



Rinnovabili da sempre

Impianto fotovoltaico flottante “Cave Podere Stanga” nel Comune di Piacenza

Studio di Impatto Ambientale

Legge Regione Emilia Romagna n. 20/2018 e smi
Decreto legislativo n. 152/2006 e smi

Ing. Cristina

RABOZZI

Ord. Ing. SP, n. A1324

Dott. Agr. Andrea

VATTERONI

ODAF Prov. PI-LU-MS, n. 580

Ing. Sara

CASSINI

Ord. Ing. MS, n. A1099

Luglio 2024

INT.SIA.R.07.a

Cambiamenti climatici: mitigazioni e adattamento

Progettista

BP Engineering SrL

Hydrosolar SrL

Coordinamento di progetto e consulenza tecnica

Hydrosolar SrL – Infralab SrL

Opere di rete per la connessione CP "Montale"

Sering Italia SrL

Opere di utenza per la connessione

Ing. Giovanni Antonio Saraceno – **3E Ingegneria SrL**

Hydrosolar SrL

Sistemi di ancoraggio

Ing. Maurizio Ponzetta – **Wave for Energy SrL**

Geologia e idrogeologia

Dott. Geol. Alessandro Murratzu, Dott. Geol. Simone Fiaschi – **Idrogeo Service SrL**

Idraulica

Ing. Marco Monaci

Studio di impatto ambientale e progettazione ambientale integrata

Dott. Agr. Andrea Vatteroni, Ing. Cristina Rabozzi, Dott. Agr. Elena Lanzi, Arch. Michela Bortolotto, Ing. Sara Cassini, Dott. Alessandro Sergenti, Dott. Simone Luccini, Arch. Martina Mastropietro, Arch. Emma Bilancieri

ENVIarea stp snc

Idrobiologia

Dott. Biol. Nicola Polisciano

Ambiente, Paesaggio, Biodiversità e Ecologia

Dott. Agr. Andrea Vatteroni, Ing. Cristina Rabozzi, Dott. Agr. Elena Lanzi, Arch. Michela Bortolotto, Ing. Sara Cassini, Dott. Alessandro Sergenti, Dott. Simone Luccini, Arch. Martina Mastropietro, Arch. Emma Bilancieri

ENVIarea stp snc

Cartografia vettoriale

Arch. Martina Mastropietro, Arch. Emma Bilancieri, Arch. Michela Bortolotto

ENVIarea stp snc

Rendering e fotosimulazioni

Geom. Eleonora Frosini – **3D Visualization***

Acustica

Ing. Francesco Borchì, Ing. Gianfranco Colucci – **Vie en.ro.se. Ingegneria SrL**

SOMMARIO

1.	PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO	3
2.	LINEE GUIDA PER L'INTEGRAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI E DELLA BIODIVERSITÀ NELLA VIA	5
3.	INQUADRAMENTO CLIMATICO ATTUALE E TENDENZE FUTURE	8
3.1	Regione Emilia-Romagna.....	8
3.1.1	Analisi climatica del periodo 1961-2020	8
3.1.2	Scenari climatici attesi nel periodo 2021-2050.....	13
3.2	Provincia e Comune di Piacenza	15
3.2.1	Analisi climatica 1961-2020.....	16
3.2.2	Scenari climatici attesi nel periodo 2021-2050.....	23
4.	MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI INDOTTI DALLE OPOERE IN PROGETTO...25	
4.1	Emissioni prodotte da macchinari e mezzi in fase di cantiere.....	25
4.2	Emissioni prodotte dal traffico indotto in fase di cantiere	28
4.3	Emissioni dirette e indirette generate dai moduli fotovoltaici durante il ciclo di vita.....	37
4.4	Emissioni evitate in fase di esercizio dall'impianto in progetto	40
4.5	Emissioni evitate in fase di esercizio dalla fascia vegetata a fisionomia igrofila	44
5.	ADATTAMENTO DELLE OPERE IN PROGETTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI	49
5.1	Aumento delle temperature medie e ondate di calore	49
5.2	Ondate di freddo e neve	49
5.3	Siccità.....	50
5.4	Piogge estreme, esondazioni dei fiumi e alluvioni lampo	50
5.5	Tempeste e venti.....	51
5.6	Frane e smottamenti	53

* * *

1. PREMESSA E SCOPO DEL DOCUMENTO

L'istanza di avvio della procedura di Valutazione di Impatto Ambientale del progetto dell'impianto di produzione di energia da fonte fotovoltaica flottante denominato 'Cave Podere Stanga' sito nel comune di Piacenza (PC) è stata presentata dalla proponente CVA EoS SrL in data 04/04/2022.

Il progetto, come noto, è stato sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art. 23 del D.lgs. 152/2006 e s.m.i. in quanto rientra nella tipologia in elenco nell'Allegato II *Progetti di competenza Statale* alla Parte Seconda del D. Lgs.152/2006, al punto 2, denominata "impianti fotovoltaici per la produzione di energia elettrica con potenza complessiva superiore a 10 MW".

Nella nota di trasmissione della documentazione di progetto sopra richiamata il MiTE (oggi MASE) - in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 24 del DLgs n. 152/2006 e smi - indicava come termine ultimo per la presentazione dei contributi istruttori il giorno 25/11/2022.

Alla data del 25/11/2022 erano pervenuti - per tramite del portale istituzionale del MiTE (oggi MASE) inerente le procedure VAS-VIA-AIA statali - i seguenti contributi istruttori degli enti interessati:

- Consorzio di Bonifica di Piacenza, con nota assunta al protocollo del MiTE (oggi MASE) n. 142454 del 15/11/2022;
- Provincia di Piacenza, Servizio Territorio e urbanistica, Sviluppo, Trasporti, sistemi informativi, assistenza agli Enti locali, con nota assunta al protocollo del MiTE (oggi MASE) n. 147307 del 24/11/2022;
- Comune di Piacenza, Servizio Pianificazione Urbanistica e Ambientale - UO Servizi Pubblici di Impatto Urbanistico/Ambientale, con nota assunta al protocollo del MiTE (oggi MASE) n. 147845 del 25/11/2022.

Oltre tale data, inoltre, è pervenuto il seguente contributo istruttorio, catalogato sul portale istituzionale del MiTE (oggi MASE) inerente alle procedure VIA-VAS-AIA di competenza statale come "Osservazioni del pubblico inviate oltre i termini": Regione Emilia Romagna - Area Valutazione Impatto Ambientale e Autorizzazioni, con nota assunta al protocollo del MiTE (oggi MASE) n. 163664 del 27/12/2022.

Si rimanda, per una lettura omogenea e dettagliata dei suddetti contributi istruttori, all'elaborato "Relazione d'ottemperanza", cod. el. INT.000.R.02.a, e - in particolare - alla documentazione riportata in Allegato 1 al suddetto elaborato.

La Commissione Tecnica PNRR-PNIEC¹, nei 30 giorni successivi alla conclusione della fase di consultazione², non ha presentato alcun parere conclusivo. Nessun parere conclusivo della Commissione PNRR-PNIEC è stato comunque reso disponibile entro il 04/04/2023, termine ultimo conferito dall'art. 25, c. 2-bis del DLgs n. 152/2006 e smi alla Commissione per la predisposizione dello schema di provvedimento di VIA dell'iniziativa.

Oltre a ciò si segnala, per omogeneità di lettura, che tra i diversi Enti interessati dalla procedura non sono - al momento della predisposizione della presente documentazione - pervenuti i pareri consultivi della Soprintendenza territorialmente competente (SABAP per le province di Parma e

¹ La Commissione PNRR-PNIEC è stata istituita dall'art. 50, c. 1, lettera d), numero 1) del D.L. 76/2020 il quale ha inserito il nuovo comma 2-bis nell'art. 8 del DLgs n. 152/2006. La suddetta Commissione svolge la funzione di organo tecnico consultivo del MiTE (oggi MASE) nell'ambito dello svolgimento delle procedure di valutazione ambientale di competenza statale dei progetti del Piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR) e di quelli finanziati a valere sul fondo complementare, limitandone però il campo di azione alle sole tipologie progettuali previste dal nuovo allegato I-bis alla parte seconda del codice, introdotto dall'art. 18 del DL 76/2020.

² L'art. 20 del DL n. 77/2021, modificando l'art. 25 del DLgs n. 152/2006 e smi, ha previsto che la Commissione PNRR-PNIEC si debba esprimere - nell'ambito delle competenze assegnate dall'art. 8, c. 2-bis del DLgs n. 152/2006 e smi - entro 30 giorni dalla conclusione della fase di consultazione (ossia, riferendosi al caso in oggetto, entro 30 giorni a far data dal 25/11/2022, ergo entro il 27/12/2022) e comunque entro il termine di 130 giorni dalla data di pubblicazione della documentazione di avvio del procedimento di VIA (ossia, riferendosi al caso in oggetto, entro 130 giorni a far data dal 25/11/2022, ergo entro il 04/04/2023).

Piacenza), nonostante i tempi per le consultazioni previsti dal legislatore siano ampiamente conclusi (si veda anche seguente nota a piè di pagina n. 2). Relativamente a tale tema, coerentemente a quanto espresso dal Consiglio di Stato nella sentenza n. 8610/2023 del 02/10/2023, si segnala che l'orientamento giurisdizionale odierno è quello di considerare l'assenza di rilascio di un parere entro i termini fissati *ex lege* per la consultazione come un "silenzio assenso": la sentenza – in sintesi – conclude che "il parere della Soprintendenza reso tardivamente nell'ambito di una conferenza dei servizi è *tamquam non esset*".

Successivamente, in data 26/02/2024, il MASE – CT PNRR-PNIEC ha sospeso – tramite nota prot. n. 2478 – il proprio parere, segnalando la necessità – per una compiuta valutazione del progetto – che venissero formulate dal proponente chiarimenti ed integrazioni progettuali. La nota, si legge, nel richiamare le osservazioni formulate dagli Enti sopra richiamati ha richiesto al proponente di provvedere a fornire i chiarimenti e le integrazioni progettuali individuate entro il termine ultimo di 20 giorni a decorrere dalla notifica della comunicazione ossia entro il 17/03/2024.

La proponente, a seguito di quanto sopra, ha richiesto – ai sensi dell'art. 24, co. 4 del DLgs n. 152/2006 e smi ed entro il 17/03/2024 – sospensione dei termini per un massimo di 120 giorni, ossia sino al 12 luglio 2024. La richiesta di sospensione, non essendo stata rigettata entro cinque giorni dalla sua presentazione, è stata accolta dal MASE.

Data la complessità e multidisciplinarietà delle integrazioni richieste e delle osservazioni formulate si è ritenuto – a garanzia di una omogeneità di lettura ed in coerenza con quanto prescritto dal punto MASE_5.1 della nota del MASE CT PNRR-PNIEC n. 2478 del 26/02/2024 – di sviluppare il presente documento.

In particolare, il punto sopra richiamato, prescrive quanto segue:

MASE_5.1: valutare, ai sensi delle Linee Guida all'Integrazione dei Cambiamenti Climatici e della Biodiversità nella Valutazione di Impatto Ambientale della Commissione Europea, l'impatto del progetto sul clima e sui cambiamenti climatici, ossia gli aspetti di mitigazione ai cambiamenti climatici (emissioni dirette e indirette di GHG), e l'impatto dei cambiamenti climatici sul progetto e sulla sua attuazione, ossia gli aspetti di adattamento (ad esempio ondate di calore, precipitazioni estreme, esondazione dei fiumi e alluvioni lampo; tempeste e vento forte; frane e smottamenti; onde di tempesta, ondate di freddo; danni dovuti al gelo e disgelo).

Si tratta, invero, di un tema già affrontato nell'ambito dello studio di impatto ambientale agli atti (si veda § 3.12.3 della "Relazione di studio d'impatto ambientale", cod. el. SIA.REL.01, agli atti), sebbene non con il livello di dettaglio prescritto.

Il documento, presentata – per omogeneità di lettura – una sintesi del progetto in valutazione, va ad effettuare una valutazione – ricorrendo alle metodologie recentemente sviluppate dalle citate *Linee Guida all'Integrazione dei Cambiamenti Climatici e della Biodiversità nella Valutazione di Impatto Ambientale della Commissione Europea* – dell'impatto che il progetto potrà determinare sul clima e della resilienza che il sistema-progetto è in grado di assicurare a fronte degli scenari di cambiamento climatico prospettati nel medio e nel lungo periodo.

2. LINEE GUIDA PER L’INTEGRAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI E DELLA BIODIVERSITÀ NELLA VIA

Come noto l’ONU (UN, 1992. United Nations Framework Convention on Climate Change) definisce il climate change come il “*cambiamento climatico attribuito direttamente o indirettamente all’attività umana il quale altera la composizione dell’atmosfera globale e si aggiunge alla variabilità climatica naturale osservata in periodi di tempo comparabili*”. Il cambiamento climatico, legato direttamente al proliferare nell’atmosfera dei c.d. gas climalteranti, è responsabile di diversi fenomeni rischiosi per l’ambiente quali – a solo titolo d’esempio – lo scioglimento dei ghiacciai e il conseguente innalzamento del livello del mare, l’incremento delle ondate di calore e dei periodi di siccità, l’aumento dei fenomeni alluvionali e l’aumento delle tempeste e degli uragani. Il proliferare di tali gas climalternati nell’atmosfera terrestre è strettamente connesso con la gran parte delle attività antropiche quali l’utilizzo di autovetture, il riscaldamento, le attività agricole ed industriali e la produzione di elettricità e calore da fonti di energia non rinnovabili.

Le *Linee Guida all’Integrazione dei Cambiamenti Climatici e della Biodiversità nella Valutazione di Impatto Ambientale (VIA)* hanno lo scopo di aiutare gli Stati Membri a migliorare le modalità con cui integrare i temi dei cambiamenti climatici e della biodiversità nelle VIA in tutta l’UE, ai sensi della Direttiva 2011/92/UE (la “Direttiva VIA”) e ss.mm.ii. Sebbene tale Direttiva non menzioni esplicitamente i termini “cambiamenti climatici” e “biodiversità” nel testo, essa contiene riferimenti diretti e indiretti volti a includere tali temi nella VIA (Tabella 1).

Tabella 1. Riferimenti diretti e indiretti al cambiamento climatico e alla biodiversità nella Direttiva VIA (Fonte: LLGG integrazione cambiamenti climatici e biodiversità nella VIA)

Tema	Riferimento nella Direttiva (diretto)	Riferimento nella Direttiva (indiretto)
Cambiamento climatico	<ul style="list-style-type: none"> “Clima/fattori climatici” ed interazioni con altri fattori da valutare nella VIA (Articolo 3 e Allegato IV(3)). 	<ul style="list-style-type: none"> La Direttiva fa riferimento al principio di precauzione e alla necessità di azioni preventive e della valutazione VIA in un contesto transfrontaliero. I progetti correlati al trasporto, alla cattura e all’immagazzinamento dell’anidride carbonica (CO2) sono trattati nell’Allegato I e nell’Allegato II.
Biodiversità	<ul style="list-style-type: none"> “Fauna e flora” ed interazioni con altri fattori da valutare (Articolo 3 e Allegato IV(3)). Riferimento alla Direttiva Habitat e alla Direttiva Uccelli (Allegato III(2)(V)). 	<ul style="list-style-type: none"> Il paragrafo (14) della premessa riconosce il valore degli ecosistemi e sottolinea la necessità di tenerne conto quando si valutano gli effetti di un progetto sull’ambiente. L’Allegato III (criteri di screening) tratta della capacità rigeneratrice delle risorse naturali e della capacità di assorbimento dell’ambiente naturale.

L’inserimento di tematiche ambientali legate ai cambiamenti climatici e alla biodiversità nella procedura di VIA può contribuire, ad esempio, a:

- raggiungere gli obiettivi relativi ai cambiamenti climatici e alla biodiversità;
- essere conforme alla legislazione e alle politiche UE e nazionali;
- migliorare la reputazione del progetto;
- aumentare la resilienza di un progetto rispetto ai cambiamenti climatici;
- gestire i conflitti e le sinergie potenziali tra cambiamenti climatici, biodiversità e altre questioni ambientali;
- supportare i servizi ecosistemici di cui si avvale il progetto.

Concentrandosi sui cambiamenti climatici, le azioni che possono essere intraprese possono essere suddivise in due categorie:

- **Mitigazione** - termine usato per descrivere il processo di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra (Green House Gasses - GHG) che contribuiscono ai cambiamenti climatici. Racchiude strategie volte a ridurre le emissioni di GHG e ad accrescere i serbatoi di tali gas.
- **Adattamento** – costituisce un processo, o un insieme di iniziative e misure, volto a ridurre la vulnerabilità dei sistemi naturali e umani agli effetti previsti o reali provocati dai cambiamenti climatici. L’adattamento può anche essere considerato come la capacità di imparare a convivere con le conseguenze dei cambiamenti climatici. Le prime conseguenze dei cambiamenti climatici sono già visibili in Europa e nel mondo, e si prevede che tali impatti si intensifichino nei decenni a venire. Le temperature sono in aumento, i regimi delle precipitazioni stanno cambiando, i ghiacciai si stanno fondendo, i livelli del mare si stanno innalzando e le condizioni climatiche estreme che comportano pericoli quali le alluvioni e la siccità stanno diventando sempre più comuni.

L’adattamento e la mitigazione sono due approcci complementari per affrontare i cambiamenti climatici, strettamente interconnessi tra loro. Benché siano spesso trattati come temi o campi di intervento distinti all’interno delle diverse politiche, è fondamentale considerare i legami esistenti tra loro. Certe misure di adattamento presentano dei chiari benefici in termini di mitigazione e viceversa, ma alcune azioni possono portare ad un ‘adattamento imperfetto (*“maladaptation”*)’ - ossia invece di ridurre la vulnerabilità ai cambiamenti climatici, in realtà, l’aumentano oppure riducono la capacità di adattamento.

Con riferimento alla mitigazione, durante la procedura di VIA dovrà essere valutato l’impatto del progetto sul clima e sui cambiamenti climatici. Le principali problematiche sono correlate alle emissioni di GHG (Tabella 2). L’attuazione di un progetto può portare, ad esempio, a:

- un aumento diretto delle emissioni GHG;
- un aumento della domanda di energia che porta ad un aumento indiretto delle emissioni di GHG;
- emissioni “nascoste” di GHG, ad esempio per via del consumo di energia nella produzione di materiali, nei trasporti, ecc.;
- perdita di habitat che provvedono al sequestro di carbonio (ad esempio, attraverso il cambio di destinazione d’uso dei territori).

Tabella 2. Principali problematiche in materia di mitigazione dei cambiamenti climatici e domande chiave da porsi in fase di VIA (Fonte: LLGG integrazione cambiamenti climatici e biodiversità nella VIA)

Principali problematiche correlate a:	Domande chiave che si possono porre in fase di screening e/o scoping della VIA
Emissioni GHG dirette;	<ul style="list-style-type: none"> • Il progetto proposto emetterà anidride carbonica (CO₂), ossido nitroso (N₂O) o metano (CH₄) o eventuali altri gas serra rientranti nell’UNFCCC? • Il progetto proposto comporta l’uso di territorio, il cambio di destinazione d’uso di suolo o attività silvicole (ad es. disboscamento) che possono condurre ad un aumento delle emissioni? Comporta altre attività (ad es. rimboschimento) che possono fungere da serbatoi delle emissioni?
Emissioni GHG indirette dovute ad una maggiore domanda di energia	<ul style="list-style-type: none"> • Il progetto proposto influirà in modo significativo sulla domanda di energia? • È possibile utilizzare fonti di energia rinnovabile?
GHG indiretti prodotti da eventuali attività o infrastrutture di supporto direttamente correlate all’attuazione del progetto proposto (ad es. trasporti)	<ul style="list-style-type: none"> • Il progetto proposto aumenterà o diminuirà in modo significativo gli spostamenti delle persone? Il progetto proposto aumenterà o diminuirà in modo significativo il trasporto merci?

Per quanto concerne l’adattamento ai cambiamenti climatici, invece, durante la VIA dovrà essere valutato l’impatto dei cambiamenti climatici sul progetto proposto, la sua resilienza e capacità di affrontarli. Un elenco non esaustivo delle principali problematiche in tema di adattamento è riportato in Tabella 3.

Tabella 3. Principali problematiche in materia di adattamento ai cambiamenti climatici (Fonte: LLGG integrazione cambiamenti climatici e biodiversità nella VIA)

Principali problematiche correlate a:	Domande chiave che si possono porre in fase di screening e/o scoping della VIA
Ondate di calore (considerate che le ondate di calore sono solitamente associate alla scarsità d’acqua - si vedano anche i suggerimenti sulla siccità)	<ul style="list-style-type: none"> • Il progetto proposto limiterà la circolazione dell’aria o ridurrà gli spazi aperti? • Assorbirà o genererà calore? • Emetterà composti organici volatili (COV) e ossidi di azoto (NO_x) e contribuirà alla formazione di ozono nella troposfera durante le giornate calde e di sole? • Può essere soggetto ad ondate di calore? • Aumenterà la domanda di energia e di acqua per il raffrescamento? • I materiali usati nella costruzione possono sopportare temperature più elevate (o saranno sottoposti, ad esempio, a fatica o degrado superficiale)?
Siccità dovute a cambiamenti a lungo termine dei regimi delle precipitazioni (considerate anche eventuali effetti sinergici con le azioni di gestione delle piene che migliorano la capacità di contenimento delle acque nei bacini imbriferi)	<ul style="list-style-type: none"> • Il progetto proposto aumenterà la domanda d’acqua? • Influirà negativamente sulle falde acquifere? • Il progetto proposto è vulnerabile alle basse portate dei fiumi o all’aumento della temperatura delle acque? • Peggiorerà l’inquinamento idrico - specialmente nei periodi di siccità con percentuali di diluizione minori, temperature e torbidità maggiori? • Cambierà la vulnerabilità dei paesaggi o delle superfici boschive agli incendi? Il progetto proposto è ubicato in un’area vulnerabile agli incendi boschivi? • I materiali usati nella costruzione possono sopportare temperature più elevate?
Piogge estreme, esondazioni dei fiumi e alluvioni lampo	<ul style="list-style-type: none"> • Il progetto proposto sarà a rischio in quanto ubicato in una zona di esondazione dei fiumi? • Cambierà la capacità della golena esistente di gestire le piene in modo naturale? • Altererà la capacità di ritenzione idrica del bacino imbrifero? • I terrapieni/argini sono sufficientemente stabili da sopportare le piene?
Tempeste e venti	<ul style="list-style-type: none"> • Il progetto proposto sarà a rischio a causa di tempeste e forti venti? • Il progetto e la sua operatività possono subire la caduta di oggetti (ad es. alberi) posti in prossimità? • Il collegamento del progetto alle reti idriche, di trasporto, dell’energia e di comunicazione è garantito durante forti temporali?
Frane e smottamenti	<ul style="list-style-type: none"> • Il progetto è ubicato in un’area che potrebbe essere soggetta a precipitazioni estreme o frane e smottamenti?
Innalzamento del livello dei mari	<ul style="list-style-type: none"> • Il progetto proposto è ubicato in aree che possono essere penalizzate dall’innalzamento del livello dei mari? • Il progetto può essere colpito da ondate marine generate dalle tempeste? • Il progetto proposto è ubicato in un’area a rischio di erosione costiera? Ridurrà o incrementerà il rischio di erosione costiera? • È ubicato in aree che possono essere interessate da intrusione salina? • L’intrusione di acqua salata può comportare la dispersione di sostanze inquinanti (ad es. rifiuti)?
Ondate di freddo e neve	<ul style="list-style-type: none"> • Il progetto proposto può essere sottoposto per brevi periodi di tempo insolitamente freddo, bufere di neve o gelo? • I materiali usati nella costruzione possono sopportare temperature più basse? • Il gelo può influire sul funzionamento e/o l’operatività del progetto? Il collegamento del progetto alle reti idriche, di trasporto, dell’energia e di comunicazione è garantito durante le ondate di freddo? • I forti carichi di neve possono avere un impatto sulla stabilità delle costruzioni?
Danni dovuti al gelo e disgelo	<ul style="list-style-type: none"> • Il progetto proposto è a rischio di danni dovuti al gelo e al disgelo (ad es. i progetti di infrastrutture chiave)? • Il progetto può essere soggetto al disgelo del permafrost?

