serie vegetali e modifica dei cicli trofici (ivi inclusa la possibile disponibilità nutrizionale), alterazione alla libera circolazione della fauna selvatica con modifica delle interconnessioni ecologiche e delle naturali dinamiche di caccia preda-predatori. Tali potenziali danni rischierebbero oltretutto di tradursi in un’alterazione della varietà biologica con eventuale interessamento anche dei servizi ecosistemici ad essa associati (e.g. impollinazione).
- **Attività gestionali.** In questo caso riconducibili per lo più a cattive pratiche (peraltro, fortunatamente, vietate/regolamentate in Italia – e.g. l’uso di pesticidi e diserbanti).

**Dal momento in cui le relazioni suolo-acqua-pianta-ecosistemi sono intimamente connesse, molte delle sopra citate problematiche sono già state opportunamente trattate e adeguatamente mitigate (in analogia con le indicazioni dei più recenti studi scientifici in materia), fino a rendere le esternalità negative pressoché nulle o con impatti trascurabili.** Per evitare inutili appesantimenti, e per esigenze di sintesi, si rimanda il lettore alla puntuale consultazione di quanto già discusso ed argomentato con specifico riferimento all’interazione dell’impianto sia con le forzanti atmosferiche, sia con la risorsa suolo.

**Nel prosieguo, quindi, si analizzeranno unicamente gli impatti (e le relative mitigazioni) sino a qui non affrontate.**

**La componente vegetazionale spontanea, all’interno di superfici agricole produttive, è certamente ridotta ai minimi termini e rappresentata da individui (talvolta anche di specie invasive) di limitato/scarso valore ecologico (oltretutto con scarse prospettive di durata in conseguenza delle sistematiche lavorazioni/utilizzazioni agrarie e/o utilizzazioni).**

**Viceversa, assumono maggior importanza gli ambiti vegetati e le fasce naturaliformi autoctone ubicate nelle vicinanze delle aree di progetto (specie in corrispondenza delle tate dei campi, dei canali, e dei corsi d’acqua) e le aree naturali di prossimità. Tali fasce/aree sono, per lo più, non impattate dal progetto e sono presenti opportune distanze/fasce di rispetto al fine di evitare forme di stress e con l’ambizione, viceversa, di innescare sinergie positive nel medio periodo alla stregua delle “green infrastructures”.**

**Con una *baseline* piuttosto povera, quindi, gli impatti dell'opera sulla vegetazione spontanea esistente nel sito di progetto possono essere considerati molto contenuti o reversibili nel breve periodo e, come visto in precedenza, le alterazioni microclimatiche puntuali sono tali da non alterarne gli sviluppi.** Viceversa, è possibile operare, tramite la realizzazione di un progetto agrivoltaico, interessanti forme di valorizzazione e ri-naturalizzazione con ricadute positive di breve, medio e lungo periodo a carico della componente vegetazionale sia erbacea - come meglio dettagliato nella “Relazione agronomica” (parte integrante e sostanziale del SIA) -, sia arborea e arbustiva - come descritto nelle misure di mitigazione e inserimento ambientale al termine del presente Capitolo.

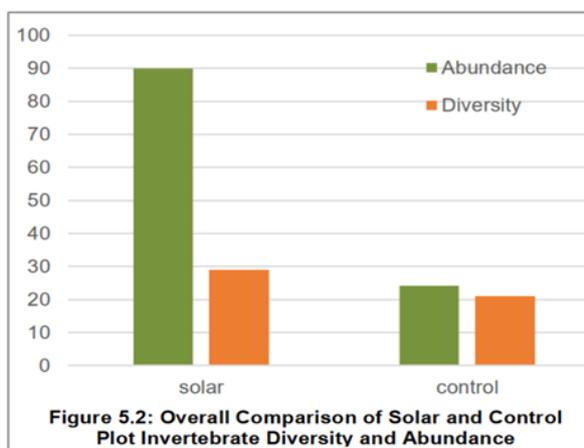
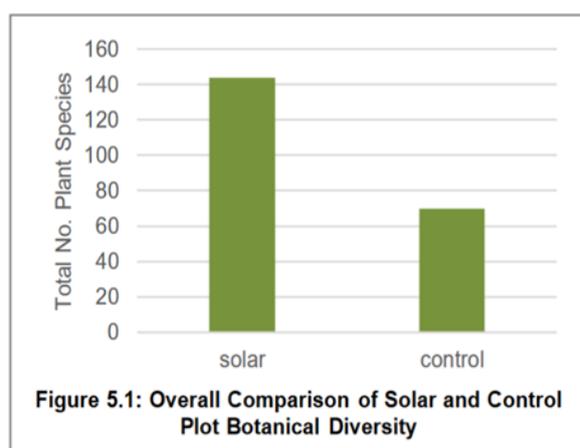
**In merito, invece, alla componente faunistica selvatica**, vale il medesimo discorso fatto per la vegetazione spontanea. Ancorché il Comune di Santhià – in generale – e la macro-area oggetto di studio – nello specifico – presentino porzioni boscate/vegetate di indubbia valenza ambientale (utili sia come aree rifugio sia come corridoi ecologici), è altrettanto evidente come le perturbazioni tipiche di un ambiente agricolo, unitamente all'utilizzo di sostanze di sintesi (e.g. fertilizzanti, fitofarmaci) abbiano portato, nel lungo periodo, un'inevitabile tendenza alla semplificazione dell'ecosistema con effetti sull'intera catena alimentare e una conseguente riduzione delle popolazioni locali originarie (in termini di diversità e quantità). Tale discorso, peraltro, riguarda tutti i livelli faunistici, dall'entomofauna all'avifauna, all'erpetofauna fino ai mammiferi di taglia medio-grande.

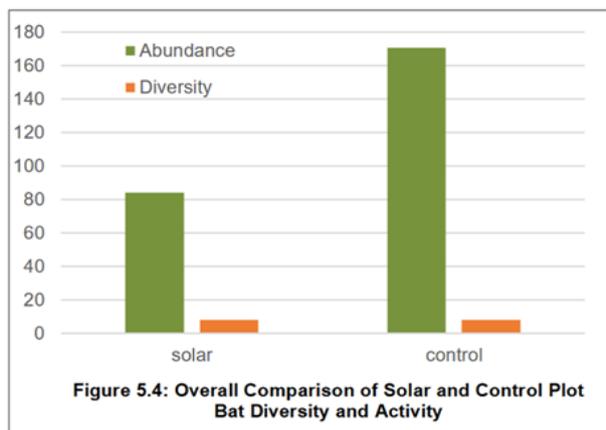
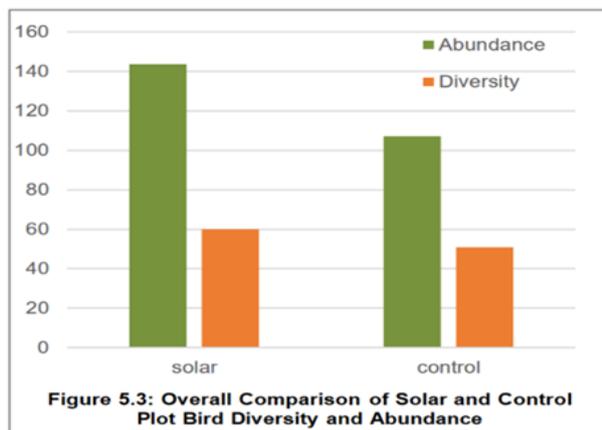
**Anche in questo caso, la realizzazione dell'opera non evidenzia impatti significativi a danno della fauna selvatica. Anzi, superata la fase cantieristica – di inevitabile disturbo seppur temporanea, reversibile e limitata nel tempo – si potrà innescare quella forma di ri-naturalizzazione del sito (i.e. semina di un prato/pascolo polifita permanente a base di specie erbacee e floristiche autoctone – oltretutto con avvio di attività apistica; impianto di fasce vegetate con funzione di rifugio e interconnessione) che sarà propedeutica al re-innesco di cicli trofici e, con essi, al progressivo ritorno (e rafforzamento) della fauna locale anche nell'area di progetto, a tutto vantaggio della biodiversità locale.**

A tal proposito, alcuni studi forniscono dati interessanti, che vale la pena di analizzare.

Montag *et al.* (2016) hanno effettuato uno studio comparativo su 11 grandi impianti fotovoltaici realizzati a terra nel sud del Regno Unito su superfici comprese tra 1 e 90 ettari. Nell'ambito di tale lavoro sono stati condotti, per ciascun campo FV, estesi monitoraggi sull'abbondanza di 4 indicatori ambientali all'interno e all'esterno degli impianti (i.e. specie vegetali, invertebrati (farfalle e bombi), uccelli (comuni e nidificanti al suolo) e pipistrelli). **I risultati hanno evidenziato un inaspettato miglioramento indotto dai campi fotovoltaici. Tale differenza è stata confrontata con aree di controllo poste all'esterno dei siti fotovoltaici. È stato quindi dimostrato qualitativamente, e quantificato numericamente, come un'area ri-naturalizzata, ancorché “pannellata”, possa incrementare in modo evidente la diversità biologica e l'abbondanza di specie di erbe/fiori/vegetali, invertebrati e uccelli (tranne i pipistrelli, la cui attività è risultata superiore all'esterno dei siti) – cfr. Figura 119.**

Inoltre, in relazione ai risultati ottenuti, sono state confrontate le differenti pratiche gestionali al fine di identificarne le più efficaci (tutte riprese nell'ambito del presente progetto).





**Figura 119.** Risultanze dei monitoraggi condotti in 11 grandi impianti fotovoltaici per verificarne gli impatti sulla biodiversità (Montag *et al.*, 2016) dai quali emerge una generalizzata ricaduta positiva su specie vegetali, invertebrati e uccelli (tranne i pipistrelli che rimangono più abbondanti nelle aree di controllo all'esterno degli impianti).

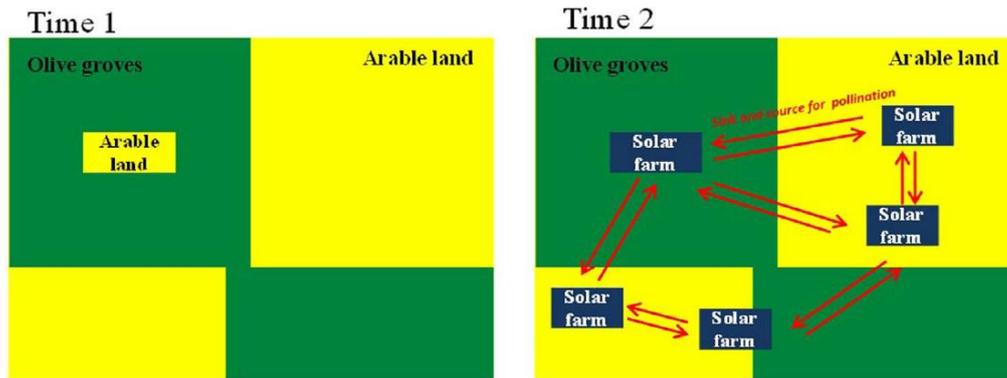
Ulteriori spunti a suffragio di quanto riscontrato da Montag *et al.* (2016) possono essere ritrovati all'interno dello studio di Peschel (2010) nel quale vengono sintetizzate le **risultanze di numerosi studi effettuati in Germania da parte della “Federal Agency for Nature Conservation” (BfN) e dal Ministero dell’Ambiente tedesco (BMU) nel quale si legge che gli impatti sono minimi e che “siti, inizialmente contenenti poche specie animali e vegetali, sono evoluti in biotopi di elevato valore a seguito della loro conversione in siti fotovoltaici”**.

Un ulteriore stimolante punto di forza viene fornito da Semeraro *et al.* (2018) che focalizza la sua **attenzione sui servizi ecosistemici degli impianti fotovoltaici e, nello specifico, sulla interazione tra gli impianti e le comunità di insetti impollinatori**. Nella fattispecie è universalmente riconosciuto come il cambio d’uso delle terre, unitamente al cambiamento climatico, all’uso di pesticidi ed erbicidi, all’invasione di specie alloctone e alla frammentazione degli habitat stiano riducendo sensibilmente le comunità di insetti impollinatori (Kremen *et al.*, 2002; Kremen *et al.*, 2007; Potts *et al.*, 2010 a, b; Potts *et al.*, 2016). Tale servizio ecosistemico, essenziale per la sopravvivenza delle specie (inclusa quella umana) è stato quantificato a livello globale in 153 miliardi di Dollari – Gallai *et al.* (2009). In Europa il 10% di tutta la produzione agricola dipende da questo servizio.

In tale scenario, gli impianti fotovoltaici a terra possono divenire un habitat ideale, per lo sviluppo e la crescita degli insetti impollinatori quali, per esempio, apoidei solitari, api, farfalle (Montag *et al.*, 2016; BRE, 2014) stante la sospensione di uso di sostanze di sintesi, la non modifica delle condizioni microclimatiche, e la possibilità di semina di specie vegetali e floristiche autoctone di pregio sulle superfici libere d’impianto (e.g. piante mellifere, aromatiche, e medicinali utili per tale finalità).

Lo studio di **Semeraro *et al.* (2018)** arriva addirittura a spostare il concetto da “parchi fotovoltaici” a “parchi foto-ecologici”.

**Tale potenzialità, infatti, tenuto conto della mobilità degli insetti, può portare importanti benefici anche alle aree coltivate adiacenti con incrementi – anche significativi – di produttività (Carvalho *et al.*, 2011), e con effetto moltiplicativo laddove introdotti in un “pattern ecologico di rete” come rappresentato in Figura 120.**



**Figura 120.** Esempio di pattern agricolo (sx) e di possibile network instaurabile tra superfici utilizzabili a microhabitat di valore (ancorchè con destinazione d'uso energetico-fotovoltaica).

Per integrità morale e correttezza sostanziale dell'elaborato è altrettanto opportuno citare come Visser *et al.* (2019) abbiano condotto in Sud Africa un monitoraggio orientato a **quantificare la mortalità di uccelli a seguito di collisioni con le infrastrutture fotovoltaiche su un grande impianto di 96 MWp (peraltro con caratteristiche costruttive molto lontane dagli standard di progetto qui presentato (e.g. recinzione elettrificata, cavidotti aerei, uso di sostanze chimiche nel lavaggio dei pannelli) e abbiano riscontrato un tasso di mortalità pari a 4.5 individui/anno per MWp installato** (peraltro sempre a carico delle specie di maggior diffusione). Sulla base delle tracce della collisione e dell'ubicazione dei ritrovamenti, tali fatalità sono state ricondotte **a due possibili motivazioni: i) comportamenti improvvisi (e.g. attacco di predatori con conseguente effetto panico) e ii) al possibile riflesso percettivo, limitatamente ad alcune prospettive, della superficie riflettente** che potrebbe creare l'illusione di uno specchio d'acqua.

Tale impatto viene, comunque, quantificato come tollerabile in considerazione del fatto che non altera gli equilibri delle comunità ornitiche e arrivano a concludere che in sede di monitoraggio è stata riscontrata un'elevata frequentazione da parte di molte specie (riconducibile a un incremento di aree riparate per la nidificazione (con il ritrovamento di numerosi nidi), rivegetazione (specie di piante autoctone), zone di posa e zone d'ombra)), suggerendo di NON ridurre l'attrattività generata dall'impianto - attraverso l'uso di deterrenti o la limitazione delle risorse – dal momento in cui risulta preferibile la creazione di habitat favorevoli piuttosto che il loro frazionamento.

Sempre in riferimento all'avifauna è possibile identificare alcuni potenziali impatti dovuti alla realizzazione dell'opera, nello specifico:

- **Riduzione di zone destinate alla sosta (ed eventualmente alla riproduzione/svezzamento, all'alimentazione e allo svernamento)**

Come effetto di tipo diretto, le attività cantieristiche legate alla realizzazione del progetto possono comportare una temporanea riduzione di habitat agrario (contrazione della superficie coltivata per posizionamento pannelli fotovoltaici). Tali ambienti sono frequentati da alcune specie che risultano essere meno suscettibili al disturbo antropico, ad esempio alcune specie di uccelli che utilizzano tali ambienti per la sosta e/o il nutrimento.

Da alcuni studi effettuati risulta che l'allontanamento da tali habitat non sia da escludere per alcune specie ornitiche, quali *Numenius arquata*, *Limosa limosa*, *Tringa totanus* e *Vanellus vanellus*. In riferimento al progetto "e-VerGREEN", si registra che solo *Vanellus vanellus* risulta segnalata nel contesto territoriale analizzato, risultando, quindi, potenzialmente interferita. Seppure non vi siano studi specie-specifici dedicati, non si può escludere analogo interferenza anche per altre specie fruttrici dell'area - comprendendo uccelli migratori che sostano nelle aree agricole stagionalmente durante la migrazione.

In relazione al caso in analisi si rileva come il mantenimento della funzionalità agricola delle superfici in progetto - unitamente alla presenza di superfici agricole con coltura risicola contermini al sito di intervento - garantiscano il mantenimento del ruolo ecologico di tali ambienti. Considerando l'applicazione di opportune misure mitigative in fase di cantiere - tra cui, in primis, la calendarizzazione dei lavori di scavo da programmare lontano dai periodi di nidificazione -, si valuta tale **impatto di natura temporanea e di entità non rilevante.**

- **"Confusione biologica" e "abbagliamento"**

Il fenomeno della “confusione biologica” è dovuto all’aspetto generale della superficie dei pannelli di un impianto fotovoltaico che nel complesso risulta simile a quello di una superficie lacustre, con tonalità di colore variabili dall’azzurro scuro al blu intenso - anche in funzione dell’albedo della volta celeste. Dall’alto, pertanto, le aree pannellate potrebbero essere scambiate dall’avifauna per specchi lacustri. In particolare, puntuali installazioni fotovoltaiche non parrebbero determinare incidenza sulle rotte migratorie, mentre vaste aree o intere porzioni di territorio pannellato potrebbero rappresentare un ingannevole attrattiva per tali specie devianandone le rotte.

Da alcune osservazioni comparative svolte in Germania sul grande impianto fotovoltaico bavarese ‘Bavaria Solarpark’, vicino al canale Main-Danube frequentato quasi tutto l’anno da uccelli acquatici, non hanno rilevato comportamenti differenti degli animali. Sono stati avvistati uccelli acquatici, come le *Anas platyrhynchos*, *Mergus merganser*, *Ardea cinerea*, la *Chroicocephalus ridibundus* o i cormorani, sorvolare gli impianti e non è stato notato nessun cambiamento di direzione del volo.

Considerando che le opere in progetto andranno a inserirsi in un contesto territoriale dominato da aree risicole sommerse per parte dell’anno (oltretutto con estensioni maggiori rispetto al sito di impianto), **si ritiene che questo fenomeno sia di entità trascurabile.**

Per quanto riguarda, invece, il possibile fenomeno di “abbagliamento”, è noto che gli impianti che utilizzano l’energia solare come fonte energetica presentano possibili problemi di riflessione ed abbagliamento, determinati dalla riflessione della quota parte di energia raggiante solare non assorbita dai pannelli. Si può, tuttavia, affermare che tale fenomeno sia stato particolarmente rilevante negli anni passati, soprattutto per l’uso dei cosiddetti “campi a specchio” o per l’uso di vetri e materiali di accoppiamento a basso potere di assorbimento.

Negli ultimi anni i progressi tecnologici nella produzione delle celle fotovoltaiche hanno portato ad una diminuzione della quantità di luce riflessa (riflettanza superficiale caratteristica del pannello) e, di conseguenza, una diminuzione della probabilità di abbagliamento. Le basse riflettanze delle superfici dei moduli, comparate a quelle del terreno, degli specchi d’acqua e della vegetazione, dimostrano che la realizzazione di un impianto fotovoltaico non modifica la quota di radiazione riflessa rispetto alla situazione di assenza di impianto e **non produce alcun impatto significativo rispetto alla situazione *Ante-Operam* in termini di fenomeni di riflessione.**

In ultimo, **per quanto concerne i rettili, gli anfibi e i mammiferi di piccola e media taglia** (spesso caratterizzati da limitata capacità di spostamento) **non sono stati riscontrati impatti significativi, anche in ragione dei varchi nelle recinzioni perimetrali** (oramai comunemente adottate per tali tipologie di opere), che consentono la piena fruibilità delle superfici. **Anche in tali contesti, quindi, la presenza di un impianto fotovoltaico (in questo caso agrivoltaico) può arrivare a costituire - per la piccola e media fauna - una alternativa di minore disturbo rispetto a zone soggette a continue lavorazioni agrarie e/o alla presenza periodica di braccianti e macchinari agricoli.**

**Per quanto concerne, invece, gli animali di medie e grandi dimensione, diventano essenziali i corridoi verdi e le aree vegetate per garantire la possibilità di spostamento, l’interconnessione ecologica e la non frammentazione degli habitat.**

**In conclusione, quindi, trattandosi di superfici ad uso agricolo con eventi perturbativi di origine antropica frequenti e continuativi, e non rilevandosi la presenza di elementi particolarmente sensibili a livello di vegetazione, fauna ed ecosistemi, l’impatto dell’opera appare limitato alla fase cantieristica e reversibile nel breve periodo con, viceversa, numerose esternalità positive che trovano oggettivi riscontri in una serie di studi scientifici (oltre che di esperienze già maturate dagli scriventi).**

Fatto salvo per il caso di ecosistemi fragili (e.g. aree desertiche) o la sussistenza di criticità specifiche (e.g. habitat minacciati e/o specie rare) - nei quali deve sussistere una forma di tutela assoluta -, **sono ormai numerosi gli studi scientifici che riportano forme limitate di impatto da parte delle c.d. “solar farms”, e arrivano a fornire, sulla base delle risultanze delle ricerche condotte, strategie utili all’annullamento delle problematiche riscontrate e il miglioramento della variabilità biologica non solo del sito di progetto, ma anche di un suo congruo intorno.**

## 6.8. Impatti/ricadute sulle componenti paesaggistiche

Sussiste, a livello scientifico internazionale, una vasta letteratura, che affronta lo studio e la valutazione degli impatti visivi e paesaggistici delle infrastrutture sul territorio. Circa il settore energetico, tuttavia, **la maggior parte degli studi è stata declinata sul comparto eolico, mentre sono limitati i documenti dedicati ai grandi impianti fotovoltaici** (che, per dimensioni fisiche, occupano comunque grandi superfici e rappresentano una forma di trasformazione del territorio (ancorché reversibile – come dimostrato)).