3. INQUADRAMENTO CLIMATICO ATTUALE E TENDENZE FUTURE

La Regione Emilia-Romagna occupa la porzione Sud-orientale della Pianura Padana ed è delimitata dal fiume Po a Nord, dal Mare Adriatico a Est e dalla catena Appenninica a Sud. La fascia pianeggiante ha un'altitudine ovunque inferiore ai 100 m, con vaste aree al livello del mare nel settore orientale; le zone montuose sono caratterizzate da numerose piccole valli, che presentano generalmente un andamento parallelo tra loro e perpendicolare alla catena Appenninica.

Il clima dell'Emilia-Romagna presenta caratteri diversi a seconda delle aree geografiche. Sui rilievi appenninici più elevati il clima è montano temperato fresco, con estati fresche e inverni rigidi, durante i quali sono relativamente frequenti precipitazioni nevose. Nelle aree di pianura e vallive occidentali il clima è temperato continentale, caratterizzato da estati calde e secche, ed inverni rigidi, mentre nelle aree di pianura e collinari orientali più prossime alla costa il clima è mediterraneo, caratterizzato da temperature più miti rispetto alle aree interne.

Le precipitazioni, più intense sui rilievi che nelle aree di pianura, sono più frequenti in autunno e presentano un picco secondario in primavera, con valori climatologici minimi di piogge cumulate mensili intorno a 50 mm nelle aree di pianura. La variabilità termica e pluviometrica è principalmente legata alla stagionalità e alla variabilità intra-stagionale (tra un mese e il successivo), per l'elevata variabilità della circolazione atmosferica di larga scala.

Le condizioni di piovosità in Emilia sono prevalentemente associate a venti da Sud-Ovest, ma sono abbastanza probabili anche venti da Nord-Est e possibili condizioni di calma di vento. In Romagna, nei giorni piovosi prevalgono invece venti da Nord-Est e Sud-Ovest (meno frequenti), ma sono possibili anche condizioni di calma di vento.

Nel seguente paragrafo 3.1 è riportata un'analisi del clima attuale e delle tendenze future su scala regionale, mentre nel paragrafo 3.2 un'analisi estesa al territorio comunale di Piacenza.

3.1 Regione Emilia-Romagna

3.1.1 *Analisi climatica del periodo 1961-2020*

L'analisi del clima attuale del territorio regionale, relativo al periodo 1991-2020, e un confronto della sua variabilità spaziale e temporale con il clima osservato nel trentennio precedente (1961-1990) è stata effettuata prendendo a riferimento quanto contenuto nei seguenti:

- Atlante climatico dell'Emilia-Romagna 1961-2015³ (edizione 2017) pubblicato da Arpae;
- Allegato 1 "Quadro Conoscitivo dell'ambiente e del territorio"⁴ del Rapporto Preliminare Ambientale del Piano Integrato Regionale (PAIR) 2030;
- Andamento degli indicatori climatici nell'ultimo sessantennio in Emilia-Romagna⁵, presentazione realizzata dall'Osservatorio Clima Arpae
- Rapporto IdroMeteoClima Emilia-Romagna – Dati 2022⁶ realizzato dall'Osservatorio Clima di Arpae;

Si precisa che, in assenza di informazioni relative al trentennio 1991-2020, la descrizione del clima attuale è riferita al periodo 1991-2015.

Dall'analisi dei dati giornalieri di temperatura contenuti nel dataset climatico Eraclito61⁷ si evince che, rispetto al periodo di riferimento (1961-1990), nell'ultimo trentennio sono stati osservati aumenti

³ <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/clima/rapporti-e-documenti/atlante-climatico>

⁴ <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/aria/temi/verso-il-nuovo-pair2030-1>

⁵ https://centroeticambientale.org/wedit/fileman/Uploads/cambiamenti%20clim/Pavan_Seminario_CEA_16_maggio_20.pdf

⁶ <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/meteo/report-meteo/rapporti-annuali>

⁷ Eraclito61 è un dataset climatico giornaliero di precipitazioni e temperature (minime e massime) che copre tutto il territorio regionale dal 1961 a oggi. I dati sono ottenuti tramite interpolazione spaziale su una griglia regolare di circa 5 km a partire dai valori rilevati dalla rete delle stazioni meteorologiche storiche. Link: <https://dati.arpae.it/dataset/erg5-eraclito>

delle temperature (massime e minime) e della durata delle ondate di calore, sia a livello annuale che stagionale, e una riduzione del numero di giorni con gelo a livello annuale.

In Figura 1 è possibile osservare che nel periodo 1991-2020 il valore medio regionale della temperatura massima è stato pari a circa 18°C, in aumento di 1,7°C rispetto al periodo di riferimento, mentre il valore della temperatura minima ha registrato una crescita più contenuta, pari a +0,5°C, attestandosi a circa 8°C. Il tendenziale aumento dei valori di temperatura medi regionali dal 1961 a oggi è stato confermato anche nell'ultimo Rapporto IdroMeteoClima Emilia-Romagna pubblicato dall'Osservatorio Clima di Arpae. Il 2022 è stato l'anno più caldo dal 1961 sia in termini di temperatura media (14,2°C), sia di temperatura massima (19,6°C).

L'aumento della temperatura registrato nel periodo 1991-2015 rispetto al trentennio precedente ha coinvolto tutto il territorio regionale, comprese le zone appenniniche più elevate. Dalla distribuzione spaziale delle temperature medie (massime, minime e medie) rappresentata in Figura 1 è possibile osservare che le zone con temperature medie massime inferiori a 10°C sono praticamente scomparse, tranne che in alcune aree situate nel crinale dell'alto Appennino tosco-emiliano. Anche le zone caratterizzate da temperature minime medie inferiori a 5°C si sono ridotte alle aree dell'Appennino centro-occidentale, mentre le temperature medie sono aumentate specialmente nelle aree di pianura e lungo la costa.

Con riferimento alle precipitazioni, nel periodo 1961-2010 i valori delle cumulate annuali, anche se in calo, non sono variati significativamente, mentre sono stati osservati notevoli cambiamenti dei regimi di pioggia nel corso dell'anno, con prolungati periodi siccitosi nella stagione estiva. In Figura 2 è possibile osservare che l'estate è la stagione che presenta i cali di precipitazioni più significativi e diffusi nel territorio regionale, con picchi di -20 mm/decennio in Romagna e localmente sull'Appennino. Anche in inverno è stato osservato un tendenziale calo delle piogge in vaste zone della regione, ad eccezione di alcune zone del crinale appenninico caratterizzate da trend opposto. Le stagioni intermedie presentano valori di piovosità generalmente stabili nel tempo, con un significativo aumento delle cumulate stagionali nell'area del delta padano.

Concentrandosi sulla distribuzione spaziale piogge, in Figura 2 è possibile osservare che nel periodo 1991-2015 le aree di pianura vicino al mare, con fulcro nel territorio della provincia di Ferrara, sono state le meno piovose (con valori intorno ai 600-800 mm/anno), mentre le aree dell'alto Appennino Emiliano le più ricche di precipitazioni, con valori oscillanti tra 1800-2200 mm/anno.

Figura 1. Andamento spaziale e temporale della temperatura media massima, minima e media annua nel territorio regionale (Fonte:ARPAE)

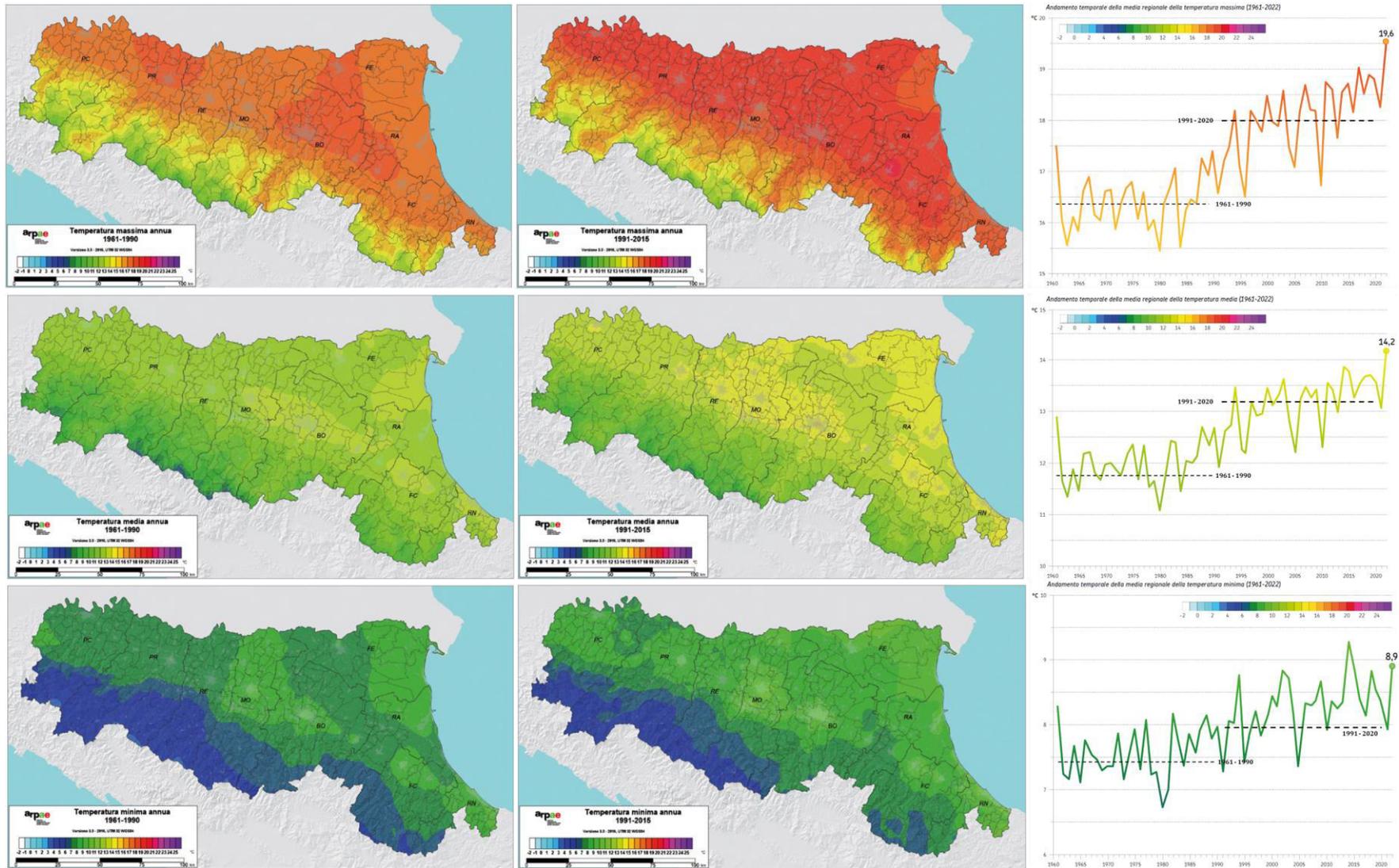
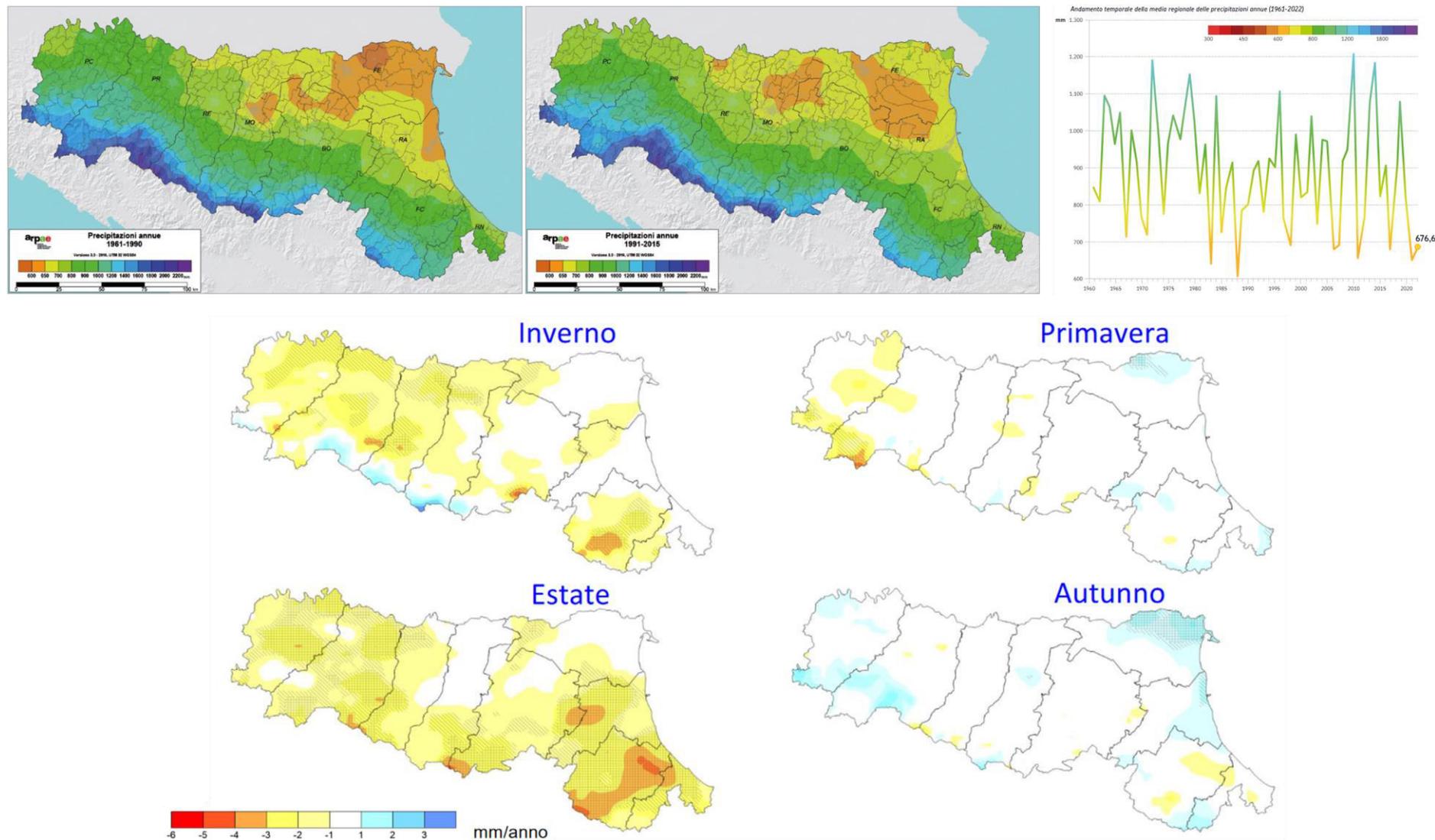
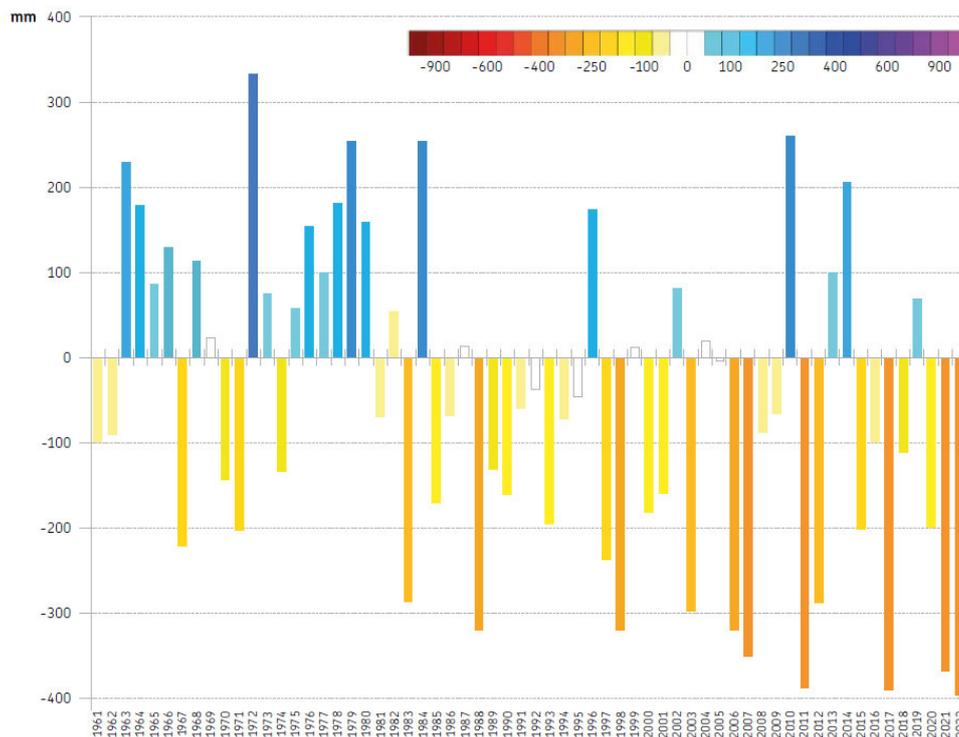


Figura 2. Andamento spaziale e temporale delle precipitazioni medie annue nel territorio regionale e tendenze stagionali (Fonte: ARPAE)



Sebbene non si siano registrate variazioni importanti nelle precipitazioni totali annue dal 1961 a oggi, il bilancio idroclimatico annuo (pari alla differenza tra le precipitazioni e l’evapotraspirazione potenziale) risulta caratterizzato da un forte trend negativo, dovuto principalmente al calo delle precipitazioni estive e all’aumento generalizzato delle temperature, che causano un aumento della domanda evapotraspirativa dell’atmosfera. Il trend di questo indice a livello regionale è stimato pari a circa -40 mm ogni 10 anni. Nel 2022 è stato registrato il valore più basso della serie storica, pari a -395 mm (Figura 3).

Figura 3. Andamento della media regionale del bilancio idroclimatico nel periodo 1961-2022 (Fonte: ARPAE)

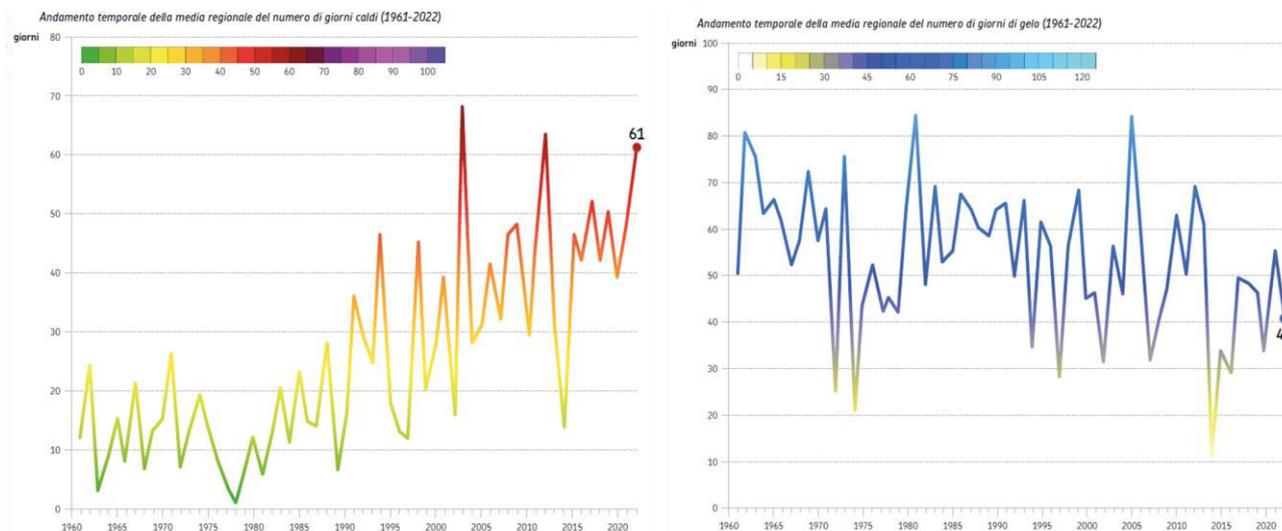


All’interno della caratterizzazione del clima della regione rivestono un ruolo di particolare interesse gli indici climatici legati a valori intensi di temperatura, che descrivono la frequenza con cui si verificano condizioni climatiche potenzialmente impattanti in diversi ambiti.

Dall’andamento temporale riportato in Figura 4 si evince quanto segue:

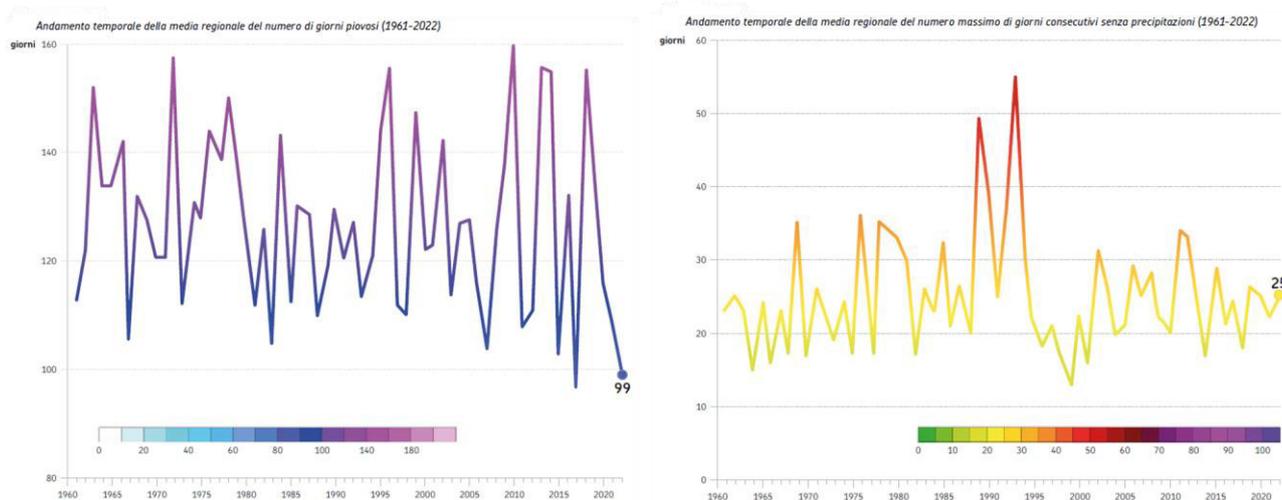
- il numero di giorni caldi, caratterizzati da una temperatura massima sopra i 30 °C, è aumentato sensibilmente a partire dagli anni '80, raggiungendo il valore massimo nel 2003. Negli ultimi 20 anni il valore medio dell’indice è stato pari a circa 40 giorni. I giorni caldi più frequenti vengono generalmente registrati nelle aree di pianura lontano dalla costa, in particolare nelle aree urbane e pedecollinari. Anche le notti tropicali, aventi una temperatura minima superiore a 20°C, sono aumentate. Dal punto di vista geografico, il maggior numero di notti tropicali viene registrato nelle zone di pianura, con picchi particolarmente pronunciati nelle aree urbane. Il valore medio dell’indice negli ultimi 20 anni è risultato paria circa 4 giorni;
- i giorni di gelo, definiti come quelli in cui la temperatura è inferiore a 0 °C, sono tendenzialmente diminuiti a partire dagli anni '90, ma presentano una forte variabilità interannuale che può causare ingenti danni alle colture agricole specialmente in primavera, nei periodi di risveglio vegetativo. Negli ultimi 20 anni il valore medio dell’indice su scala regionale è stato pari a circa 52 giorni, mentre nel 2022 sono stati registrati 41 giorni di gelo.

Figura 4. Andamento temporale della media regionale del numero di giorni caldi e di gelo nel periodo 1961-2022 (Fonte: ARPAE)



Con riferimento alle precipitazioni, in Figura 5 è possibile osservare che il numero di giorni piovosi non presenta tendenze significative sul lungo periodo, ma a partire dal 2005 sembra essere caratterizzato da una più accentuata variabilità interannuale. Anche il numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni, indice che riveste un importante ruolo nella valutazione degli episodi di siccità, non presenta tendenze lineari significative nel lungo periodo, ma risulta caratterizzato da valori particolarmente elevati in alcuni anni centrali della serie (1989, 1990 e 1993). Nel 2022 l'indice regionale è risultato pari a circa 99 giorni, secondo valore più basso dal 1961 dopo il 2017.

Figura 5. Andamento temporale della media regionale del numero di giorni piovosi e consecutivi senza precipitazioni nel periodo 1961-2022 (Fonte: ARPAE)



3.1.2 Scenari climatici attesi nel periodo 2021-2050

La descrizione degli scenari climatici attesi nel periodo 2021-2050 nel territorio regionale è stata effettuata prendendo a riferimento quanto contenuto nella Strategia di Mitigazione e Adattamento per

i Cambiamenti Climatici della Regione Emilia-Romagna⁸ (SMACC-RER), approvata con Delibera dell’Assemblea Legislativa n. 187 il 20/12/2018, e nel relativo Documento di Sintesi.

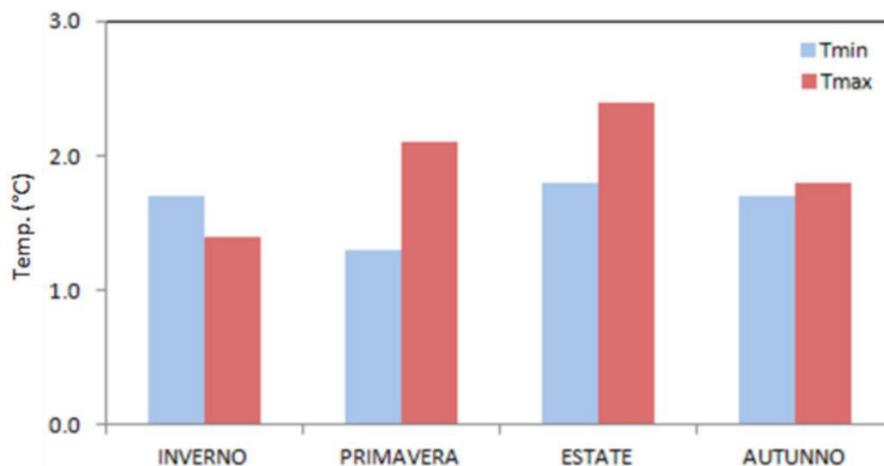
Le variazioni climatiche attese sono state ottenute attraverso la tecnica di regionalizzazione statistica applicata ai risultati del modello climatico globale del Centro Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC-CM) per gli scenari emissivi IPCC RCP4.5, il quale prevede la riduzione nel tempo della concentrazione di gas climalteranti a seguito dell’adozione di politiche di mitigazione, e IPCC RCP8.5, che considera l’assenza di politiche di mitigazione e l’aumento delle emissioni di gas serra nel tempo ai ritmi attuali.

Nello scenario emissivo IPCC RCP4.5 le proiezioni climatiche sulla regione mostrano segnali di cambiamento importanti per il periodo 2021-2050 rispetto al periodo di riferimento 1971-2000, sia in campo termico che pluviometrico. Nello specifico, si prevede:

- un aumento delle temperature minime e massime di circa 1.5° C in tutte le stagioni ad eccezione dell’estate, in cui l’aumento medio regionale della temperatura massima è stimato pari a circa 2.5°C (Figura 6);
- un aumento degli estremi di temperatura, in particolare delle ondate di calore e delle notti tropicali;
- una diminuzione della quantità di precipitazione soprattutto in primavera (circa il 10%) ed estate (Figura 7);
- un incremento della precipitazione totale e degli eventi estremi in autunno (circa il 20%) e aumento del numero di giorni consecutivi senza precipitazione in estate (circa il 20%).

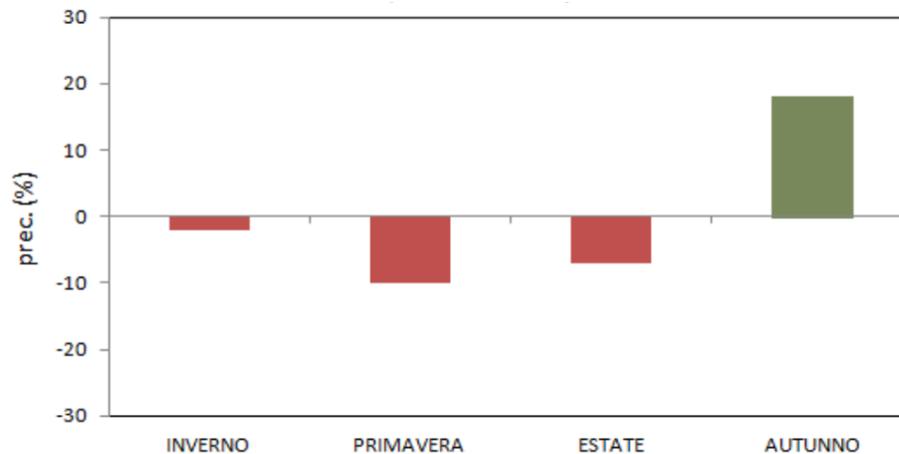
Proiezioni simili di temperatura precipitazione, ma con valori più elevati, sono state ottenute per il periodo 2021-2050 anche nell’ambito dello scenario emissivo IPCC RCP8.5.

Figura 6. Cambiamenti della temperatura minima e massima (media regionale) nel periodo 2021-2050 rispetto al 1971-2000 - scenario RCP 4.5 (Fonte: Documento di sintesi SMACC-RER)



⁸ <https://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/cambiamenti-climatici/temi/la-regione-per-il-clima/strategia-regionale-per-i-cambiamenti-climatici>

Figura 7. Cambiamenti della quantità di precipitazione (media regionale) nel periodo 2021-2050 rispetto al 1971-2000 - scenario RCP 4.5 (Fonte: Documento di sintesi SMACC-RER)



Verso la fine del secolo, nel periodo 2071-2100, le proiezioni evidenziano cambiamenti più intensi sia nel regime termico che pluviometrico. Con lo scenario RCP 4.5, l'aumento atteso per le temperature massime durante la stagione estiva potrebbe essere di circa 4.5°C, mentre con lo scenario RCP 8.5, che considera l'assenza di politiche di mitigazione e l'aumento delle emissioni di gas serra nel tempo, l'aumento delle temperature massime estive potrebbe raggiungere anche 8°C.

3.2 Provincia e Comune di Piacenza

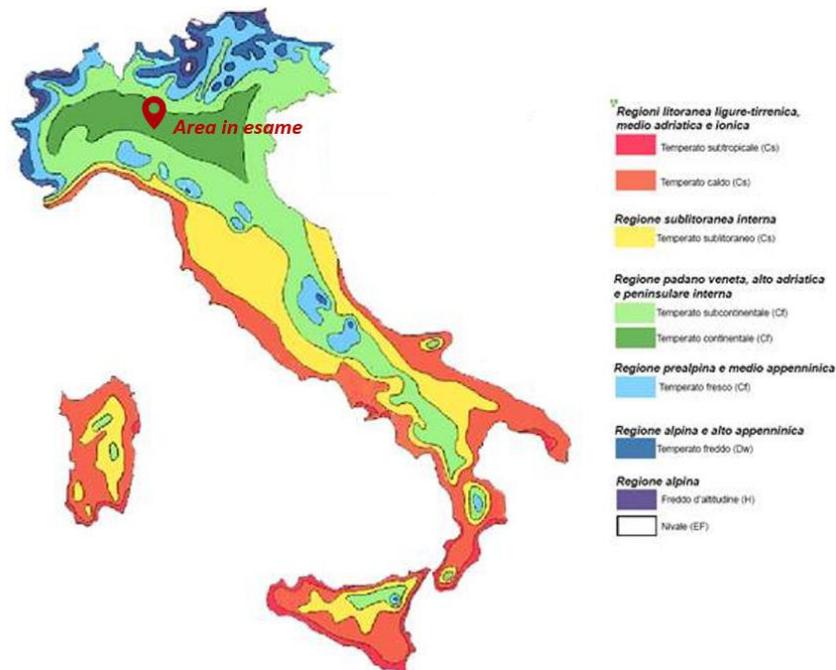
Il territorio comunale di Piacenza è situato nella parte interna della Pianura Padana, la quale possiede caratteristiche tipiche dei climi continentali, con:

- inverni particolarmente rigidi, con temperature minime che possono scendere al di sotto dello zero termico anche nelle ore più calde della giornata;
- estati molto calde, con frequenti condizioni di afa a causa degli elevati valori di umidità relativa negli strati dell'atmosfera più prossimi al suolo determinati da situazioni di tempo stabile con debole regime di vento che porta ad uno scarso rimescolamento verticale;
- intense escursioni termiche, specialmente nel periodo invernale;
- scarsa ventilazione nel corso dell'anno, che non favorisce la dispersione degli inquinanti in atmosfera;

Sotto il profilo pluviometrico, il clima è caratterizzato dal tipico regime “sublitoraneo” appenninico o padano che presenta due valori massimi delle precipitazioni mensili, in primavera e in autunno, e due valori minimi in inverno e in estate; di questi il massimo autunnale e il minimo estivo sono più accentuati degli altri due.

Secondo il sistema di classificazione climatica di Koppen, il territorio comunale ricade nel gruppo climatico Cf - Temperato subcontinentale che, a livello italiano, interessa parte della pianura veneta, la pianura friulana, la fascia costiera dell'alto adriatico e la peninsulare interna. Le località ricadenti nel gruppo climatico temperato subcontinentale sono caratterizzate da una temperatura media annua di 10-14°C, una media del mese più freddo variabile da -1°C a 3.9°C, da 2 mesi con temperatura media maggiore a 20°C e un'escursione termica annua da 16 a 19°C.

Figura 8. Classificazione climatica di Köppen con indicato il territorio comunale di Piacenza



3.2.1 *Analisi climatica 1961-2020*

L’analisi del clima attuale del territorio comunale, relativo al periodo 1991-2020, e un confronto della sua variabilità spaziale e temporale con il clima osservato nel trentennio precedente (1961-1990) è stata effettuata prendendo a riferimento quanto contenuto nei seguenti:

- Allegato I “Clima e cambiamenti climatici” del Quadro Conoscitivo del Piano Territoriale di Area Vasta (PTAV)⁹ della Provincia di Piacenza, adottato con D.C.P. n. 9 il 27/3/2024;
- L’elaborato n.7 “Climatologia” del Quadro Conoscitivo del Piano Strutturale Comunale (PSC)¹⁰ del Comune di Piacenza, approvato con D.C.C. n. 23 e n. 24 il 16/06/2016;
- Fascicolo I “Analisi climatica e del contesto” del Piano d’Azione per l’Energia Sostenibile ed il Clima (PAESC)¹¹ del Comune di Piacenza, approvato con D.C.C. n. 15 il 26/04/2021;

La ricostruzione del regime termo-pluviometrico dell’area in esame nel periodo in esame è stata desunta prendendo a riferimento i dati termo-pluviometrici del Comune di Piacenza relativi ai periodi 1961-1990 e 1991-2020 contenuti nelle tabelle climatologiche pubblicate da Arpae, ricavati a partire dal dataset climatico Eraclito61¹²;

Il grafico riportato in Figura 9 mostra l’andamento medio mensile (minimo, massimo e medio) delle temperature nel trentennio 1991-2020. È possibile osservare che le temperature minime variano tra -1,1°C (gennaio) e 17,6°C (luglio e agosto), mentre quelle massime sono comprese tra 6,6°C (gennaio) e 31,8°C (luglio). Le temperature medie mensili presentano un andamento unimodale, con minimo in gennaio (2,8 °C) e massimo in luglio (24,7 °C). La sequenza delle variazioni intermensili ha quindi valore positivo da febbraio a luglio e negativo da agosto a gennaio. L’incremento maggiore si ha tra il mese di aprile e maggio (+4,9 °C), mentre la diminuzione più marcata si verifica mediamente tra

⁹ <https://ptavpiacenza.it/approvazione-del-piano/>

¹⁰ https://www.comune.piacenza.it/it/public_documents/553

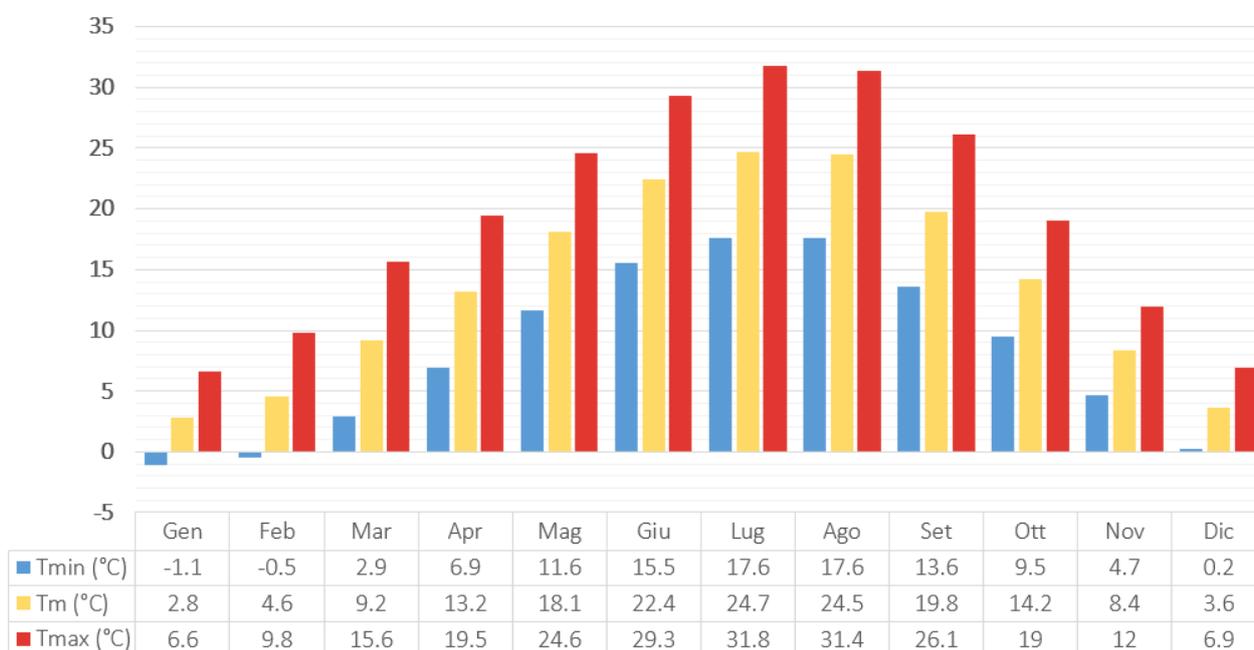
¹¹ https://www.comune.piacenza.it/it/public_documents/1000

¹² Eraclito61 è un dataset climatico giornaliero di precipitazioni e temperature (minime e massime) che copre tutto il territorio regionale dal 1961 a oggi. I dati sono ottenuti tramite interpolazione spaziale su una griglia regolare di circa 5 km a partire dai valori rilevati dalla rete delle stazioni meteorologiche storiche. Link: <https://dati.arpae.it/dataset/erg5-eraclito>

ottobre e novembre (-5,8 °C). Nel territorio comunale il valore medio annuale delle temperature medie mensili calcolate sul periodo considerato è pari a 12,1 °C.

Dal Quadro Conoscitivo del PSC di Piacenza si evince che in inverno le temperature possono scendere al di sotto dello zero termico, anche durante le ore più calde della giornata, instaurando condizioni rigide di gelo che possono permanere anche per tutto l'arco della giornata. Questo fenomeno è probabilmente imputabile a condizioni di inversione termica invernali e alla frequente copertura nebbiosa della pianura durante i mesi freddi che ostacola il riscaldamento per irraggiamento. In estate, invece, le temperature possono raggiungere valori prossimi ai 30 °C, che associate agli scarsi rimescolamenti verticali dell'aria durante le calme anemologiche, determinano condizioni di caldo afoso con elevati valori di umidità relativa al suolo.

Figura 9. Andamento della temperature medie mensili (massima, media e minima) nel Comune di Piacenza relative al periodo 1991-2020 (Fonte: elaborazione originale su dati Arpae)



In Figura 10 è riportato il confronto tra le temperature minime medie mensili dell'ultimo trentennio (1991-2020) con quelle relative al periodo 1961-1990, dal quale si evince che i valori non sono variati significativamente nel corso dell'anno. Il mese che mostra la variazione maggiore è febbraio, la cui temperatura minima media si è ridotta di 1,1°C rispetto al trentennio 1961-1990. La media annuale delle temperature minime è passata da 8,4°C a 8,2°C.

Le temperature medie e massime, invece, sono aumentate in tutti mesi dell'anno. Nell'ultimo trentennio è stata registrata una crescita delle temperature medie mensili di almeno 0,5°C, tranne nei mesi di settembre e ottobre (+0,2°C). Il mese che mostra la variazione maggiore è giugno (+1,5°C). La media annuale delle temperature medie è passata da 12,9°C a 13,8°C (Figura 11).

Per le temperature massime sono state osservati aumenti più marcati, specialmente nella stagione estiva. Nel periodo 1991-2020 è stata registrata una crescita delle temperature massime mensili di almeno 1°C, ad eccezione del mese di ottobre (+0,7°C). Il mese che mostra la variazione maggiore è agosto (+2,8°C). La media annuale delle temperature massime è passata da 17,4°C a 19,4°C (Figura 12). L'aumento delle temperature massime, in particolare nel periodo estivo, è confermato dalla riduzione del numero di giorni di gelo persistente (caratterizzati da temperatura massima inferiore a 0°C) e l'aumento del numero di giorni caldi (aventi una temperatura massima superiore a 30°C).

Figura 10. Confronto delle temperature minime medie mensili nei periodi 1991-2020 e 1961-1990 nel Comune di Piacenza (Fonte: elaborazione originale su dati Arpae)

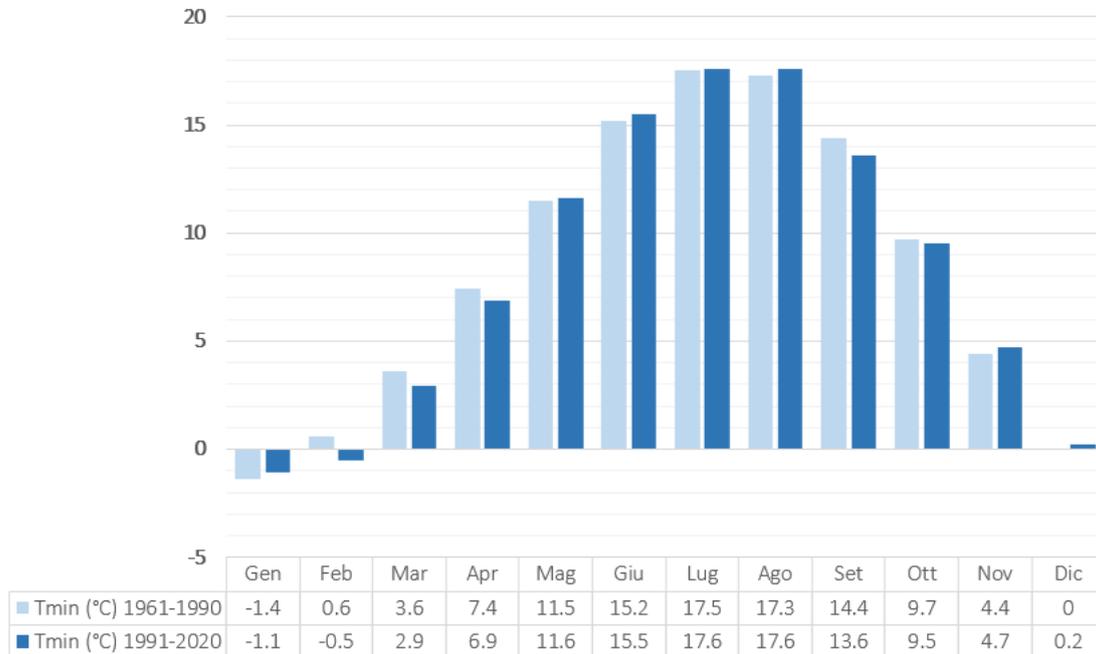


Figura 11. Confronto delle temperature medie mensili nei periodi 1991-2020 e 1961-1990 nel Comune di Piacenza (Fonte: elaborazione originale su dati Arpae)

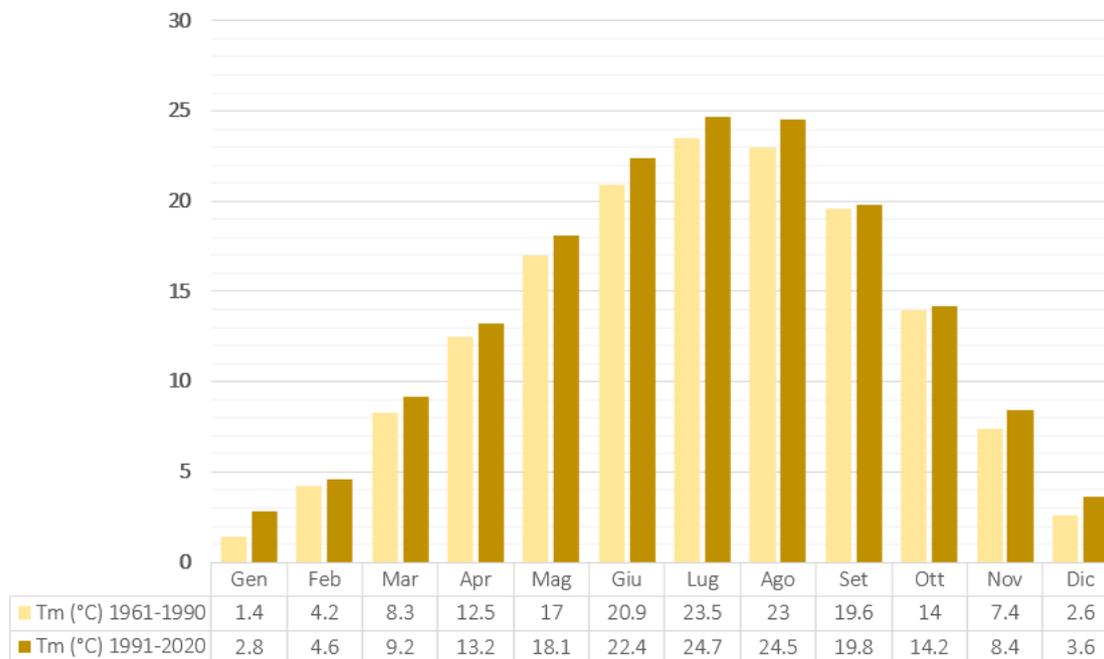


Figura 12. Confronto delle temperature massime medie mensili nei periodi 1991-2020 e 1961-1990 nel Comune di Piacenza (Fonte: elaborazione originale su dati Arpae)