In questo contesto, se da un lato è possibile riscontrare - da parte delle politiche di promozione - un considerevole supporto allo sviluppo di impianti a fonti rinnovabili (e al consumo di energia pulita), **a livello locale le comunità percepiscono le installazioni come impattanti sulle risorse e limitative della qualità della vita** (Zoellner et al., 2008; Chiabrando et al., 2009). Con riferimento agli impatti sulle risorse naturali, gli studi scientifici, le esperienze maturate e le risultanze dei monitoraggi hanno dato evidenza di una certa arbitrarietà preliminare di giudizio, che non sempre ha trovato riscontri nei risultati degli studi effettuati (con ovvio riferimento ai soli impianti correttamente progettati e gestiti). Tuttavia, è altrettanto vero come:

1. Rispetto alle fonti fossili, per la generazione di energia da fonti rinnovabili siano necessarie superfici decisamente più significative (a parità di potenza) e l'analisi dell'inter-visibilità e degli impatti paesaggistici siano elementi degni di grande attenzione.
2. Come specificatamente riportato da Stremke e Dobbelsteen (2013), le superfici destinate a produzione, conversione, stoccaggio e trasporto delle energie rinnovabili sono destinate rapidamente a crescere al punto da divenire un utilizzo piuttosto comune delle terre già a partire dal XXI secolo. Nadai e Van der Horst (2010) spiegano un concetto molto interessante che vale la pena di riportare: *“Le energie rappresentano la forza motrice delle azioni. Sono risorse per le attività umane. Nuove energie portano nuove pratiche. Attraggono e generano investimenti. Rappresentano la risorsa per la trasformazione della società, delle sue pratiche e, quindi, dei suoi paesaggi. L'innovazione nella generazione e nell'uso delle energie porta alla formazione di nuovi scenari e nuovi paesaggi e alla rivisitazione di quelli conosciuti a partire dalla lente dell'energia [...]. Le energie si diffondono. E possono essere diverse e multiformi nelle loro rappresentazioni. Possono essere visibili come le infrastrutture per la loro produzione e trasporto. Oppure immateriali come il vento, i raggi solari o l'acqua [...]. Le energie, visibili o invisibili, sono parte del paesaggio e saranno alla base dell'era dello sviluppo sostenibile e della transizione energetica [...]”.*
3. Con la moltiplicazione dei grandi impianti di produzione energetica da fonte rinnovabile è andata via via delineandosi una nuova forma di paesaggio definibile come “paesaggio energetico” (i.e. *Energy landscapes* – Blaschke et al., 2013; Stremke, 2014) **identificato con il neologismo “Energyscapes” (Howard et al., 2013), che integra l'insieme delle combinazioni spazio-temporali della domanda e dell'offerta energetica all'interno di un paesaggio.**

Fatta questa doverosa premessa, per meglio contestualizzare la dinamica evolutiva del paesaggio oggetto di analisi, ed entrando nel merito del tema, l'impatto estetico di una qualunque opera può essere definito come **il disturbo visivo del paesaggio percepito in conseguenza della realizzazione di elementi antropogenici che per dimensione, stile, colore, complessità e difformità dal contesto generano una discontinuità con il paesaggio circostante** (Pachaki, 2003). Allo stesso modo, **il grado di visibilità dell'opera e il numero dei ricettori sensibili rappresentano l'altro elemento non trascurabile dell'entità d'impatto.**

Numerosi studi spiegano, infatti, come **il concetto dell'estetica del paesaggio sia intimamente connesso con i concetti di percezione e preferenza degli osservatori**<sup>100</sup>. A tal proposito è possibile identificare due macro ambiti interpretativi:

- **le teorie evoluzionistiche:** che mettono in relazione le percezioni e le preferenze del paesaggio con “[...] l'attitudine dello stesso al soddisfacimento dei bisogni biologici umani per sopravvivere e prosperare come specie (e.g. Tveit et al., 2006)”. In questo primo filone, è possibile identificare anche forme di predisposizione dell'osservatore per i c.d. *“paesaggi tecnologici”*.

<sup>100</sup> Una celebre frase dello scrittore e filosofo cinese Lin Yutang recita: “Half of the beauty of a landscape depends on a region and the other half on the man looking at it” (traducibile in: La metà della bellezza di un paesaggio dipende dal paesaggio stesso, mentre l'altra metà dipende dall'uomo che lo osserva).

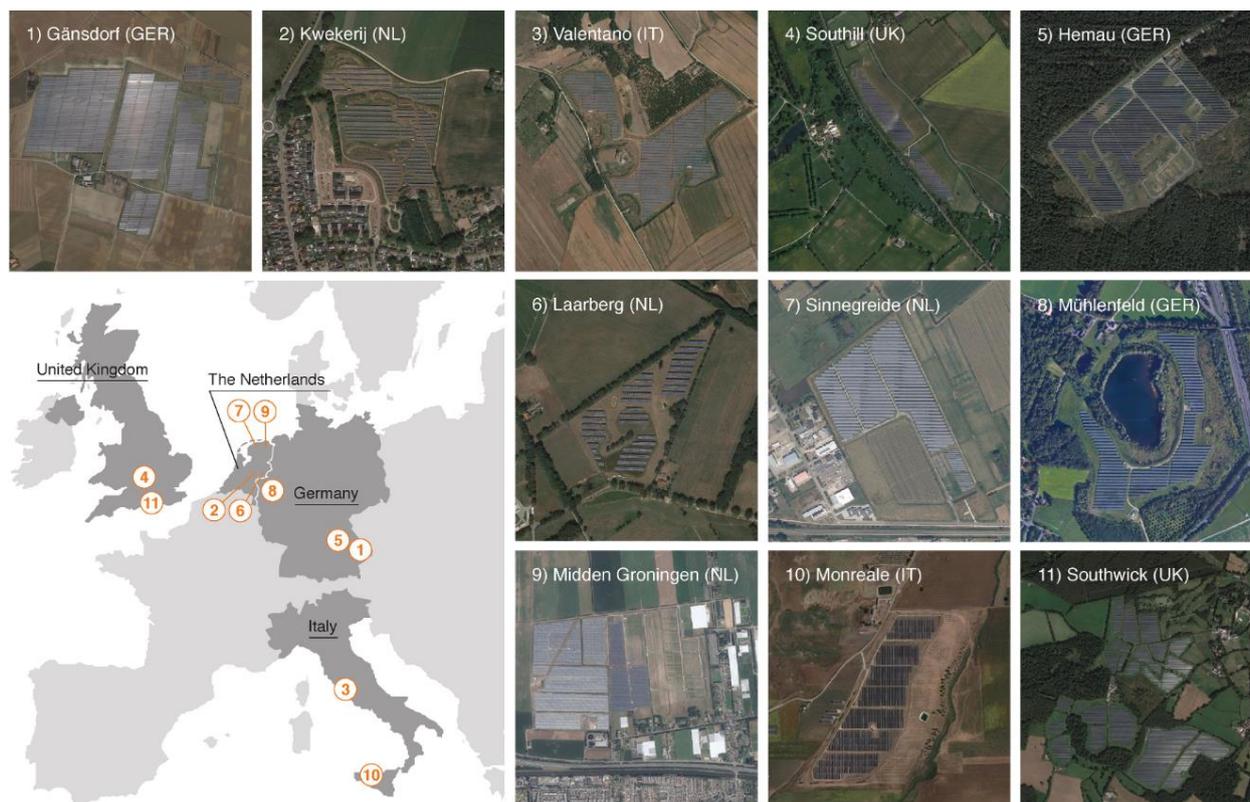
- **le teorie delle preferenze culturali:** che sostengono esserci una stretta interrelazione tra l'effetto percettivo/esperienziale dato da un paesaggio e il background culturale individuale dell'osservatore (con differenze sostanziali date da età, provenienza, educazione, profilo conoscitivo, etc) - e.g. Tveit et al. (2006). In questo secondo filone è possibile identificare un modello - contrapposto al precedente -, che può essere definito come una predisposizione dell'osservatore, per i paesaggi naturali incontaminati (i.e. "*ecologically sound landscapes*" - Carlson, 2001).

Ulteriori studi sull'estetica del paesaggio stanno cercando di comprendere: i) come e quanto i fattori culturali (acquisiti) e biologici (innati) possano influenzare le preferenze paesaggistiche (Bell, 1999) e ii) come e quanto la sensibilità personale - fattore intrinseco della biologia umana (svilupata con l'evoluzione della specie) - influisca sugli orientamenti preferenziali (Berghman et al., 2017).

**Alla luce di questa complessa trattazione dalla quale emerge una sostanziale soggettività del percepito e, contestualmente, una progressiva dinamica evolutiva del paesaggio - che sta rapidamente integrando elementi energetici al suo interno - diviene essenziale fare un focus specifico sulla definizione stessa di paesaggio per trovare una chiave di lettura che orienti l'analisi e fornisca le necessarie linee guida per una efficace azione mitigante degli impatti causati.**

Seppur il concetto di Paesaggio sia molto ampio e il suo profondo significato possa **variare in funzione del contesto di analisi** e delle diverse discipline, la "Convenzione Europea del Paesaggio" (Europe, 2000) lo definisce come "*una determinata parte di territorio, così come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni*". In tale definizione, quindi, il concetto sovraesperto riferito agli "energyscapes", rientra a pieno titolo a patto di tutelarne la loro sostenibilità di modo da non urtare in modo eccessivo le preferenze degli osservatori più sensibili. Si può quindi introdurre l'ultimo concetto: la tutela del principio di "sostenibilità degli energyscapes" (i.e. Sustainable energy landscapes – Stremke, 2014). **I paesaggi energetici sostenibili sono quei paesaggi, che evolvono sulla base delle risorse energetiche rinnovabili localmente disponibili, senza compromettere la qualità del paesaggio, la biodiversità, le produzioni primarie e gli altri servizi ecosistemici a supporto della vita.**

Indubbiamente, l'inserimento di un impianto fotovoltaico nel contesto che lo accoglie desta preoccupazioni legittimate dal cambiamento che tale intervento può comportare sulla percezione del paesaggio. In particolare, come sostenuto in un recente studio (Oudes, Stremke, 2021), un impianto viene giudicato nell'immediato anche in relazione alle nuove interazioni visive che genera, senza considerarne benefici e opportunità correlati, con una frequente risposta negativa, da parte della popolazione locale e dei fruitori del paesaggio, tale da divenire anche una tra le principali cause del rallentamento del processo verso la transizione energetica. Spostandosi su un piano fattuale, Oudes e Stremke hanno analizzato 11 diversi *case history* europei (situati nei Paesi Bassi, nel Regno Unito, in Germania e in Italia - Figura 121), al fine di determinare i *trend* prevalenti di inserimento (spaziale e dimensionale) degli impianti, rispetto alle forme del paesaggio, nonché le principali attenzioni progettuali adottate per la valorizzazione delle risorse agro-ambientali, ecologiche, agricole e per la sensibilizzazione dell'opinione pubblica (aspetto ricreativo-educativo).



General information on the 11 cases.

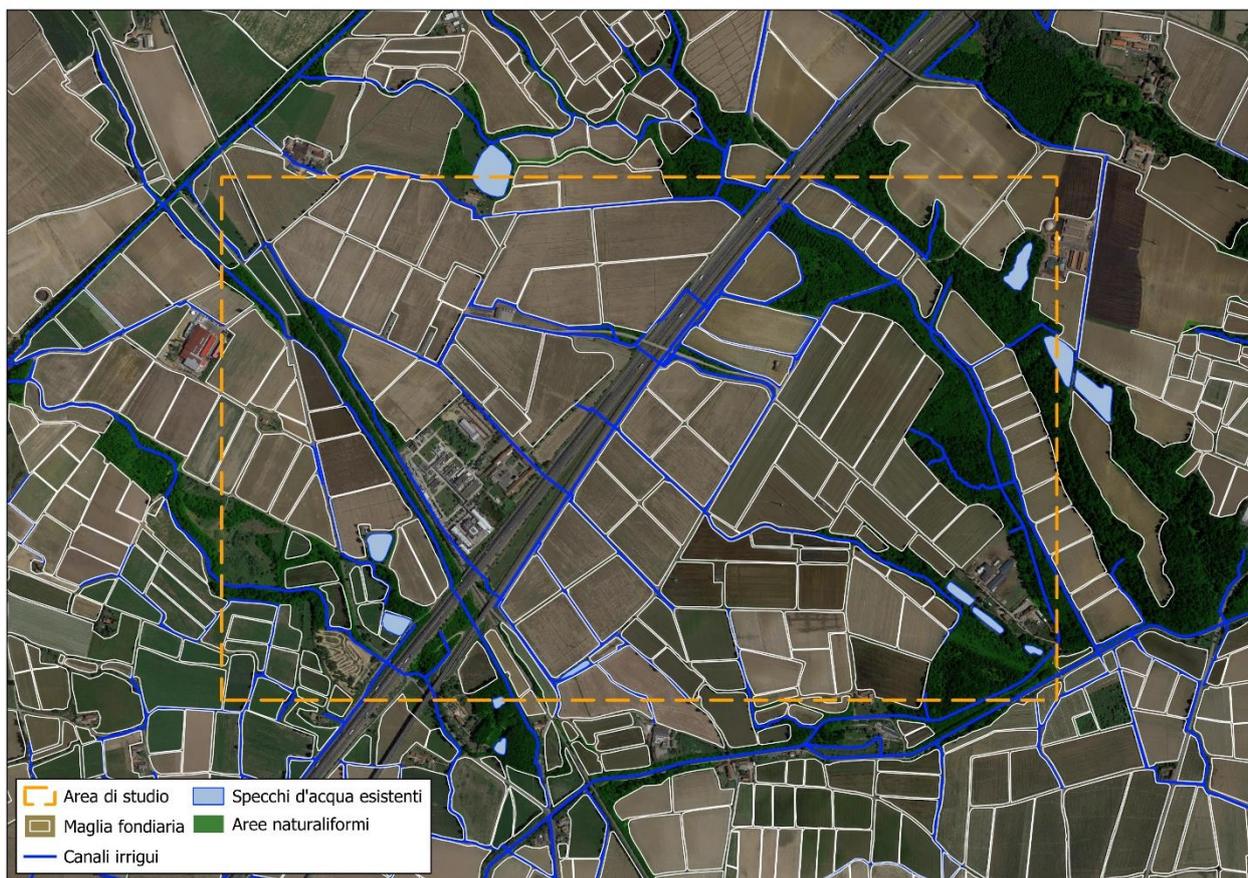
Cases	GENERAL			SOLAR INFRASTRUCTURE					HOST LANDSCAPE	
	Latitude	Year of construction	Country	Power (MWp)	Size (ha)	Energy density (MWp/ha)	Land Area Occupation Ratio (LAOR)	Technology	Landscape type	Previous land use
1. Gänsdorf	48°48'12	2009	Germany	54,0	180,9	0,30	22%	Fixed tilt	Open agricultural	Agriculture: highly productive arable land
2. Kwekerij	52°03'24	2016	Netherlands	2,0	7,1	0,28	16%	Fixed tilt	Semi-open bocage landscape	Agriculture: low grade, tree nursery
3. Valentano	42°35'19	2011	Italy	6,0	17,6	0,34	23%	Fixed tilt	Open agricultural	Agriculture: highly productive arable land
4. Southill	51°51'31	2016	United Kingdom	4,5	18,1	0,25	16%	Fixed tilt	Semi-enclosed valley side farmland	Agriculture: extensive, low grade
5. Hemau	49°02'10	2002	Germany	4,0	18,0	0,22	20%	Fixed tilt	Enclosed, agricultural landscape with large evergreen forests	Brownfield: military ammunition depot within production forest
6. Laarberg	52°06'43	2018	Netherlands	2,2	6,4	0,35	21%	Fixed tilt	Semi-open bocage landscape	Agriculture: intensive grassland and corn production
7. Sinnegreide	53°26'04	2018	Netherlands	11,8	12,0	0,98	53%	Fixed tilt	Open agricultural	Agriculture: grassland
8. Mühlenfeld	51°27'51	2013	Germany	3,5	24,4	0,14	10%	Fixed tilt	Semi-open bocage landscape	Brownfield: gravel mining and nature development
9. Midden-Groningen	53°10'48	2019	Netherlands	103,0	121,2	0,85	61%	Fixed tilt	Open peat landscape	Agriculture: arable and grassland
10. Monreale	37°52'07	2010	Italy	5,0	28,0	0,18	13%	Single-axis tracker	Undulated open agricultural landscape	Agriculture: extensive, wheat and olive groves
11. Southwick	50°52'50	2015	United Kingdom	48,0	83,4	0,58	35%	Fixed tilt	Enclosed, mixed farmland/ woodland	Agriculture: arable and grassland

**Figura 121.** Localizzazione e disposizione spaziale, rispetto al paesaggio, degli 11 casi studio selezionati e relativa tabella con riportati i dati principali di ciascuno (e.g. localizzazione, potenza, LAOR, tipologia, tipo di paesaggio destinazione d'uso del terreno, etc.).

Per quanto concerne la qualità del paesaggio, invece, riprendendo la descrizione effettuata al Par. 3.9, il contesto di riferimento presenta, su mesoscala, i tratti somatici di un paesaggio **fortemente influenzato dall'uso agricolo del territorio e dall'impronta dell'uomo**. All'interno della mosaicatura rurale dei campi coltivati, interrotta da sporadici edifici rurali sparsi qua e là, centri abitati di maggiori e minori dimensioni, aree industriali e cave, trovano spazio alcuni impianti per la produzione di energia, disseminati in modo eterogeneo tra le maglie del territorio, a evidenza di una progressiva commistione agro-energetica. In questo contesto, si inserisce l'impianto oggetto del presente studio, che – per forme, dimensioni e colori - si propone a ragionevole rafforzamento della componente agro-energetica esistente.

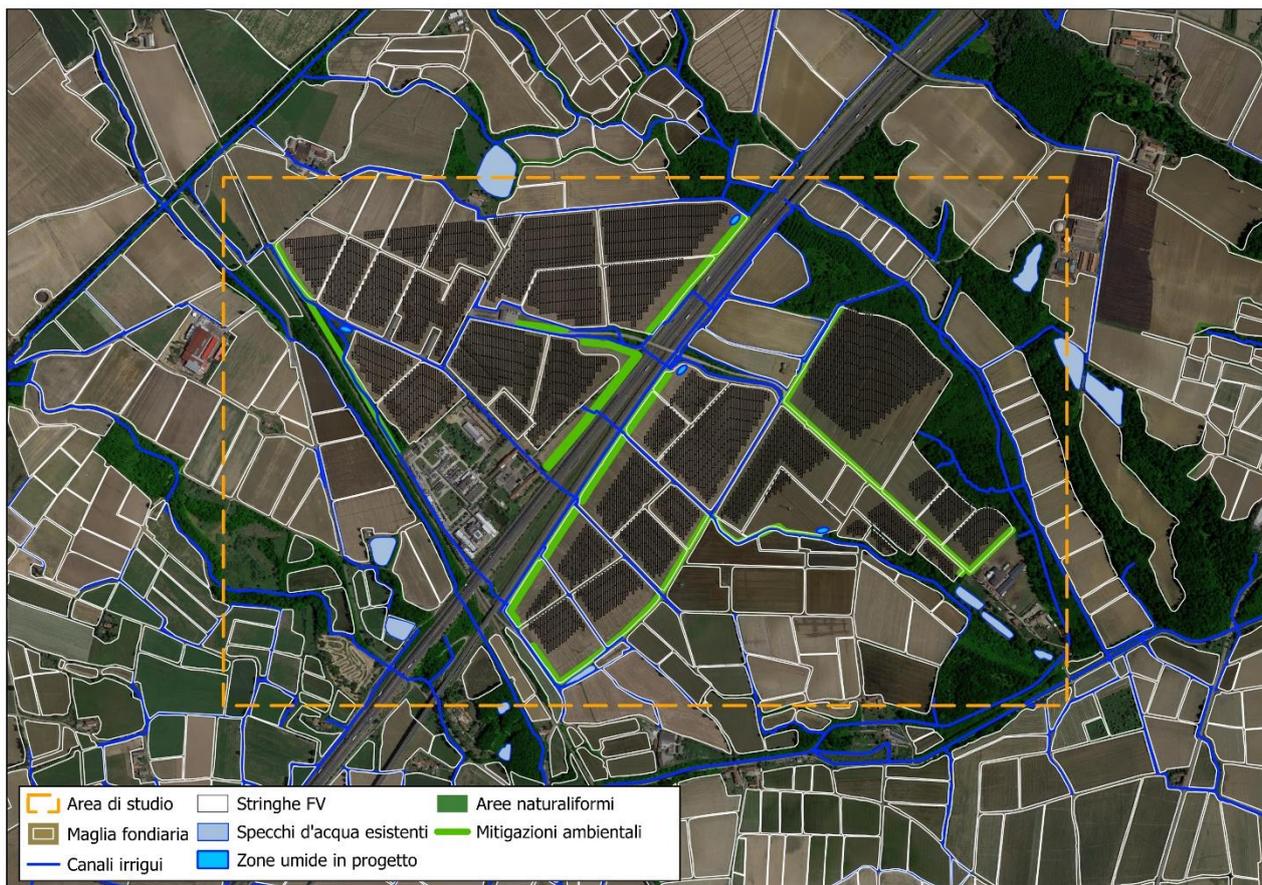
**Analizzando più a fondo il contesto**, come rappresentato in Figura 122, **all'interno dell'ambito di riferimento, a vocazione agricola, si riconoscono le diverse componenti del paesaggio, di matrice naturale e antropica**. In particolare, è possibile scomporre il paesaggio in una serie di *layer*, che si sovrappongono al disegno di base, i cui principali tratti somatici sono gli argini delle camere (rappresentati in grigio chiaro in Figura 122), che alla stregua delle cellule di un organismo, frammentano e strutturano l'ossatura del territorio. Lo schema ortogonale netto e preciso degli argini cambia registro in corrispondenza

del sinuoso percorso dei canali irrigui, delle morbide forme degli specchi d'acqua (a servizio delle colture) e delle ramificate formazioni boscate, che interrompono la regolare trama del paesaggio tracciata dall'uomo, nel corso del tempo. A questi si sommano chiari elementi di urbanizzazione di tipo lineare (e.g. le direttrici stradali e ferroviarie della viabilità principale, la rete stradale minore, etc.) e di tipo areale (e.g. siti destinati a usi produttivi e fabbricati singoli o aggregati in nuclei di diverse dimensioni, etc.), che interrompono, con noncuranza, la texture agro-naturale del paesaggio.



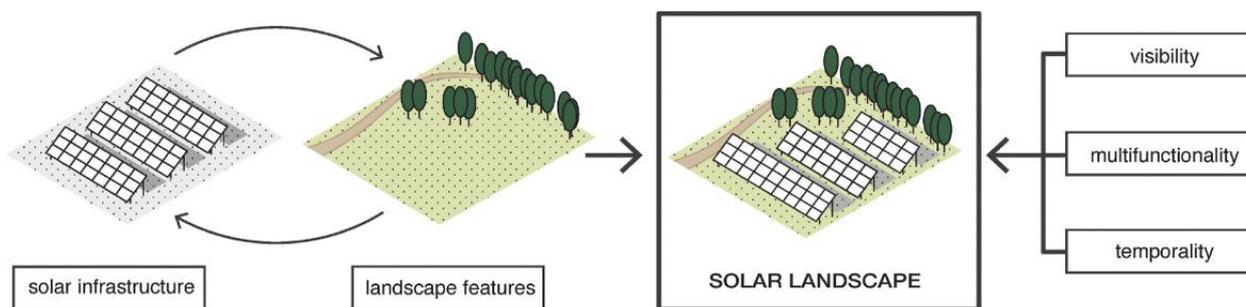
**Figura 122.** Assetto della maglia fondiaria dell'area di progetto nella condizione *Ante-Operam*.

In questo scenario, si colloca il **progetto in analisi** che, in linea con il *trend* europeo sopra delineato, ambisce a inserirsi nella maglia fondiaria, senza forzature, adagiandosi all'interno delle regolari geometrie dei lotti coltivati, assecondandone quasi interamente il disegno e la distribuzione tipica delle camere irrigue. In particolare, la **definizione del layout**, unitamente al **pattern spaziale** che ne deriva, è la naturale conseguenza del connubio virtuoso tra la soluzione progettuale adottata – sistema a inseguimento solare monoassiale, a doppia vela, con moduli bifacciali su stringhe opportunamente distanziate, per consentire la corretta gestione delle pratiche agricole e il passaggio dei mezzi - e la configurazione della maglia del territorio, strutturata in una successione di tessere, dove il modulo base è rappresentato dalla “camera” per la coltivazione del riso, i cui argini si intersecano creando forme geometriche sub-poligonali, ben definite, ma irregolari.



**Figura 123.** Assetto della maglia fondiaria dell'area di progetto, nella condizione *Post-Operam*.

Lo studio effettuato da Oudes e Stremke mette in luce, inoltre, tre aspetti chiave (proprietà) da potenziare o mitigare, per sensibilizzare (e rassicurare) l'opinione pubblica in merito alla diffusione dei "Solar landscape", ovvero la i) *Visibility* intesa come "se" e "in che misura" sia visibile un impianto da una specifica posizione, la ii) *Multifunctionality* intesa come la capacità del progetto (lotto + elementi tecnologici), di soddisfare diverse esigenze, bisogni e necessità, allo stesso tempo (e.g. produzione di energia pulita, riqualificazione ecologica/ambientale, scopi didattici/educativi, etc.), combinando la componente tecnologica con ulteriori componenti di diversa matrice e la iii) *Temporality*, in riferimento alla capacità degli impianti fotovoltaici di condizionare l'ambiente nelle tre fasi di vita dell'impianto (costruzione, esercizio e dismissione).



**Figura 124.** Elaborazione grafica delle tre proprietà chiave dei Solar landscape, ovvero "Visibility", "Multifunctionality" e "Temporality" (Fonte: Oudes, Stremke, 2021).

Entrando nel merito di ciascun aspetto,

- in riferimento alla Visibility, l'aspetto percettivo può essere attenuato con opportune mitigazioni (e.g. fasce arboree-arbustive, siepi, filari, etc.) o adeguando forma e dimensione dell'opera al contesto (*host landscape*). Nella maggior parte dei progetti analizzati, la visibilità è stata ridotta attraverso il potenziamento della vegetazione esistente o l'inserimento di nuove cortine verdi. In alcuni casi, grazie a una ragionata scelta del sito, la visibilità è stata ridotta mediante l'adozione di minime soluzioni di

mitigazione, come nei casi di Southwick (11), Laarberg (6), Mühlenfeld (8), Hemau (5) e Southill (4). Tuttavia, in controtendenza rispetto alla necessità di schermare interamente l'impianto energetico, quasi la metà dei progetti esaminati ha optato per una duplice strategia, che consentisse da un lato di schermare buona parte dell'impianto e dall'altro di mettere in mostra le porzioni ancora visibili del sistema energetico, al fine di aprire nuove visuali sul *Solar landscape* e consentire, attraverso l'inserimento di elementi di arredo urbano (e.g. aree pic-nic, panchine per una breve sosta, etc.) una adeguata fruizione visiva dell'impianto (Figura 125). Tale significativo aspetto, mette in luce un nuovo approccio, promosso a livello europeo e orientato ad attribuire un'accezione positiva al concetto di visibilità residua, da considerare quale opportunità, per veicolare informazione e sensibilizzare l'opinione pubblica in merito allo sviluppo assennato delle fonti di energia rinnovabile.

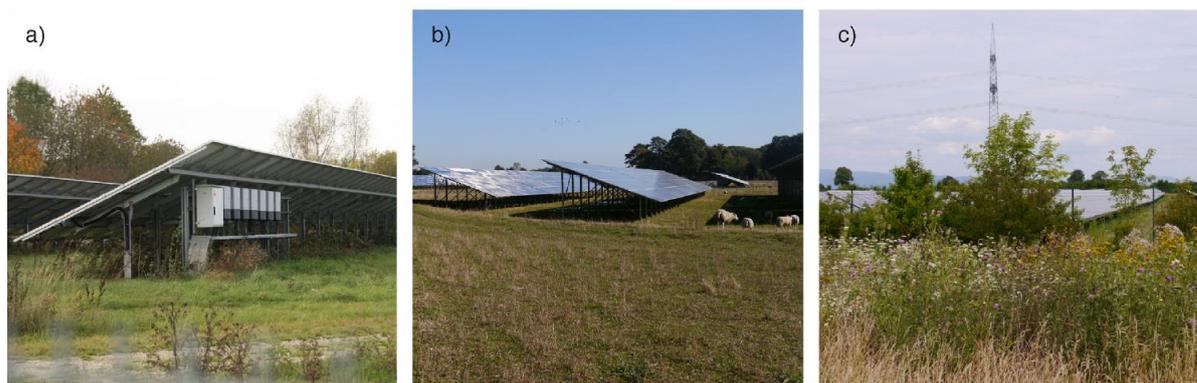


**Figura 125.** Misure per migliorare la visibilità: belvedere a Gänsdorf (a), Mühlenfeld (b) e Kwekerij (c) e panchine nei pressi delle zone visibili delle infrastrutture solari, come nel caso di Laarberg (d) e Sinnegreide (e). (Fonte: Oudes, Stremke, 2021).

Entrando **nel merito del progetto proposto**, per contenere il disturbo percettivo diurno (ancorché il sito, per la morfologia dei luoghi, si presenti già parzialmente mitigato), al fine di una ulteriore e migliore integrazione ambientale di contesto, verranno effettuate piantumazioni con piante di origine autoctona al fine di valorizzare l'agro-ecosistema esistente, contribuire alla conservazione della biodiversità, incrementare la protezione del paesaggio e dell'ambiente e potenziare la rete ecologica locale. Tale intervento consentirà, infatti, di incrementare la presenza di aree rifugio e di corridoi ecologici di interconnessione per la fauna locale e l'avifauna terricola stanziale. Al fine di dare ampio dettaglio in merito all'aspetto paesaggistico è stato condotto uno specifico studio dei margini visivi (parte integrante e sostanziale del presente documento) atto sia a identificare i recettori sensibili di prossimità, sia a verificare – dai principali punti di interesse collettivo – le potenziali ricadute percettive. Nel suddetto elaborato sono state quindi definite/progettate le necessarie misure di mitigazione, il cui risultato finale è stato rappresentato con il supporto grafico di fotosimulazioni.

A livello notturno, invece, non si riscontrano forme di impatto.

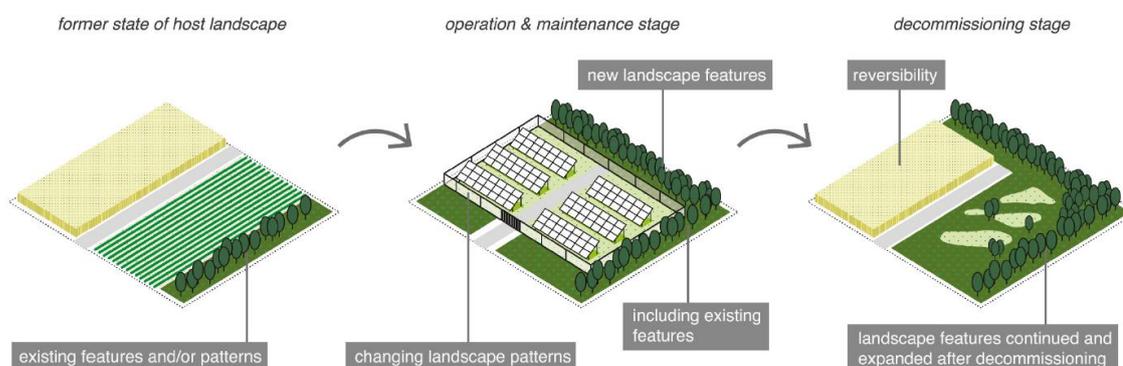
- In riferimento alla Multifunctionality, l'analisi condotta sugli 11 impianti ha permesso di suddividere le diverse funzioni aggiuntive, rispetto alla componente fotovoltaica, in tre categorie:
- Array Multifunctionality: funzioni aggiuntive offerte dall'area sotto-pannello (e.g. collocazione degli inverters, riparo offerto agli ovini nelle ore più calde della giornata, etc.).
  - Patch Multifunctionality: la stessa area di impianto viene utilizzata per altri scopi (e.g. attività agricole o pascolive).
  - Adjacent Multifunctionality: mitigazioni perimetrali, creazione di habitat per la fauna locale, opere di rinaturalizzazione.



**Figura 126.** Tre esempi di uso plurimo delle terre: a) protezione offerta dallo spazio sotto-pannello per componenti tecnologiche e naturali (Mühlenfeld n. 8), b) lotto adibito al pascolamento di ovini (Laarberg n. 6) e c) presenza di siepi e fiori selvatici nello spazio adiacente alla recinzione di impianto (Gansdorf n.1). (Fonte: Oudes, Stremke, 2021).

In relazione a tale aspetto, il progetto proposto ambisce a inserirsi tra gli esempi più virtuosi di *Multifunctionality*, presentandosi quale modello innovativo di uso plurimo delle terre, all'interno del quale alla componente tecnologica (impianto fotovoltaico) si affianca la componente agronomica (*arrey multifunctionality*), attraverso il mantenimento/rafforzamento delle tradizionali attività agricole, unitamente alla realizzazione di un progetto di apicoltura e di elicicoltura e al potenziamento della componente ambientale (*adjacent multifunctionality*), tramite l'inserimento di fasce vegetate a valenza percettiva/ecologica e micro habitat per la fauna locale. **Tramite tale approccio, quindi, l'impianto stesso non viene più visto come mero strumento di reddito per la produzione di energia, ma come virtuosa integrazione tra produzione di energia da fonte rinnovabile, produzioni agronomiche e opere di miglioramento ambientale.**

→ In riferimento alla *Temporality*, infine, per ciascun caso studio è stata presa in considerazione l'attenzione riservata al paesaggio nelle tre fasi di vita dell'impianto ovvero i) *construction*, ii) *operation/maintenance* (fase di esercizio) e iii) *decommissioning*.



**Figura 127.** Le fasi temporali dell'impianto energetico: 1) installazione dell'impianto, 2) esercizio e manutenzione, 3) dismissione dell'impianto. (Fonte: Oudes, Stremke, 2021).

Lo studio ha evidenziato che, in circa la metà dei casi (5 casi su 11), sono stati mantenuti (e preservati) i caratteri del paesaggio preesistente, con una tendenza condivisa alla valorizzazione delle specie preesistenti, oltretutto valorizzate/migliorate con l'inserimento di nuove fasce/formazioni arboree arbustive, con la possibilità di mantenerle nel tempo, anche dopo la fase di dismissione dell'impianto. In molti casi, non sono esplicitate le attenzioni destinate al paesaggio in fase di smantellamento, mentre nel caso di Kwekerij (n. 2 in Figura 121) e di Monreale (n. 10 in Figura 121) si attende - a fine vita dell'impianto - un verosimile miglioramento dello stato dei luoghi da imputare nel primo caso alla realizzazione di un ampio parco, che resterà a disposizione della comunità, mentre nel secondo a un miglioramento delle proprietà del suolo (e.g. accresciuta fertilità), in ragione delle essenze erbacee selezionate per la parte agronomica del progetto.

A tal proposito, come meglio approfondito al Cap. 7.2, **in riferimento all'impianto agrivoltaico in progetto**, al termine dello smantellamento delle strutture, non rimarrà alcuna struttura all'interno dell'area (né in superficie né nel sottosuolo) e il sito, non appena livellate e preparate le superfici per accogliere i semi, potrà proseguire le attività agricole, verosimilmente in condizioni di fertilità accresciuta.

Fatta questa doverosa trattazione sul paesaggio, per quanto concerne, invece, le risorse energetiche rinnovabili localmente disponibili, così come per gli impatti sulle produzioni primarie, i "criteri di scelta del sito" così come "l'analisi della superficie agricola localmente utilizzata" hanno qualificato le motivazioni che hanno portato allo sviluppo del progetto agrivoltaico oggetto del presente studio e hanno quantificato come accettabili i suoi impatti anche in ragione dell'insussistenza di effetti di cumulo e della non sottrazione di Superficie Agricola Utilizzabile – cfr. Par 3.12 e 3.13. Infine, in riferimento alle risorse naturali, la biodiversità e i servizi ecosistemici è già stata data ampia trattazione nei paragrafi dedicati al fine di comprenderne gli impatti/ricadute e dare evidenza delle attività progettuali/gestionali atte a limitare/annullare le esternalità negative.

**In chiusura, quindi, possono esser fatte le seguenti considerazioni finali:**

- 1. Tra tutte le risorse territoriali, pur tenuto conto della morfologia del sito, la componente scenico-percettiva del paesaggio è l'unica che potrebbe presentare una certa vulnerabilità puntuale per effetto della collocazione dei pannelli (e della recinzione perimetrale anti intrusione) – elementi oggi non ancora comunemente accettati.**
- 2. Facendo leva sulla limitata altezza delle installazioni, tenuto conto dell'analisi dei margini visivi e della presenza di fasce/zone boscate/vegetate esistenti, l'aspetto percettivo a scala locale risulta già naturalmente mitigato e le limitate porzioni visibili verranno ulteriormente schermate attraverso la piantumazione di fasce boscate (con specie di origine autoctona) con funzione di filtro visivo – sia per i recettori sensibili di prossimità, sia dai principali punti di osservazione ubicati nelle immediate vicinanze (i.e. percorsi viabili) con una sostanziale diminuzione dell'impatto generato dall'opera. A scala sovralocale, la visibilità del sito di impianto dai centri abitati e/o luoghi di interesse prossimi all'area di interesse (nel raggio di circa 10 km), sarà principalmente attenuata dalla distanza.**
- 3. Tenendo conto del fatto che i) l'impatto paesaggistico/visivo ha un legame molto forte con la cultura e la percezione della collettività e che ii) i "paesaggi energetici" stanno divenendo un uso comune del territorio, anche il senso critico-estetico tenderà progressivamente ad attenuarsi (anche in relazione ai benefici generati dalla produzione e distribuzione dell'energia "verde") e all'uso plurimo delle terre previsto dal progetto (con fini agro-energetici-ambientali). In termini tecnici, si potrebbe definire come "learn to love", ovvero, imparare ad amare anche i paesaggi agro-energetici in quanto tratto somatico di una rinnovata consapevolezza.**

## 6.9. Impatti/ricadute sulle componenti archeologiche e artistico-culturali

In analogia con quanto rappresentato nella **Valutazione Preventiva dell'Interesse Archeologico (VPIA)**, parte integrante e sostanziale del presente elaborato (ed alla quale si rimanda per ogni approfondimento), è possibile rappresentare quanto segue.

La valutazione ha previsto le seguenti indagini prodromiche:

- collazione di bibliografia e sitografia delle fonti storiche, degli esiti delle indagini pregresse, delle fonti iconografiche, della cartografia storica, della cartografia attuale conservata presso gli Archivi della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per la Città metropolitana di Torino (consultazione in data 23/02/2023) e presso l'archivio della Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Biella, Novara, Verbanco-Cusio-Ossola e Vercelli (consultazione in data 24/02/2023);
- fotointerpretazione;
- ricognizioni di superficie/sopralluoghi.

La fase di ricerca (cfr. Par. 3.10) ha portato all'individuazione di un totale di **52 siti di interesse storico e archeologico che sono stati inseriti in una piattaforma GIS (attraverso il Template predisposto con il**

DPCM del 14/02/2022) recante l'area oggetto dell'intervento, e i singoli punti di interesse archeologico censiti e caricati su cartografia (cfr. elaborato "FTV22CP05-AMB-R-12Rev#1" e Figura 52).

Attraverso l'analisi incrociata di tutti i dati raccolti, sono stati definiti il **potenziale archeologico** e il **rischio archeologico** delle aree interessate dalle opere in progetto (suddivise in 12 Unità di Ricognizione).

In riferimento al potenziale archeologico, sulla base delle analisi condotte a livello di bibliografia/sitografia e sulla base delle ricognizioni effettuate in campo, è emerso quanto segue:

1. la ricognizione effettuata nell'area dell'impianto agrivoltaico (Area 1) ha avuto esito negativo, se non per qualche frammento laterizio con caratteri non significativi e non in concentrazione; pertanto, in considerazione del fatto la pratica della risicoltura, operata sull'intera estensione del sito di progetto, ha manomesso i depositi – quantomeno a livello superficiale – si ritiene, cautelativamente, di assegnare un **potenziale MEDIO**;
2. per quanto riguarda, invece, il tracciato del cavidotto questo è stato suddiviso in tre diverse aree di ricognizione, alle quali è stato assegnato un **potenziale da MEDIO** (Aree 2 e 4) - a seguito degli indizi di frequentazione delle aree numerosi e diffusi - **ad ALTO** (Area 3) – per la presenza in età romana, a monte del castello Nebbione, dell'itinerario romano *Vercellae-La Bessa*.

Per quanto riguarda, invece, il rischio archeologico, in relazione ai lavori previsti, poiché essi comportano operazioni di scavo di varia entità, si ritiene che il rischio di interferire con depositi di tipo archeologico, rapportato alla tipologia delle opere previste, sia da ritenersi di indice pari a quello assoluto della loro probabilità di sussistenza nelle aree già considerate per la definizione del potenziale archeologico. Pertanto, per l'area di impianto è stato considerato un **rischio MEDIO**, mentre per il cavidotto un **rischio da BASSO a MEDIO**.

A tal riguardo, come forma di attenuazione del rischio **residuo** si ipotizza l'esecuzione di indagini archeologiche preventive propedeutiche alla fase esecutiva.