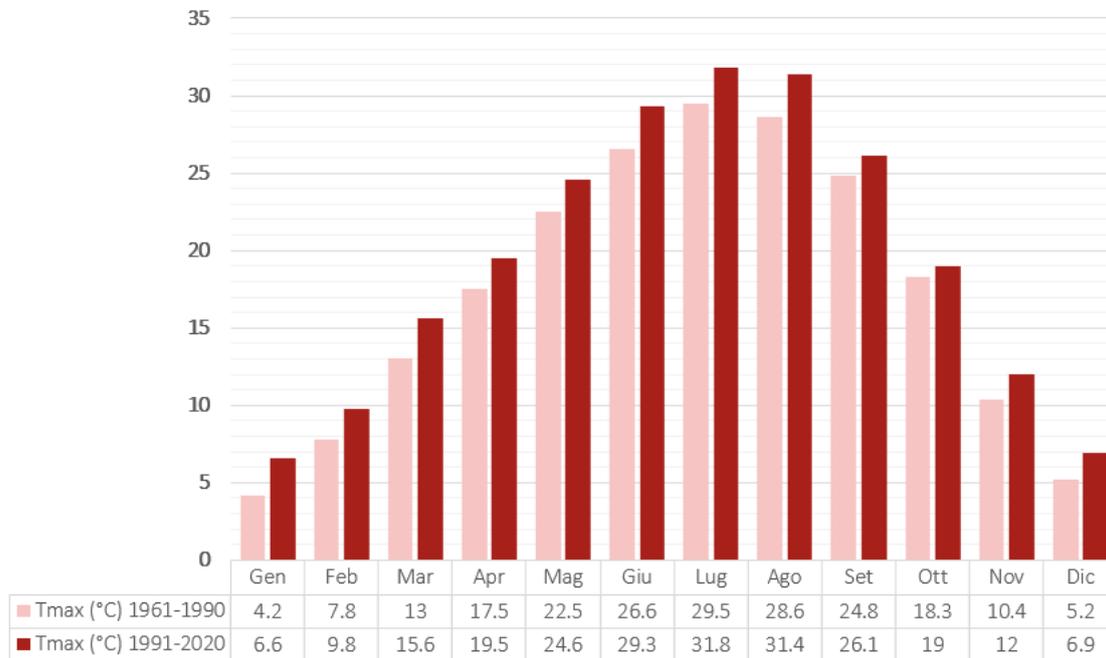
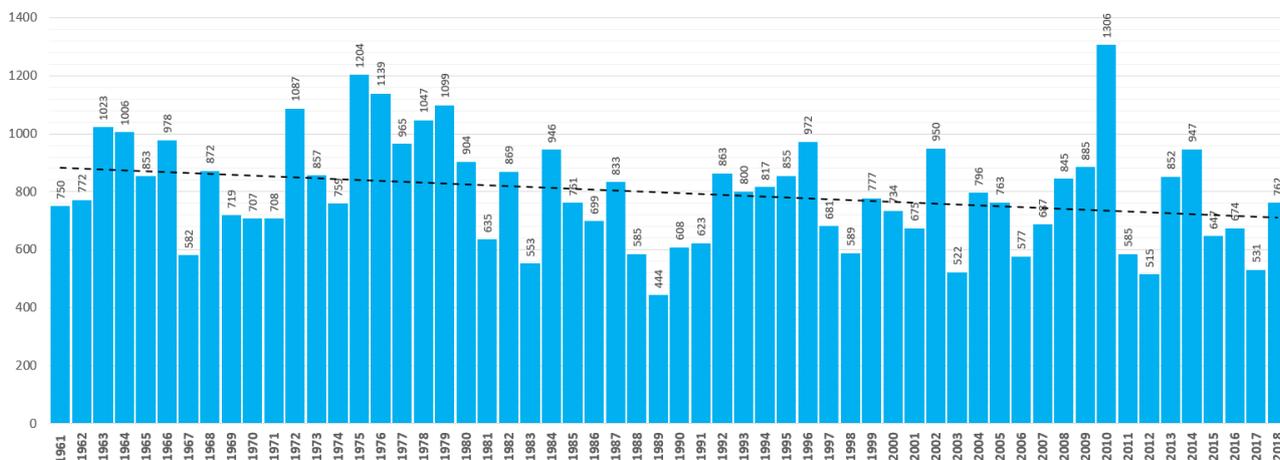


Figura 13. Andamento mensile degli indicatori estremi di temperatura nei periodi 1961-1990 e 1991-2020 nel Comune di Piacenza (Fonte: Arpae)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Giorni gelo 1961-1990	18.4	12.1	4.1	0.1	0	0	0	0	0	0.1	3.4	15.7
Giorni gelo 1991-2020	18.6	14.4	6.4	0.9	0	0	0	0	0	0.3	4.9	15.3
Notti tropicali 1961-1990	0	0	0	0	0	0.5	4.5	3.9	0.4	0	0	0
Notti tropicali 1991-2020	0	0	0	0	0.1	2.3	6.2	5.7	0.3	0	0	0
Giorni gelo persistente 1961-1990	3.2	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.2
Giorni gelo persistente 1991-2020	0.7	0.3	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0.7
Giorni caldi 1961-1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Giorni caldi 1991-2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0	0

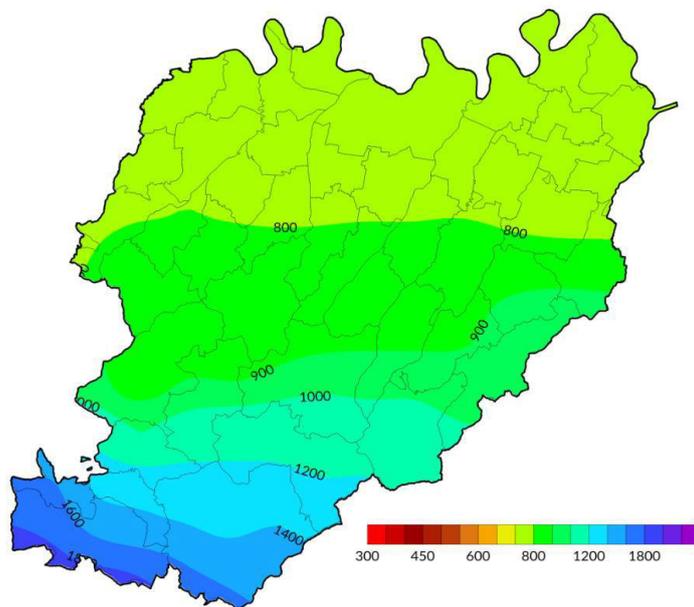
Sotto il profilo pluviometrico, dalla consultazione dei dati annuali di precipitazione cumulata registrati dal 1961 al 2018 nella Stazione di Caorso, considerata rappresentativa delle condizioni meteorologiche delle aree di pianura del territorio provinciale nel Piano Territoriale di Area Vasta della Provincia di Piacenza, risulta che i valori annuali sono tendenzialmente diminuiti, ma non significativamente. Nell'intero periodo la precipitazione cumulata media annua è stata pari a circa 800 mm.

Figura 14. Andamento annuale della precipitazione totale registrata nel periodo 1961 - 2018 nella stazione meteorologica di Caorso (Fonte: elaborazione originale su dati Arpae)



Concentrandosi sulla distribuzione spaziale delle piogge nel territorio provinciale, in Figura 15 è possibile osservare che nel quinquennio 2013-2017 la precipitazione cumulata annua è stata pari a circa 800-900 mm nella fascia della pianura piacentina, mentre nella fascia della media collina è salita a 900-1200 mm, subendo un incremento mediamente proporzionale all'aumento di altitudine. A partire da questa fascia fino al crinale appennino, invece, le piogge sono mediamente variate tra 1200-1800 mm.

Figura 15. Precipitazioni medie annue nel territorio provinciale di Piacenza nel periodo 2013-2017 (Fonte: PTAV della provincia di Piacenza)



Dall'analisi l'andamento mensile delle piogge nel periodo 1991-2020 si evince che il territorio comunale è caratterizzato dal tipo regime pluviometrico “sublitoraneo” appenninico o padano, che presenta due valori massimi delle precipitazioni mensili, in primavera e in autunno (aprile e novembre), e due valori minimi in inverno e in estate (gennaio e luglio); di questi il massimo autunnale e il minimo estivo sono più accentuati degli altri due.

Sebbene nella serie storica sia stata registrata una modesta riduzione della quantità di pioggia annuale, nell’ultimo trentennio (1991-2020) sono stati osservati notevoli cambiamenti dei regimi di pioggia nel corso dell’anno rispetto al periodo di riferimento (1961-1990), con prolungati periodi siccitosi nella stagione estiva.

Dal confronto delle serie storiche è possibile notare un significativo aumento nelle piogge cumulate mediamente in primavera e autunno (aprile +15 mm; novembre +44 mm, variazione massima mensile) e una diminuzione nella stagione estiva (luglio +4 mm; agosto +7 mm). Le variazioni sono risultate meno marcate nel periodo invernale (Figura 16).

In Tabella 4 è riportato l’andamento medio mensile del numero di giorni di pioggia con precipitazioni superiori a 1 mm e 20 mm nei periodi 1961-1990 1991-2020. Rispetto al periodo di riferimento, nell’ultimo trentennio è stato osservato un calo del numero di giorni con piogge >1 mm e un aumento dei giorni con precipitazioni più intense, con altezza superiore >20 mm. I giorni con piogge > 1 mm sono tendenzialmente diminuiti in tutti mesi, ad eccezione della stagione autunnale, mentre il numero di giorni con piogge >20 mm è variato più marcatamente solo nel periodo primaverile e autunnale.

Figura 16. Confronto delle precipitazioni cumulate medie mensili nei periodi 1991-2020 e 1961-1990 nel Comune di Piacenza (Fonte: elaborazione originale su dati Arpae)

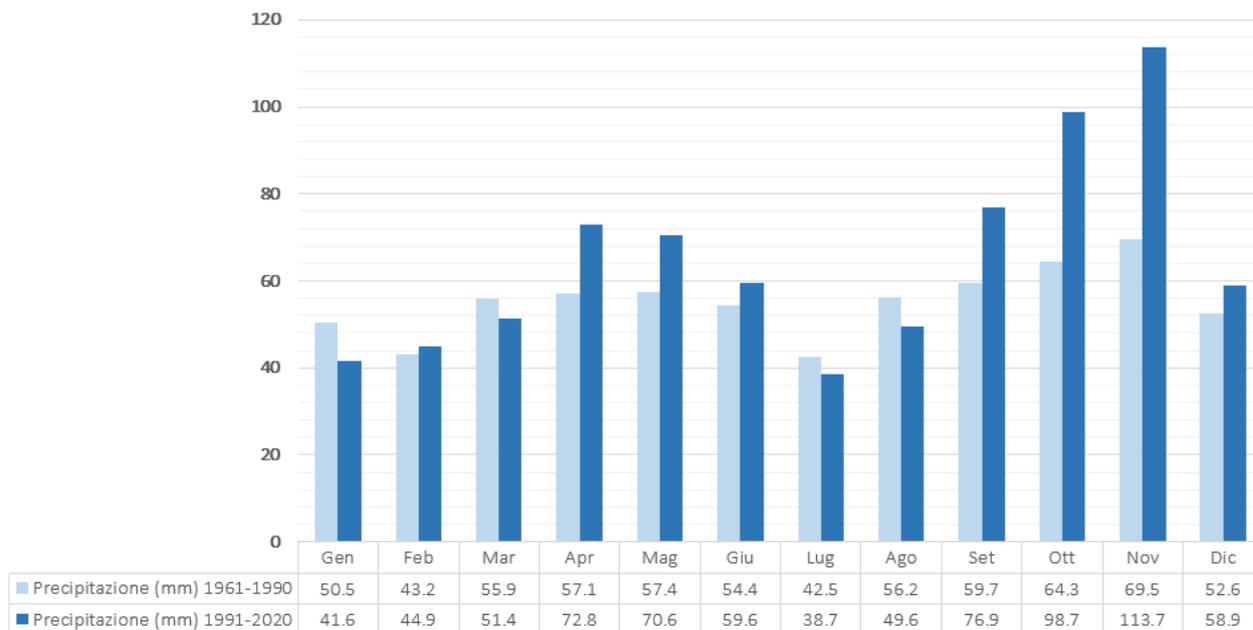


Tabella 4. Andamento mensile degli indicatori estremi di precipitazione nei periodi 1961-1990 e 1991-2020 nel Comune di Piacenza (Fonte: Arpae)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Giorni pioggia >1mm 1961-1990	6.5	6.1	6.9	7.8	7.8	6.6	4.7	5.5	5.1	6.6	7.4	5.9
Giorni pioggia >1mm 1991-2020	5.9	5.1	5.4	7.7	7.2	5.9	4.1	4.8	5.4	7.3	9.2	6.6
Giorni pioggia >20mm 1961-1990	0.5	0.3	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.8	0.7	0.7	0.5
Giorni pioggia >20mm 1991-2020	0.3	0.5	0.6	0.8	1	0.8	0.5	0.8	1.2	1.6	1.5	0.7

Il regime anemometrico del territorio piacentino è stato definito attraverso l’analisi delle informazioni contenute nei rapporti annuali sulla qualità dell’aria della Provincia di Piacenza pubblicati da Arpae relativi al periodo 2016-2022, nei quali sono riportati i dati registrati dalla stazione della rete IdroMeteoClima “Piacenza- Urbana”.

In Figura 17 sono rappresentate le rose dei venti estratte relative al periodo 2016-2021, dalle quali risulta una prevalenza dei venti provenienti dai settori sud-orientali (ESE ed E), aventi un'intensità del vento mediamente più elevata, e nord-occidentali (ONO e NO), lungo l'asse della circolazione dei venti nella valle del Po, a cui si sovrappongono le componenti N-S legate al regime locale di brezza dei venti per la presenza delle valli appenniniche.

Per quanto riguarda la velocità, la classe che presenta generalmente la frequenza maggiore è quella da 0,5 a 1,5 m/s. Nel 2022 la velocità media oraria si è attestata sul valore di 1,6 m/s e non sono state registrate intensità superiori a 8,2 m/s. I mesi di aprile e luglio sono risultati i mesi più ventosi (valore medio mensile pari a 2,0 m/s), mentre novembre e dicembre sono stati caratterizzati da attività anemologica piuttosto ridotta (1,1 m/s).

Figura 17. Rose dei venti della stazione urbana di Piacenza- periodo 2016-2021 (fonte: Arpae)

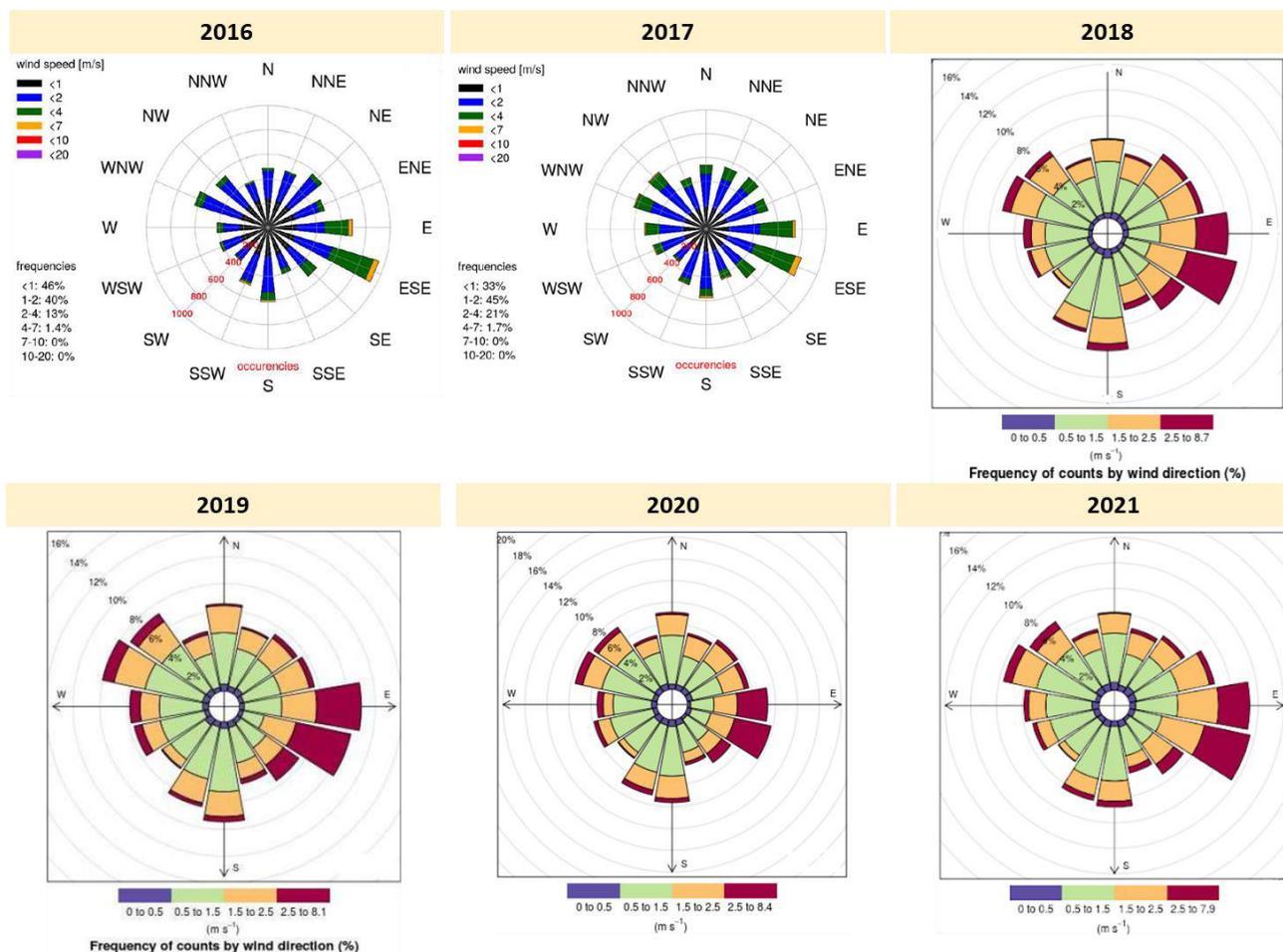
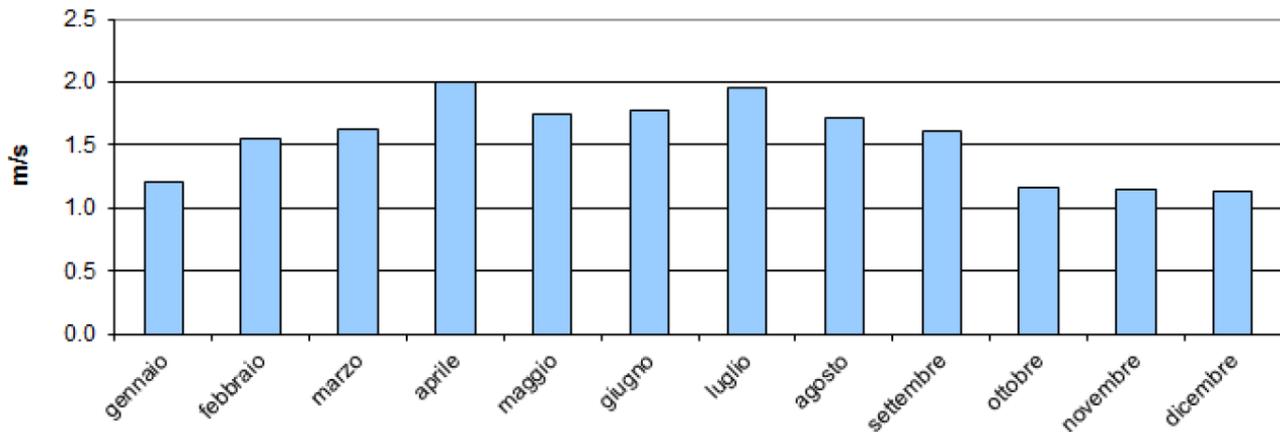


Figura 18. Andamento della velocità del vento media mensile nel 2022 – Stazione Piacenza Urbana (Fonte: Arpae)



3.2.2 Scenari climatici attesi nel periodo 2021-2050

Nella seguente Tabella 5 sono riassunte le proiezioni di temperatura e precipitazioni, campi medi ed eventi estremi, attese nell’area urbana di Piacenza nel periodo 2021-2050.

Analogamente a quanto riportato nel precedente §3.1.2 a livello regionale, i risultati ottenuti per il territorio piacentino sono stati ottenuti con lo scenario emissivo IPCC RCP4.5, secondo il quale, a fine secolo, sarebbero previste concentrazioni totali di gas serra equivalenti a una concentrazione di diossido di carbonio pari a 630 ppm.

Tabella 5. Proiezioni climatiche nel periodo 2021-2050 per gli indicatori di vulnerabilità climatica -Area urbana di Piacenza (Fonte: RER-Arpae)

Indicatore di vulnerabilità climatica	Valore nel periodo di riferimento 1961-1990	Valore climatico futuro 2021-2050	Variazione prevista
Temperatura media annua (°C) ⁽¹⁾	12,8	14,7	+1,9
Temperatura massima estiva (°C) ⁽²⁾	27	29,4	+2,4
Temperatura minima invernale (°C) ⁽³⁾	0,3	2,1	+1,8
Notti tropicali estive ⁽⁴⁾ (con T minima >20°C)	24	50	+26
Onde di calore estive ⁽⁵⁾	1	5	+4
Precipitazione annuale ⁽⁶⁾	830	780	-50
Giorni secchi estivi ⁽⁷⁾	20	32	+12

⁽¹⁾ Temperatura media annua: media annua delle temperature medie giornaliere;
⁽²⁾ Temperatura massima estiva: valore medio delle temperature massime giornaliere registrate durante la stagione estiva;
⁽³⁾ Temperatura minima invernale: valore medio delle temperature minime giornaliere registrate durante la stagione invernale;
⁽⁴⁾ Notti tropicali estive: numero di notti con temperatura minima maggiore di 20 °C, registrate nella stagione estiva;
⁽⁵⁾ Onde di calore estive: massimo di giorni consecutivi registrato durante l’estate, con temperatura massima giornaliera maggiore del 90° percentile giornaliero locale (calcolato sul periodo di riferimento 1961-1990);
⁽⁶⁾ Precipitazione annuale: quantità totale di precipitazione annua
⁽⁷⁾ Giorni secchi estivi: numero massimo di giorni consecutivi senza precipitazioni durante l’estate

Per tutti gli indicatori è previsto un tendenziale aumento ad eccezione delle precipitazioni cumulate annue, per le quali si prevede una live diminuzione (-50 mm) Nella stagione estive sono presenti le variazioni più rilevanti. Nel prossimo trentennio, nell'area urbana di Piacenza si prevede un probabile:

- incremento delle temperature minime e massime, più marcato per quest'ultime (+2,4°C);
- aumento del numero di notti tropicali estive, pari a oltre il doppio del valore climatico del periodo di riferimento (+26), e delle ondate di calore.

4. MITIGAZIONE DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI INDOTTI DALLE OPOERE IN PROGETTO

Al fine di integrare il tema della mitigazione dei cambiamenti climatici, nella procedura di VIA dovrà essere valutato l’impatto del progetto proposto sul clima e sui cambiamenti climatici. Come riportato nel precedente §2, le principali problematiche sono correlate alle emissioni di gas ad effetto serra (Green House Gasses - GHG) (Tabella 2).

Nei seguenti paragrafi è riportata una stima delle emissioni:

- dirette di GHG prodotte in fase di cantiere, legate alla combustione di combustibili dai mezzi e macchinari i cantiere, ed evitate durante la fase di esercizio dall’impianto fotovoltaico flottante “Cave Podere Stanga” e dalle opere a verde di mitigazione;
- indirette di GHG, limitate alla produzione, trasporto, installazione ed esercizio dei pannelli fotovoltaici.

4.1 Emissioni prodotte da macchinari e mezzi in fase di cantiere

Come descritto nella “Relazione di cantierizzazione e movimentazione mezzi” (cod. elaborato: INT.IMP.R.01.a), a cui si rimanda per maggiori dettagli, la realizzazione delle opere in progetto richiederà l’esecuzione delle 16 attività di lavoro riassunte nella successiva Tabella 6.

Tabella 6. Fasi di lavorazione previste durante la realizzazione delle opere in progetto

N° Fase	Attività di lavoro
1	Rilievi strumentali e tracciamenti
2	Preparazione viabilità e accessi
3	Preparazione aree stoccaggio e cantiere.
4	Pulizia terreni e livellamento aree impianto e SSEU
5	Consegna materiali in aree stock e cantiere
6	Assemblaggio zattere, strutture, moduli e inverter, posa ancoraggi
7	Trasporto zattere e varo nei bacini con camion gru
8	Scavi, posa e reinterri elettrodotti MT, BT, fibra ottica
9	Posa in opera skid e cabine MT1 e MT2
10	Posa cavi BT e cablaggi CC e BT (da moduli a skid)
11	Posa cavi MT: skid/MT2/MT1 fino SSEU
12	Costruzione SSEU opere edili ed elettromeccaniche
13	Collegamenti SSEU e cavi AT verso CP Montale
14	Montaggio recinzione SSEU, TVCC, monitoraggio
15	Ripristino delle aree

N° Fase	Attività di lavoro
16	Allaccio alla rete messa in esercizio e collaudo

Sulla base delle fasi di lavorazione previste, si stima che siano necessari i seguenti mezzi di trasporto e di cantiere:

Tabella 7. Tipologia e numeri di macchinari presenti in fase di cantiere

Tipologia automezzo	Totale
Escavatore	3
Bobcat	2
Pala meccanica	3
Autocarro gru	5
Furgone/camion	3
Manitou	3
Rullo compattatore	3

Tipologia automezzo		Totale
Autobetoniera		2
Autobotte per polveri		2
TOTALE		26

Le emissioni gassose dipendono di diversi fattori quali – a solo titolo d’esempio – la tipologia del veicolo, lo stato di manutenzione, la velocità, le caratteristiche della viabilità percorsa. Sulla base dei dati disponibili è stato ipotizzato, in via cautelativa, il funzionamento contemporaneo di 21 mezzi di cantiere al giorno (pari all’80% dei mezzi stimati) aventi un’attività media giornaliera pari a 8 h/gg e un consumo orario medio di gasolio pari a circa 20 l/h per i mezzi pesanti.