## 6.10. Impatti/ricadute sulle componenti acustiche e vibrazioni

La valutazione degli impatti acustici è analizzata in relazione alle fasi di costruzione e di esercizio dell'impianto fotovoltaico nonché in relazione all'ambito territoriale in cui l'opera stessa ricade (trascurando la componente agricola di progetto, in quanto priva di rumori molesti).

**Gli impatti acustici attesi della componente energetica di progetto, prevedono la totale assenza di impatti** con una minima incidenza, limitata alla fase realizzativa dell'impianto, sull'inquinamento acustico locale in occasione di specifici processi di breve durata.

In particolare, in fase di cantiere, la realizzazione dell'opera prevedrà emissioni acustiche legate all'installazione e al funzionamento del cantiere stesso e dovute a:

- transito di automezzi,
- movimentazione di mezzi per la posa in opera di telai, generatori fotovoltaici, cabine di trasformazione, cavidotti, recinzioni, siepi.

**Come già spiegato, si tratta di una comune fase cantieristica il cui conseguente rumore prodotto si può considerare di durata limitata.** Occorre inoltre precisare, che gli effetti complessivi sulla popolazione dovrebbero risultare attenuati dal fatto che l'ambiente circostante risulta scarsamente antropizzato, già oggetto di perturbazioni del clima acustico generato dall'autostrada e dall'alta velocità ferroviaria, e le attività cantieristiche connesse alla costruzione/smantellamento del progetto saranno svolte nel solo orario diurno.

**In fase di esercizio, l'impianto fotovoltaico non produrrà rumori molesti legati al suo funzionamento.** Si tratta infatti di una tecnologia nella quale gli organi meccanici in movimento sono limitati e per lo più silenziosi. Inoltre, risulta assente la circolazione di fluidi a temperature elevate (o in pressione), generanti emissioni sonore e vibrazioni. Si escludono pertanto forme di interferenza, dal punto di vista acustico, con l'ecosistema naturale circostante. Nello specifico, l'unica fonte di emissione è riferibile al sistema di conversione (*inverter*) ed è riconducibile ad un mero "ronzio di fondo di prossimità", che si assume come compatibile con il clima acustico (in relazione ai dati tecnici e all'output dello studio).

## 6.11. Impatti/ricadute sulle componenti sanitarie e sulla salute delle popolazioni

Per quanto concerne l'aspetto sanitario e le ricadute sulle popolazioni, gli studi scientifici sono concordi nel rilevare una sostanziale **esternalità positiva degli impianti fotovoltaici in relazione alla diminuzione delle emissioni inquinanti/tossiche generate dalla combustione dei combustibili fossili**.

Per esempio, uno studio condotto negli Stati Uniti (US-EP.A, 2009) ha rilevato come il 49% dei laghi e delle riserve d'acqua statunitensi evidenzino fauna ittica con concentrazioni di Mercurio superiori a quelle considerate sicure per il consumo umano (e questo, per lo più, a causa delle emissioni per la produzione energetica da fonti fossili convenzionali). Nel caso del mercurio, per esempio, il ciclo di vita degli impianti fotovoltaici manifesta emissioni dirette comprese tra le 50 – 1000 volte inferiori a quelle del carbone: ~0.1 g/GWh contro ~15 g/GWh (US-DOE, 1996; Meij et al., 2007; Pacyna et al., 2006). Inoltre, come già affrontato nel paragrafo collegato all'atmosfera e al clima, anche tutte le altre emissioni del ciclo di vita (e.g. NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, SO<sub>2</sub>) risultano inferiori di alcuni ordini di grandezza senza considerare l'abbattimento nella CO<sub>2</sub> che, oltre a generare benefici diretti, contribuisce alla mitigazione del cambiamento climatico (vera sorgente di rischi in ottica prospettica).

Per quanto concerne i **campi elettromagnetici ed i rischi ad essi connessi**, l'impatto è ascrivibile a quello tipico di qualunque apparecchiatura operante a tensioni medio-elevate. A questo proposito tutta l'impiantistica deve rispondere per legge agli standard imposti dalle norme CEI e, come tale, garantisce la pubblica sicurezza in merito a tale rischio. Inoltre, lo storico accumulato consente di escludere impatti in tale direzione. Per ogni dettaglio ulteriore si rimanda alla relazione dedicata.

**A livello acustico**, come già specificato nell'apposito paragrafo, la tecnologia fotovoltaica è tra le più silenziose e, superata la fase cantieristica (comunque condotta in orari diurni nel rispetto delle regole imposte), non genera rumori molesti alteranti il clima acustico dell'area.

In merito, invece, agli eventuali **rischi di abbagliamento per l'aviazione civile/militare (per il quale è stato svolto uno specifico approfondimento al successivo paragrafo)**, si segnala la presenza del campo volo "Falci della Baraggia" – 4.5 km a Nord-Est dal sito di impianto – e l'aeroporto "Biella-Cerrione" – 10.2 km a Nord/Nord-Ovest dell'area di progetto. Nello specifico, per "abbagliamento" si intende la temporanea compromissione della vista o diminuzione delle facoltà percettive dell'occhio, che si verifica quando, nel campo visivo, si trovano contemporaneamente corpi a luminosità molto diversa e, la presenza dei più luminosi, rende più faticosa e imperfetta la percezione degli altri<sup>101</sup>. A tal proposito, alcuni studi (Chiabrando *et al.*, 2009) rilevano che il possibile **rischio di abbagliamento**, dovuto al riflesso dei raggi solari sulla superficie dei moduli fotovoltaici, è maggiormente percepito in relazione alla morfologia del terreno e/o, in relazione alla presenza di infrastrutture (i.e. strade e aeroporti, come nel caso in oggetto). Occorre, pertanto, evidenziare, che **la presenza di riflessi luminosi generati dai pannelli, sia un fenomeno inevitabile ma, stando alle angolature di montaggio (e alla tipologia di inseguimento mono-assiale), tali riflessi mantengono sempre angoli di proiezione orientati verso la volta celeste (più bassi sull'orizzonte all'alba e al tramonto e più verticali vicino allo zenit, nelle ore centrali della giornata – questi ultimi, peraltro, simili a quelli generati da uno specchio d'acqua)**. Inoltre, la pubblicistica consultata (Chiabrando *et al.*, 2008) ha dimostrato, che il rischio di abbagliamento è percepibile solo in alcuni periodi dell'anno e per un brevissimo tempo (il 21 Febbraio dalle 8:30 alle 8:45 e il 21 Marzo dalle 8:15 alle 8:30), in cui, peraltro, la radiazione solare è ancora piuttosto debole. Tale effetto è ulteriormente attenuato dalle soluzioni costruttive dei moduli che oggi tendono ad assorbire i raggi piuttosto che rifletterli e dalla presenza delle stesse molecole dell'aria, che contribuiscono a scomporre e assorbire la radiazione solare incidente sul pannello, riducendone, quindi, la componente riflessa.

In relazione a ciò, è fondamentale rilevare come **la morfologia pianeggiante dei terreni (anche quelli vicini nel congruo intorno dell'area) pongano tutti i possibili recettori sensibili (e.g. case, strade, etc), al di sotto degli angoli di riflessione escludendo possibili rischi di abbagliamento**. Inoltre, nel caso specifico

<sup>101</sup> <https://www.treccani.it/vocabolario/abbagliamento/>

dell'aeroporto "Biella-Cerrione" si segnala la presenza di n. 7 impianti *utility scale* ubicati entro un raggio di 5 km – di cui il più vicino collocato a circa 350 m.

Infine, sono sempre di più gli esempi di virtuosa coesistenza tra infrastruttura fotovoltaica e aeroportuale, su scala nazionale e internazionale (i.e. solo in Italia: il "Karol Wojtyla" di Bari, il "Leonardo da Vinci" di Fiumicino, il "Dolomiti" di Bolzano), a evidenza di una possibile coesistenza, senza particolari rischi. Molti aeroporti, in particolare, si sono dotati di tecnologia fotovoltaica - in copertura o al suolo -, al fine di soddisfare, in parte o interamente, i propri fabbisogni energetici mediante l'utilizzo di fonte rinnovabile solare. Tra i più estesi, il virtuoso *case history* dell'aeroporto di Atene "Eleftherios Venizelos", che è stato oggetto di un recente progetto di ristrutturazione, che oltre a plasmarne l'aspetto estetico, ha segnato un netto cambio di registro in termini di sostenibilità ambientale. L'aeroporto di Atene è stato dotato, infatti, di un impianto fotovoltaico da 8.05 MW, in grado di coprire parte dei fabbisogni elettrici dello scalo. In termini dimensionali l'impianto, costituito da 28'750 moduli, si estende su un terreno di 16 ha collocato proprio in prossimità delle piste di atterraggio (Figura 128).



**Figura 128.** Impianto fotovoltaico realizzato presso l'aeroporto di Eleftherios Venizelos di Atene.

Circa il **rischio di disastri e/o calamità naturali** (e.g. terremoti, alluvioni, frane, incendi, etc) **o antropiche** (i.e. rischi tecnologici), e le interazioni che il progetto potrebbe avere con le stesse, (sia in modo attivo - in quanto fonte di rischio di innesco, sia in modo passivo - in quanto oggetto di danneggiamento con aggravio del disastro), **l'impianto non risulta particolarmente vulnerabile a calamità o eventi naturali, ancorché eccezionali**. Questo sia perché l'area oggetto di studio non risulta inserita in nessun contesto ambientale a rischio da disastri naturali e/o da quelli provocati dall'uomo, sia perché le tecnologie adottate cercano di eliminare **la vulnerabilità dell'impianto** attraverso l'adozione di criteri progettuali adeguati e, nello specifico:

- eventi sismici, non prevedendo edificazioni in cemento e/o strutture soggette a crolli;
- allagamenti e rischi elettrici, dal momento in cui la struttura elettrica d'impianto è dotata di tutti i necessari sistemi di protezione (sia di carattere tangibile, sia di carattere intangibile);
- trombe d'aria, essendo le strutture certificate per resistere a venti di notevole intensità senza perdere la propria integrità strutturale;
- incendi, in quanto non sono presenti composti o sostanze infiammabili e l'impianto è dotato degli standard imposti dalla normativa antincendio.

Vale infine la pena rilevare, come peraltro già riportato, che spesso, nonostante le rassicurazioni e le evidenze scientifiche, **a livello locale le comunità percepiscono le installazioni come impattanti sulle risorse ambientali e limitative della qualità della vita** (Zoellner et al., 2008). Tali timori, talvolta basati sull'intangibile, hanno di tanto in tanto trovato fondamento in progetti mal concepiti e in realizzazioni malfatte, dando origine a forme generalizzate di protesta aprioristica identificate con l'acronimo NIMBY (i.e. Not in my Back Yard) ovvero l'*"opposizione da parte di membri di una comunità locale contro opere di interesse pubblico sul proprio territorio, ma che non si opporrebbero alla sua costruzione in un altro luogo"*.

Le analisi approfondite effettuate nel presente studio di impatto ambientale (e sociale), unitamente alla cura progettuale dell'impianto agrivoltaico oggetto di analisi, vorrebbe quindi rassicurare le popolazioni con analisi oggettive basate su dati scientifici e fonti certe.

**Anche per quanto concerne l'aspetto sociale, infine, l'impianto consentirà esternalità positive così riassumibili:**

- fonte diretta di reddito per gli attuali proprietari dei terreni e conseguente immissione di liquidità nel sistema locale;
- creazione di impiego sia nel comparto agricolo di progetto, sia per la parte energetica attraverso il coinvolgimento operativo di personale locale in fase manutentivo-gestionale del parco agrivoltaico;
- verosimile decrescita, a tendere, del valore dell'energia elettrica sul libero mercato con, oltretutto, la possibilità di scegliere eticamente l'energia prodotta da fonti rinnovabili;
- potenziamento dei servizi ecosistemici naturali (con ricadute locali);
- perpetrazione dell'uso agricolo del sito, con rafforzamento della filiera locale.

Si rileva, infine, l'apertura da parte della società proponente alla valutazione di forme di finanziamento/cofinanziamento di attività di rilevanza ambientale territoriale nel rispetto del D.M. 10/9/2010<sup>102</sup> **laddove si rilevassero forme residue di impatto non opportunamente compensate (dietro opportuna evidenza motivata corredata di logica quantificazione).**

### 6.11.1. Focus fenomeni di abbagliamento

L'impianto agrivoltaico in progetto, è attraversato da due importanti infrastrutture lineari di trasporto: l'autostrada A4 e la ferrovia ad alta velocità Torino-Milano, le quali sono disposte parallelamente tra loro su di un asse orientato da Sud Ovest verso Nord Est (Figura 129). In generale, la presenza di superfici riflettenti, in particolari condizioni, può determinare il verificarsi di fenomeni di abbagliamento.



**Figura 129.** Sovrapposizione tra il layout di impianto e la viabilità esistente potenzialmente soggetta fenomeni di abbagliamento.

<sup>102</sup> D.M. 10/9/2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" - Allegato 2 "Criteri per l'eventuale fissazione di misure compensative" lettera h) "***le eventuali misure di compensazione ambientale e territoriale definite nel rispetto dei criteri di cui alle lettere precedenti non possono comunque essere superiori al 3 per cento dei proventi, comprensivi degli incentivi vigenti, derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto.***"

## Definizione di impatto visivo

Un abbagliamento consiste nella sensazione negativa percepita da un osservatore a causa della presenza di un'area eccessivamente luminosa (i.e. elevata luminanza) all'interno del proprio campo visivo. Al verificarsi di tale fenomeno, i meccanismi biochimici di risposta dell'occhio umano alle forti variazioni di intensità luminosa possono degradare le prestazioni visive (acuità visiva, percezione del contrasto, velocità di percezione) e indurre disturbi astenopeici (affaticamento, stanchezza, disagio).

L'abbagliamento si può classificare a seconda dell'incidenza del raggio proveniente dalla fonte luminosa:

- **diretto**: se un raggio luminoso colpisce direttamente la parte centrale della retina (i.e. fovea);
- **indiretto**: se un raggio luminoso incide sulle zone più periferiche dell'occhio.

La stessa terminologia può essere utilizzata anche per distinguere se il fascio di luce colpisce l'osservatore direttamente o indirettamente, dopo essere stato riflesso, come nel caso di grandi superfici riflettenti quali i campi fotovoltaici o le facciate "a specchio" di alcuni edifici.

La conseguenza dell'abbagliamento sulla vista, dal punto di vista fisiologico, può essere:

- **debilitante**, quando si verifica un peggioramento istantaneo o temporaneo, ma reversibile, delle funzioni visive;
- **infastidite**, quando provoca un senso di disagio che non determina inabilità visiva, ma disturbi di affaticamento oculare (i.e. astenopia), che portano a difficoltà di concentrazione, riduzione della capacità di attenzione, aumento delle probabilità di errore.

Per descrivere le conseguenze della riflessione della luce solare sulle superfici riflettenti, la letteratura americana, ha introdotto i concetti di "Bagliore" e di "Luccichio", i quali sono definiti come:

- Il "**luccichio**" (*glint*) è un improvviso ed intenso lampo di luce che può derivare da un riflesso diretto del sole su di un pannello solare (o su un'altra superficie riflettente). Lo scintillio improvviso potrebbe causare disturbo ad un osservatore che si muove ad una data velocità nelle vicinanze di un campo fotovoltaico.
- Un "**bagliore**" continuativo (*glare*) è invece una fonte continua di eccessiva luminosità. Potrebbe essere sperimentato ad esempio da un osservatore stazionario situato nel percorso della luce solare riflessa dalla faccia del pannello.

La differenza tra "bagliore" e "luccichio" è fondamentalmente legata alla durata del fenomeno percepita dall'osservatore.

Inoltre, l'effettivo impatto sulla vista di un abbagliamento dipende sensibilmente anche da alcuni fattori soggettivi, quali:

- la posizione della sorgente luminosa all'interno del campo visivo dell'osservatore;
- la tipologia di attività svolta dall'osservatore;
- l'età anagrafica e lo stato di salute generale;
- la luminosità dell'ambiente circostante e le condizioni atmosferiche.

## Il fenomeno ottico dell'immagine residua

Gli effetti dell'abbagliamento sulla vista, si possono quantificare attraverso il concetto di "*after-image*" o "immagine residua", che consiste in un effetto ottico che si manifesta sotto forma di un'immagine che continua a comparire nella visione anche quando l'esposizione dell'immagine originale è cessata. Quando l'occhio umano fissa una luce intensa, (e.g. una lampadina accesa o il sole), e poi distoglie lo sguardo da quella fonte di luce, in genere l'occhio continuerà a "vedere" la luce per un breve lasso di tempo. L'esposizione visiva diretta alla luce intensa, come il sole o gli effetti di una superficie riflettente, in casi estremi, può anche causare danni permanenti agli occhi o cecità temporanea. Il tempo di persistenza dell'immagine residua all'interno del campo visivo è direttamente proporzionale al tempo di esposizione alla sorgente luminosa.

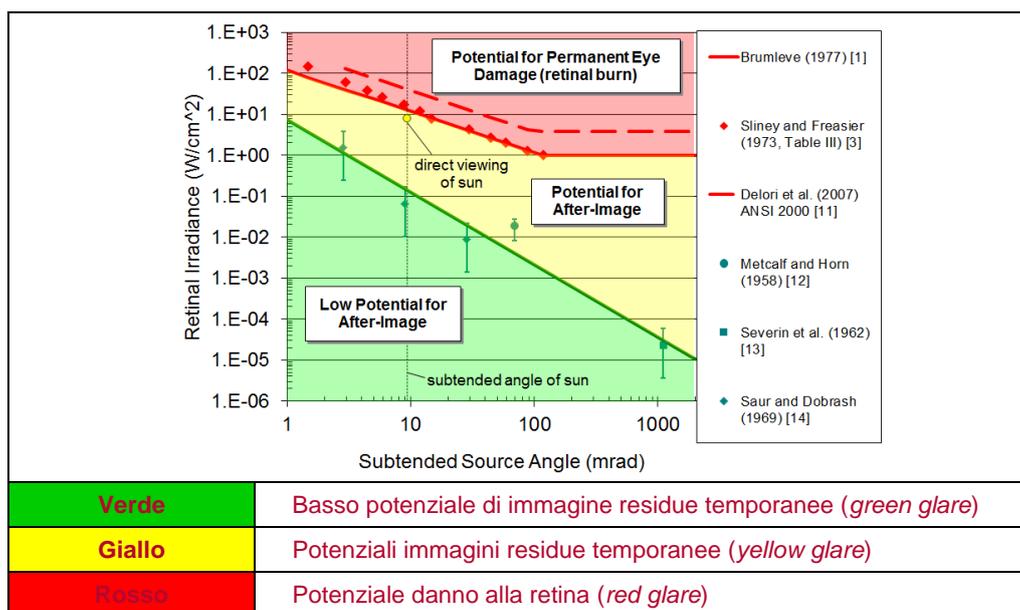
Le due grandezze necessarie per la valutazione dell'impatto oculare di un abbagliamento sono: i) l'irraggiamento retinale ( $W/cm^2$ ) e ii) l'angolo sotteso della sorgente dell'abbagliamento (mrad). Il rapporto tra

queste due variabili determina i potenziali effetti sulla retina, che, sulla base dei riferimenti presenti in letteratura (Ho et al., 2011), può essere classificato in tre categorie in base al possibile rischio di danno oculare (Figura 130).

La grandezza e l'impatto che un'immagine residua ha sul campo visivo dell'osservatore, dipendono dalla dimensione dell'angolo sotteso della sorgente luminosa. Per un dato irraggiamento retinale un angolo minore della sorgente produce un'immagine residua minore ed anche un impatto potenziale più basso. Se l'irraggiamento retinale è abbastanza forte per un dato angolo sotteso della sorgente, si potrebbe produrre un danno oculare permanente da ustione retinale (*red glare*). Osservando i dati riportati nella Figura 130 è possibile notare come, mentre l'angolo sotteso della sorgente aumenta, la soglia dell'irraggiamento retinale sicura diminuisce. **Per un dato irraggiamento, un angolo sotteso maggiore comporta pertanto un'immagine retinale maggiore e fornisce una potenza maggiore alla retina** che non può essere facilmente dissipata dal perimetro dell'immagine retinale "calda" come invece accadrebbe nel caso di un'area retinale minore.

Al di sotto della soglia di ustione retinale, esiste una regione dove un irraggiamento abbastanza elevato può causare un'immagine residua o cecità da flash temporanei, questa regione è generata dallo sbiancamento (sovrasaturazione) dei pigmenti visivi della retina (*yellow glare*). Quando ciò accade, nel campo visivo dell'osservatore si genera un'immagine residua temporanea, simile all'effetto prodotto dall'esposizione ad un flash fotografico in una stanza con bassa luminosità.

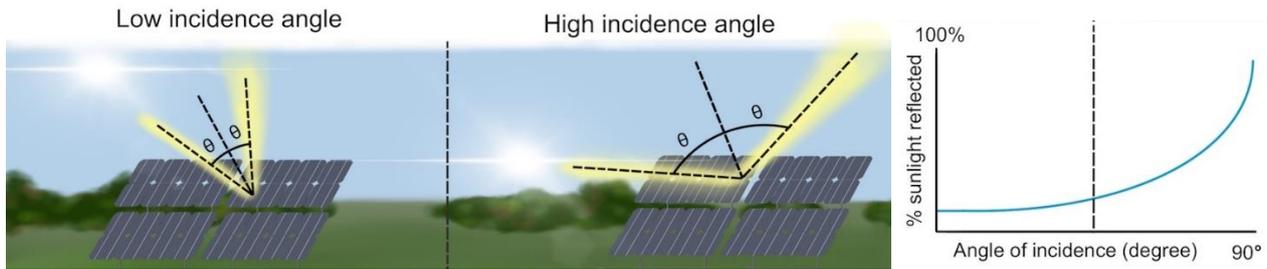
Gli effetti dell'impatto potenziale dell'irraggiamento dipendono infine dal tempo di esposizione. I dati sui danni oculari sono considerati convenzionalmente per un tempo di esposizione pari a 0,15 s, che corrisponde al tempo di chiusura della palpebra. Si noti, come in corrispondenza del punto denominato "direct viewing of sun" nella Figura 130, anche un breve (0,15 s) sguardo diretto verso il sole, potenzialmente può indurre la formazione di immagini residue.



**Figura 130.** Classificazione degli impatti sulla vista in base all'irraggiamento sulla retina e dell'angolo sotteso con la sorgente luminosa (Ho et al., 2011).

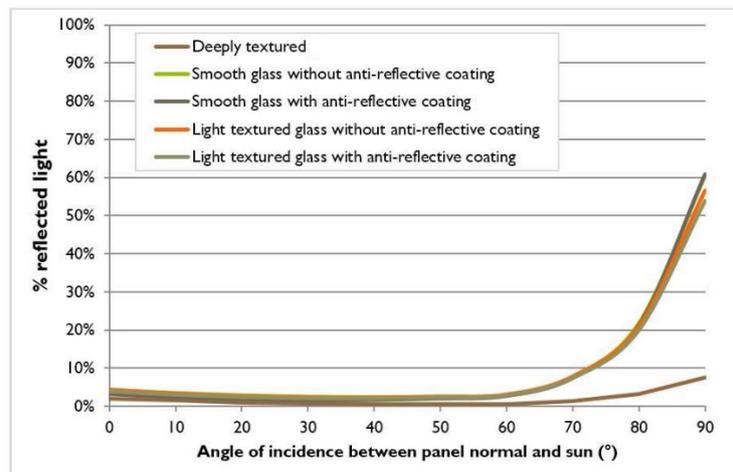
### La valutazione dell'impatto visivo

Uno dei principali fattori che governano la riflettività (ovvero la capacità di riflettere la luce incidente) di una superficie è il suo posizionamento rispetto alla sorgente luminosa. Un modulo in grado di assorbire il 90% della radiazione solare diretta, può arrivare a rifletterne anche 60% qualora questo non sia perfettamente orientato rispetto alla posizione del sole (Figura 131). Tale condizione si verifica abbastanza di frequente, soprattutto nelle installazioni a bassa inclinazione, in particolare all'alba ed al tramonto.



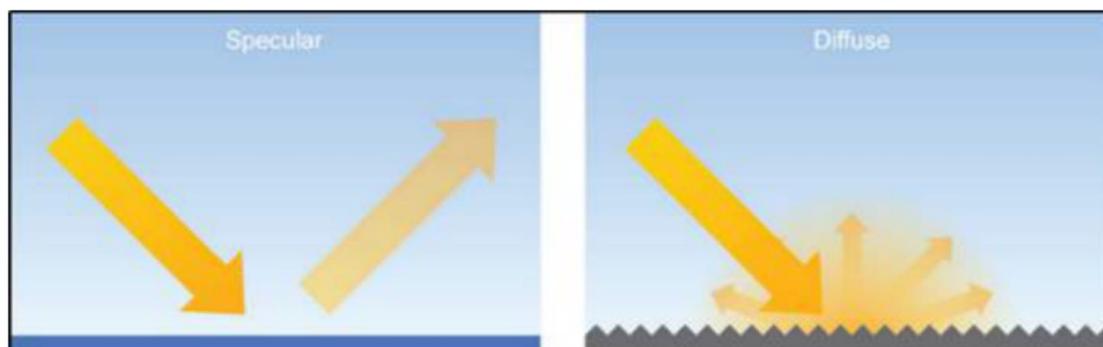
**Figura 131.** Andamento della riflettività di un pannello in funzione dell'angolo di incidenza ( $\theta$ ). La percentuale di luce solare riflessa è direttamente proporzionale all'angolo di incidenza.

Un'altra importante variabile che influenza la formazione di fenomeni di abbagliamento è il materiale della superficie dei moduli. La frazione di luce solare riflessa dal rivestimento anteriore dei moduli, non contribuendo alla produzione di energia elettrica, comporta un calo dell'efficienza degli stessi. Per minimizzare le perdite per riflessione i moderni moduli fotovoltaici sono costruiti in vetro anti-riflettente ad alta trasmittanza, il quale conferisce alla superficie dei moduli un aspetto opaco. Come si può osservare nel grafico riprodotto nella Figura 132, le caratteristiche ottiche dei materiali disponibili in commercio (i.e. applicazione di trattamenti antiriflesso, superficie microstrutturata), influenzano la quota di luce riflessa a parità di angolo di incidenza.



**Figura 132.** Relazione tra la percentuale della luce riflessa in funzione dell'angolo di incidenza e del tipo di materiale.

Esistono due tipologie di riflessione che possono verificarsi su di una superficie: i) riflessione speculare, la quale produce un tipo di luce più "concentrato", e si verifica quando la luce intercetta una superficie liscia o lucida come il vetro o l'acqua; ii) riflessione diffusa, che invece, genera un tipo di luce meno "focalizzata", e si manifesta quando la luce si riflette su una superficie ruvida come la vegetazione, il cemento o acqua ondulata (Figura 133). Il principale tipo di riflettanza espressa dai moduli fotovoltaici è di tipo speculare, anche se, nella realtà, tutte le superfici emanano una combinazione di riflessione speculare e di riflessione diffusa.



**Figura 133.** Modalità di riflessione della luce in funzione della scabrezza della superficie.

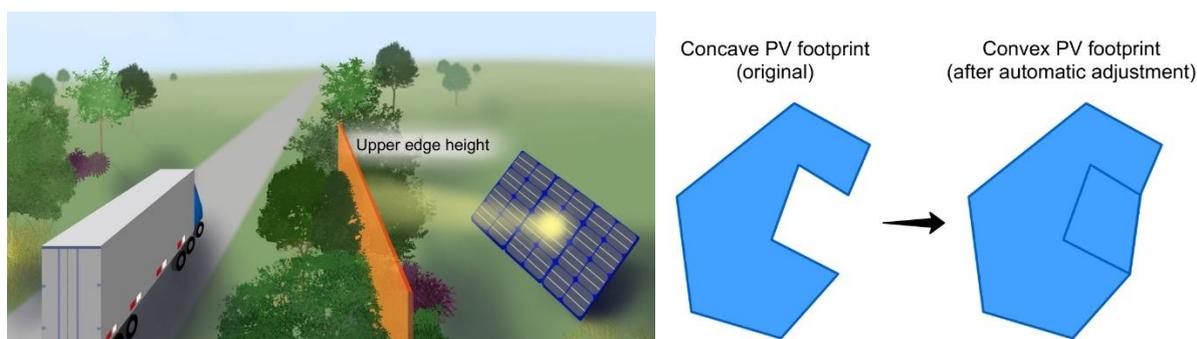
## Codice di calcolo

Il rischio che le opere in progetto possano generare fenomeni di abbagliamento sulla viabilità è stato valutato attraverso il software ForgeSolar ([www.forgesolar.com](http://www.forgesolar.com)), il quale si basa sul codice di calcolo denominato *Solar Glare Hazard Analysis Tool* (SGHAT), sviluppato dal Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti (DOE) e dai *Sandia National Laboratories* con lo scopo di valutare il potenziale impatto sulla vista dei piloti causato dai riflessi della luce solare emessi dalle installazioni fotovoltaiche (Ho et al., 2014). Per la sua efficacia e flessibilità, tale approccio trova ampia applicazione anche al di fuori del settore dell'aviazione civile, e si è affermato come uno standard per valutare il rischio di abbagliamento sulle infrastrutture di trasporto terrestre nonché su recettori sensibili puntuali.

ForgeSolar, a partire dalla topografia del terreno, delle caratteristiche del layout di impianto e dal movimento del sole nel corso dell'anno, è in grado di simulare il verificarsi di fenomeni di abbagliamento con una risoluzione temporale di 1 minuto. Qualora si verifichi un abbagliamento, il modello è in grado di ricavare la durata dello stesso, nonché l'intensità dell'irraggiamento sulla retina dell'osservatore ( $W/cm^2$ ) e l'angolo sotteso della sorgente rispetto ai recettori sensibili considerati (mrad), visualizzarli su di un diagramma di irraggiamento retinale e classificarli in base al potenziale impatto visivo.

ForgeSolar permette di valutare gli impatti dei fenomeni di abbagliamento su recettori sensibili puntuali (singoli edifici) o lineari (strade), i quali vengono modellati in base alla loro posizione geografica, quota del terreno ed altezza dal suolo. Il software tuttavia non considera eventuali ostacoli non di natura topografica (e.g. vegetazione arborea, edifici, infrastrutture), assumendo che la visuale da una determinata posizione sia sempre libera. Eventuali elementi che si interpongono lungo la linea di visuale verso un dato recettore, (e.g. edifici, vegetazione arborea, rilevati stradali, argini) devono essere inseriti in modo esplicito nel modello come "elementi verticali", che fungono da schermo per impedire il propagarsi della luce solare riflessa al di là di essi (Figura 134).

All'interno del modello, il layout di impianto è rappresentato attraverso dei poligoni che corrispondono al perimetro delle singole sub-aree occupate dalle stringhe (*footprint*). Tali poligoni, costituiscono una semplificazione dell'effettiva geometria delle installazioni fotovoltaiche, le quali sono approssimate a dei piani inclinati in base alla quota. Nel caso in cui la topografia del terreno non sia ragionevolmente approssimabile a un singolo piano inclinato, ad esempio nel caso di cambi di pendenza e/o esposizione, è opportuno suddividere le superfici occupate da moduli in due o più poligoni in modo da modellare in modo più realistico l'installazione fotovoltaica. Un'altra limitazione del codice riguarda i poligoni con forme concave, i quali possono essere elaborati in maniera non corretta nel modello (Figura 134). Come nel caso precedente, in queste situazioni è consigliabile suddividere il poligono in due o più geometrie in modo che queste abbiano forme convesse.



**Figura 134.** Rappresentazione di una barriera verticale (filare alberato) all'interno del modello di calcolo (sinistra) ed esempio di approssimazione della geometria di una footprint convessa (destra).

Il modello assume che la radiazione solare in ingresso sia pari a quella osservabile in condizioni di cielo sereno. Tale condizione, risulta essere molto cautelativa rispetto alla effettiva variabilità di condizioni atmosferiche che si verificano nel corso dell'anno.

Anche se il codice di calcolo implementato nel software prevede alcune semplificazioni rispetto alla configurazione geometrica dell'impianto e delle leggi fisiche che governano il fenomeno degli abbagliamenti, i suoi risultati sono stati validati in numerosi casi di studio, nei quali il software ha accuratamente predetto il verificarsi e l'intensità degli abbagliamenti nel corso del tempo.

## Setup della simulazione

L'impianto agrivoltaico in progetto, è stato suddiviso in 39 sub-aree, corrispondenti ad ogni gruppo di pannelli (Figura 135). Le quote del piano di campagna sono state ricavate dal rilievo topografico di dettaglio eseguito durante la fase progettuale.

In accordo con le soluzioni tecniche scelte nella fase di progettazione, ogni sub-area è stata configurata in modo da simulare il movimento di tracker mono assiali orientati lungo l'asse Nord-Sud, (corrispondente a un orientamento di 0°). In considerazione del modello dei tracker, la quota a cui si trovano i moduli fotovoltaici è stata posta a 2,75 m dal piano di campagna, con un intervallo di inclinazione di  $\pm 60^\circ$  rispetto all'orizzontale.

La riflettività della superficie dei moduli fotovoltaici è stata impostata utilizzando i valori tipici del vetro con trattamento antiriflesso (*smooth glass with antireflective coating*); l'indice di copertura è stato posto pari a 0,5.



**Figura 135.** Suddivisione e nomenclatura delle singole superfici fotovoltaiche che compongono l'impianto agrivoltaico in progetto al fine della modellistica degli abbagliamenti e disposizione delle fasce vegetate arboreo-arbustive di mitigazione perimetrale.

L'autostrada A4 e la linea ad alta velocità Torino-Milano che attraversano le aree di progetto sono state inserite nel modello come recettori lineari (*observation routes*), ricavando le quote delle carreggiate autostradali e della massicciata ferroviaria dal modello delle superfici (LIDAR DSM) del MATTM. Per rendere le simulazioni più realistiche, i recettori lineari lungo la A4 sono stati impostati alle altezze medie dal piano stradale a cui si trovano gli occhi del conducente di un'automobile (1,6 m) e di un autotreno (2,6 m), mentre per la linea ferroviaria ad alta velocità, l'altezza del punto di vista del macchinista è stata posta a 2,8 m. In tutte le simulazioni, il campo visivo orizzontale dell'osservatore è stato impostato a  $120^\circ$  ( $60^\circ+60^\circ$ ). Inoltre, l'impatto sulla vista dei conducenti dei veicoli in transito sulla viabilità considerata è stato analizzato separatamente per i due sensi di marcia.

Infine, **l'analisi è stata condotta sia in assenza, sia in presenza delle opere di mitigazione perimetrale** (i.e. fasce vegetate arboreo-arbustive), al fine di valutare la loro efficacia nel limitare eventuali impatti a carico dei recettori considerati. L'altezza delle fasce vegetate è stata impostata a 10 m dal piano di campagna.

Oltre alle caratteristiche tecniche dell'impianto agrivoltaico, le simulazioni hanno richiesto la definizione di alcune specifiche variabili stazionali, riportate nella successiva Tabella 34.

**Tabella 34.** Parametri stazionali utilizzati nelle simulazioni effettuate.

<b>Altezza minima del sole</b> (gradi)	Limite inferiore a cui il sole è visibile. In considerazione che l'area di studio si trova in un contesto pianeggiante è stato posto pari a 0°. Contesti geomorfologici differenti (e.g. aree collinari) sono caratterizzati da un'altezza minima del sole maggiore.
<b>Radiazione Diretta Normle massima</b> (W/m <sup>2</sup> or Wh/m <sup>2</sup> )	La Radiazione Diretta Normale (DNI) massima in un particolare luogo a mezzogiorno, rappresenta la quantità di radiazione solare incidente su una superficie disposta normalmente rispetto al sole nell'arco di 60 minuti. Durante una giornata soleggiata e senza nuvole, a mezzogiorno mediamente il DNI è pari a circa 1000 W/m <sup>2</sup>
<b>Angolo solare</b> (gradi)	Ampiezza media dell'angolo di inclinazione del sole, pari a 0,5°.
<b>Coefficiente di trasmissione oculare</b> (-)	Coefficiente che rappresenta la radiazione assorbita dall'occhio prima di raggiungere la retina, che tipicamente ha un valore di 0,5 (Ho et al. 2011; Sliney et al. 1973).
<b>Diametro della pupilla</b> (m)	Indica il diametro della pupilla di un osservatore. La dimensione della pupilla è direttamente proporzionale alla quantità di luce che può entrare nell'occhio e raggiungere la retina. Dati di letteratura indicano come il diametro della pupilla vari da 0,7002 m durante il giorno a 0,008 m durante la visione notturna (Ho et al. 2011; Sliney et al. 1973).
<b>Lunghezza focale dell'occhio</b> (m)	Distanza tra il punto in cui un raggio di luce entra nell'occhio e la retina. This value is used to determine the projected image size on the retina for a given subtended angle of the glare source. Tipicamente l'occhio umano ha una distanza focale di 0,017 m (Ho, 2011; Sliney, 1973).

## Risultati

Le simulazioni effettuate hanno permesso di valutare l'entità e la durata degli abbagliamenti che possono essere riscontrati, nel corso dell'anno, lungo la viabilità considerata a seguito della realizzazione dell'impianto agrivoltaico in progetto, classificandoli in base al livello di rischio oculare, in una delle tre categorie di impatto potenziale di immagine residua (rosso, verde, giallo).

I risultati ottenuti, sintetizzati nella Tabella 35, mostrano come **la generazione di fenomeni di abbagliamento a carico dei recettori sensibili oggetto di studio sia circoscritta esclusivamente ad alcune limitate porzioni delle sub-aree occupate da moduli fotovoltaici nella parte Sud-Est dell'impianto agrivoltaico** (i.e. S02, S04, S06, S09). Osservando i dati disaggregati in base alla direzione di marcia, appare come il **maggior potenziale abbagliante è concentrato nelle sub-aree S04 e S06**. Gli abbagliamenti emessi dalle sub-aree S02 e S09 appaiono essere di intensità e durata significativamente inferiore.

In relazione a queste aree e analizzando i risultati ottenuti in base alla tipologia di veicolo ed alla direzione di scorrimento del traffico nell'ipotesi "in assenza di opere di mitigazione", si è constatato come l'autostrada A4, pur essendo quasi interamente "schermata" dal rilevato ferroviario, sia soggetta a qualche minimo fenomeno di abbagliamento, riconducibile, però, a un totale complessivo di pochi minuti/anno e a carico esclusivamente di mezzi pesanti (in quanto di maggiore altezza). La linea ferroviaria, invece, si troverebbe maggiormente esposta a fenomeni di abbagliamento, quasi esclusivamente viaggiando in direzione Nord-Sud.

Tuttavia, introducendo opportune schermature visive, quali le mitigazioni ambientali in progetto, gli impatti visivi da abbagliamento **risulterebbero interamente annullati nel caso dell'autostrada A4 e pressoché marginali/trascurabili per il tratto ferroviario**. Oltretutto in quest'ultimo caso, l'elevata velocità di transito dei treni unitamente al percorso "obbligato" dai binari, seppur in presenza di residui fenomeni di abbagliamento, non costituirebbe alcuna forma di rischio per la sicurezza e/o per l'incolumità del servizio di trasporto (Tabella 35 e Figura 136).

I risultati restituiti dal modello, introducendo l'effetto di mascheramento visivo indotto dalla presenza delle fasce arboreo-arbustive perimetrali in progetto, mostrano un'efficace azione di riduzione della durata e dell'intensità dei fenomeni di abbagliamento, in particolare rispetto a quelli ricadenti nella classe del "giallo", i quali hanno un maggiore potenziale di generare immagini residue.

**Tabella 35.** Durata degli abbagliamenti simulati con il modello Forge Solar (in minuti all'anno), in relazione al tipo di veicolo in transito e della presenza delle mitigazioni ambientali.

Sub-area	Tipo veicolo	Recettore	SENZA mitigazioni		CON mitigazioni	
			Green glare (min)	Yellow glare (min)	Green glare (min)	Yellow glare (min)
S02	Automobili	A4 NORD-SUD	0	0	0	0
		A4 SUD-NORD	0	0	0	0
	Autotreni	A4 NORD-SUD	0	0	0	0
		A4 SUD-NORD	17	0	0	0
	Treni	TAV NORD-SUD	0	0	0	0
		TAV SUD-NORD	660	69	0	0
S04	Automobili	A4 NORD-SUD	0	0	0	0
		A4 SUD-NORD	0	0	0	0
	Autotreni	A4 NORD-SUD	0	0	0	0
		A4 SUD-NORD	0	0	0	0
	Treni	TAV NORD-SUD	1899	2560	1993	0
		TAV SUD-NORD	0	0	0	0
S06	Automobili	A4 NORD-SUD	0	0	0	0
		A4 SUD-NORD	0	0	0	0
	Autotreni	A4 NORD-SUD	79	0	0	0
		A4 SUD-NORD	0	0	0	0
	Treni	TAV NORD-SUD	9447	1710	4896	219
		TAV SUD-NORD	0	0	0	0
S09	Automobili	A4 NORD-SUD	0	0	0	0
		A4 SUD-NORD	0	0	0	0
	Autotreni	A4 NORD-SUD	0	0	0	0
		A4 SUD-NORD	0	0	0	0
	Treni	TAV NORD-SUD	235	0	170	0
		TAV SUD-NORD	0	0	0	0

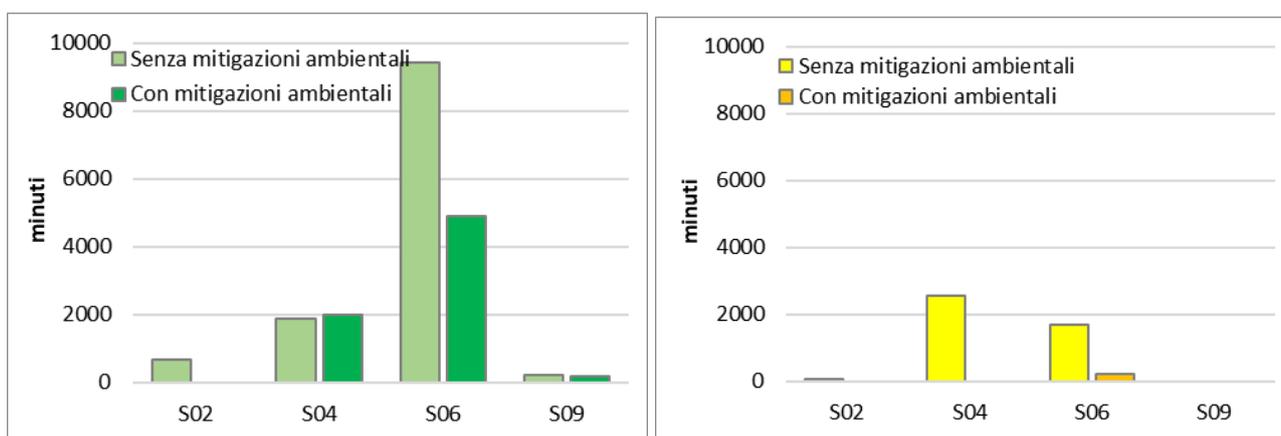
Per loro natura, **i fenomeni di abbagliamento** sono governati dal movimento del sole, e quindi **hanno un carattere fortemente stagionale**. A tal riguardo, si evidenzia, che gli abbagliamenti generabili dai moduli fotovoltaici, si verificherebbero principalmente nel periodo invernale - novembre-gennaio (Tabella 36 e Tabella 37) e che il modello di calcolo assume la presenza costante di condizioni atmosferiche ottimali, mentre nel corso dell'anno, ed in particolar modo negli stessi mesi invernali è piuttosto frequente avere presenza di nubi, foschia e nebbia, le quali riducono sensibilmente l'intensità dell'irraggiamento solare e la propagazione della luce nell'atmosfera. **Ne consegue che i risultati ottenuti, seppur trascurabili, siano da considerarsi estremamente cautelativi e che l'effettiva durata ed intensità dei fenomeni di abbagliamento, nella realtà, potrà essere inferiore rispetto a quella stimata.**

**Tabella 36.** Durata cumulata mensile (in minuti) dei fenomeni di abbagliamento durante il corso dell'anno, in assenza di mitigazioni.