Tabella 8. Stima del consumo giornaliero di gasolio

Numero mezzi (#/gg)	Ore funzionamento (h/gg)	Consumo orario medio gasolio (L/h)	Consumo gasolio Complessivo (L/gg)	PCI gasolio (MJ/L) ¹³	Consumo gasolio (TJ/gg)
21	8	20	3.360	36	0,121

Per stimare le emissioni dei principali gas serra (CO₂, CH₄ e N₂O), NO_x e PM₁₀ prodotte dai mezzi di cantiere sono stati presi a riferimento i fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia contenuti nella “banca dati dei fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale”¹⁴ pubblicata dall’ISPRA. Per i fattori di emissione di tutti i mezzi sono state assunte le seguenti ipotesi:

- Categoria mezzi: Heavy duty trucks;
- Alimentazione: Diesel;
- Peso: superiore a 32t;
- Euro Standard: Euro V.

Durante la fase di realizzazione delle opere in progetto, la cui durata sarà pari a circa 16 mesi¹⁵, si stima che i mezzi di cantiere emetteranno circa 2865,1 t di CO₂, 0,02 t di CH₄, 0,20 t di N₂O, 10,60 t di NO_x e 0,43 t di PM₁₀(Tabella 9), valori che rapportati alle emissioni totali degli inquinanti a scala

¹³

https://www.gazzettaufficiale.it/atto/serie_generale/caricaArticolo?art.versione=1&art.idGruppo=18&art.flagTipoArticolo=5&art.codiceRedazionale=21G00214&art.idArticolo=1&art.idSottoArticolo=1&art.idSottoArticolo1=10&art.dataPubblicazioneGazzetta=2021-11-30&art.progressivo=0

¹⁴ <https://fettransp.isprambiente.it/#/>

¹⁵ Durata del cantiere al netto delle fasi di allestimento del cantiere e collaudo, nella quale è prevista una presenza regolare della maggior parte di macchinari, mezzi e addetti previsti.

comunale (GHG 2018 e INEMAR 2019¹⁶) evidenziano un contributo sempre inferiore allo 0,6% (Tabella 10).

Tabella 9. Stima delle emissioni di GHG, NOx e PM₁₀ dai mezzi di cantiere

Inquinante	Consumo gasolio (TJ/gg)	Fattori di emissione ISPRA (t/TJ)	Emissioni giornaliere (kg/gg)	Emissioni per l'intera durata del cantiere (t)
CO ₂	0,121	74,020882	8,95	2865,1
CH ₄	0,121	0,00045	0,000054	0,02
N ₂ O	0,121	0,005292	0,00064	0,20
NOx	0,121	0,273885	0,03313	10,60
PM ₁₀	0,121	0,011196	0,00135	0,43

Tabella 10. Confronto tra le emissioni prodotte dai mezzi di cantiere durante l'intera fase di realizzazione quelle a scala comunale

Inquinante	Emissioni per l'intera durata del cantiere (t)	Emissioni del Comune di Piacenza (t) ⁽¹⁾	% rispetto a valore comunale
CO ₂	2865,1	3.964.779,3	0,072%
CH ₄	0,02	3.711,9	0,0005%
N ₂ O	0,20	235,8	0,087%
NOx	10,60	1735,2	0,611%
PM ₁₀	0,43	154,7	0,280%

⁽¹⁾ Le emissioni di GHG sono state estratte dall'inventario GHG relativo all'anno 2018, mentre i valori relativi a NOx e PM₁₀ sono stati ricavati da INEMAR anno 2019

4.2 Emissioni prodotte dal traffico indotto in fase di cantiere

Durante la fase di cantiere è presumibile un incremento di traffico di veicoli leggeri lungo la viabilità di accesso all'area di impianto, per il trasporto quotidiano delle maestranze, e di veicoli pesanti per il trasporto dei materiali necessari alla realizzazione delle opere in progetto e di quelli da gestire in qualità di rifiuto verso impianti autorizzati all'esecuzione delle operazioni di recupero R5.

Come riportato nella "Relazione di cantierizzazione e movimentazione mezzi" (cod. elaborato: INT.IMP.R.01.a), a cui si rimanda per maggiori dettagli, ogni giorno saranno presenti in loco dalle 30 alle 50 persone, con punte massime di 80 al giorno in relazione allo stato di avanzamento dei lavori. Ipotizzando una presenza media di giornaliera di 60 addetti¹⁷ si stima che saranno necessari 10 viaggi per trasportare le maestranze verso l'area di cantiere (20 viaggi A/R al giorno). Durante l'intera fase di cantiere, stimata pari a 16 mesi al netto delle fasi di allestimento del cantiere e collaudo finale, sono quindi previsti circa 6400 viaggi A/R.

¹⁶ <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/inventario-emissioni-gas-serra>

¹⁷ Valore ipotizzato al fine di considerare le variazioni del numero di addetti previsti in cantiere

Per la costruzione del solo impianto galleggiante sono previsti circa 650 camion, da organizzare durante la durata del cantiere (pari a 1300 viaggi A/R). Per ottimizzare i lavori, le forniture verranno cadenzate seguendo la costruzione dei cluster, andando a definire un numero di 8/9 tir per cluster e quindi circa 50 tir al mese. In particolare, sono previsti circa 265 camion per il trasporto di tutti i tubi galleggianti, 5 per gli inverter, circa 150 per i profili metallici e la minuteria e 230 per i moduli fotovoltaici. Mensilmente, circa 18 camion per i galleggianti, 12/13 per le componenti metalliche (profili, staffe e minuteria), 15/16 per i moduli fotovoltaici.

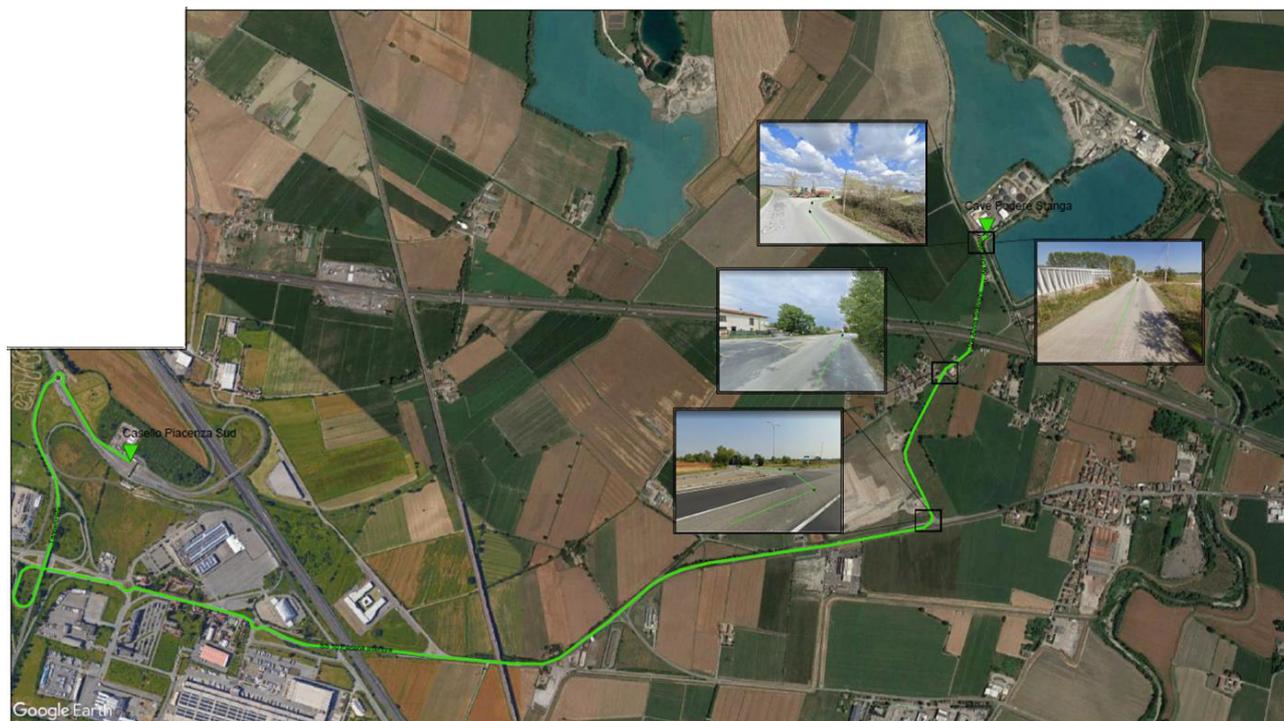
I mezzi stimati per l’approvvigionamento delle zavorre del sistema di ancoraggio sono circa 180 nel corso della durata di tutto il cantiere. Ogni camion sarà in grado di trasportare mediamente 3 zavorre, da cui si stimano 3 mezzi per ogni cluster, e pertanto tre mezzi al mese che entreranno nell’area cantiere per il deposito dei corpi morti.

Per il trasporto dei materiali da gestirsi in qualità di rifiuto verso impianti autorizzati, ai sensi degli artt. 208 o 216 del D.Lgs n. 152/2006 e smi, all’esecuzione delle operazioni di recupero R5 è prevista la movimentazione di 87 automezzi durante l’intera durata del cantiere (pari a 174 viaggi A/R). Nello specifico, sono previsti 65 mezzi per il trasporto dei materiali terrigeni in esubero (pari a 1.290 mc) e 22 mezzi autospurgo, della capacità di 10 mc, per il trasporto dei fanghi provenienti dalle trivellazioni orizzontali controllate (T.O.C.) effettuate durante la realizzazione del cavidotto interrato in MT di connessione alla SSEU (pari a 220 mc).

Per stimare le emissioni dei principali gas serra (CO₂, CH₄ e N₂O), NO_x e PM₁₀ prodotte dal trasporto indotto su scala locale sono state assunte le seguenti ipotesi:

- la lunghezza del percorso effettuato quotidianamente dalla maestranza da e verso l’area d’impianto è pari a 20 km;
- i mezzi che trasportano i materiali necessari per la costruzione dell’impianto in progetto raggiungeranno l’area di cantiere percorrendo la viabilità rappresentata in Figura 19, a partire dal Casello “Piacenza Sud” dell’autostrada A1, per una lunghezza di 6 km.

Figura 19. Viabilità verso l’area d’impianto (estratta dalla tavola di progetto PRO.TAV.05)

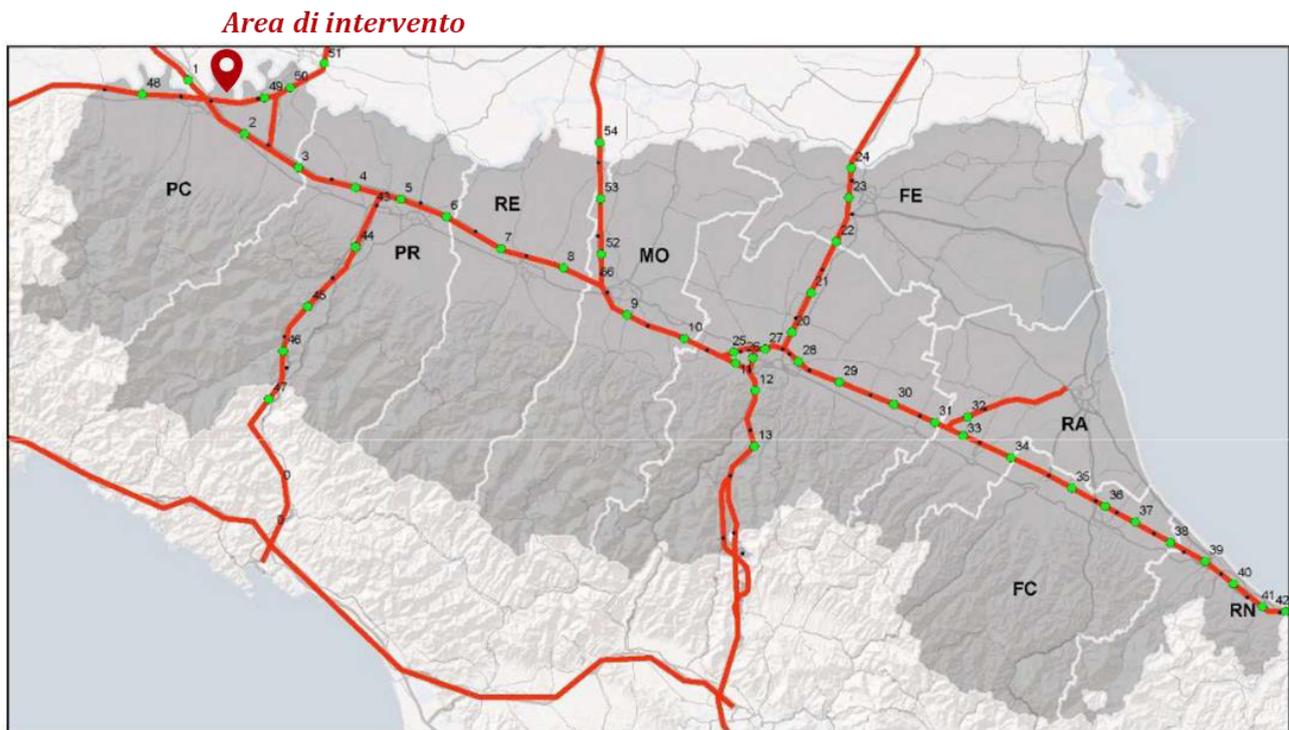


Si precisa che le emissioni legate all’approvvigionamento dei materiali sono state valutate su scala locale in quanto il percorso effettuato dai mezzi prima dell’arrivo al Casello “Piacenza Sud” dell’autostrada A1 risulta difficilmente definibile.

Dalla consultazione del “Rapporto annuale di monitoraggio della mobilità e del trasporto in Emilia-Romagna 2023”¹⁸ (capitolo 7 – Il settore stradale) si evince che nelle postazioni di monitoraggio più vicine all’uscita del casello autostradale considerato (punti 1, 2 e 49 rappresentati in Figura 20) sono stati registrati i flussi veicolari riportati in Tabella 11. I dati sono riferiti ai giorni feriali nel periodo autunnale 2022. Risultati analoghi sono stati registrati anche l’anno precedente. Rispetto ai valori osservati nel 2012 nello stesso periodo, i flussi autostradali sono aumentati nelle tratte relative alle postazioni 1 e 2, mentre risultano diminuiti nel tratto relativo alla postazione 49.

In base alle considerazioni sopra riportate, si ritiene che su scala più vasta le emissioni prodotte dai mezzi movimentati durante l’intera durata del cantiere per l’approvvigionamento dei materiali saranno trascurabili se confrontate con le quantità emesse dal flusso di veicoli che percorrono i tratti autostradali presenti nel territorio comunale.

Figura 20. Postazioni di monitoraggio delle tratte autostradali (Fonte: Rapporto annuale monitoraggio della mobilità e del trasporto in Emilia-Romagna)



Localizzazione Tratte Elementari Flussi Autostradali

- Autostrade
- Flussi Autostradali 2021 - Tratte Elementari
- Svincoli e caselli autostradali

¹⁸ <https://mobilita.regione.emilia-romagna.it/pubblicazioni-report-convegni/monitoraggio/monitoraggio2023>

Tabella 11. Flussi veicolari registrati nelle tratte autostradali più vicine all'area di intervento nel periodo autunnale del 2022 (Fonte: Rapporto annuale monitoraggio della mobilità e del trasporto in Emilia-Romagna)

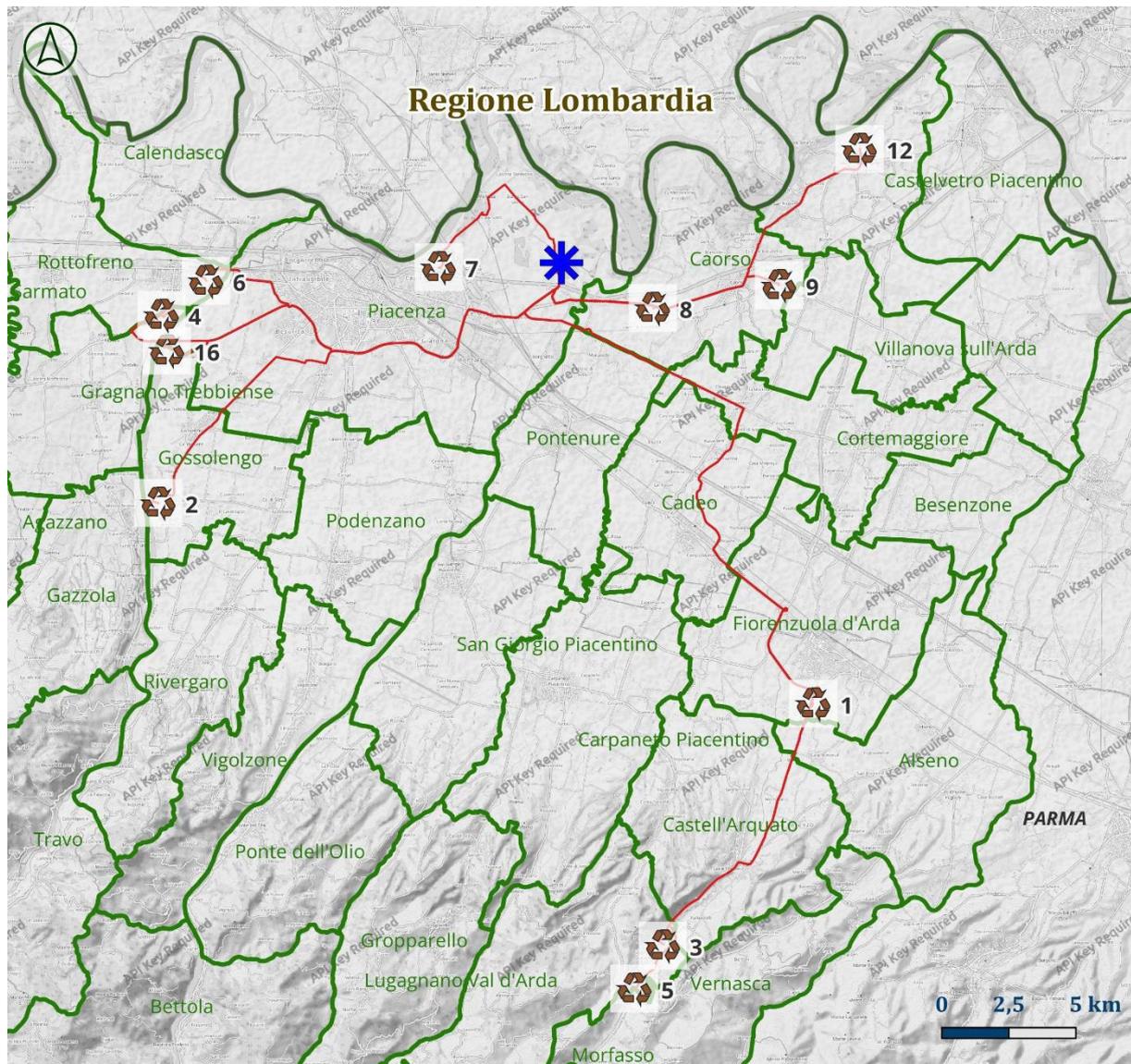
Postazione Monitoraggio	Tratta elementare associata	Flusso totale	Veicoli leggeri	Veicoli pesanti	% Pesanti	% Variazione 2012-2022 flussi totali
1	PIACENZA NORD - N. A1/COMPLANARE KM 55	71.770	46.619	25.151	35%	+5%
2	ALL.A1/A21 - FIORENZUOLA	88.145	55.123	33.022	37%	+7,4%
49	CAORSO - ALL. A21 DIR. FIORENZUOLA	26.313	13.362	12.951	49%	-28,7%

- i mezzi che trasportano i materiali da gestire in qualità di rifiuto (terre in esubero e fanghi derivanti da T.O.C.) percorreranno circa 22 km per arrivare all'impianto di recupero autorizzato. La consultazione dei database¹⁹ inerenti agli impianti autorizzati alla gestione di rifiuti speciali che potranno essere prodotti come conseguenza delle attività di cantiere di che si tratta ha potuto evidenziare – con riferimento all'ambito territoriale piacentino – gli impianti elencati in Tabella 12. Preme segnalare che tali impianti costituiscono un sottoinsieme di tutti quelli autorizzati ed attivi in provincia di Piacenza, rappresentando quelli caratterizzati da maggiore potenzialità di trattamento.

La consistenza dell'offerta impiantistica rappresentata in Tabella 12 è ampiamente in grado di soddisfare le esigenze di gestione di rifiuti speciali e non pericolosi che potranno essere generati come conseguenza della costruzione dell'impianto in oggetto: le autorizzazioni verificate, infatti, mostrano una capacità di trattamento pari ad oltre 1,5 mln ton/anno di rifiuti speciali e non pericolosi a distanze, dal sito di produzione, comprese tra un minimo di 6,3 km ed un massimo di 40,7 km, con valori medi pesati di distanza pari a circa 22 km. Si veda anche Figura 21 per una cartografia rappresentante la localizzazione degli impianti.