Sub-area	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
S02 (green)	0	0	0	6	130	318	210	38	5	5	5	5
S02 (yellow)	0	0	0	0	34	0	33	2	0	0	0	0
S04 (green)	517	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	1072
S04 (yellow)	446	0	0	0	0	0	0	0	0	0	29	2085
S06 (green)	3580	24	0	0	0	0	0	0	0	0	2414	3429
S06 (yellow)	585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	310	894
S09 (green)	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	223
S09 (yellow)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabella 37.** Durata cumulata mensile (in minuti) dei fenomeni di abbagliamento durante il corso dell'anno, in presenza di mitigazioni.

Sub-area	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
S02 (green)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S02 (yellow)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S04 (green)	647	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	1032
S04 (yellow)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
S06 (green)	1828	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1104	1964
S06 (yellow)	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	205
S09 (green)	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	165
S09 (yellow)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



**Figura 136.** Sintesi del tipo e della durata degli abbagliamenti percepiti (in entrambi i sensi di marcia), durante il corso dell'anno dai **treni in transito sulla linea ad alta velocità**, in assenza e in presenza delle mitigazioni ambientali previste dal progetto.

Infine, a titolo illustrativo, si riportano in **Figura 137** i diagrammi di irraggiamento retinale relativi alle sub-aree interessate da potenziali fenomeni di abbagliamento (S02, S04, S06 e S09) dai quali si può apprezzare come le fasce vegetate perimetrali determinino una sensibile riduzione dell'intensità del potenziale impatto visivo dei fenomeni di abbagliamento a carico delle linee ad alta velocità.

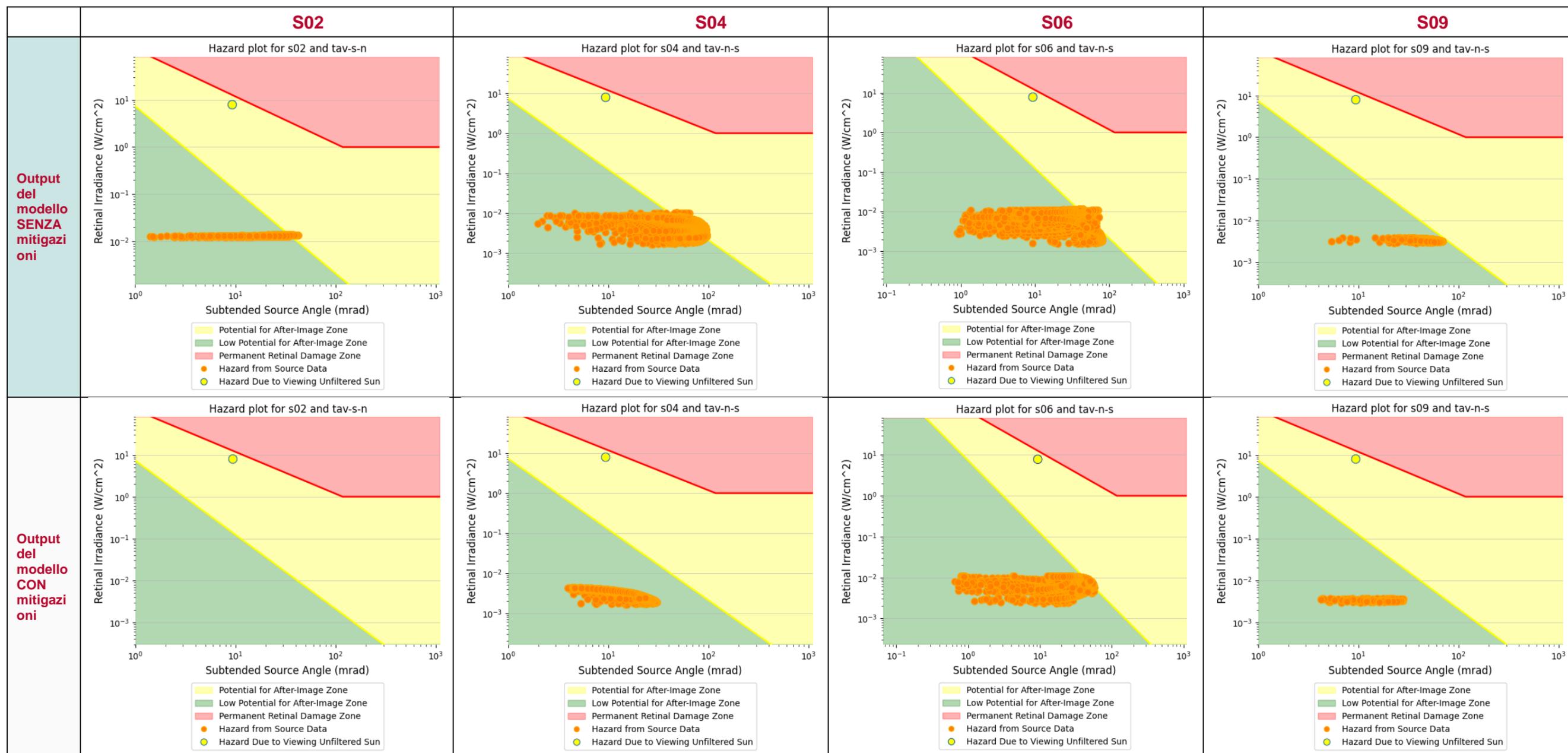


Figura 137. Diagrammi di irraggiamento retinale relativi alla linea ferroviaria in direzione: In assenza ed in presenza dell'effetto di mascheramento visivo delle mitigazioni perimetrali.

# 7. Valutazioni conclusive

## 7.1. Interventi di mitigazione/inserimento ambientale

I presupposti ideali dell'impianto agrivoltaico "e-VerGREEN" sono mirati ad un miglioramento qualitativo della salute del pianeta anche se appaiono, nel concreto, imprescindibili elementi "complementari" di disturbo (specialmente nella fase cantieristica, ancorché di breve durata). È un dato di fatto che, oltre ai benefici immediati o continuativi (generabili dalla realizzazione di una qualsiasi iniziativa etica) si presentino, al contempo, intrinseci ad essa, inevitabili effetti collaterali, dal momento in cui l'opera si inserisce come artefatto in un contesto preesistente.

Come è già stato sottolineato ed ampiamente dibattuto, tuttavia, l'impianto oggetto di autorizzazione risulta inserito in un ambiente ad uso agricolo con eventi perturbativi di origine antropica frequenti e continuativi ed in un contesto paesaggistico di carattere misto agro-energetico. Non rilevandosi la presenza di elementi particolarmente sensibili a livello di risorse biotiche e abiotiche, l'impatto dell'opera appare limitato e per lo più mitigabile (sino ad annullabile nella maggior parte dei casi) con accorgimenti progettuali e strategie gestionali. Di più, tali "disturbi" appaiono di minima entità specie se raffrontati alle ripercussioni sul clima - ben più gravi ed estese nel tempo e nello spazio – dello smisurato (ed imperterrito) consumo di giacimenti fossili.

Si ritiene utile, quindi, evidenziare l'approccio etico dell'opera, che, oltre a generare importanti ricadute climatiche positive sul medio e lungo periodo, intende adottare soluzioni tecnico-ingegneristiche ed agro-ambientali volte non solo a minimizzare la sua impronta ecologica, ma a migliorare un contesto agricolo fortemente antropizzato e, in parte, denaturalizzato dalla sua specificità e ricchezza naturale. Richiamando alcuni elementi chiave di progetto, ed entrando nello specifico delle opere di mitigazione, si può riassumere quanto segue:

- Il progetto proposto prevede un **connubio virtuoso tra la produzione energetica e le attività agricole unitamente alla realizzazione di un progetto di apicoltura e di elicicoltura e ad un miglioramento delle componenti ambientali locali (e.g. fasce boscate a valenza percettiva ed ecologica, micro-habitat per la fauna locale) al fine di soddisfare - in termini di sostenibilità ambientale -, la salvaguardia dei servizi ecosistemici, il fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e la valorizzazione del territorio e delle sue risorse in ottica agro-ambientale locale.** Si è, quindi, lavorato sul trinomio agricoltura-ambiente-energia, al fine di proporre un sistema di produzione agro-energetica sostenibile (i.e. "agrivoltaico") e un miglioramento delle componenti ambientali locali lavorando su elementi quali biodiversità, re-innesco di cicli trofici e servizi ecosistemici. Nella ricerca di un ragionevole sodalizio tra le produzioni agricole locali e le risorse energetiche in progetto, infatti, proseguiranno (e verranno rafforzate) le attività tradizionali di conduzione agraria dei terreni attraverso una gestione orientata e maggiormente efficace del ciclo agro-energetico.
- A livello progettuale-realizzativo **le opere sono state concepite senza l'uso di materiali cementizi e/o bituminosi** (fatto salvo per i soli basamenti delle cabine di smistamento e control room, delle cabine di conversione e degli storage che saranno rimossi a fine vita).
- Le aree viabilistiche interne all'area di impianto saranno oggetto di scotico preventivo (con accantonamento del terreno vegetale) e gli inerti in ingresso saranno separati dal suolo attraverso un geo-tessuto (che ne semplifichi anche la rimozione a fine vita).
- L'area di progetto sarà protetta dalle intrusioni involontarie attraverso una ordinaria recinzione perimetrale. Tale recinzione, tuttavia, sarà **sollevata da terra di 20 cm per il passaggio della fauna di piccola e media taglia** al fine di consentirne la libera circolazione.
- **In corrispondenza degli attraversamenti della linea elettrica dei corsi d'acqua intersecati dall'opera**, (specialmente quelli sottoposti a tutela in base all'art. 142, comma c) del D.Lgs. 42/2004), **sarà previsto (in accordo con il Gestore di Rete) un sistema di passaggio in Trivellazione Orizzontale Teleguidata (i.e. T.O.C.) ovvero in staffaggio all'impalcato dei ponti stradali sul paramento di valle al di sopra della quota dell'intradosso.** Tali soluzioni consentono di **NON**

**interferire con il naturale deflusso delle acque e con gli alvei dei corsi d'acqua, escludendo forme di impatto anche nei confronti di vegetazione ed ecosistemi ripariali locali, a tutto vantaggio degli equilibri tra le componenti biotiche ed abiotiche presenti nel tratto considerato.** Dal punto di vista visivo-percettivo, inoltre, tali soluzioni consentono di considerare trascurabili gli impatti in quanto sotterranee. Laddove necessario, in corrispondenza di attraversamenti in zone sensibili (e.g. aree archeologiche) gli scavi in traccia verranno eseguiti in considerazione delle direttive cautelative della competente Soprintendenza e in presenza di un archeologo in fase di cantiere.

- **L'impianto non sarà fonte di emissioni significative: né di tipo acustico/luminoso** (fatta salva l'illuminazione automatica di emergenza), **né di tipo climalterante, inquinante o polveroso**. Attraverso l'adozione delle comuni buone pratiche di cantiere, il rischio di sversamenti, anche accidentali, sarà ridotto ai minimi termini. Materiali di risulta e imballaggi saranno trattati nel rispetto delle leggi in materia, con separazione tra rifiuti riciclabili e non. Le attività cantieristiche saranno inoltre condotte nei soli orari diurni, nel rispetto della legislazione vigente, secondo principi di minor disagio possibile per la popolazione (sia in termini viabilistici, sia nei confronti dei potenziali ricettori).
- In sede gestionale **nessuna sostanza di origine sintetica verrà utilizzata**, con specifico riferimento anche alla gestione del verde e alla pulizia dei pannelli. Non si prevede, inoltre, il prelievo diretto di volumi d'acqua dagli acquiferi (superficiali o profondi) per il lavaggio dei pannelli.
- **Ancorché il paesaggio agro-energetico stia divenendo sempre più comune, l'impatto di tipo panoramico-visivo potrebbe risultare, per i ricettori più critici in materia, un elemento di disturbo che necessita di mitigazione/compensazione.** Nel caso specifico dell'impianto "e-VerGREEN", la specifica connotazione pianeggiante dell'area e la presenza di fasce/zone boscate esistenti rendono il sito già naturalmente mitigato. Tuttavia, l'area di progetto risulta parzialmente visibile, a scala locale, da alcuni recettori sensibili di prossimità e da alcuni punti di osservazione posti nelle vicinanze (i.e. percorsi viabili) oggetto di particolare attenzione in sede di analisi dei margini visivi e predisposizione delle opere di mitigazione. In ragione **i)** delle fasce/aree boscate localizzate lungo il perimetro Nord e Ovest del sito di progetto, **ii)** della copertura agricola continua del terreno, che stagionalmente colorerà di diverse sfumature (dal verde della soia al giallo del frumento) la "coltivazione solare", **iii)** delle mitigazioni proposte, progettate a seguito di tutte le necessarie valutazioni/analisi sito specifiche, l'impatto visivo-percettivo delle porzioni visibili dell'opera risulterà sensibilmente attenuato. Ecco come l'eventuale impatto residuo, **se opportunamente comunicato, potrà divenire uno strumento di sensibilizzazione e comunicazione in cui la commistione di paesaggi si farà portavoce di rinnovata consapevolezza nella lotta ai cambiamenti climatici e la sinergia agro-energetica si potrà erigere a monumento di sostenibilità.**

Riacciando a quanto sopra ed entrando nel merito, **si riassumono di seguito i principali interventi di mitigazione agro-ambientale previsti:**

#### **A. INTERVENTI DI MITIGAZIONE/COMPENSAZIONE AMBIENTALE**

- **Piantumazione lungo la quasi totalità del perimetro dell'impianto (e in alcune porzioni interne), come indicato nella Figura 141, di fasce/aree vegetate con specie arboreo-arbustive autoctone** che contribuiranno a **i)** ridurre l'effetto percettivo, **ii)** aumentare la biodiversità e **iii)** tutelare gli elementi identitari del paesaggio. La messa a dimora di tali specie contribuirà infatti a: a) incrementare le zone rifugio a livello locale, b) fornire una maggiore diversificazione ecologica e c) potenziare la presenza di corridoi ecologici di interconnessione, per facilitare gli spostamenti della fauna locale e dell'avifauna terricola stanziale.

Al fine di una ottimale valorizzazione ambientale della fascia, la **selezione delle specie** è stata effettuata sulla base dei sopralluoghi in situ, degli approfondimenti vegetazionali eseguiti sull'area vasta, **della valenza paesaggistica e naturalistica delle essenze proposte** (e.g. periodi di fioritura e fruttificazione, valenza ornamentale e cromatica, intensità di ramificazione – nel periodo invernale, etc.), **delle caratteristiche fisio-morfologiche delle piante** (e.g. grado di rusticità, basso livello di manutenzione, buona reazione ad interventi di potatura e contenimento delle chiome, compatibilità con le esigenze di non ombreggiamento dei moduli fotovoltaici), **delle caratteristiche edafiche e stazionali locali e dell'appetibilità faunistica**, nonché idonee alla sosta e/o alla riproduzione di specie ornitiche, di rettili e piccoli mammiferi. In particolare, si prevede la messa a dimora **di specie a fioritura appariscente** (*Crataegus monogyna* Jacq., *Cornus mas* L., *Viburnum opulus* L.) - in modo da favorire la presenza di insetti bottinatori, importante fonte di cibo per i pulli delle specie di uccelli potenzialmente nidificanti nei medesimi ambienti ri-naturalizzati con,

oltretutto, interessanti ricadute in termini di servizi ecosistemici. Il mix si integrerà di specie a fruttificazioni distribuite nell'arco annuale, incluse quelle persistenti anche nei periodi tardo autunnali e invernali (*Prunus spinosa* L.), come fonte di cibo per l'avifauna svernante nella zona (cfr. Tabella 38) e, infine, di specie ad elevato grado di ramificazione e potenziali zone rifugio (*Ligustrum vulgare* L.). L'impiego, inoltre, di esemplari di acero campestre (*Acer campestre* L.), farnia (*Quercus robur* L.) e carpino bianco (*Carpinus betulus* L.), in grado di raggiungere altezze più elevate, contribuirà, invece, alla creazione di una struttura pluristratificata, finalizzata ad un incremento delle zone rifugio e ad una maggiore diversificazione ecologica.

Le fasce vegetate perimetrali permetteranno di ripristinare la continuità dei corridoi ecologici e, di conseguenza, facilitare gli spostamenti della fauna locale e dell'avifauna terricola stanziale anche all'interno delle aree di progetto e saranno costituite da una alternanza di specie arboreo-arbustive selezionate in funzione: **i)** delle esigenze di mascheramento visivo, **ii)** delle caratteristiche morfologiche, estetiche e fenologiche delle singole specie, **iii)** degli ombreggiamenti con le strutture fotovoltaiche e **iv)** dell'effetto naturaliforme complessivo.

**Complessivamente l'intervento in progetto prevede di destinare una superficie pari a circa 26.000 m<sup>2</sup>, perimetrale l'area di impianto (al di fuori della recinzione di progetto), per la piantumazione di specie arboreo-arbustive per un totale di circa 5.434 piante – di cui circa 2.990 esemplari arborei e circa 2.444 specie arbustive.** Ogni pianta sarà provvista di:

- i. idoneo telo/dischetto pacciamante – con funzione di ritenzione idrica, controllo degli shock termici e contenimento delle erbe infestanti;
- ii. tutore di sostegno;
- iii. protezione antiroditore (*shelter*);
- iv. concime a lenta cessione.

Sulla base dello stato dei luoghi e delle esigenze di cui sopra, è possibile individuare **tre differenti tipologie realizzative**:

- **Tipologia “A” → fasce vegetate da posizionarsi lungo l'Autostrada, nella porzione Nord-Ovest dell'area di impianto - lungo la ferrovia Biella-Santhià - e nella porzione Sud-Est** costituite da n. 3 file di specie arboree e arbustive.

Nello specifico, tale tipologia è ulteriormente divisa in due sotto-tipi:

1. lungo l'Autostrada e la ferrovia Biella-Santhià le file saranno distanziate tra di loro di 5 m. Le piante messe a dimora avranno un'altezza di primo impianto non inferiore a 2.5 m - esemplari arborei - e non inferiore a 1.5 m - esemplari arbustivi. Inoltre, la fila localizzata verso l'Autostrada e la ferrovia sarà costituita solamente da specie arboree poste ad una distanza di 4 m l'una dall'altra, mentre le altre due saranno costituite da specie arboreo-arbustive distanziate tra di loro di 2 m.
2. nella porzione Sud-Est le fasce saranno realizzate secondo uno stretto sesto di impianto costituito da tre file parallele sfalsate equidistanti 2 m, lungo le quali saranno posizionate le piante, distanziate tra di loro di 2 m. Le piante messe a dimora avranno un'altezza di primo impianto non inferiore a 2.5 m - esemplari arborei - e non inferiore a 1.5 m - esemplari arbustivi.

- **Tipologia “B” → fasce vegetate da posizionarsi lungo la direttrice Nord-Ovest/Sud-Est - tra le aree recintate – e lungo i margini Nord e Sud del sito di progetto** costituite da specie arboree inframmezzate da quelle arbustive. Le piante messe a dimora avranno un'altezza di primo impianto non inferiore a 2.5 m - esemplari arborei - e non inferiore a 1.5 m - esemplari arbustivi. Le fasce saranno realizzate secondo uno stretto sesto di impianto costituito da due file parallele sfalsate equidistanti 2 m, lungo le quali saranno posizionate le piante, poste ad una distanza di 2 m l'una dall'altra.

- **Tipologia “C” → rinfoltimenti da realizzarsi a Ovest dell'area di impianto - lungo la ferrovia Biella-Santhià - costituiti da specie arboree e arbustive.** Le piante messe a dimora avranno un'altezza di primo impianto non inferiore a 2.5 m - esemplari arborei - e non inferiore a 1.5 m - esemplari arbustivi. Le specie arboree saranno poste a

dimora ad una distanza di 5 m l'una dall'altra, inframmezzate da specie arbustive poste a circa 2.5 m da quelle di dimensioni maggiori.