¹⁹ Ci si riferisce, in particolare, a: Catasto Nazionale Rifiuti gestito da ISPRA (www.catasto-rifiuti.isprambiente.it) e al Portale di ricerca degli impianti di trattamento rifiuti speciali della regione Emilia Romagna (www impiantirifiuti.it)

Figura 21. La consistenza dell'offerta impiantistica per la gestione dei RS nella provincia di Piacenza e l'indicazione dei più brevi tragitti dall'area di Cave Podere Stanga a questi. Il numero a fianco all'ubicazione dell'impianto trova corrispondenza con l'ID individuato nella seguente Tabella 12



Legenda

-  Cave Podere Stanga
-  confini comuni Provincia di Piacenza
-  confini di regione
-  impianti gestione rifiuti
-  percorsi stradali da Cave Podere Stanga a impianti gestione rifiuti

Tabella 12. Impianti di gestione dei rifiuti speciali e non pericolosi ricadenti in Provincia di Piacenza

Identificativo univoco Ragione sociale	Indirizzo Impianto	Codice Operazione	Tipologia Autorizzazione	Data autorizzazione	Data scadenza autorizzazione	Quantitativo totale autorizzato (ton/anno)	Quantitativo autorizzato per il codice EER in oggetto (ton/anno)	Distanza (km)
Impianti autorizzati alla gestione dei rifiuti codice EER 170504 (terra, rocce e materiale di dragaggio - terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503)								
(1) FRATELLI BARDI S.N.C. di Bardi Andrea e Stefano	Via G. da Saliceto, 6/A - Fiorenzuola d'Arda (PC)	R13	Comunicazione di Recupero in Procedura Semplificata ex artt. 214 e 216	ND	ND	10000		26,6
(2) EMILIANA CONGLOMERATI S.P.A.	Loc. Pontenuovo - Gossolengo (PC)	R5 - R13	Comunicazione di Recupero in Procedura Semplificata ex artt. 214 e 216	13/10/2021	13/10/2036	200120	47760	29,7
(3) VETRUCCI S.R.L.	Via Stradella, 10 - Lugagnano Val d'Arda (PC)	R5 - R13	Comunicazione di Recupero in Procedura Semplificata ex artt. 214 e 216	07/04/2022	07/04/2037	25000	2000	38,6
(4) BOCCENTI GIOVANNI E FIGLI S.R.L.	Strada per Agazzano, 12 - Gragnano Trebbiense (PC)	R5 - R13	Comunicazione di Recupero in Procedura Semplificata ex artt. 214 e 216	30/12/2015	22/01/2031	96760	27760	23,1
(5) FRANZINI S.R.L.	Loc. Segata - Vernasca (PC)	R13	Comunicazione di Recupero in Procedura Semplificata ex artt. 214 e 216	09/10/2019	09/10/2034	90000	23800	40,7
(6) INERTI PIACENZA S.R.L.	Loc. Riva Trebbia - Rottofreno (PC)	R13 - D15	Autorizzazione Unica ex. Art. 208	03/10/2016	30/07/2030	160000	100000	19,1
(7) IREN AMBIENTE S.P.A.	Strada Borgoforte, 22 - Piacenza (PC)	R5 - R12 - R13 - D8 - D9 - D15	Autorizzazione Integrata Ambientale	01/08/2022	01/08/2034	417900		7,9
(8) FURIA S.R.L.	Via Salvador Allende - Caorso (PC)	R3 - R4 - R5 - R10 - R12 - R13 - D9 - D13 - D14 - D15	Autorizzazione Integrata Ambientale	04/08/2022	04/08/2034	223000		6,3
(9) T.R.S. ECOLOGY S.R.L.	Via I° Maggio, 34 - Caorso (PC)	R12 - R13 - D13 - D15	Autorizzazione Integrata Ambientale	11/10/2022	20/12/2033	160000		10,9
Impianti autorizzati alla gestione dei rifiuti codice EER 170302 (Miscela bituminose, catrame di carbone e prodotti contenenti catrame - miscela bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301)								
(4) BOCCENTI GIOVANNI E FIGLI S.R.L.	Strada per Agazzano, 12 - Gragnano Trebbiense (PC)	R5 - R13	Comunicazione di Recupero in Procedura Semplificata ex artt. 214 e 216	30/12/2015	22/01/2031	96760	44000	23,1
(2) EMILIANA CONGLOMERATI S.P.A.	Loc. Pontenuovo - Gossolengo (PC)	R5 - R13	Comunicazione di Recupero in Procedura Semplificata ex artt. 214 e 216	13/10/2021	13/10/2036	200120	85000	29,7
(12) CONTI ANDREA	Via Monticelli Santi, 34 - Monticelli d'Ongina (PC)	R5 - R13	Autorizzazione Unica ex. Art. 208	30/10/2020	15/11/2030	13500	4500	16,7
(8) FURIA S.R.L.	Via Salvador Allende - Caorso (PC)	R3 - R4 - R5 - R10 - R12 - R13 - D9 - D13 - D14 - D15	Autorizzazione Integrata Ambientale	04/08/2022	04/08/2034	223000		6,3
(9) T.R.S. ECOLOGY S.R.L.	Via I° Maggio, 34 - Caorso (PC)	R12 - R13 - D13 - D15	Autorizzazione Integrata Ambientale	11/10/2022	20/12/2033	160000		10,9
(7) IREN AMBIENTE S.P.A.	Strada Borgoforte, 22 - Piacenza (PC)	R5 - R12 - R13 - D8 - D9 - D15	Autorizzazione Integrata Ambientale	01/08/2022	01/08/2034	417900		7,9
(16) ETS ECOTECNOLOGIE STRADALI S.R.L.	Loc. Ca' Trebbia - Gossolengo (PC)	R5 - R13	Comunicazione di Recupero in Procedura Semplificata ex artt. 214 e 216	12/01/2015	15/01/2030	58250	35000	19,5
(6) INERTI PIACENZA S.R.L.	Loc. Riva Trebbia - Rottofreno (PC)	R13 - D15	Autorizzazione Unica ex. Art. 208	03/10/2016	30/07/2030	160000	100000	19,1
(3) VETRUCCI S.R.L.	Via Stradella, 10 - Lugagnano Val d'Arda (PC)	R5 - R13	Comunicazione di Recupero in Procedura Semplificata ex artt. 214 e 216	07/04/2022	07/04/2037	25000	3000	38,6

Identificativo univoco Ragione sociale	Indirizzo Impianto	Codice Operazione	Tipologia Autorizzazione	Data autorizzazione	Data scadenza autorizzazione	Quantitativo totale autorizzato (ton/anno)	Quantitativo autorizzato per il codice EER in oggetto (ton/anno)	Distanza (km)
			216					
Impianti autorizzati alla gestione dei rifiuti codice EER 010599 (Fanghi di perforazione ed altri rifiuti di perforazione - rifiuti non specificati altrimenti)								
(8) FURIA S.R.L.	Via Salvador Allende - Caorso (PC)	R3 - R4 - R5 - R10 - R12 - R13 - D9 - D13 - D14 - D15	Autorizzazione Integrata Ambientale	04/08/2022	04/08/2034	223000		6,3
(7) IREN AMBIENTE S.P.A.	Strada Borgoforte, 22 - Piacenza (PC)	R5 - R12 - R13 - D8 - D9 - D15	Autorizzazione Integrata Ambientale	01/08/2022	01/08/2034	417900		7,9
(9) T.R.S. ECOLOGY S.R.L.	Via I° Maggio, 34 - Caorso (PC)	R12 - R13 - D13 - D15	Autorizzazione Integrata Ambientale	11/10/2022	20/12/2033	160000		10,9

Analogamente al precedente §4.1, sono stati presi a riferimento i fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia contenuti nella “banca dati dei fattori di emissione medi relativi al trasporto stradale”²⁰ pubblicata dall’ISPRA. Per i fattori di emissione dei veicoli leggeri e pesanti sono state assunte le seguenti ipotesi:

- Veicoli per il trasporto delle maestranze:
 - Categoria mezzi: Passengers cars;
 - Alimentazione: Diesel;
 - Segmento: Large;
 - Euro Standard: Euro V;
- Veicoli per il trasporto dei materiali da costruzione e terrigeni in esubero da gestire come rifiuto:
 - Categoria mezzi: Heavy duty trucks;
 - Alimentazione: Diesel;
 - Peso: superiore a 32t;
 - Euro Standard: Euro V;
- Veicoli per il trasporto dei fanghi derivanti dalle operazioni di T.O.C.:
 - Categoria mezzi: Heavy duty trucks;
 - Alimentazione: Diesel;
 - Peso: 20-26 t;
 - Euro Standard: Euro V;

Tabella 13. Stima dei viaggi e dei km percorsi dai mezzi di trasporto

Tipologia mezzo	N° viaggi totali (A/R)	Lunghezza percorso per viaggio (km)	Km percorso durante la fase di cantiere
Veicoli leggeri (trasporto addetti)	6.400	20	128.000
Veicoli pesanti (trasporto materiali da costruzione)	1300	6	7.800
Veicoli pesanti per trasporto materiali in esubero	130	22	2.860
Veicoli pesanti per trasporto fanghi T.O.C.	44	22	968

Durante la fase di realizzazione delle opere in progetto, la cui durata sarà pari a circa 16 mesi²¹, si stima che i mezzi di cantiere emetteranno circa 38,02 t di CO₂, 0,10 t di NO_x e valori inferiori a 0,01 t per tutti gli altri inquinanti (Tabella 14), valori che rapportati alle emissioni totali degli inquinanti a scala comunale (GHG 2018 e INEMAR 2019²²) evidenziano un contributo trascurabile (Tabella 15).

²⁰ <https://fetransp.isprambiente.it/#/>

²¹ Durata del cantiere al netto delle fasi di allestimento del cantiere e collaudo, nella quale è prevista una presenza regolare della maggior parte di macchinari, mezzi e addetti previsti.

²² <https://www.arpae.it/it/temi-ambientali/aria/inventari-emissioni/inventario-emissioni-gas-serra>

Tabella 14. Stima delle emissioni di GHG, NO_x e PM₁₀ prodotte dal traffico indotto durante la fase di cantiere

Inquinante	Tipologia veicoli	Stima km percorsi in fase di cantiere	Fattori di emissione ISPRA (g/km)	Emissioni per l'intera durata del cantiere (t)
CO₂	Leggeri	128.000	230.022944	29.44
	Pesanti per mat. da costruz.	7.800	745.457998	5.81
	Pesanti per mat. terrigeni in esubero	2.860	745.457998	2.13
	Pesanti per fanghi	968	646.811865	0.63
<i>Totale CO₂</i>				<i>38.02</i>
CH₄	Leggeri	128.000	0.000020	<0.0001
	Pesanti per mat. da costruz.	7.800	0.004533	<0.0001
	Pesanti per mat. terrigeni in esubero	2.860	0.004533	<0.0001
	Pesanti per fanghi	968		<0.0001
<i>Totale CH₄</i>				<i><0.0001</i>
N₂O	Leggeri	128.000	0.006908	0.001
	Pesanti per mat. da costruz.	7.800	0.053300	<0.001
	Pesanti per mat. terrigeni in esubero	2.860	0.053300	<0.001
	Pesanti per fanghi	968		<0.001
<i>Totale N₂O</i>				<i>0.001</i>
NO_x	Leggeri	128.000	0.531059	0.07
	Pesanti per mat. da costruz.	7.800	2.758268	0.02
	Pesanti per mat. terrigeni in esubero	2.860	2.758268	0.01
	Pesanti per fanghi	968		<0.01
<i>Totale NO_x</i>				<i>0.10</i>
PM₁₀	Leggeri	128.000	0.024798	0.003
	Pesanti per mat. da costruz.	7.800	0.112758	0.001

Inquinante	Tipologia veicoli	Stima km percorsi in fase di cantiere	Fattori di emissione ISPRA (g/km)	Emissioni per l'intera durata del cantiere (t)
	Pesanti per mat. terrigeni in esubero	2.860	0.112758	<0.001
	Pesanti per fanghi	968		<0.001
<i>Totale PM₁₀</i>				<i>0.004</i>

Tabella 15. Confronto tra le emissioni prodotte dal traffico indotto durante l'intera fase di realizzazione quelle a scala comunale

Inquinante	Emissioni per l'intera durata del cantiere (t)	Emissioni del Comune di Piacenza (t) ⁽¹⁾	% rispetto a valore comunale
CO₂	38.02	3.964.779,3	9.59 x 10 ⁻⁴
CH₄	<0.0001	3.711,9	<2.69 x 10 ⁻⁶
N₂O	0.001	235,8	6.30 x 10 ⁻⁴
NO_x	0.10	1735,2	5.78 x 10 ⁻³
PM₁₀	0.004	154,7	2.90 x 10 ⁻³

(1) Le emissioni di GHG sono state estratte dall'inventario GHG relativo all'anno 2018, mentre i valori relativi a NO_x e PM₁₀ sono stati ricavati da INEMAR anno 2019

4.3 Emissioni dirette e indirette generate dai moduli fotovoltaici durante il ciclo di vita

Nel seguente paragrafo è riportata una stima delle emissioni di gas climalteranti generate durante l'intero ciclo di vita ("dalla culla alla tomba") dai 63.756 moduli fotovoltaici che si prevede di installare nell'impianto oggetto di valutazione.

La valutazione è stata effettuata prendendo a riferimento la Dichiarazione Ambientale di Prodotto²³ (Environmental Product Declaration – EPD) dei moduli fotovoltaici in silicio mono-cristallino prodotti da Jinko Solar Holding Co., Ltd negli stabilimenti situati in Shangrao, Jiangxi Province, P.R.C. e Haining, Zhejiang Province, P.R.C. Cina. Nello specifico, sono stati considerati gli indicatori di impatto ambientale della serie di moduli fotovoltaici JKMXXXM-7RL3-V, aventi caratteristiche equivalenti a quelli che si prevede di installare nell'impianto "Cave Podere Stanga", Jinko Solar modello JKM480M-7RL3.

Nello studio LCA sono state considerate le fasi del ciclo di vita elencate in Figura 22 le quali, in accordo con le normative PCR, sono state raggruppate nei seguenti 3 moduli:

- *Upstream Module*, che comprende tutti i processi a monte della produzione del modulo fotovoltaico e/o parco solare;
- *Core Module*, che include tutti i processi rilevanti gestiti dall'azienda produttrice. Al fine di semplificare la modellazione delle fasi dell'LCA, nel modulo in esame è stata inclusa anche l'installazione, l'esercizio e la dismissione di un impianto fotovoltaico. In particolare, per i dati relativi alla realizzazione e all'operatività di quest'ultimo è stato preso a riferimento un impianto

²³ <https://www.epditaly.it/epd/moduli-fotovoltaici-pv-in-silicio-mono-cristallino/>

fotovoltaico a terra situato in Cina, nella provincia di Shanxi, avente una potenza di 50MW e una vita utile di 30 anni.

- *Downstream Module*, che comprende tutti i processi rilevanti che si svolgono al di fuori del controllo dell'azienda produttrice.

Figura 22. Fasi del ciclo di vita considerate nella dichiarazione ambientale dei moduli fotovoltaici (Fonte: EPD moduli fotovoltaici Jinko Solar)

Life cycle stages according to EPDItaly PCR	Life cycle stages according to EN50693	-	Life cycle stages according to EN15804	
Upstream Module	<i>Manufacturing Stage</i>	X	A1	Raw material supply
		X	A2	Transport (to the manufacturer)
		X	A3	Manufacturing
Core Module	<i>Distribution Stage</i>	X	A4	Transport
	<i>Installation Stage</i>	X	A5	Construction – installation process
	<i>Use Stage</i>	X	B1	Use
		X	B2	Maintenance
		X	B3	Repair
		X	B4	Replacement
		X	B5	Refurbishment
		X	B6	Operational energy use
		X	B7	Operational water use
	<i>De-installation Stage</i>	X	C1	De-construction and demolition
Downstream Module	<i>End of Life Stage</i>	X	C2	Transport (to waste processing)
		X	C3	Waste processing
		X	C4	Disposal
		X		Voltage drop of electricity distribution to the grid
	<i>Benefits and avoided loads beyond the product system boundary</i>	MND	D	reuse, recovery and/or recycling potentials

Note: X=Declared Module, MND=Module not Declared in this LCA study

L'analisi del ciclo di vita dei moduli fotovoltaici è stata svolta sotto le seguenti assunzioni:

- Per i dati di background mancanti, è stato adottato un approccio di sostituzione dei dati mancanti con dati di background simili per colmare il divario. È stata condotta un'analisi di sensibilità.
- Per lo sviluppo dei dati LCI delle materie prime, la produzione di lingotti di silicio e wafer di silicio si è basata sull'inventario della fabbrica del Sichuan, mentre per l'elettricità sono stati utilizzati i dati relativi al consumo elettrico del Sichuan e dello Xinjiang rispettivamente.
- Per le celle solari acquistate dal mercato sono stati adottati gli stessi dati di produzione (uso dei materiali) delle celle solari fabbricate da Jinko Solar, mentre i dati relativi all'elettricità sono stati sostituiti con il mix medio della rete elettrica cinese;
- Nella fase di trasporto dei moduli fotovoltaici e delle altre infrastrutture utili per l'installazione dell'impianto fotovoltaico è stata considerata una distanza ipotetica (100 km) e veicoli di trasporto di categoria Euro 4;
- Il numero di moduli fotovoltaici impiegati nella costruzione dell'impianto fotovoltaico è stato stimato dividendo la capacità energetica totale dell'impianto PV (50 MW) per la potenza di picco di ciascun modulo PV.
- Durante la fase di costruzione dell'impianto fotovoltaico, il consumo di elettricità è stato stimato in base ai valori contenuti nel database Ecoinvent (36.03 kWh/570kWp) e in relazione alla capacità energetica dell'impianto;
- L'elettricità utilizzata durante il funzionamento dell'impianto fotovoltaico è stata considerata fornita dall'impianto stesso; inoltre, si è ipotizzato un consumo di acqua per la pulizia dei pannelli

fotovoltaici pari a 0.23L per modulo per ciclo di lavaggio (fonte: www.polywater.com). e una frequenza delle operazioni di pulizia pari a due volte all'anno;

- Durante la fase di esercizio è stata prevista una sostituzione annua di 20 moduli fotovoltaici e di un inverter ogni due anni;
- I consumi di energia elettrica durante la fase di costruzione (A5) e dismissione dell'impianto fotovoltaico (C1) sono stati considerati equivalenti; anche i consumi di elettricità durante la fase di produzione (A3) e di demolizione dei moduli fotovoltaici (C3) sono stati considerati uguali;
- Durante la fase di fine vita, per il trasporto dei moduli fotovoltaici e delle altre attrezzature dall'impianto fotovoltaico alle strutture di trattamento (impianti di riciclaggio, discarica o centro di incenerimento) è stata considerata una distanza pari a 100 km.

In Tabella 16 è riportata una stima dell'impatto sui cambiamenti climatici generato durante l'intero ciclo di vita ("dalla culla alla tomba") dai 63.756 moduli fotovoltaici che si prevede di installare nell'impianto fotovoltaico flottante “ Cave Podere Stanga”. Il quantitativo di emissioni prodotte in ciascuna fase del ciclo di vita è stato ottenuto moltiplicando il relativo indicatore di impatto dei cambiamenti climatico, espresso in kg CO₂ equivalente per kWh di energia elettrica prodotta, per la producibilità dell'impianto durante i 30 anni di esercizio, pari a 1.080.850,77 MWh (si veda il successivo §4.4).

Dai risultati si evince che durante l'intero ciclo di vita i moduli fotovoltaici emetteranno circa 10.717,1 t CO₂ eq., pari a circa il 3,7% delle emissioni di GHG evitate durante la fase di esercizio (291.494,6 t t CO₂ eq. in Tabella 17).

Tabella 16. Impatto sui cambiamenti climatici prodotto dai moduli fotovoltaici JKMXXXM-7RL3-V durante il loro ciclo di vita

Life Cycle stages according to EPDItaly PCR	Life Cycle stages according to EN15804	Indicatore di impatto dei cambiamenti climatici (kg CO ₂ eq. /kWh)	Producibilità impianto “Cave Podere Stanga” in 30 anni (MWh)	Stima emissioni prodotte (kg CO ₂ eq.)
<i>Upstream module</i>	A1 – Raw material Supply	4,28E-03	1.080.850,77	4.62.041,3
	A2 – Raw material transportation	1,37E-04	1.080.850,77	148.076,56
<i>Core module</i>	A3 – Manufacturing	2,00E-03	1.080.850,77	2.161.701,55
	A4 – Product transportation	3,11E-04	1.080.850,77	336.144,6
	A5 - Installation	3,08E-03	1.080.850,77	3.329.020,3
	B1 – Use	0,00E+00	1.080.850,77	0,0
	B2 . Maintenance	0,00E+00	1.080.850,77	0,0
	B3 Repair	0,00E+00	1.080.850,77	0,0
	B4 – Replacement	4,14E-05	1.080.850,77	44.747,22
	B5 - Refurbishment	0,00E+00	1.080.850,77	0,0
	B6 – Operational energy use	0,00E+00	1.080.850,77	0,0
B7 – Operational water use	7,95E-08	1.080.850,77	85,9	

Life Cycle stages according to EPDItaly PCR	Life Cycle stages according to EN15804	Indicatore di impatto dei cambiamenti climatici (kg CO ₂ eq. /kWh)	Producibilità impianto “Cave Podere Stanga” in 30 anni (MWh)	Stima emissioni prodotte (kg CO ₂ eq.)
	C1 - De-installation	2.37E-06	1.080.850,77	2.561,6
	C2 - Waste transportation	6.04E-05	1.080.850,77	65.283,4
Downstream Module	C2 - Waste treatment	5.84E-09	1.080.850,77	6,3
	C4 - Waste disposal	3.17E-06	1.080.850,77	3.426,3
Totale				10.717.095,1

4.4 Emissioni evitate in fase di esercizio dall’impianto in progetto

In fase di esercizio, la produzione di energia da fonte rinnovabile genererà dei benefici ambientali che derivano dalla mancata emissione di inquinanti nell’atmosfera, quali CO₂, ossidi di azoto, anidride solforosa, polveri sottili e dal mancato utilizzo di combustibili fossili (petrolio).

La valutazione delle emissioni evitate durante la fase di esercizio dell’impianto fotovoltaico flottante “Cave Podere Stanga” è stata effettuata riferendosi, sotto il profilo temporale, al primo anno e alla vita utile dell’opera, pari a 30 anni.

Come riportato nella “Relazione tecnica generale” (cod. elaborato: PRO.REL.01), a cui si rimanda per maggiori dettagli, al primo anno di esercizio si stima che la producibilità energetica dell’impianto sarà pari a 38.367 MWh, con un rendimento atteso dell’84,35%.

Assumendo un decadimento del 2% il primo anno e dello 0,55% tra il secondo e il trentesimo anno, il valore medio della producibilità annua dell’impianto su 30 anni di esercizio risulta pari a e 36.028,36 MWh/anno.

In base a quanto sopra riportato, si stima che la producibilità energetica dell’impianto sarà complessivamente pari a 38.367 MWh al primo anno di esercizio e 1.080.850,77 MWh durante l’intera vita utile dell’opera (pari a 30 anni).

Il quantitativo di emissioni evitate è stato ottenuto moltiplicando la producibilità dell’impianto, riferita al primo anno e a 30 anni, per i fattori di emissione di gas serra definiti nel Rapporto ISPRA n. 386/2023²⁴ riferiti all’anno 2021. In particolare sono stati considerati i seguenti fattori:

- per l’anidride carbonica il fattore di emissione contenuto nella colonna “Gross electricity production” della tabella 1.13, pari a 267,9 g CO₂/kWh (Figura 23);
- per metano e protossido di azoto i fattori di emissione definiti in tabella 1.15 (Figura 24);
- per gli altri inquinanti atmosferici (NO_x, CO, NH₃ e PM₁₀) fattori di emissione definiti in tabella 1.17 (Figura 25).

²⁴ Rapporto ISPRA 386/2023 “Efficiency and decarbonization indicators in Italy and in the biggest European Countries. Edition 2023”. Link: <https://www.isprambiente.gov.it/files2023/pubblicazioni/rapporti/r386-2023.pdf>

Figura 23. Fattori di emissione di CO₂ (g CO₂/kWh) per la produzione elettrica, produzione di calore e dei consumi elettrici (Fonte: Rapporto ISPRA n. 386/2023, Tabella 1.13)

Year	Gross thermo-electricity production (only fossils)	Gross thermo-electricity production ¹	Gross electricity production ²	Electricity consumption	Gross thermo-electricity and heat production ^{1,3}	Gross electricity and heat production ^{2,3}	Heat production ³
1990	709.3	709.1	593.1	577.9	709.1	593.1	
1995	682.9	681.8	562.3	548.2	681.8	562.3	
2000	640.6	636.2	517.7	500.4	636.2	517.7	
2005	585.2	574.0	487.2	466.7	516.5	450.4	246.7
2006	575.8	564.1	478.8	463.9	508.2	443.5	256.7
2007	560.1	548.6	471.2	455.3	497.0	437.8	256.3
2008	556.5	543.7	451.6	443.8	492.8	421.8	252.0
2009	548.2	529.9	415.4	399.3	480.9	392.4	260.5
2010	546.8	524.4	404.5	390.0	470.0	379.6	247.3
2011	548.5	522.4	395.6	379.1	461.0	367.7	227.8
2012	562.8	530.4	386.8	374.3	467.8	361.3	227.1
2013	555.9	506.5	338.2	327.5	438.7	317.8	218.2
2014	575.4	514.0	324.4	309.9	439.5	304.6	206.9
2015	544.3	489.2	332.6	315.2	425.3	312.9	218.9
2016	518.2	467.3	322.5	314.2	409.3	304.6	220.2
2017	492.6	446.9	317.4	309.1	394.4	299.8	215.2
2018	495.0	445.5	297.2	282.1	389.6	282.1	209.5
2019	462.7	416.3	278.1	269.1	368.1	266.8	212.2
2020	449.1	400.3	259.8	255.0	353.6	251.2	211.1
2021	452.1	406.6	267.9	255.6	360.5	258.2	209.5
2022*	482.2	437.3	308.9	293.3	404.3	303.0	268.8

¹ Included electricity by bioenergy.

² Included renewable electricity, without production from pumped storage units.

³ Included CO₂ emissions for heat production.

* Preliminary estimate.