Si specifica che per la progettazione delle fasce di mitigazione/compensazione è stata comunque mantenuta una configurazione lineare "rigida" dei sestri d'impianto, in quanto legata alla necessità di poter effettuare, nei primi anni successivi all'impianto, gli eventuali interventi di manutenzione. L'aspetto regolare e schematico delle fasce dovrebbe annullarsi nell'arco di qualche anno con lo sviluppo delle specie arbustive e di specie vegetali in rinnovazione naturale.

L'intervento di mitigazione proposto risulta **in linea con le misure agro ambientali della UE incluse nel Reg. CE n° 1698/2005 e successive modificazioni/integrazioni e relativi recepimenti nazionali**. Nello specifico i parametri tecnici di intervento suggeriti risultano conformi a quanto previsto in merito alla "Conservazione di elementi naturali dell'agro-ecosistema" e, più nello specifico, alla promozione di elementi naturali e seminaturali per il sostegno della diversità biologica mediante la conservazione di habitat favorevoli allo sviluppo della flora e della fauna selvatiche.

- **Inerbimento delle aree sottese ai pannelli, in corrispondenza delle superfici immediatamente adiacenti ai pali di sostegno** (circa 8,6 ha), con finalità di **i)** conservazione delle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli, **ii)** mantenimento/miglioramento della fertilità del terreno e della quantità di carbonio organico, **iii)** mantenimento della biodiversità e **iv)** contenimento delle specie infestanti.

## **B. INTERVENTI AGRONOMICI**

- **Sulla porzione Nord della superficie di progetto verrà effettuata la semina di un erbaio, composto da più essenze foraggere, selezionate tra le specie di leguminose e graminacee con le migliori proprietà foraggere e appartenenti al patrimonio floristico spontaneo regionale, con una serie di vantaggi, tra i quali: i)** elevata adattabilità ambientale e potenzialità produttiva, **ii)** composizione del foraggio equilibrata per l'appetibilità animale, **iii)** tutela del suolo dall'erosione, **iv)** un progressivo miglioramento della fertilità del terreno e della quantità di carbonio organico e **v)** un progressivo re-innesco di cicli trofici e delle reti alimentari.

A tal fine, sarà utilizzato un miscuglio di semi composto principalmente da graminacee e leguminose, selezionando specie adatte sia al tipo di suolo che alle condizioni climatiche locali. In particolare, il miscuglio di semi sarà composto per circa il 75% da graminacee, quali la *Festuca arundinacea* e la *Dactylis glomerata foraggera*, e per il restante 25% da leguminose (i.e. piante azotofissatrici), quali *Lotus corniculatus* e *Trifolium repens*. Inoltre, le leguminose foraggere, essendo anche piante mellifere, forniranno un ambiente di attrazione per le api selvatiche e l'ape domestica.

**Infine, si specifica che l'ipotesi progettuale non esclude di integrare l'attività di pascolamento diretto all'interno dell'area recintata**, qualora si consolidasse un rapporto di collaborazione con un'azienda zootecnica locale, prevedendo **pertanto - dopo almeno due anni - la conversione dell'erbaio in prato pascolo**.

- **Sulla porzione Sud della superficie di progetto verrà effettuato un intervento di miglioramento dell'attuale conduzione agricola del fondo, attraverso un piano di gestione agronomica orientato ai principi dell'agricoltura conservativa e biologica, finalizzato a: i)** incrementare la biodiversità, **ii)** valorizzare il paesaggio agrario, **iii)** tutelare il suolo dall'erosione, **iv)** migliorare progressivamente la fertilità del terreno e la quantità di carbonio organico, **v)** ridurre l'utilizzo di concimi e fitofarmaci.
- **Sulla porzione Sud-Est della superficie di progetto, al di fuori della superficie recintata, verrà realizzato un allevamento elicicolo**, finalizzato alla produzione di lumache di prima e seconda qualità e alla "bava di lumaca" per cosmesi.
- **In alcune porzioni della superficie di progetto, al di fuori delle aree recintate, si prevede di realizzare un'attività apistica per la produzione di miele**, con ricadute significative anche sul comparto ecologico-produttivo delle aree contermini, **in ragione del ruolo strategico, a livello ecosistemico, degli insetti impollinatori (e.g. salvaguardia della biodiversità, conservazione e salute degli habitat locali, monitoraggio ambientale). In**

particolare, si prevede di **installare 100 arnie** suddivise su 3 zone diverse facilmente raggiungibili. **L'idea di sfruttare le superfici destinate all'installazione fotovoltaica per l'installazione di apiari, porta con sé i benefici di utilizzare la flora nettariana ivi presente, oltre a quella delle zone contermini, dove sarà nullo l'utilizzo di agrofarmaci. Infatti, le api sfrutteranno la flora nettariana presente nell'area adibita a erbaio (e un suo congruo intorno) e le essenze afferenti alla flora locale per produrre miele millefiori.**

La coabitazione di api e impianti fotovoltaici vanta già esempi di successo. Per esempio, in Minnesota - ma sono ormai innumerevoli gli esempi in tutto il mondo - Connexus Energy, uno dei maggiori produttori e distributori di energia elettrica da fotovoltaico, ha iniziato dal 2016 un progetto di apicoltura in alcune delle sue installazioni fotovoltaiche, che ha portato alla produzione di un miele brandizzato "Solar Honey".

Considerando l'esposizione Est/Sud-Est del predellino di volo (i.e. l'unica apertura dell'arnia da cui le api escono/entrano dal/nell'alveare) e il rispetto della distanza dalla strada, si prevede l'installazione delle arnie, disposte su più file di 5-10 alveari, separate di circa 50 cm lungo la fila. Tra una fila e l'altra verrà mantenuta una distanza di circa 5-6 metri, per favorire il lavoro delle api e anche l'intervento dell'apicoltore. Le basi saranno strutturate in modo da creare un'inclinazione verso l'uscita dell'alveare e per favorire la raccolta del prodotto.

Il progetto agrovoltico sarà sottoposto a un **protocollo di monitoraggio agro-ambientale funzionale a i) verificare lo scenario ambientale di riferimento, ii) verificare la possibile variazione di parametri ambientali e l'efficacia delle misure di mitigazione previste e iii) individuare l'eventuale esigenza di misure correttive per la risoluzione di problematiche impreviste o imprevedibili.** Per ulteriori approfondimenti in merito si rimanda all'elaborato dedicato (cfr. Elaborato FTV22CP05-AMB-R-15).

- **In ottica di favorire la biodiversità, all'interno dell'area del campo, in alcune zone libere dello stesso, si procederà ad adibire piccole superfici a microhabitat speciali interessanti alcune nicchie specifiche.** In particolare:
  - o **n° 4 cumuli di pietre** (di circa 4 m<sup>3</sup>/cad e costituiti da pietre di varie pezzature, da ubicarsi in zona con prolungato soleggiamento e protetta dal vento) di provenienza locale. Fino a qualche decennio fa, se ne incontravano a migliaia. Erano il risultato di attività agricole. Quando si aravano i campi, venivano continuamente riportati in superficie sassi di diverse dimensioni, costringendo gli agricoltori a depositarli in ammassi o in linea ai bordi dei campi. Essi offrono a quasi tutte le specie di rettili e ad altri piccoli animali numerosi nascondigli, postazioni soleggiate, siti per la deposizione delle uova e quartieri invernali.



**Figura 138.** Esempio di cumulo di pietre costruito in una zona di transizione tra un'area prativa e una lingua boscata. Si noti l'eterogeneità, le forme irregolari, le dimensioni delle pietre e la presenza di una fascia erbosa perimetrale.

- o **n° 4 cumuli di piante morte** – in prossimità delle fasce vegetate, eventualmente anche vicino alle pietre di cui sopra (di circa 4 m<sup>3</sup>/cad meglio se di specie autoctone differenti e costituiti da topi di varie pezzature). Il legno morto rappresenta una importante e insostituibile fonte di biodiversità che contribuisce ad aumentare la complessità, e con

essa la stabilità, degli ecosistemi. La “necromassa” garantisce la presenza di numerosissimi microhabitat necessari a molte specie animali e vegetali che qui possono trovare un substrato idoneo, rifugio, nutrimento: basti pensare ai numerosi organismi saproxilici (che dipendono dal legno morto in qualche fase del loro ciclo vitale) tra cui gli invertebrati che si nutrono di legno (xilofagi) o che nel legno vivono (xilobi), i funghi (in particolare basidiomiceti), i licheni o le epatiche ma anche roditori, anfibi e rettili che vi trovano rifugio. Il suo ruolo è importante anche per la riproduzione di molti organismi (in particolare invertebrati) che sono alla base della catena trofica per molte specie avifaunistiche e mammiferi.



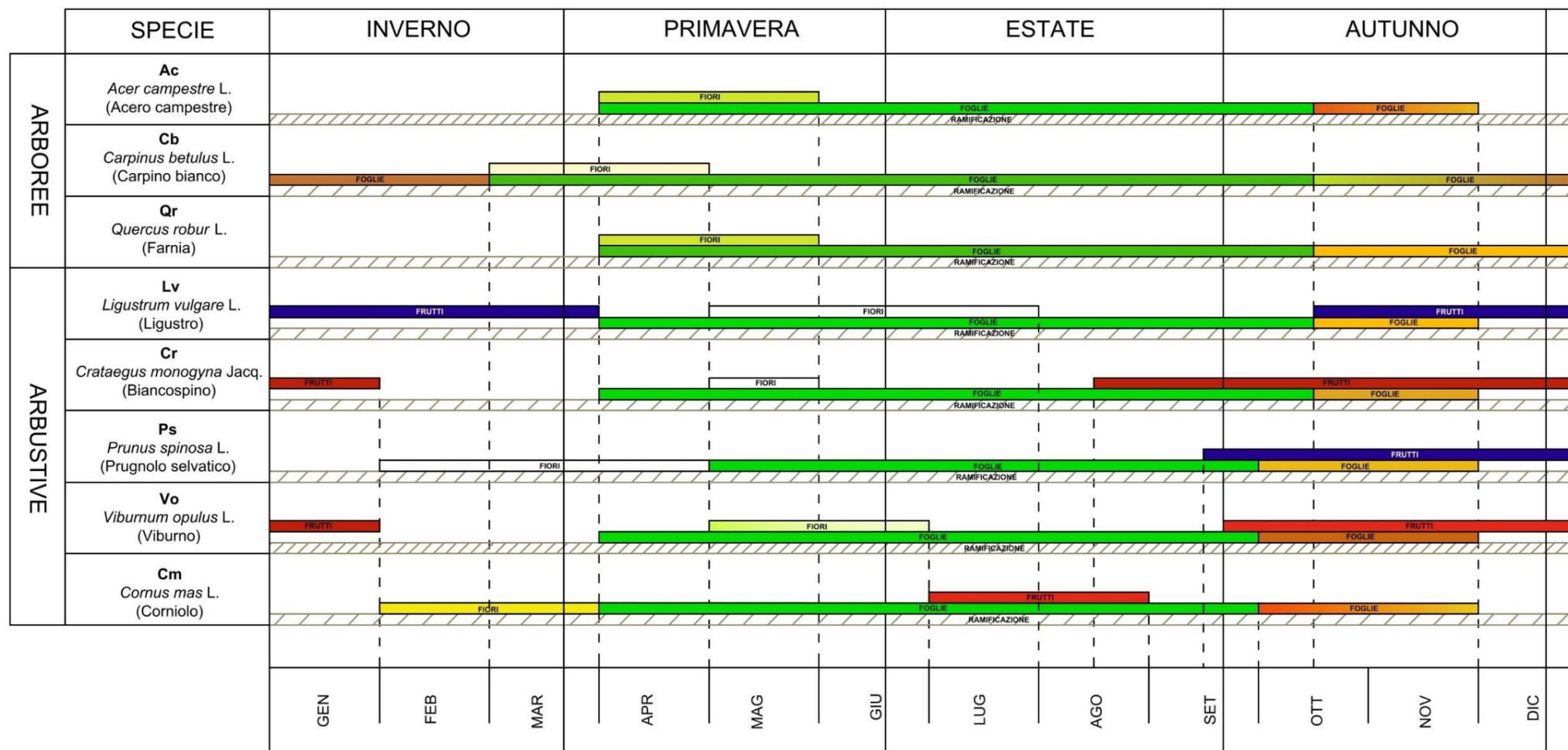
**Figura 139.** Esempi di necromassa legnosa, a terra e in piedi, di diverse dimensioni in un contesto marginale boschivo.

- **n° 4 zone umide** – in prossimità delle aree boscate/vegetate. Tali zone sono aree temporaneamente o perennemente allagate e rivestono una notevole importanza per la biodiversità, sostenendo una ricca varietà di specie vegetali e animali.

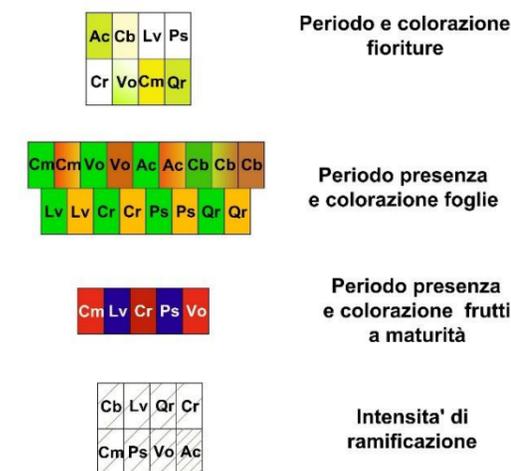


**Figura 140.** Esempio di area umida.

**Tabella 38.** Individuazione delle principali caratteristiche morfologiche per ciascuna specie selezionata per la realizzazione delle mitigazioni perimetrali.



**LEGENDA**



**NOTE**

- 1) Non è stato rappresentato il fenomeno di fruttificazione degli esemplari di Acero campestre, Carpinio bianco e Farnia in quanto non ritenuti sufficientemente significativi.
- 2) L'Acero campestre e il Viburno sono caratterizzati da ramificazione più intensa rispetto alle altre specie, ragion per cui la barra orizzontale corrispondente a tale fenomeno è rappresentata da tematismo più fitto.
- 3) I vari fenomeni raffigurati si ritengono validi nel caso in cui si verifichi la presenza di condizioni climatiche ottimali ed in assenza di eventi meteorologici eccezionali.



**Figura 141.** Layout relativo agli interventi di mitigazione ambientale in progetto, con rappresentazione grafica della componente ambientale del progetto (colture in rotazione, erbaio da foraggio, fasce arboreo-arbustive, micro habitat per la fauna locale, zone umide | Apicoltura | Elicoltura) e della componente tecnologica (pannelli fotovoltaici, strade e locali tecnici).

Stante le peculiarità di molte delle attività sopra citate, sia in termini progettuali, sia realizzativi (sia temporali), si suggerisce - per tutto quanto sopra menzionato - il coinvolgimento di professionisti del settore in sede di progettazione esecutiva e realizzativa onde assicurare la buona e piena realizzazione di quanto identificato evitando errori che potrebbero invalidare l'efficacia di quanto proposto.

In chiusura di elaborato, pur non riscontrando forme di impatto necessitanti di compensazioni (essendo interamente mitigate sino ad annullarne gli impatti), la società proponente è lieta di offrire i seguenti ulteriori elementi di miglioramento:

1. limitatamente al sito di cantiere e alle relative aree interne e perimetrali, procedere alla **rimozione - per estirpazione - di eventuali individui appartenenti alla *Black List* delle piante aliene con carattere invasivo che dovessero insediarsi**. Una specie, quando introdotta in un territorio diverso dal suo areale di origine (per azione volontaria o involontaria dell'uomo), viene definita specie esotica (o aliena/alloctona) e, in assenza di fattori limitanti, può sviluppare un comportamento invasivo, arrivando a colonizzare gli ecosistemi naturali presenti e a soppiantare le specie autoctone con conseguente riduzione del livello di biodiversità.
2. **apertura da parte della società proponente, laddove si rilevassero forme residue di impatto non opportunamente compensate (dietro opportuna evidenza motivata corredata di logica quantificazione), al finanziamento/cofinanziamento di attività di rilevanza ambientale territoriale** (secondo quanto definito dal D.M. 10/9/2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" - Allegato 2 "Criteri per l'eventuale fissazione di misure compensative" lettera h) "***le eventuali misure di compensazione ambientale e territoriale definite nel rispetto dei criteri di cui alle lettere precedenti non possono comunque essere superiori al 3 per cento dei proventi, comprensivi degli incentivi vigenti, derivanti dalla valorizzazione dell'energia elettrica prodotta annualmente dall'impianto***".

## 7.2. Smantellamento e ripristino dell'area

La vita attesa dell'impianto (intesa quale periodo di tempo in cui l'ammontare di energia elettrica prodotta è significativamente superiore ai costi di gestione dell'impianto) è di circa 25/30 anni.

Al termine di detto periodo, è previsto il ripristino della componentistica, ovvero, laddove non più interessante per l'evoluzione tecnologica, lo **smantellamento delle strutture**.

Per quanto riguarda, invece, il **ripristino del sito di intervento**, date le caratteristiche del progetto non resterà sull'area alcun tipo di struttura al termine della dismissione, né in superficie né nel sottosuolo. Infatti, i pali delle strutture di supporto dei moduli fotovoltaici e i pali previsti per l'illuminazione e la videosorveglianza saranno solamente infissi nel terreno, senza l'utilizzo di plinti e/o fondazioni in cemento.

La morfologia dei luoghi potrà essere alterata solo localmente in corrispondenza dei locali tecnici, in quanto la rimozione dei basamenti in cemento delle cabine di trasformazione, del locale di smistamento e del locale controllo e monitoraggio comporteranno uno scavo e una possibile modifica della morfologia, ancorché circoscritta a un intorno ravvicinato al perimetro delle singole strutture.

Nel caso degli stradelli, invece, la presenza di uno strato di tessuto geotessile al di sotto degli strati di materiale inerte permetterà una più rapida rimozione della viabilità di impianto. Inoltre, tale tessuto, impedendo la miscelazione del materiale inerte con il terreno sottostante, favorirà il mantenimento, durante tutta la vita dell'impianto, delle proprietà chimico-fisiche del suolo.

Una volta livellate le parti di terreno interessate dallo smantellamento delle diverse opere, si procederà ad aerare il terreno tramite aratura e/o fresatura con mezzi meccanici, al fine di ottenere una superficie idonea all'insediamento dei semi. Potrà, quindi, successivamente alla fase di smantellamento/ripristino, essere ripristinata la risicoltura, stante il mantenimento delle camere risicole per tutta la durata di vita dell'impianto fotovoltaico.

Pertanto, dopo le puntuali operazioni di ripristino sopra descritte, **si prevede che il sito tornerà allo stato Ante-Operam nel giro di una stagione, ritrovando le stesse capacità e potenzialità di utilizzo che aveva prima dell'installazione dell'impianto, verosimilmente in condizioni di fertilità accresciuta.**

## 8. Bibliografia

- Alsema, E.A., Wild-Scholten, M.J., Fthenakis, V.M. (2006). Environmental impacts of PV electricity generation — a critical comparison of energy supply options. In: Proceedings of 21th European Photovoltaic Solar Energy Conference. Dresden, Germany, 4–8 September 2006.
- Amendola, S., Maimone, F., Pelino, V., & Pasini, A. (2019). New records of monthly temperature extremes as a signal of climate change in Italy. *International Journal of Climatology*, 39: 2491-2503.
- Anie, Politecnico Milano, & RSE (2017). *Il sistema elettrico italiano al 2030: scenari ed opportunità*.
- Armstrong, A., Waldron, S., Whitaker, J., Ostle, N.J. (2014). Wind farm and solar park effects on plant–soil carbon cycling: uncertain impacts of changes in ground-level microclimate. *Global Change Biology*, 20, 1699-1706.
- Armstrong, A., Ostle, N.J., Whitaker, J. (2016). Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environ Res Lett.*, 11: 074016.
- Arts, J., Caldwell, P., Morrison-Saunders, A. (2001). “Environmental impact assessment follow-up: good practice and future directions – findings from a workshop at the IAIA 2000 conference”, *Impact Assessment and Project Appraisal*, 19(3), September, p. 175–185.
- Aruffo, E., & Di Carlo, P. (2019). Homogenization of instrumental time series of air temperature in Central Italy (1930–2015). *Climate Research*, 77: 193-204.
- Barron-Gafford, G. A., Minor, R. L., Allen, N. A., Cronin, A. D., Brooks, A. E., & Pavao-Zuckerman, M. A. (2016). The photovoltaic heat island effect: larger solar power plants increase local temperatures. *Scientific Reports*, 6, 35070.
- Bell, S. (1999). *Landscape: pattern, perception and process*. London: E&FN Spon.
- Belnap, J., Ochoa-Hueso, R., Ravi, S., Allen, M.F. (2014). Environmental impacts of utility-scale solar energy.
- Berghman, M., Hekkert, P. (2017). Towards a unified model of aesthetic pleasure in design. *New Ideas Psychol*, 47: 136–144.
- Bhandari, K.P., Collier, J.M., Ellingson, R.J., Apul, D.S. (2015). Energy payback time (EPBT) and energy return on energy invested (EROI) of solar photovoltaic systems: A systematic review and meta-analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47: 133– 141.
- Blaschke, T., Biberacher, M., Gadocha, S., Schardingner, I. (2013). “Energy landscapes”: meeting energy demands and human aspirations. *Biomass Bioenergy*, 55: 3–16.
- Blasi, C., Michietti, L. (2007). Phytoclimatic map of Italy, 1:1.000.000/1:250.000. In: Blasi, C., Boitani, L., La Posta, S., Manes, F., Marchetti, M., editors. *Biodiversity in Italy*. Rome:Palombi Editori. Pp. 57-66.
- Blasi, C., Capotorti, G., Copiz, R., Guida, D., Mollo, B., Smiraglia, D., Zavattoni, L. (2018). *Terrestrial Ecoregions of Italy. Map and Explanatory notes*. Global Map S.r.l., Firenze, Italy.
- Bolzan, A. (2009). “Analisi dei parametri vegetazionali e dei caratteri funzionali di specie guida, come strumenti di studio di comunità prative”. Tesi di dottorato in colture erbacee, genetica agraria e sistemi agroterritoriali. XXI Ciclo. Università di Bologna.
- BRE National Solar Centre, 2014. *Biodiversity Guidance for Solar Developments*. In: Parker, G.E., Greene, L. (eds.), Online: ([www.bre.co.uk/nsc](http://www.bre.co.uk/nsc)).
- Brunetti, M., Maugeri, M., & Nanni, T. (2006). Trends of the daily intensity of precipitation in Italy and teleconnections. *Il Nuovo Cimento*, 29 C (1): 105-116.
- Brunetti, M., Maugeri, M., Monti, F., & Nanni, T. (2004). Changes in daily precipitation frequency and distribution in Italy over the last 120 years. *Journal of Geophysical Research*, 109, D05102. doi:10.1029/2003JD004296.