Figura 24. Fattori di emissione di gas serra dal settore elettrico per la produzione lorda di energia elettrica e calore (g CO₂eq/kWh) - Fonte: Rapporto ISPRA n. 386/2023, Tabella 1.15

Gas	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2019	2021	2022*
CO ₂	450.39	379.61	312.86	304.59	299.82	282.15	266.81	251.24	258.16	302.99
CH ₄	0.51	0.54	0.74	0.74	0.73	0.72	0.72	0.72	0.69	0.83
N ₂ O	1.24	1.29	1.47	1.42	1.32	1.29	1.18	1.16	1.10	1.34
GHG	452.14	381.45	315.07	306.76	301.87	284.16	268.71	253.12	259.95	305.17

Figura 25. Fattori di emissione di gas serra dal settore elettrico per la produzione lorda di energia elettrica e calore (mg/kWh) - Fonte: Rapporto ISPRA n. 386/2023, Tabella 1.17

Pollutant	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2019	2021
NO _x	368.44	288.07	253.12	237.66	226.91	218.32	210.27	200.97	199.11
SO _x	524.75	222.46	95.41	71.72	63.31	58.41	47.86	42.73	38.82
COVNM	52.97	73.26	81.69	86.78	85.62	86.54	88.69	90.90	85.67
CO	105.49	101.11	94.31	96.29	97.60	93.37	94.63	92.49	92.93
NH ₃	0.66	0.65	0.71	0.60	0.54	0.50	0.37	0.32	0.31
PM ₁₀	16.91	8.03	4.12	3.54	3.31	2.91	2.66	2.37	2.42

Le emissioni di gas ad effetto serra e altri inquinanti atmosferici evitate al primo anno e durante l'intera vita utile dell'opera in progetto, pari a 30 anni, sono riportate in Tabella 17.

Tabella 17. Emissioni inquinanti evitate dall'impianto fotovoltaico al primo anno e durante l'intera vita utile

Dati impianto	Tipologia inquinante		Fattori di emissione	Emissioni evitate al primo anno	Emissioni complessive evitate in 30 anni
	Producibilità al primo anno 38.367,00 MWh Producibilità in 30 anni 1.080.850,77 MWh	Gas serra	CO ₂	267,9 g CO ₂ /kWh	10.278,5 t CO ₂
CH ₄			0,69 g CO ₂ eq /kWh	26,5 t CO ₂ eq	745,8 t CO ₂ eq
N ₂ O			1,10 g CO ₂ eq /kWh	42,2 t CO ₂ eq	1.188,9 t CO ₂ eq
Altri inquinanti atmosferici		NO _x	199,11 mg/kWh	7,6 t NO _x	215,2 t NO _x
		CO	92,93 mg/kWh	3,6 t CO	100,4 t CO
		NH ₃	0,31 mg/kWh	0,0119 t NH ₃	0,3 t NH ₃
		PM ₁₀	2,42 mg/kWh	0,0928 t PM ₁₀	2,6 t PM ₁₀

Dalla consultazione dell'Inventario Regionale delle emissioni di gas climalteranti²⁵ (aggiornato all'anno 2018), i cui dati sono riportati in Tabella 18, si rileva che nel 2018 il Comune di Piacenza ha emesso circa 3.964,78 kt di CO₂, pari al 13,25% delle emissioni regionali, 3.711,86 t di CH₄ (~2% del totale regionale) e circa 236 t di N₂O (~3,1%). Il settore energetico²⁶ è responsabile di circa il 94% delle emissioni di CO₂, del 91,7% delle emissioni di CH₄ e dell'88,6% di quelle legate al protossido di azoto. Tali emissioni derivano principalmente dalla combustione sia di combustibili fossili (petrolio, gas naturale, carbone), principali responsabili delle emissioni in termini di CO₂, che di biomasse (responsabili del solo contributo in termini di emissioni di CH₄).

Confrontando le emissioni evitate dall'impianto in progetto durante il primo anno di esercizio con i quantitativi emessi a livello comunale è possibile osservare che l'impianto in progetto consente di evitare un'emissione di CO₂ pari allo 0,26% del totale comunale, di CH₄ pari allo 0,03% e di N₂O equivalente allo 0,07%. Rispetto ai livelli regionali il peso percentuale delle emissioni evitate dall'impianto risulta essere pari allo 0,03% del totale per la CO₂ e di un ordine di grandezza inferiore per tutti gli altri inquinanti.

Tabella 18. Emissioni regionali e comunali relative all'anno 2018 e confronto con le emissioni evitate dall'impianto in progetto il primo anno di esercizio

Tipologia inquinante	Emissioni - Inventario GHG 2018		Emissioni evitate dall'esercizio dell'impianto il primo anno (t)	Peso % rispetto val. regionale	Peso % rispetto val. comunale
	Regione Emilia-Romagna (t) ⁽¹⁾	Comune Piacenza (t)			
CO ₂	29.917.000	3.964.779,33	10.278,5	0,03%	0,26%
CH ₄	182.994	3.711,86	0,95 ⁽²⁾	<0,001%	0,03%

²⁵ L'Inventario contiene la stima delle emissioni dei gas climalteranti (GHG -Green House Gases) a scala regionale secondo la metodologia IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), aggiornata all'anno 2018. Link: <https://dati.arpae.it/dataset/inventario-emissioni-aria-inemar/resource/b9e56c22-14ec-4df3-af0c-ff9017dcca98>

²⁶ Descrizione del Settore IPCC Energy: esplorazione e sfruttamento di fonti energetiche primarie; conversione delle fonti energetiche primarie in forme energetiche più utilizzabili nelle raffinerie e nelle centrali elettriche; trasmissione e distribuzione di carburanti; utilizzo di combustibili nelle attività produttive, nei trasporti ed in sistemi destinati al riscaldamento

Tipologia inquinante	Emissioni - Inventario GHG 2018		Emissioni evitate dall'esercizio dell'impianto il primo anno (t)	Peso % rispetto val. regionale	Peso % rispetto val. comunale
	Regione Emilia-Romagna (t) ⁽¹⁾	Comune Piacenza (t)			
N ₂ O	7.558,78	235,84	0,15 ⁽²⁾	0,002%	0,07%

⁽¹⁾ Ricavate dall'Inventario regionale GHG aggiornato al 2018

⁽²⁾ Le emissioni di metano (CH₄) e protossido di azoto (N₂O), poiché espresse in “tonnellate di CO₂ equivalente” in Tabella 17, sono state convertite dividendo le emissioni di ciascun gas (espresse in ton CO₂ eq). per il proprio potenziale di riscaldamento – Global Warming Potential (GWP) – espresso in rapporto al potenziale di riscaldamento dell'anidride carbonica nell'arco di 100 anni. Al GWP sono stati attribuiti i seguenti valori: 27,9 per CH₄ e 273 per N₂O. Tali valori sono stati ricavati dal 6° Rapporto di valutazione dell'IPCC (AR6), in particolare dal Rapporto del primo gruppo di lavoro Climate Change 2021: The Physical Science Basis; Chapter 7: The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity—Supplementary Material (Table 7.SM.7).
Link: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter07_SM.pdf

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico flottante “Cave Podere Stanga”, oltre a ridurre l'emissione in atmosfera di gas che contribuiscono ad aumentare il fenomeno dell'effetto serra, permette il risparmio di combustibile fossile. Per quantificare il risparmio derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili viene utilizzato il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, espresso in TEP/MWh. Questo coefficiente indica le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le T.E.P. risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

Il valore assunto da questo fattore è stato definito dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA) nella Delibera EEN 3/08²⁷ ed è stato fissato pari a 0,187 TEP/MWh (art.2 c.1). Considerando come base di calcolo la producibilità dell'impianto, in Tabella 19 sono riportate le quantità di combustibile risparmiato al primo anno di esercizio e durante l'intera vita utile dell'opera, pari a 30 anni.

Tabella 19. Stima del combustibile risparmiato

	al primo anno	complessivamente in 30 anni
Producibilità dell'impianto (MWh)	38.367	1.080.850,77
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh]	0,187	0,187
TEP risparmiate	7.175	215.239
BEP²⁸ risparmiati	49.141	1.474.239

Un ulteriore contributo per il miglioramento della qualità dell'aria deriverà dalla realizzazione di una fascia arboreo-arbustiva naturaliforme per la mitigazione ambientale e paesaggistica dell'impianto in progetto. Per maggiori dettagli si rimanda a successivo paragrafo §4.5.

²⁷ Delibera 28 marzo 2008, EEN 3/08, “Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica” pubblicata su GU n. 100 del 29/04/08 - SO n.107. Link: <https://www.arera.it/it/docs/08/003-08een.htm>

²⁸ Un barile di petrolio equivalente (BEP) è un'unità di misura dell'energia che corrisponde all'energia approssimativa rilasciata dalla combustione di un barile di petrolio greggio. Un BEP è fissato convenzionalmente pari a 0,146 tonnellate equivalenti di petrolio (TEP). <https://www.enea.it/it/seguici/le-parole-dellenergia/unita-di-misura/contenuto-di-energia-effettivo-ed-equivalenze-nominali>

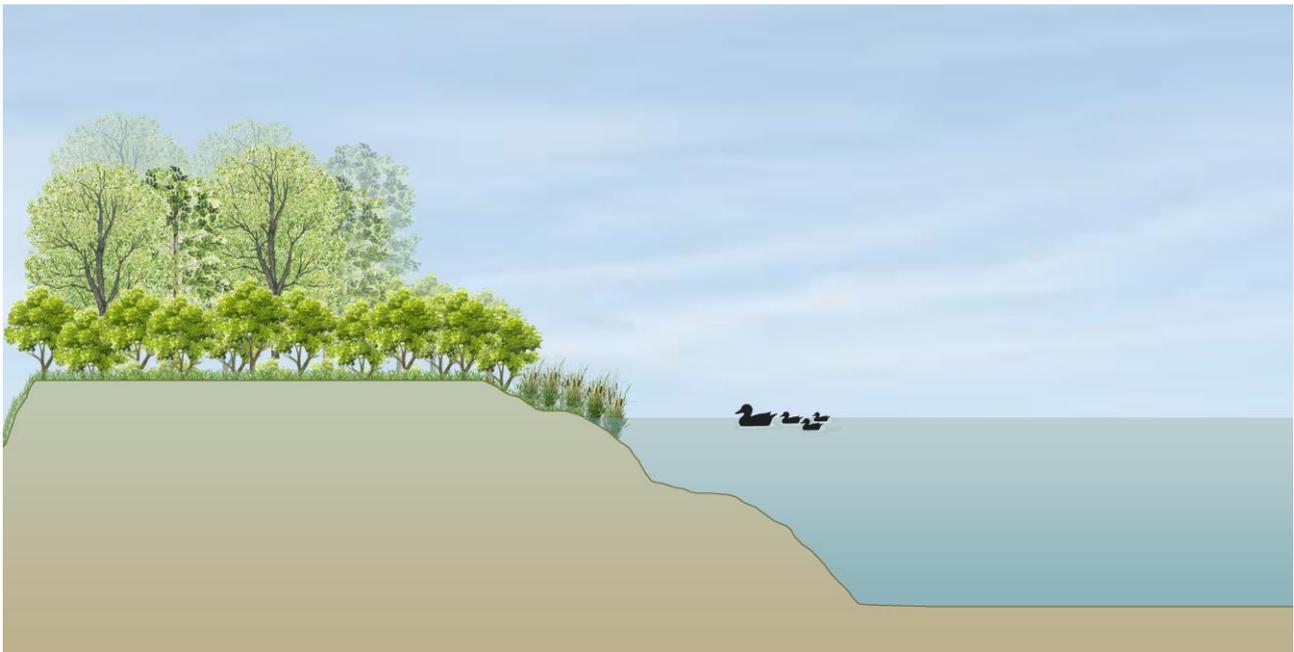
4.5 Emissioni evitate in fase di esercizio dalla fascia vegetata a fisionomia igrofila

Al fine di garantire la ricomposizione ambientale e paesaggistica delle sponde occidentali del lago nord di Cave Podere Stanga interessato dal progetto in valutazione si prevede la creazione di una fascia vegetata costituita da due tipologie d’impianto:

- parte semiemersa a prevalenza di cannuccia di palude (*Phragmites australis*) con presenza di carice maggiore (*Carex pendula*), Carice ramata (*Carex cuprina*), giunco comune (*Juncus effusus*) e mazzasorda (*Typha angustifolia*);
- boscaglia igrofila completamente emersa a prevalenza di pioppo bianco (*Populus alba*), pioppo nero (*Populus nigra*) e ontano nero (*Alnus glutinosa*) per quanto riguarda il piano arboreo e salice bianco (*Salix alba*) per quanto attiene il piano arbustivo.

Come descritto nel paragrafo §3.4 dell’elaborato “Progettazione delle opere di mitigazione e compensazione dell’area impianto” (cod. elaborato: INT.SIA.R.06.a), a cui si rimanda per maggiori dettagli, l’associazione delle tipologie d’impianto sopra indicate sarà localmente modificata in corrispondenza delle aree spondali ove sono stati accertati dissesti: in tali tratti, al fine di garantire il ripristino del dissesto spondale, si manterrà la realizzazione della boscaglia igrofila mentre il tipologico del canneto a prevalenza di cannuccia di palude sarà sostituito da interventi di ingegneria naturalistica tramite la realizzazione di palificata viva spondale.

Figura 26. Sezione tipo della fascia vegetata spondale



Di seguito si riporta la composizione vegetazionale della fascia vegetata spondale, suddivisa in parte semiemersa e parte emersa, con indicazione delle quantità di messa a dimora e della tipologia di materiale vivaistico da impiegare.

Tabella 20. Specie, materiale vivaistico e densità d’impianto della fascia spondale semiemersa (fragmiteto)

Nome scientifico	Nome comune	Contenitore/sviluppo	Densità (piante/2 mq)
<i>Phragmites australis</i>	Cannuccia di palude	rizoma	2
<i>Carex pendula</i>	Carice maggiore	rizoma	1
<i>Carex cuprina</i>	Carice ramata	rizoma	1
<i>Juncus effusus</i>	Giunco comune	rizoma	1

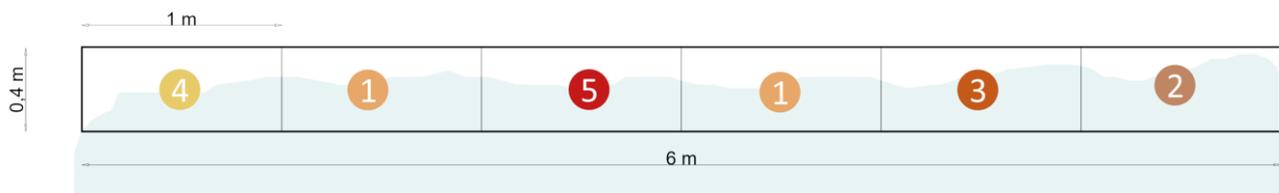
<i>Typha angustifolia</i>	Mazzasorda	rizoma	1
---------------------------	------------	--------	---

Tabella 21. Specie, materiale vivaistico e densità d'impianto della fascia spondale emersa (boscaglia a pioppi e salici)

Nome scientifico	Nome comune	Contenitore/sviluppo	Quantità (piante/100 ml)
Piano arboreo			
<i>Alnus glutinosa</i>	Ontano comune	Zolla c. 12-14 cm, h. 2,5-3 m	10
<i>Populus nigra</i>	Pioppo nero	Zolla c. 12-14 cm, h. 2,5-3 m	16
<i>Populus alba</i>	Pioppo bianco	Zolla c. 12-14 cm, h. 2,5-3 m	24
Piano arbustivo			
<i>Salix alba</i>	Salice bianco	Vaso 9 l	400

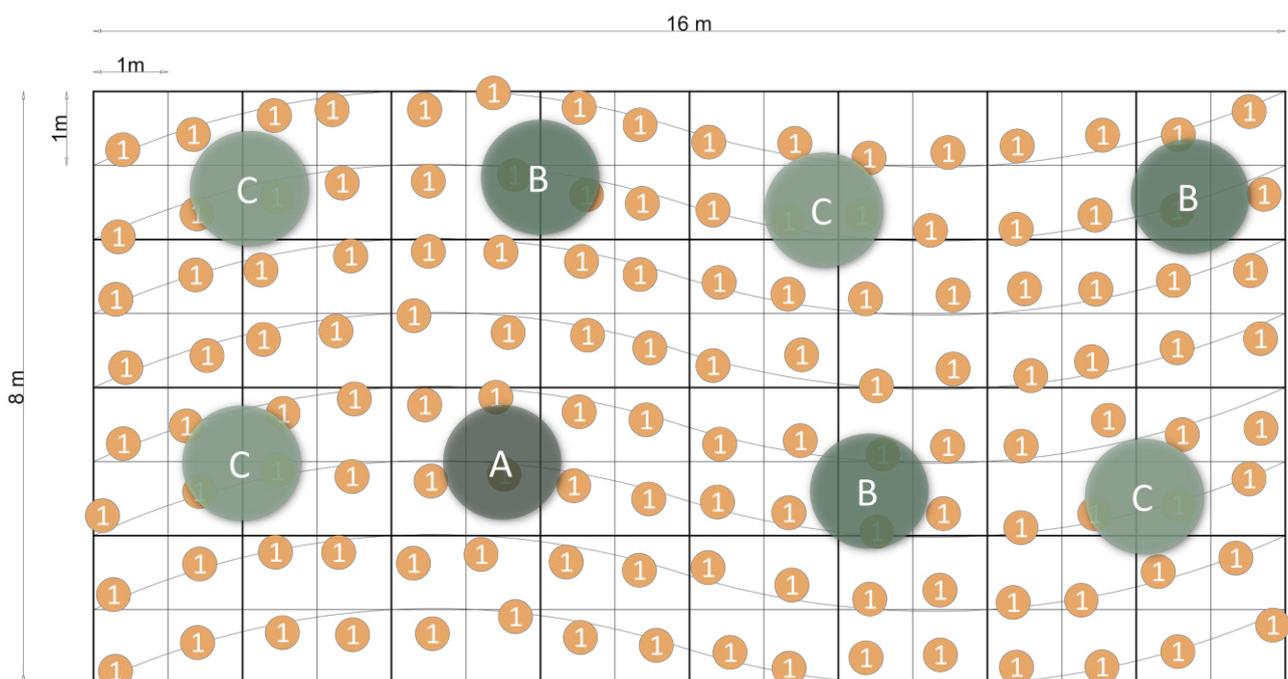
Il sesto d'impianto del fragmiteto prevede la messa a dimora, ogni 2mq di sponda, di n. 6 rizomi delle specie elofite individuate in Tabella 20, secondo l'abaco graficamente rappresentato in Figura 27.

Figura 27. Sesto d'impianto tipologico del fragmiteto spondale



La piantumazione delle essenze arboree ed arbustive sarà realizzata adottando un modello sinusoidale fondato sulla creazione di file con andamento curvilineo, con braccio all'asse di 1 m e periodo di 8 m. L'impianto lungo le file delle diverse specie (arboree ed arbustive) avverrà ogni 8 metri per le essenze arboree e ogni due metri per l'essenza arbustiva prevista, secondo il tipologico d'impianto rappresentato in Figura 28.

Figura 28. Sesto d'impianto tipologico della boscaglia a pioppi e salici



Parte emersa - Piano arbustivo				
Densità media di impianto TIPOLOGICO 1 : 400 p.te / 100 ml				
Nome specifico	Nome volgare	%	N. piante per 100 ml	Contenitore/sviluppo
1 <i>Salix alba</i>	Salice bianco	100	400	Vaso 9 l
Totale specie per ml		100	400	
Parte emersa - Piano arboreo				
Densità media di impianto TIPOLOGICO 1 : 50 p.te 100 ml				
Nome specifico	Nome volgare	%	N. piante per 100 ml	Contenitore/sviluppo
A <i>Alnus glutinosa</i>	Ontano nero	20	10	Zolla c. 12-14 cm; h. 2,5-3 m
B <i>Populus nigra</i>	Pioppo nero	32	16	Zolla c. 12-14 cm, h. 2,5-3 m
C <i>Populus alba</i>	Pioppo bianco	48	24	Zolla c. 12-14 cm, h. 2,5-3 m
Totale specie per ml		100	50	

L'intera fascia presenterà una larghezza trasversale pari ad 8 metri, per l'intero sviluppo lineare della sponda occidentale del lago nord di Cave Podere Stanga pari a circa 1.000 m. In tal senso, dunque, l'intervento occuperà una superficie pari a circa 8.000 mq.

La necessità di utilizzare il sesto d'impianto sopradescritto nell'ambito delle fasce spondali nasce dall'esigenza di creare una naturalità diffusa nella fitocenosi insediata e di evitare rigidi impianti antropici che male si inserirebbero nel contesto spondale del lago di cava. Le specie messe a dimora saranno distribuite in modo randomizzato affinché non si percepisca la natura antropica del popolamento vegetale.

Considerando l'estensione dell'area interessata dalla realizzazione (lunghezza: 1.000 m; larghezza: 8 m) è previsto l'impiego di:

- n. 500 piante d'alto fusto (100 piante di ontano comune, 160 piante di pioppo nero, 240 piante di pioppo bianco);
- n. 4000 piante di salice bianco.

Le piante, attraverso i loro processi fisiologici, forniscono svariati servizi ecosistemici. Attraverso la loro capacità di assorbire varie tipologie di inquinanti mediante la struttura fogliare, ad esempio, esse forniscono un contributo non trascurabile per la riduzione delle criticità diffuse sull'intero territorio regionale, legate principalmente all'ozono (O₃) e al materiale particolato (PM₁₀), e più localizzate in prossimità dei grandi centri urbani riguardanti il biossido di azoto (NO₂). Con particolare riferimento all'ozono, dal report “La qualità dell'aria in Emilia-Romagna nel 2023”²⁹ pubblicato da Arpae risulta che, nel corso del 2023, nel territorio regionale sono state rilevate ancora condizioni critiche per quanto riguarda questo inquinante, la cui presenza risulta ancora significativa in gran parte delle aree suburbane e rurali in condizioni estive. Gli episodi più acuti, che hanno comportato il superamento della soglia di informazione, sono avvenuti essenzialmente nell'area occidentale della Regione, mentre il superamento dell'obiettivo a lungo termine per la protezione della salute umana risulta ancora largamente diffuso, anche se in calo rispetto all'anno precedente.

La messa a dimora degli alberi contribuisce, inoltre, all'assorbimento della CO₂ (principale gas climalterante presente in atmosfera) mediante il processo fotosintetico e alla riduzione dell'effetto “isola di calore” nelle aree urbane attraverso la traspirazione e l'ombreggiamento.

In Tabella 23 è riportata una stima della quantità di CO₂ potenzialmente assimilata e stoccata e degli inquinanti rimossi annualmente dalla boscaglia igrofila che si prevede di realizzare lungo le sponde occidentali del lago nord di Cave Podere Stanga, nei primi anni dell'impianto e a maturità raggiunta. I valori di emissione per ciascuna specie sono stati ottenuti moltiplicando il numero delle piante che si prevede di mettere a dimora per i relativi fattori di assorbimento e assimilazione della CO₂ e di abbattimento di NO₂, O₃ e PM₁₀ (Tabella 22) estratti dalle schede tecniche redatte nell'ambito del progetto di ricerca “Qualiviva - la qualità nella filiera florovivaistica nazionale attraverso l'utilizzo e la divulgazione delle schede varietali e di un capitolato unico di appalto per le opere a verde”³⁰, finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole Alimentari e Forestali. Tali fattori, stimati mediante l'utilizzo del

²⁹ <https://www.arpae.it/it/notizie/la-qualita-dellaria-nel-2023-in-emilia-romagna>

³⁰ <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/9785>

software i-Tree³¹, sono stati utilizzati anche nel Laboratorio REBUS³² - RENovation of public Buildings and Urban Spaces - sulla rigenerazione urbana e i cambiamenti climatici della Regione Emilia-Romagna per stimare la quantità di inquinanti che potrebbero essere sottratti dall’ambiente urbano (casi studio di Ravenna, Ferrara e San Lazzaro) a seguito della messa a dimora di alcune specie arboree e arbustive per diminuire gli effetti derivati dai fenomeni dell’isola di calore e delle ondate di calore.

I risultati indicano che le specie considerate, a maturità raggiunta, consentiranno complessivamente di:

- stoccare circa 29.600 t di CO₂ e assimilarne annualmente circa 1.980 t;
- abbattere annualmente circa 2 t di O₃, 1,6 t di NO₂, 1,3 t di SO₂ e 440 kg di PM₁₀.