- Burney, J., Woltering, L., Burke, M., Naylor, R., Pasternak, D. (2010). Solar-powered drip irrigation enhances food security in the Sudano-Sahel. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 107(5): 1848–53.
- Cannas, A. (2015). “Alimentazione e benessere animale.” [http://sardegnaagricoltura.it/documenti/14\\_43\\_20151104133617.pdf](http://sardegnaagricoltura.it/documenti/14_43_20151104133617.pdf)
- Capros, P., De Vita, A., Tasios, N., Siskos, P., Kannavou, M., & Petropoulos, A. (2016). European commission. EU Reference Scenario 2016, trend to 2050.
- Carlson, A. (2001). Aesthetic preferences for sustainable landscapes: seeing and knowing. For *Landscapes* New York, CABI Publ., p. 31–42.
- Carvalho, L.G., Veldtman, R., Shenkute, A.G., Tesfay, G.B., Pirk, C.W.W., Donaldson, J.S., Nicolson, S.W. (2011). Natural and within-farmland biodiversity enhances crop productivity. *Ecol. Lett.* 14, 251–259.
- Chiabrandò, R., Fabrizio, E., & Garnero, G. (2008). La valutazione dell’impatto paesaggistico di impianti fotovoltaici al suolo: proposta metodologica ed esempio di applicazione. XI Convegno Nazionale dell’Associazione Italiana di Ingegneria Agraria, memoria n. 311.
- Chiabrandò, R., Fabrizio, E., & Garnero, G. (2009). The territorial and landscape impacts of photovoltaic systems: Definition of impacts and assessment of the glare risk. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), pp. 2441–2451.
- Choi, J-K., Fthenakis, V. (2014). Crystalline silicon photovoltaic recycling planning: macro and micro perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 66, 443-449.
- Cirifolo E., Onofri A. (2003). Gestione delle risorse foraggere. Facoltà di AGRARIA - SISTEMI FORAGGERI - Parte I, 68 pp.
- Clapp, R.B., and Hornberger, G.M. (1978). Empirical equations for some soil hydraulic properties. *Water Resour. Res.* 14, 601–604.
- Colantoni, A., Monarca, D., Marucci, A., Cecchini, M., Zambon, I., Battista, F.D., et al. (2018). Solar radiation distribution inside a greenhouse prototypal with photovoltaic mobile plant and effects on flower growth. *Sustainability*, 10, p. 855.
- Cook, L.M., and McCuen, R.H. (2013). Hydrologic response of solar farms. *J. Hydrol. Eng.* 18:536–41.
- Daget, P., Poissonet, J., (1969). “Analyse phytologique des prairies. Applications agronomiques.” CNRS CEPE, Montpellier, doc. 48, 66 pp.
- De Santoli, L., Mancini, F., Astiaso Garcia, D. (2019). A GIS-based model to assess electric energy consumption and usable renewable energy potential in Lazio region at municipality scale. *Sustainable Cities and Society*, 46, 101413.
- Elettricità Futura e Confagricoltura, 2021. Impianti FV in aree rurali: sinergie tra produzione agricola ed energetica.
- Europe, Council of. 2000. European Landscape Convention, Florence, Explanatory Report, Strasbourg: Council of Europe. CETS No. 176.
- FAO-UNEP-UNESCO (1980). Méthode provisoire pour l’évaluation de la dégradation des sols. M57. ISBN 92-5-200869-1 Roma, pp.88.
- Fioravanti, G., Piervitali, E. & Desiato, F. (2016). Recent changes of temperature extremes over Italy: an index-based analysis. *Theoretical and Applied Climatology*, 123: 473–486.
- Fischer, D., Harbrecht, A., Surmann, A., & McKenna, R. (2019). Electric vehicles’ impacts on residential electric local profiles – A stochastic modelling approach considering socio-economic, behavioural and spatial factors. *Applied Energy*, 233-234, 644–658. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.10.010>.
- Franz, H. (1949). *Bodenleben und Bodenfruchtbarkeit*. Wien: Verlag Brilder Hollinek
- Fraunhofer (2020). *AgriVoltaics: opportunities for agriculture and the energy transition*.

- Fthenakis, V., & Yu, Y. (2013). Analysis of the potential for a heat island effect in large solar farms. IEEE 39th Photovoltaic Specialists Conference 3362–3366.
- Fthenakis, V.M., Kim, H.C. (2011). Photovoltaics: life-cycle analyses. *Solar Energy*, 85: 1609–28.
- Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J., Vaissière, B.E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecol. Econ.*, 68 (3), 810–821.
- Gebbers, R., Adamchuk, V.I. (2010). Precision Agriculture and Food Security. *Science*, 327, 5967: 828-831.
- Giordano, A. (2002). *Pedologia forestale e conservazione del suolo*. UTET, Torino, pp. 600.
- Goe, M., & Gaustad, G. (2014). Strengthening the case for recycling photovoltaics: An energy payback analysis. *Applied Energy*, 120, 41-48.
- Goetzberger, A., & Zastrow, A. (1982). On the coexistence of solar-energy conversion and plant cultivation. *Int J Solar Energy*, 1:55–69
- Graebig, M., Bringezu, S., and Fenner, R. (2010). Comparative analysis of environmental impacts of maize–biogas and photovoltaics on a land use basis. *Solar Energy*, 84: 1255–1263.
- Granata, G., Pagnanelli, F., Moscardini, E., Havlik, T., & Toro, L. (2014). Recycling of photovoltaic panels by physical operations. *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 123, 239-248.
- Gu, L., Baldocchi, D.D., Wofsy, S.C., Munger, J.W., Michalsky, J.J., Urbanski, S.P., Boden, T.A. (2003). Response of a deciduous forest to the Mount Pinatubo eruption: enhanced photosynthesis. *Science*, 299, 2035–2038.
- Gusmeroli F. e Pozzoli M.L (2003). “Vegetazione dell’Alpe mola e sua relazione con l’attività pastorale (Brescia, Lombardia)”. *Natura Bresciana, Ann. Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia*, 33, 37-61.
- Haakana, J., Haapaniemi, J., Lassila, J., Partanen, J., Niska, H., & Rautiainen, A. (2018). Effects of electric vehicles and heat pumps on long-term electricity consumption scenarios for rural areas in the Nordic environment. Paper Presented at the International Conference on the European Energy Market. <https://doi.org/10.1109/EEM.2018.8469937>.
- Hassanpour Adeh, E., Selker, J.S., Higgins, C.W. (2018). Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency. *PLoS ONE* 13(11): e0203256. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203256>
- Hernandez, R.R., Easter, S.B., Murphy-Mariscal, M.L., Maestre, F.T., Tavassoli, M., Allen, E.B., Barrows, C.W., Howard, D.C., Burgess, P.J., Butler, S.J., Carver, S.J., Cockerill, T., Coleby, A.M., Gan, G., Goodier, C.J., Van der Horst, D., Hubacek, K., Lord, R., Mead, A., Rivas-Casado, M., Wadsworth, R.A., Scholefield, P. (2013). Energyscapes: linking the energy system and ecosystem services in real landscapes. *Biomass Bioenergy*, 55:17–26.
- Hernandez, R.R., Easter, S.B., Murphy-Mariscal, M.L., Maestre, F.T., Tavassoli, M., Allen, E.B., Barrows, C.W., Belnap, J., Ochoa-Hueso, R., Ravi, S., Allen, M.F. (2014). Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renew Sustain Energy Rev*, 2, pp. 766-779.
- Ho, C. K., Sims, C. A., Yellowhair, J. E. and Bush, H. E., 2014, "Solar Glare Hazard Analysis Tool (SGHAT) Technical Reference Manual", SAND2014-18360 O, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM
- Ho, C. K., Ghanbari, C. M., and Diver, R. B., 2011, "Methodology to Assess Potential Glint and Glare Hazards From Concentrating Solar Power Plants: Analytical Models and Experimental Validation", *ASME J. Sol. Energy Eng.*, 133
- IEA - International Energy Agency (2018). Snapshot of global photovoltaic markets. Photovoltaic power systems programme. Report IEA PVPS T1-33:2018
- IPCC (2011). IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation. Prepared by Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change [O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, K. Seyboth, P. Matschoss, S. Kadner, T. Zwickel, P. Eickemeier, G. Hansen, S. Schlömer, C. von Stechow (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1075 pp.

- IPCC (2018). Summary for policymakers. In: Global warming of 1.5 °C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty (V. Masson-Delmotte et al., Eds.). Geneva, Switzerland: World Meteorological Organization.
- IPLA (2017). Monitoraggio degli effetti del fotovoltaico a terra sulla fertilità del suolo e assistenza tecnica – Report 2017. Regione Piemonte.
- IPLA (2020). Monitoraggio degli effetti del fotovoltaico a terra sulla fertilità del suolo e assistenza tecnica – Report 2020. Regione Piemonte.
- Kennedy, J.J., Killick, R.E., Dunn, R.J., McCarthy, M.P., Morice, C.P., Rayner, N.A., Titchner, H.A. (2019). Global and regional climate in 2018. *Weather* Vol. 74, 10: 332-340.
- Klingebiel, A., A. and Montgomery, P., H. (1961). “Land Capability Classification. USDA Agricultural Handbook 210, US Government Printing Office, Washington DC”.
- Kottek, M., Grueser, J., Beck, C., Rudolf, B., Rubel, F. (2006). World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, Vol. 15 (3), pp. 259-263.
- Kremen, C., Williams, N.M., Aizen, M.A., Gemmill-Herren, B., LeBuhn, G., Minckley, R., Packer, L., Potts, S.G., Roulston, T., Steffan-Dewenter, I., Vázquez, D.P., Winfree, R., Adams, L., Crone, E.E., Greenleaf, S.S., Keitt, T.H., Klein, A.-M., Regetz, J., Ricketts, T.H. (2007). Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecol. Lett.* 10, 299–314.
- Kremen, C., Williams, N.M., Thorp, R.W. (2002). Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 99 (26), 16812–16816.
- Lal, R. (2003). Soil erosion and the global carbon budget. *Environment International* 29, 437–450.
- Larsen, K. (2009). End-of-life PV: then what? *Renew Energy Focus*, 48–53.
- Liu, Y., Zhang, R.Q., Huang, Z., Cheng, Z., López-Vicente, M., Ma, X.R., Wu, G.L. (2019). Solar photovoltaic panels significantly promote vegetation recovery by modifying the soil surface microhabitats in an arid sandy ecosystem. *Land Degrad. Dev.*, 30, pp. 2177-2186
- LUNG Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (2002). Beiträ“ge zum Bodenschutz in Mecklenburg-Vorpommern: Bodenerosion, 2. überarbeitete Auflage, p. 85.
- Meij, R., Winkel, H.T. (2007). The emissions of heavy metals and persistent organic pollutants from modern coal-fired power stations. *Atmospheric Environment*, 41: 9262–9272.
- Montag, H., Parker, G., & Clarkson, T. (2016). The Effects of Solar Farms on Local Biodiversity: A Comparative Study. (Clarkson and Woods and Wychwood Biodiversity, 2016).
- Morrison-Saunders, A., Arts, J. (2004). “Introduction to EIA follow-up”, in *Assessing Impact: Handbook of EIA and SEA Follow-up*, Earthscan, London, p. 1-21.
- Murata, N., Takahashi, S., Nishiyama, Y., Allakhverdiev, S.I. (2007). Photo-inhibition of photosystem II under environmental stress. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Bioenergetics*, 1767, 414–421.
- Murpy-Marsical, M., Grodsky, S.M., Hernandez, R.R. (2018). 20 - Solar Energy Development and the Biosphere. A Comprehensive Guide to Solar Energy Systems with Special Focus on Photovoltaic Systems. Pages 391-405. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811479-7.00020-8>
- Nadai, A., Van der Horst, D. (2010). Landscapes of energies. *Landscape Research*, 35 (2), pp. 143-155.
- Nelson, J. (2003). The physics of solar cells. London: Imperial College.
- Oudes D., Stremke S. (2021) “Next generation solar power plants? A comparative analysis of frontrunner solar landscapes in Europe, in *Renewable and Sustainable Energy Reviews*”.
- Pachaki, C. (2003). Agricultural landscape indicators: a suggested approach for the scenic value. In: Dramstad W, Sogge C, editors. *Agric. impacts landscapes dev. indic. policy anal.* OCDE, 2003. p. 240–250.

- Pacyna, E.G., Pacyna, J.M., Steenhuisen, F., Wilson, S. (2006). Global anthropogenic mercury emission inventory for 2000. *Atmospheric Environment*; 40: 4048–4063.
- Parisi, V., (2001). “La qualità biologica dei suoli, un metodo basato sui microartropodi”. *Acta Naturalia de l’Ateneo Parmense*, 37, p. 97-106.
- Peng, J., Lu, L., Yang, H. (2013). Review on life cycle assessment of energy payback and greenhouse gas emission of solar photovoltaic systems. *Renew Sustain Energy Rev*, 19: 255–274.
- Peschel, T. (2010). Solar parks – Opportunities for Biodiversity: A report on biodiversity in and around ground-mounted photovoltaic plants. *Renews special*, Issue 45.
- Philip, J.R. (1957). The theory of infiltration: 1. The infiltration equation and its solution. *Soil Science*, 83(5): 345-358.
- Pimentel, D. (1987). World agriculture and soil erosion. *BioScience*, 37(4): 277–83.
- Pisante, M. (2013). *Agricoltura sostenibile*. Edagricole, ISBN 978-88-506-5411-6.
- Potts, S.G., Biesmeijer, J.C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., Kunin, W.E. (2010a). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends Ecol. Evol.*, 25, 345–353.
- Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H.T., Aizen, M.A., Biesmeijer, J.C., Breeze, T.D., Dicks, L.V., Garibaldi, L.A., Hill, R., Settele, J., Vanbergen, A.J. (2016). Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540, 220–229.
- Potts, S.G., Roberts, S.P.M., Dean, R., Marris, G., Brown, M.A., Jones, R., Neumann, P., Settele, J. (2010b). Declines of managed honeybees and beekeepers in Europe? *J. Apic. Res.*, 49, 15–22.
- Reasoner M., Ghosh A. (2022). *Agrivoltaic Engineering and Layout Optimization Approaches in the Transition to Renewable Energy Technologies: A Review*. *Challenges* 2022, 13, 43. <https://doi.org/10.3390/challe13020043>.
- Reichelstein, S., Yorston, M. (2013). The prospects for cost competitive solar PV power. *Energy Policy*, 55 *Renew Sustain Energy Rev*, 2, pp. 766-779.
- Roggero, P., P., Bagella, S., Farina, R. (2002). “Un archivio di dati di Indici specifici per la valutazione integrate del valore pastorale”. *Rivista di Agronomia*, 36 n. 2, 149-156.
- Saxton, K.E., Rawls, W.J., Romberger, J.S., and Papendick, R.I. (1986). Estimating generalized soil water characteristics from texture. *Trans. ASAE* 50: 1031–1035.
- Schaap, M.G., Leij, F.J., and van Genuchten, M.Th. (2001). Rosetta: a computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions. *Journal of Hydrology*, 251: 163-176.
- Semeraro, T., Pomes, A., Del Giudice, C., Negro, D., Aretano, R. (2018). Planning ground based utility scale solar energy as green infrastructure to enhance ecosystem services. *Energy Policy*, 117, pp. 218-227
- Shafiee, S., Topal, E. (2009). When will fossil fuel reserves be diminished? *Energy Policy*, 37(1): 181–9.
- Sliney, D.H. and B.C. Freasier, 1973, "Evaluation of Optical Radiation Hazards", *Applied Optics*, 12(1), p. 1-24.
- Squatrito, R., Sgroi, F., Tudisca, S., Di Trapani, A.M., Testa, R. (2014). Post Feed-In Scheme Photovoltaic System Feasibility Evaluation in Italy: Sicilian Case Studies. *Energies*, 7, 7147-7165.
- Stremke S. (2014). Energy-landscape nexus: Advancing a conceptual framework for the design of sustainable energy landscapes. In Soörensens, C., Liedtke, K. *Energy landscapes*, Proceedings ECLAS 2013, Hamburg, Germany, p. 392–397.
- Stremke, S., and van den Dobbela, A. (2013). Sustainable energy landscapes: an introduction. In: Stremke S, van den Dobbela, A. editors. *Sustainable energy landscapes. Designing, planning, development*. NewYork: CRC Press; 2013. p. 3(cit).

- Sumper, A., Robledo-Garcia, M., Villafàfila-Robles, R., Bergas-Jané, J., Andrés-Peiró J. (2011). Life-cycle assessment of a photovoltaic system in Catalonia (Spain). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15: 3888–96.
- Todeschini, S. (2012). Trends in long daily rainfall series of Lombardia (northern Italy) affecting urban storm water control. *International Journal of Climatology*, 32: 900–919.
- Tsao, J., Science, B.E., Lewis, N., Crabtree, G. (2006). Solar FAQs. Sandia National Labs, 1–24.
- Tsoutsos, T., Frantzeskaki, N., Gekas, V. (2005). Environmental impacts from the solar energy technologies. *Energy Policy*, 33(3): 289–96.
- Tveit, M., Ode, Å., Fry, G. (2006). Key concepts in a framework for analysing visual landscape character. *Landscape Resources*, 31: 229–255.
- Unitus (2021). Linee Guida per l'Applicazione dell'Agro-fotovoltaico in Italia. ISBN 978-88-903361-4-0. <http://www.unitus.it/it/dipartimento/dafne>
- US-DOE (1996). A comprehensive assessment of toxic emissions from coal-fired power plants. U.S. Department of Energy.
- US-EP.A. (2009). The National Study of chemical residues in lake fish tissue. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency.
- Vargas, C., and Chesney, M. (2019). End of Life Decommissioning and Recycling of Solar Panels in the United States. A Real Options Analysis (June 8, 2019). Available online at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3318117> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3318117>
- Visser, E., Perold, V., Ralston-Paton, S., Cardenal, A.C., & Ryan, P.G. (2019). Assessing the impacts of a utility-scale photovoltaic solar energy facility on birds in the Northern Cape, South Africa. *Renewable Energy*, 133, 1285-1294.
- Weselek, A., Ehmann, A., Zikeli, S., Lewandowski, I., Schindele, S., Högy, B. (2019). Agrophotovoltaic systems: applications, challenges, and opportunities. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 39, 35. <https://doi.org/10.1007/s13593-019-0581-3>.
- WMO-World Meteorological Organization (2012): *Standardized Precipitation Index User Guide* (M. Svoboda, M., Hayes, M., Wood, D.). WMO-No. 1090, Geneva, 24pp.
- WMO- World Meteorological Organization (2019). WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland.
- Wu, C., Niu, Z., and Gao, S. (2010). Gross primary production estimation from MODIS data with vegetation index and photosynthetically active radiation in maize. *Journal of Geophysical Research*, 115, D12127.
- Xu, Y., Ramanathan, V., & Victor, D. G. (2018). Global warming will happen faster than we think. *Nature* 564, 30–32.
- Yang, J., Li, X., Peng, W., Wagner, F., Mauzerall, D.L. (2018). Climate, air quality and human health benefits of various solar photovoltaic deployment scenarios in China in 2030. *Environmental Research Letters*, 13, 064002. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aabe99>.
- Yellowhair, J. and C.K. Ho. "Assessment of Photovoltaic Surface Texturing on Transmittance Effects and Glint/Glare Impacts". *ASME 2015 9th International Conference on Energy Sustainability collocated with the ASME 2015 Power Conference, the ASME 2015 13th International Conference on Fuel Cell Science, Engineering and Technology, and the ASME 2015 Nuclear Forum*. 2015. American Society of Mechanical Engineers.
- Zoellner, J., Schweizer-Ries, P., Wemheuer, C. (2008). Public acceptance of renewable energies: results from case studies in Germany. *Energy Policy*, 36: 4136–4141.