Tabella 22. Fattori di stoccaggio CO₂ e abbattimento degli inquinanti delle specie presenti nella boscaglia igrofila nel caso di nuovo impianto e a maturità raggiunta (Fonte: Progetto Qualiviva)

Nome specifico	Nome comune	N° piante a dimora	Fattori per piante di nuovo impianto		Fattori di stoccaggio/abbattimento a maturità raggiunta ⁽¹⁾						
			CO ₂ stoccata (kg)	CO ₂ assimilata (kg/anno)	CO ₂ stoccata (kg)	CO ₂ assimilata (kg/anno)	O ₃ (kg/anno)	NO ₂ (kg/anno)	SO ₂ (kg/anno)	PM ₁₀ (kg/anno)	
<i>Alnus glutinosa</i>	Ontano comune	100	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<i>Populus nigra</i>	Pioppo nero	160	8	4	3606	599	0,1	0,1	0,3	0,1	
<i>Populus alba</i>	Pioppo bianco	240	6	5	1631	219	0,1	0,1	0,2	0,1	
<i>Salix alba</i>	Salice bianco	4000	6	14	7160	458	0,5	0,4	0,3	0,1	

⁽¹⁾ Si ritiene che le specie arboree raggiungeranno la maturità a partire dal 15° anno di età, mentre quelle arbustive a partire dal 5° anno.

Tabella 23. Stima delle emissioni di CO₂ e altri inquinanti evitate delle specie presenti nella boscaglia igrofila nel caso di nuovo impianto e a maturità raggiunta

Nome specifico	Nome comune	N° piante a dimora	Emissioni evitate dalle piante di nuovo impianto		Emissioni evitate dalle piante a maturità raggiunta ⁽¹⁾						
			CO ₂ stoccata (kg)	CO ₂ assimilata (kg/anno)	CO ₂ stoccata (kg)	CO ₂ assimilata (kg/anno)	O ₃ (kg/anno)	NO ₂ (kg/anno)	SO ₂ (kg/anno)	PM ₁₀ (kg/anno)	
<i>Alnus glutinosa</i>	Ontano comune	100	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
<i>Populus nigra</i>	Pioppo nero	160	1.280	640	576.960	95.840	16	16	48	16	

³¹ I-Tree è un software sviluppato dal Servizio Forestale dell’USDA che permette di effettuare analisi del verde urbano e delle aree forestali e rurali e valutazioni dei relativi benefici, in termini di servizi ecosistemici. Link: <https://www.itreetools.org/>. Per ciascuna specie, è stata individuata una classe climatica statunitense simile a quella in cui la specie vegeta nel nostro paese, similmente a quanto fatto da Soares et al. (2011). Per nuovo impianto, è considerato, per tutte le specie, un diametro di 5,4 cm (classe di circonferenza 16-18). Per gli esemplari maturi è stato stimato il diametro medio, per ogni specie, in ambiente urbano al raggiungimento della maturità. Tali valori sono stati ottenuti sulla base di dati bibliografici, delle esperienze personali e dei risultati di sperimentazioni condotte in ambiente urbano da parte dei componenti della U.O. I valori di CO₂ stoccata e assimilata, così come quelli di inquinanti rimossi, si riferiscono ad alberi in buono stato di salute e correttamente potati (non capitozzati). Tuttavia, vista la variabilità della crescita e della fotosintesi in funzione delle condizioni microclimatiche del sito d’impianto, tali valori non devono essere assunti “a dogma”, ma devono essere ritenuti puramente indicativi.

³² <https://territorio.regione.emilia-romagna.it/urbanistica/corsi-formazione/rebus-laboratorio-rigeneraz-urbana-cambiam-climatici#autotoc-item-autotoc-4>

Nome specifico	Nome comune	N° piante a dimora	Emissioni evitate dalle piante di nuovo impianto		Emissioni evitate dalle piante a maturità raggiunta ⁽¹⁾					
			CO ₂ stoccata (kg)	CO ₂ assimilata (kg/anno)	CO ₂ stoccata (kg)	CO ₂ assimilata (kg/anno)	O ₃ (kg/anno)	NO ₂ (kg/anno)	SO ₂ (kg/anno)	PM ₁₀ (kg/anno)
<i>Populus alba</i>	Pioppo bianco	240	1.440	1.200	391.440	52.560	24	24	48	24
<i>Salix alba</i>	Salice bianco	4000	24.000	56.000	28.640.000	1.832.000	2.000	1600	1200	400
Totale		4500	26.720	57.840	29.608.400	1.980.400	2.040	1.640	1.296	440

5. ADATTAMENTO DELLE OPERE IN PROGETTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Al fine di integrare il tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici, nella procedura di VIA dovrà essere valutato l'impatto di tali cambiamenti sul progetto proposto, la sua resilienza e capacità di affrontarli. Un elenco non esaustivo delle principali problematiche in tema di adattamento è riportato in Tabella 3.

Nei seguenti paragrafi è riportata un'analisi dell'impatto dei cambiamenti climatici sul progetto oggetto di valutazione, della sua resilienza e le eventuali azioni di adattamento che verranno messe in atto.

5.1 Aumento delle temperature medie e ondate di calore

L'aumento delle temperature medie (massime, minime e medie) e del numero di ondate di calore previsto nell'area urbana di Piacenza nel trentennio 2021-2050 (si veda il precedente §3.2.2) non influenzeranno significativamente le performance produttive dell'impianto fotovoltaico durante fase di esercizio.

All'interno dell'impianto oggetto di valutazione verranno installati moduli fotovoltaici e inverter caratterizzati rispettivamente da una temperatura operativa variabile nel range compreso tra -40°C/+85°C e -25°C/+60°C. Analoghe considerazioni possono essere estese anche ai trasformatori BT/MT che verranno installati nell'area della cabina di consegna.

In base alle considerazioni sopra riportate si ritiene che le opere in progetto saranno in grado di far fronte agli scenari climatici attesi nel territorio comunale e, pertanto, non saranno necessari specifici adattamenti progettuali per far fronte a tali pericoli.

Con particolare riferimento al rischio di incendi, nelle successive fasi progettuali verrà realizzata una specifica relazione tecnica antincendio ai sensi del D.M. 07/08/2012, al fine di attestare la rispondenza delle opere in progetto alle prescrizioni del DM 15/07/2014 e fornire agli Enti preposti gli elementi necessari per la valutazione del progetto ai fini della progettazione di prevenzione incendi. La conformità dell'impianto fotovoltaico e delle relative opere di connessione alla normativa antincendio vigente (DPR n°151 del 01/08/2011, DM 07/08/2012, DM 15/07/2014, DM 30/11/1983) assicura che saranno adottati adeguati sistemi di prevenzione e protezione contro gli incendi.

5.2 Ondate di freddo e neve

L'abbassamento delle temperature e la presenza di neve si ritiene che non apporteranno danni alle opere in progetto.

Come indicato nel precedente §5.1, all'interno dell'impianto oggetto di valutazione verranno installati moduli fotovoltaici e inverter caratterizzati rispettivamente da una temperatura operativa variabile nel range compreso tra -40°C/+85°C e -25°C/+60°C. Analoghe considerazioni possono essere estese anche ai trasformatori BT/MT che verranno installati all'interno di cabinati.

Con riferimento alla presenza di neve, i moduli fotovoltaici sono in grado di sostenere carichi elevati, fino a 5400 Pascal (valore di resistenza indicato nella scheda tecnica). Nel caso in cui si verificano precipitazioni nevose di notevole intensità i pannelli verranno liberati il prima possibile dalla neve, affinché possano ritornare a produrre energia elettrica regolarmente.

La cabina di consegna scelta sarà conforme allo standard Enel DG 2092, che prevede che sia considerato carico di neve sulla copertura pari a $q_s=480$ daN/m², corrispondente ai seguenti parametri: altitudine mt. 1000 sul livello del mare; macrozonazione: zona I; periodo di ritorno: $T_r=50$ anni; coefficiente di esposizione: $CE=1,0$ (classe topografica normale); coefficiente di forma: $m=0,8$ (copertura piana).

In base alle considerazioni sopra riportate si ritiene che le opere in progetto saranno in grado di far fronte ad eventuali ondate di freddo e neve e, pertanto, non saranno necessari specifici adattamenti progettuali per far fronte a tali pericoli.

5.3 Siccità

Durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico il consumo di risorsa idrica sarà limitato alle attività di pulizia periodica dei moduli fotovoltaici, necessarie per assicurare l'ottimale funzionalità e producibilità degli stessi. Il lavaggio dei moduli fotovoltaici sarà esclusivamente eseguito ricorrendo ad acqua – senza impiego di alcun detergente – proveniente dal bacino lacuale precedente. Le attività di lavaggio, che impiegheranno circa 240 mc di acqua / anno³³, determineranno un apporto al bacino lacuale dei limitatissimi quantitativi di polveri e deiezioni dell'avifauna adese sui moduli fotovoltaici. Nessun apporto di saponi (e sostanze ad esso correlate, come gli SLS³⁴) sarà provocato – per effetto delle attività di lavaggio – alle acque del bacino lacuale.

Con particolare riferimento alle opere a verde di mitigazione previste nella fascia spondale emersa (boscaglia igrofila a prevalenza di pioppi a salici descritta) si precisa che, allo scopo di garantire la sostenibilità complessiva dell'intervento e quindi limitare il consumo di risorsa idrica, è stato previsto l'impiego di specie che, nella zona fitoclimatica di appartenenza, una volta affrancate non necessitano di irrigazione. Qualora in fase di affrancamento insorgessero periodi di siccità prolungata s'interverrà con irrigazioni di soccorso mediante l'utilizzo di autobotti.

In base alle considerazioni sopra riportate si ritiene che l'aumento dei periodi di siccità previsti nell'area urbana di Piacenza (per maggiori dettagli si veda il precedente §3.2.2) non impatterà significativamente sulle opere in progetto durante fase di esercizio. Pertanto, non si ritengono necessari specifici adattamenti progettuali per far fronte a tale pericolo.

5.4 Piogge estreme, esondazioni dei fiumi e alluvioni lampo

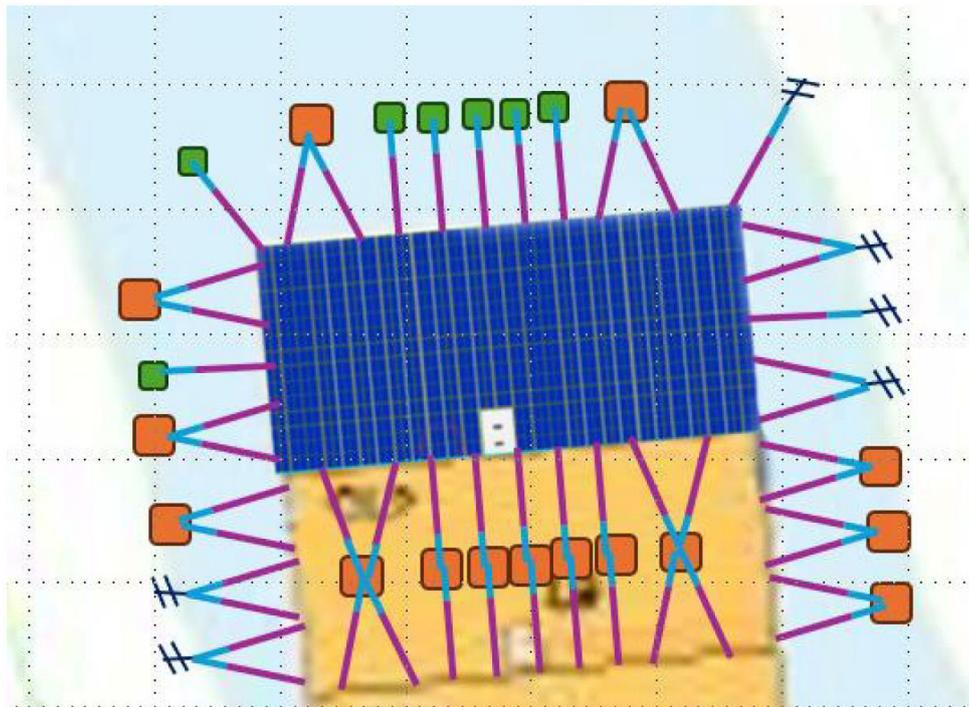
Come riportato nella "Relazione idraulica" (cod. elaborato: INT.SIA.R.09.a), a cui si rimanda per maggiori dettagli, gli accorgimenti progettuali presi per limitare la vulnerabilità dei beni esposti risultano sufficienti per evitare che le esondazioni previste dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) apportino danni alle strutture in progetto.

L'impianto fotovoltaico, di tipo flottante (Figura 29), sarà dotato della possibilità di un'oscillazione verticale finalizzata a seguire le modifiche di livello del bacino di cava (la massima escursione della quota batimetrica è di circa 1,20 m – 1,50 m); tale oscillazione potrà anche seguire parzialmente le oscillazioni di livello imposte dalle esondazioni provenienti dal fiume Po, sebbene in caso di esondazione generalizzata buona parte della pianura piacentina a ridosso del fiume sarà allagata per chilometri, in una situazione di emergenza non gestibile con accorgimenti ordinari.

³³ Per ciascun ciclo di lavaggio si è considerato un consumo di 2,5 di acqua per ciascun pannello. Considerando una media di 1,5 lavaggi/anno ed un totale di 63.756 pannelli si avrà un consumo annuo di 239.085 l di acqua/anno, ossia circa 240 mc/anno.

³⁴ Lauril solfato di sodio, tensioattivo di derivazione vegetale tipicamente impiegato nei saponi industriali.

Figura 29. Schema tipo di ormeggio di un cluster



Con particolare riferimento alle esondazioni del "reticolo secondario di pianura" (RSP), costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dal Consorzio di Bonifica di Piacenza, dalla consultazione della "Relazione geologica, idrogeologica, sismica e geotecnica" redatta nell'ambito del "Procedimento Unico per l'approvazione del progetto di ampliamento dell'impianto fisso di lavorazione inerti Podere Stanga codice P.I.A.E. n° 41"³⁵ risulta che dal 1993 il Consorzio di Bonifica non ha registrato esondazioni della rete consortile nella zona in prossimità della Cava "Podere Stanga. Nella lettera di risposta l'Ente precisa, a solo scopo di completezza, che "gli eventi del 2015, assolutamente eccezionali, hanno determinato esondazioni non tanto per criticità delle opere di bonifica, quanto a esondazioni del torrente Nure verificatesi a monte della località Roncaglia. A seguito di detti eventi AIPo e Consorzio di Bonifica hanno adeguato il sistema arginale del Torrente Nure in sponda sinistra e del Canale Diversivo di Est, presso e a monte di Roncaglia dimensionato a valori di portate di piena con Tempo di ritorno di 200 anni."

5.5 Tempeste e venti

Come riportato nella relazione "Sistemi di ancoraggio" (cod. elaborato: INT.ARC.R.01.a.), a cui si rimanda per maggiori dettagli, per il dimensionamento del sistema di ancoraggio sono state analizzate le condizioni anemologiche dell'area di intervento prendendo a riferimento:

- il database di ri-analisi ERA5, generato dallo European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), che comprende dati su parametri di onde e vento, derivati da una combinazione di altimetria satellitare, osservazioni di boe e modelli numerici. Nello specifico sono stati considerati tutti i dati disponibili, relativi agli ultimi 24 anni (dal 01/01/1999 al 31/12/2023), su base oraria;

³⁵ Dalla " Relazione geologica, idrogeologica, sismica e geotecnica" redatta nell'ambito del Procedimento Unico si evince che in data 23/10/2020 il Direttore Tecnico del Gruppo Bassanetti ha fatto formale richiesta di informazioni in merito ad "Eventuali esondazioni storiche del reticolo di bonifica prossime al Polo PIAE n°41". Detto Ente, con nota protocollo n. CBP/12199 del 27/10/2020 ha chiarito che a partire dal 1993 non si ha notizia di esondazioni della rete consortile. Link: <https://trasparenza.comune.piacenza.it/L190/sezione/show/1070198?idSezione=27263&activePage=1&sort=&>

- il database Dext3r di Arpa Emilia Romagna, i cui dati sono risultati fortemente frammentati per l'area di interesse

In Figura 11 è rappresentata la rosa dei venti per l'area in esame ricavata dall'elaborazione dei dati ERA5 relativi al periodo 1999-2023, dalla quale risulta una prevalenza di venti provenienti dai settori orientali e occidentali, con fenomeni più intensi provenienti da Est. Tali conclusioni risultano coerenti con i risultati ottenuti dall'analisi dei dati registrati dalla stazione della rete IdroMeteoClima “Piacenza- Urbana” (Figura 17). Per quanto riguarda la velocità media, in Figura 10 è possibile osservare che il valore massimo è risultato pari a 9,633 (m/s) in data 09/11/2007.

Dall'elaborazione dei massimi valori di raffica del vento a 10 m dal suolo, estratti dal database Dext3r di Arpae, è stato rilevato un valore massimo pari a 16,8 m/s.

Figura 30. Rosa dei venti relativa al periodo 1999-2023 estratta database ERA5

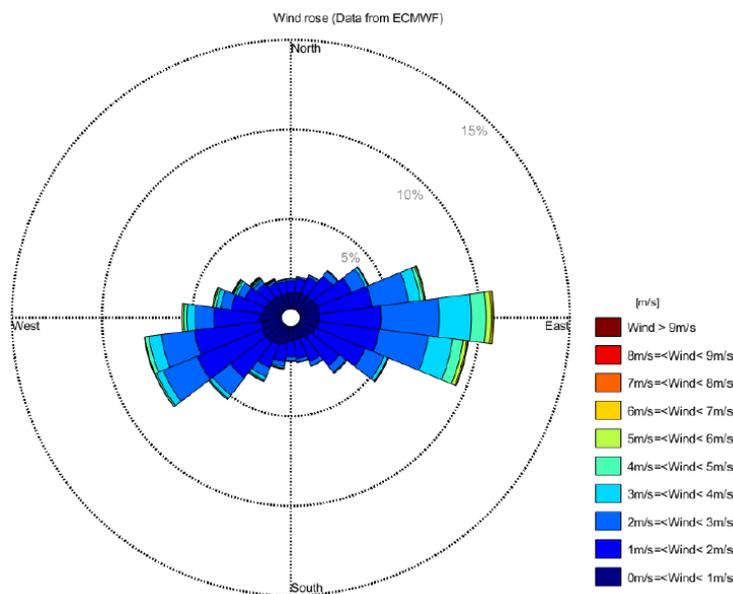
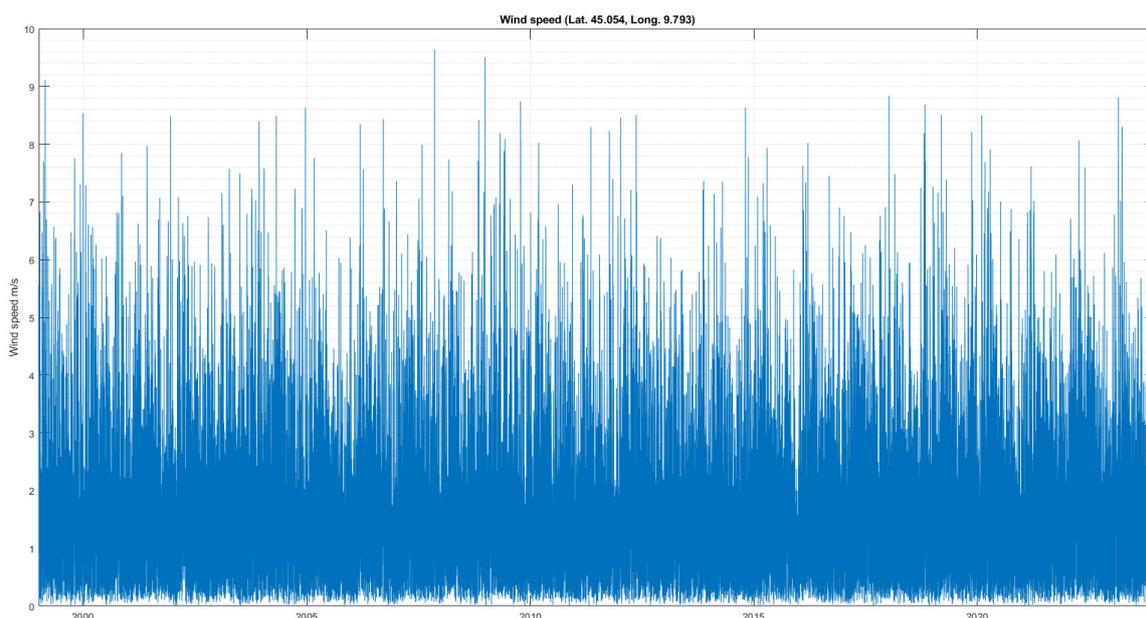


Figura 31. Andamento della velocità del vento nel periodo 1999-2023 estratta database ERA5



Il dimensionamento del sistema di ancoraggio delle strutture galleggianti in progetto è stato effettuato considerando un valore di velocità del vento a 10 m dal livello dell’acqua, ricavato a partire dalla NTC 2018, pari a 25 m/s. Tale valore è stato assunto come base per il calcolo della velocità a livello dei pannelli e delle strutture galleggianti e, quindi, delle forze di vento agenti sul sistema.

In base ai risultati ottenuti nello studio, il progetto prevede l’utilizzo di cime di poliestere aventi un diametro di 20 mm, caratterizzate da un carico di rottura di 270-310 kN e una rigidità assiale di 436 kN. La scelta della cima è stata dettata soprattutto dalla sua rigidità, indispensabile per limitare al massimo gli spostamenti della struttura galleggiante.

Come rappresentato nella precedente Figura 29, si prevede l’utilizzo di tre diverse tipologie di punti ancoraggio:

- doppio , con corpo morto da 5.3 ton (2.3 m³ peso in acqua 3 ton)
- singolo con corpo morto da 2.6 ton (1.15 m³ peso in acqua 1.5 ton)
- con screw anchor (load capacity 3 ton)

Con riferimento ai moduli fotovoltaici, dalla consultazione della scheda tecnica risulta che i pannelli sono in grado di sostenere pressioni del vento elevate, fino a 2400 Pascal. La cabina di consegna, inoltre, scelta sarà conforme allo standard Enel DG 2092, che prevede che sia considerata una pressione del vento pari a $q(z)=190$ daN/m², corrispondente ai seguenti parametri: altitudine mt. 1000 sul livello del mare; macrozonazione: zona 4; periodo di ritorno: Tr=50 anni.

5.6 Frane e smottamenti

Dalla consultazione dell’elaborato del PAI “Atlante dei Rischi idraulici e idrogeologici” e, nello specifico, dell’Allegato 4 “Delimitazione delle aree in dissesto in scala 1:25000” si rileva che tutte le opere in progetto non ricadono in aree soggette a pericolosità da frane.

Con particolare riferimento all’area d’impianto, lungo le sponde lacuali occidentali del lago nord di Cave Podere Stanga sono stati accertati n. 5 dissesti locali delle sponde – di seguito illustrati in Figura 32 – che richiedono interventi di stabilizzazione.

Figura 32. I bacini lacuali di Cave Podere Stanga e i tratti spondali ove si sono verificati locali dissesti spondali



Si tratta, come evidenziato nella seguente immagine, di dissesti locali – presentanti uno sviluppo lineare totale pari a circa 230 m – che potranno essere stabilizzati attraverso la realizzazione di interventi di ingegneria naturalistica riconducibili – nello specifico – alla *palificata viva spondale con palo verticale frontale*.

Figura 33. Ripresa fotografica di uno dei dissesti osservati lungo la sponda occidentale del lago nord di Cave Podere Stanga



Per maggiori dettagli relativi all’analisi dei dissesti individuati si rimanda alla “Relazione Geologica (Revisione dell’elaborato GEO.REL.01)” (cod. elaborato: RPB.SIA.R.07.a), mentre una descrizione degli interventi di consolidamento in progetto si veda l’elaborato “Progettazione delle opere di mitigazione e compensazione dell’area impianto” (cod. elaborato: INT.SIA.R.06.a).

In base alle conclusioni riportate nella Relazione Geologica e alle considerazioni sopra riportate, si ritiene che non saranno necessari ulteriori adattamenti progettuali, oltre agli interventi di consolidamento già previsti, per far fronte a potenziali pericoli derivanti da frane e dissesti.